

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PLAGAS DEL CULTIVO DEL MAÍZ Y ESTRATEGIAS DE CONTROL
AGROECOLÓGICO**

POR:

JAIME SÁNCHEZ ANTONIO

MONOGRAFIA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGIA

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PLAGAS DEL CULTIVO DEL MAÍZ Y ESTRATEGIAS DE CONTROL
AGROECOLÓGICO

MONOGRAFIA

PRESENTA

JAIME SÁNCHEZ ANTONIO

ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORIA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

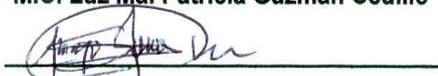
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Asesor Principal:



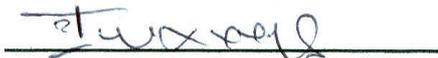
M.C. Luz Ma. Patricia Guzmán Cedillo

Co-asesor:



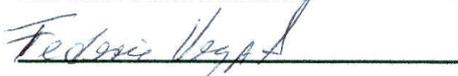
Dr. Jesús Vázquez Arroyo

Co-asesor:

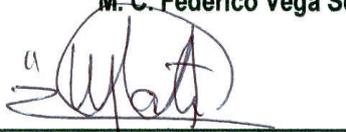


Lic. Juan Martínez Moreno

Co-asesor:

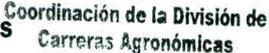


M. C. Federico Vega Sotelo



M. C. Víctor Martínez Cueto



Coordinador de la División de Carreras Agronómicas 

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PLAGAS DEL CULTIVO DEL MAÍZ Y ESTRATEGIAS DE CONTROL
AGROECOLÓGICO

MONOGRAFIA

PRESENTA

JAIME SÁNCHEZ ANTONIO

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR

Presidente:



M.C. Luz Ma. Patricia Guzmán Cedillo

Vocal:



Dr. Jesús Vázquez Arroyo

Vocal:

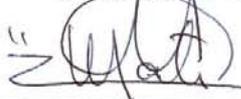


M. V. Z. Cuauhtémoc Félix Zorrilla

Vocal Suplente:



M. C. Federico Vega Sotelo



M. C. Víctor Martínez Cueto



Coordinador de la División de Carreras Agronómicas  Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2010

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi vida, por darme la fortaleza y principalmente la capacidad para tomar mis propias decisiones.

A MI MADRE

Clara Antonio Hernández, por haberme dado la vida, por que siempre esta conmigo, por ser un ejemplo, y por que sencillamente TE QUIERO.

A MI PADRE

Jaime Sánchez Antonio, gracias por los consejos, por el ejemplo de un buen papá, por que a pesar de nuestras diferencias, al final nos comprendemos, y por que te QUIERO PAPA.

A LA FAMILIA SÁNCHEZ ANTONIO

Gracias por todo el apoyo que me han brindado durante toda la carrera, por la comprensión y el cariño que me han dado, GRACIAS POR TODO.

A MI ALMA MATER

La máxima casa de estudio mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-
UL Coahuila México, por ser una institución de buen nivel académico, y por
regalarme lo más preciado en la vida: LA AMISTAD.

A MIS COMPAÑEROS DE GRUPO

Alexis Gustavo Hernández (El gato), Franklin A. Arreola (El chavo), Juan
Carlos de León (Simion), Gadiel González (Sapo Viejo), Ramón F. Rosales
(Ojón), Ángel López (Tigre), Emmanuel Castruita (Hijin), Jorge L. Hernández
(Pájaro).

A MIS MAESTROS

Gracias por la enseñanza dentro del aula, por la amistad, comprensión y
tolerancia durante las clases, gracias por los consejos, sugerencias y sobre
todo por lo bueno en cuanto al apoyo brindado durante la carrera.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	viii
Índice de contenido	vi
I. Introducción	1
1.1. Objetivo	2
II. Revisión de literatura	3
2.1. El maíz producción e importancia para una alimentación sana	3
2.2. Alternativas agroecológicas para el manejo de plagas	4
2.2.1. Control biológico	4
2.2.2. Estrategias de control biológico	6
a). control biológico por conservación	7
b). control biológico por introducción	7
c). control biológico por incremento	7
2.2.3. Antecedentes del Control Biológico	8
a). Ventajas del control biológico	9
b). Desventajas del control biológico	10
2.2.4. Alcance y futuro del Control Biológico	11

2.2.5. Tipos de enemigos naturales	11
2.2.6. Que se entiende por plaga	13
2.3. Las plagas del maíz y su manejo convencional (plaguicidas - transgénicos)	15
2.3.1. Plaguicidas	17
2.3.2. Agroquímicos: un atentado contra el ambiente	18
2.3.3. Transgénicos	21
2.3.4. Plagas más comunes en el cultivo de maíz	23
2.3.5. Gallina ciega (<i>phyllophaga</i> spp)	23
2.3.6. Gorgojo (<i>sitophilus zeamais</i>)	25
2.3.7. Control biológico para las plagas de maíz (gallina ciega / gorgojo)	26
a). Ventajas del producto	27
2.4. Productos de origen vegetal o mineral (tierra, ceniza	27
2.4.1. Usos de extracto de plantas para el control biológico de plagas en maíz	27
2.4.2. Diversificación espacial (policultivo) o temporal (rotación de cultivos)	31
3. Las plagas más comunes del maíz y el uso de diferentes extractos para su control	32
IV. DISCUSION	33
V. CONCLUSIÓN	35
VI. REFERENCIAS	37

RESUMEN

El maíz (*Zea mays*) es uno de los granos básicos más importantes en nuestro país, de lo cual en casi todos los estados las familias mexicanas dependen de este grano, ya sea para el autoconsumo o para la venta. Pero también debemos tener en cuenta que, en este tipo de cultivo hay algunas plagas que lo perjudican tanto a la planta como a la cosecha, por lo tanto en este trabajo, la información recabada acerca de cómo combatir las plagas del maíz es de gran importancia para los grandes, medianos y pequeños agricultores.

En base al control o combate de plagas del maíz tenemos lo que es el Control Biológico como una alternativa se puede decir saludable, tanto para los agroecosistemas como para el ser humano. Este tipo de control consiste en combatir las plagas con los propios insectos ósea utilizando enemigos naturales para el control de insectos plaga.

También se desarrollan estrategias para el buen uso del control biológico a manera de combatir las plagas agrícolas, y así no perjudicar a los agroecosistemas. Además así, las características de los agentes de control determinan las estrategias que se pueden seguir.

Palabras claves. *Maíz, Plaga, Control Biológico, Estrategias, Enemigos Naturales, Extractos, Phyllophaga spp, Sitophilus zeamais.*

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es un cereal nativo de América, cuyo centro original de domesticación fue Mesoamérica, desde donde se difundió hacia todo el continente. No hay un acuerdo sobre cuándo se empezó a domesticar el maíz, pero los indígenas mexicanos dicen que esta planta representa, para ellos, diez mil años de cultura. El nombre maíz, con que se lo conoce en el mundo de habla española, proviene de mahís, una palabra del idioma taíno, que hablaban pueblos indígenas de Cuba, donde los europeos tuvieron su primer encuentro con este cultivo (Asturias, 2004).

Las decisiones que el agricultor toma con respecto al agroecosistema maíz y específicamente relacionado con el subsistema plagas insectiles están influenciadas por varios factores. Entre ellos se encuentran las percepciones del agricultor sobre las plagas y sus daños. (Merino, 1991).

El control de las enfermedades y plagas de las plantas por métodos químicos continúa siendo imprescindible para mantener una agricultura económicamente rentable y rendimientos altos de cosecha. La mayoría de las plagas y organismos fitopatógenos tienen antagonistas biológicos o enemigos naturales que se pueden emplear como estrategia de lucha en un programa de control biológico. El llamado control biológico clásico consiste en la potenciación o utilización de los enemigos naturales de una plaga para reducir su población. Esto se puede llevar a cabo introduciendo en una determinada zona o región los enemigos naturales propios del lugar de origen de la plaga (en el caso de ser una plaga introducida). (Rubio y Alberto, S/A).

Los principales logros del control biológico en América Latina han sido contra la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby en Mesoamérica; el barrenador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis*, en Cuba, Perú, Brasil y el Caribe; la escama harinosa *I. purchasi* en casi todos los países; el pulgón

lanígero de la manzana *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) en Uruguay, Chile y Argentina; la escama negra *Saissetia oleae* (Oliver) en Chile y Perú. Aunque el control biológico de insectos en México despertó el interés de los especialistas desde el siglo pasado, fue hasta 1942 cuando se realizaron los trabajos más decididos con la introducción de *Aphelinus mali* (Haldeman) para el control del pulgón lanígero del manzano *E. lanigerum* en Coahuila, (Del Bosque y Bernal. 2007).

Algunas plagas recientemente tratadas con control biológico son la broca del café *Hypothenemus hampei* (Barrera *et al.* 2000), las moscas de la fruta *Anastrepha* spp. (Liedo y Cancino 2000), la cochinilla rosada del hibisco *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Meyerdirk *et. al.* 2000, Arredondo 2006, García *et al.* 2007), el lirio acuático *Eichhorniae crassipes*, el pulgón café de los cítricos *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) y la langosta *Schistocerca piceifrons* (Del Bosque y Bernal. 2007).

1.1. OBJETIVO

Documentar y desarrollar estrategias de control biológico para las plagas del cultivo de maíz.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. EL MAÍZ PRODUCCIÓN E IMPORTANCIA PARA UNA ALIMENTACIÓN SANA

La producción total y per cápita de maíz ha aumentado en los tres quinquenios recientes, siendo iguales respectivamente a 18.04 millones de toneladas y 191 kg en el quinquenio 1995-1999, a 19.89 y 195 en el quinquenio 2000-2004, y a 22.29 y 211 en el período 2005-2008 (SIAP-SAGARPA, 2009; CONAPO, 2009). Sin embargo, la importación total y per cápita también ha crecido significativamente en los mismos períodos, siendo iguales a 4.40 millones de toneladas y 47 kg en el quinquenio 1995-1999, a 7.23 y 71 en el quinquenio 2000-2004 y a 10.26 y 97 en el período 2005-2008. Estas tendencias reflejan incrementos significativos en el consumo aparente de maíz y en la dependencia del exterior para satisfacer la demanda nacional aparente del grano. Tal dependencia fue 20% en 1995-1999, 27% en 2000-2004, y 32% en 2005-2008. (Turrent, 2009). Esto sugiere la inclinación de las políticas hacia la producción de maíz transgénico.

Sin embargo, cada año Chiapas ocupa el tercer o cuarto lugar como productor de maíz de México, doscientas mil familias integradas por cinco a diez hijos por mujer en edad fértil dependen del maíz de autoconsumo. La tierra resulta ser insuficiente: una hectárea por familia en promedio, donde se siembra maíz, frijol, calabaza con el sistema tradicional de milpa, que desde hace siglos, y pese a las políticas de liberación comercial, sigue siendo base de la economía campesina y fuente de diversidad biológica local. (Gómez, 2009). Esta es la otra cara de la moneda, que se pretende documentar en este trabajo.

2.2. ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE PLAGAS

2.2.1. Control biológico

El término “control biológico” fue usado por primera vez por H. S. Smith en 1919, para referirse al uso de enemigos naturales (introducidos o manipulados) para el control de insectos plaga. Su alcance se ha extendido con el tiempo, a tal grado que ahora se presentan problemas para definirlo adecuadamente, en particular porque el término implica aspectos académicos y aplicados. (Del Bosque y Bernal, 2007).

El control biológico fue concebido a inicios del siglo XIX cuando algunos naturistas de diferentes países reseñaron el importante papel de los organismos entomófagos en la naturaleza y con el empleo de estos controladores biológicos se intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico, mediante la utilización de organismos vivos o sus metabolitos, para eliminar o reducir los daños causados por organismos perjudiciales. El control biológico fue originalmente definido como "la acción de parásitos, depredadores o patógenos que mantienen poblaciones de otros organismos a un nivel mas bajo de lo que pudiera ocurrir en su ausencia". (Guédez, 2008).

Aquí se entenderá como control biológico al “uso de organismos vivos como agentes para el control de plagas” (Del Bosque y Bernal, 2007).

Se entiende por control biológico la utilización, por parte del hombre, de organismos benéficos para reducir poblaciones de organismos plagas; es decir, el hombre debe intervenir en su masificación y/o liberación para que se considere como tal. La acción directa de enemigos naturales se llama control natural y no existe intervención del hombre. (Garding, S/A).

El control biológico ha sido una herramienta en el manejo de plagas en la agricultura, cuyos inicios se remontan en China 200 años AC. En esos tiempos los agricultores utilizaban cañas de bambú para comunicar los árboles y permitir que las hormigas circularan de un árbol a otro comiendo insectos plagas. En épocas más modernas, a fines del siglo XIX, en Norteamérica, se introdujo accidentalmente una plaga de los cítricos (*Icerya purchasi*), la cual fue controlada con la introducción desde Australia de una chinita (mariposa) (*Rodolia cardinalis*). Esta plaga también llegó a Chile y a comienzos del siglo XX fue controlada con la misma chinita. (Gerding, S/A).

A partir del año 1903, un agricultor de la zona central inicia en Chile los primeros trabajos de control biológico con la introducción de chinitas desde Estados Unidos de Norteamérica para el control de conchuelas de los olivos. A partir del año 1920, es el Ministerio de Agricultura quien toma la responsabilidad y el manejo de las introducciones de insectos benéficos, y así en el año 1935, se inicia la construcción del Insectario de La Cruz en Quillota (Chile), que hasta la fecha, es un mito en el trabajo de cuarentena y multiplicación de enemigos naturales en Chile. Desde entonces, se han introducido más de 150 especies de insectos para controlar un número mayor de insectos plagas. (Gerding, S/A).

Entre los años 1903 y 1966, un 49 % del total de las especies de insectos benéficos introducidos al país, se establecieron positivamente, pero no todos se consideran exitosos en el control de la plaga para la cual fueron introducidos. Desde ese año en adelante la proporción de introducción/éxito se ha incrementado sustancialmente debido a que se han mejorado las técnicas de crianza en los laboratorios y se cuenta con mayor conocimiento de la biología de cada especie plaga y benéfica. Los éxitos más recientes de control biológico clásico tienen que ver con la introducción de enemigos naturales para el control de los pulgones del trigo, del pulgón ruso del trigo (Gerding, S/A).

2.2.2. ESTRATEGIAS DE CONTROL BIOLÓGICO

Los agentes de control biológico pueden ser usados de diferentes maneras para el control de las plagas agrícolas. Así, las características biológicas de los agentes de control determinan la estrategia a seguir. Se pueden distinguir tres formas o estrategias de control biológico: Por conservación, por introducción y por incremento (Del Bosque y Bernal, 2007).

Aunque el control biológico clásico continúa fascinando a los ecólogos, más atención se ha puesto recientemente sobre métodos inundativos, particularmente en el potencial comercial de los bioplaguicidas. El control biológico es una herramienta cuyo uso debe incrementarse en el país. Muchos de los intercambios comerciales agropecuarios del país podrán sustentarse en el hecho de que son producidos con utilización de control biológico. (Gerding, S/A).

En cualquier programa de control biológico, como en otros métodos convencionales de combate de plagas o enfermedades, se requiere evaluar la efectividad de las medidas de control aplicadas o para determinar el papel real que juegan los factores bióticos y abióticos en la regulación de las poblaciones de las especies plaga. En los ecosistemas naturales y en los agroecosistemas, existen casos de control biológico natural o aplicado que requieren de una explicación a través de métodos de evaluación, para conocer cómo una plaga es regulada, entre otros factores, por la acción de los enemigos naturales. (Del Bosque y Bernal, 2007).

a). Control biológico por conservación

El primer paso en control biológico consiste en conservar (promover la actividad, supervivencia y reproducción) a los enemigos naturales nativos (o ya presentes en un cultivo), a fin de incrementar su impacto sobre las plagas (Del Bosque y Bernal, 2007).

b). Control biológico por introducción

Si no hay enemigos naturales que efectivamente controlen a la plaga, entonces se puede considerar la introducción y establecimiento permanente de nuevas especies. Esta forma de control, también llamada control biológico clásico, es usada más frecuentemente en el control de plagas exóticas, las cuales comúnmente llegan a un área nueva sin factores naturales de control. (Del Bosque y Bernal, 2007).

c). Control biológico por incremento

Cuando los enemigos naturales son biológicamente efectivos, pero fallan en controlar a las plagas no obstante los esfuerzos de conservación o introducción, se puede recurrir al incremento o aumento de su población a través de cría masiva y liberación inoculativa (el agente de control biológico se multiplica y controla a la plaga por un tiempo determinado) o inundativa (el control es realizado exclusivamente por los individuos liberados). Debido a que esta forma de control biológico puede ser más cara que las otras, sólo se deberá recurrir a ella si las otras formas de control biológico son ineficientes. (Del Bosque y Bernal, 2007).

En general, cuando una nueva plaga llega a un país, alguno de los enemigos naturales autóctonos que se encontraban anteriormente en el país, utilizan a la nueva plaga como fuente de alimentación, y se convierten de esta manera en

nuevos agentes de control biológico. Existen muchos ejemplos de control biológico clásico en los que mediante sueltas iniciales se ha conseguido mantener durante un largo periodo de tiempo a la plaga objetivo en niveles de bajo daño. (Porcuna, S/A).

No todas las estrategias seguidas actualmente por el control biológico entrañan la misma cantidad de riesgo, sino que son mayores en las llamadas estrategias de control clásico e inundativo que en el de conservación. El control biológico clásico utiliza especies exóticas de enemigos naturales para el control de plagas también exóticas. Las primeras son importadas e inoculadas en pequeñas cantidades en el hábitat donde se pretende controlar la plaga; a partir de ahí se espera que se establezca de forma permanente en la zona y ejerza su actividad con eficacia sin necesidad de volver a inocularlo. (Alomar y Albajes, 2005).

La capacidad de establecimiento que tenga el enemigo natural en el hábitat destino determinará la cantidad de riesgo; en el control biológico clásico será alto ya que la adaptabilidad es uno de los atributos deseados en el agente importado, a diferencia de lo que ocurre en el control inundativo ya que la adaptabilidad no es en este caso un atributo interesante. No cabe duda que el control biológico por conservación es la modalidad estratégica que menos riesgos entraña para la fauna autóctona de artrópodos. En él se pretende el manejo de las poblaciones de los enemigos naturales indígenas que nos interesen con la finalidad de aumentar sus densidades, su actividad o su efectividad. (Alomar, O y Albajes, R, 2005).

2.2.3. ANTECEDENTES DEL CONTROL BIOLÓGICO

El nacimiento del control biológico se produjo, por un lado, por la aparición de nuevos conceptos relativos a la relación entre las especies, su evolución, la

presión de las poblaciones y la lucha por la existencia; y por otro lado, por la urgente necesidad de soluciones a los problemas más serios que provocaban las plagas introducidas en diferentes partes del mundo (Guédez, C y Castillo C, 2008).

Por mucho tiempo han existido ejemplos del uso de enemigos naturales para el control de plagas, y quizá el caso más antiguo (se desconoce el tiempo exacto), es el que hace referencia al uso de hormigas por agricultores chinos; sin embargo, el control biológico nace como un método científico hacia el final del siglo XIX, con el exitoso caso ocurrido en 1888 de la introducción desde Australia a California, de *Rodolia cardinalis* (catarinita) contra la escama algodonosa de los cítricos *Icerya purchasi*. De acuerdo con lo anterior, el control biológico como método científico es relativamente moderno, ya que tiene una edad de un poco más de 100 años. En Venezuela, a pesar que no existen cifras oficiales sobre las plagas que ingresan, en los últimos años han sido numerosas las nuevas plagas detectadas, siendo previsible que esta tendencia se mantenga en el futuro, en este escenario el control biológico constituye una herramienta válida. (Guédez, C y Castillo C, 2008).

a). Ventajas del control biológico

El control biológico posee muchas ventajas, entre las que se pueden destacar el poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos incluido el ser humano, la resistencia de las plagas al control biológico es muy rara, el control biológico con frecuencia es a largo plazo, pero permanente, evita plagas secundarias y no existen problemas con intoxicaciones. (Guédez, C. y Castillo C, 2008).

En adición a lo anterior Del Bosque y Bernal (2007), aseguran que el éxito en control biológico es difícil de medir. Desde el punto de vista ecológico, alguna

clase de éxito se presenta cuando una especie introducida se establece por sí misma, en tanto que desde el punto de vista del control de la plaga, la única forma de medir el éxito es la económica.

En ese sentido, Del Bosque y Bernal (2007), establecen que el éxito en el control biológico se clasifica de tres formas:

1. Éxito completo es cuando el control biológico se obtiene y mantiene contra una plaga importante sobre un área extensa, a tal grado que la aplicación de insecticidas se vuelve rara.
2. Éxito sustancial es cuando las ganancias son menos considerables, ya que la plaga controlada o el cultivo, son menos importantes.
3. Éxito parcial es cuando el control químico permanece como necesario, pero se reduce el número de aplicaciones; también se aplica a casos donde el éxito se obtiene en una pequeña porción del área infestada con la plaga. Hasta 1970 se habían producido al menos 253 éxitos con la importación.

b). Desventajas del control biológico

Ignorancia sobre los principios del método. Falta de apoyo económico, para la adquisición de equipos indispensables para la producción y comercialización. Falta de personal especializado. No está disponible en la gran mayoría de los casos. Problemas con umbrales económicos bajos. Enemigos naturales más susceptibles a los plaguicidas que las plagas. Los enemigos naturales se incrementan con retraso en comparación a las plagas que atacan, por lo cual no proveen una supresión inmediata. (Guédez, C y Castillo C, 2008).

2.2.4. ALCANCE Y FUTURO DEL CONTROL BIOLÓGICO

A pesar de los problemas que continúan enfrentando los ecólogos para la aplicación exitosa de programas de control biológico y actualmente como parte del Manejo de plagas va en ascenso debido al incremento en el número de plagas resistentes a los insecticidas, contaminación del medio ambiente y el incremento de las regulaciones que prohíben el uso de productos químicos (Guédez, C y Castillo C, 2008).

En los países en desarrollo, donde es altamente elevado el costo de los insecticidas y frecuente la resistencia de las plagas a estos, el control biológico tiene una aplicación especial que no ha sido ampliamente explotada (Grethead y Waage, 1983). Por lo tanto, el control biológico constituye para América Latina el método de control de plagas más viable, ecológicamente recomendable y auto sostenido (Altieri et al, 1989). (Guédez, C. y Castillo C, 2008).

El empleo de enemigos naturales para combatir las plagas se denomina control biológico; también llamado lucha biológica o Biocontrol. (Miñarro, S/A).

2.2.5. TIPOS DE ENEMIGOS NATURALES

Hay dos tipos básicos de enemigos naturales: los depredadores y los parasitoides. Los depredadores matan y comen la presa o una parte de ella. Los parasitoides ponen uno o más huevos sobre o dentro de otro insecto (llamado hospedero), huevos que dan lugar a larvas que se desarrollan mientras se alimentan del hospedero y causan su muerte. Por ultimo, de esa larva surgen nuevos parasitoides. (Miñarro, S/A).

El control Biológico en sentido ecológico y considerado como la fase del control natural, puede definirse como la regulación de la densidad de población de un organismo por enemigos naturales (parásitos, depredadores o patógenos) a un nivel mas bajo del que se alcanzaría de otra forma. El control Biológico aplicado supone la manipulación del hombre o una actividad profesional, y cubre todas las actividades en las cuales el hombre se compromete a fomentar la efectividad de los enemigos naturales. En un sentido amplio, se puede definir también como la mortalidad o efecto de supresión de los organismos por cualquier factor biótico. (Melo, 2000).

En el control biológico participan diversos enemigos naturales, por ejemplo, parásitos, predadores y microorganismos. Estos organismos deben ser capaces de responder rápido a la dinámica poblacional de la plaga, encontrando proporcionalmente mas enemigos naturales a medida que la población de esta tienda a incrementarse. Esto caracteriza al enemigo natural teóricamente ideal, asi como ciertos criterios biológicos y ecológicos (Melo, 2000).

La planta llamada Bandera Española (*Asclepias curassavica*), se caracteriza por una abundante floración, que se extiende a lo largo de varios meses. Sin embargo, esta planta también alimenta a una especie no deseada: un pulgón amarillo cuyas poblaciones cubren tanto su tallo como sus hojas e incluso sus frutos. Dicho ataque puede deberse a condiciones ambientales poco adecuadas (en particular la falta de suficiente luz solar) que la debilitarían, haciéndola más propensa al ataque de pulgones. Estas colonias de pulgones pueden ser fácilmente eliminadas, tanto con agrotóxicos convencionales como con aspersiones de jabón detergente líquido disuelto en agua. (RAP-AL Uruguay, S/A).

En el caso concreto de los pulgones que afectan a la Bandera Española, en una experiencia concreta se pudo observar que algunas plantas, cuya parte superior del tallo estaba totalmente cubierta por pulgones. A partir de esa observación se pudo identificar a varios insectos alimentándose de esos pulgones. La presencia de estos insectos (y quizá de otros no identificados en esta experiencia) ayuda a controlar la población de pulgones a niveles aceptables que no perjudican a la planta de la que dependen. (RAP-AL Uruguay, S/A).

2.2.6. QUE SE ENTIENDE POR PLAGA

El termino “plaga” tiene un sentido marcadamente antropocéntrico, puesto que el hombre lo aplica a todo aquello que le produce daño. Si consideramos que plaga es todo organismo que daña la salud, el bienestar y los recursos de otro ser vivo, la propia humanidad constituye en si misma una plaga que amenaza no solo con la destrucción de la biosfera sino incluso con la propia supervivencia del hombre. Sin embargo, la noción de plaga se asocia casi exclusivamente con los insectos y otros artrópodos terrestres (ácaros), aunque dentro de ella deban incluirse también algunos invertebrados no artrópodos (nematodos gasterópodos), y determinados vertebrados (aves y roedores); no obstante deben excluirse los microorganismos (virus, bacterias), y los hongos, ya que los daños causados por ellos son denominados “*enfermedades*”. (Anneto, 1997).

Es cualquier organismo vivo, presente en altas poblaciones, que perjudica los cultivos, la salud, los bienes o el ambiente del hombre. (Villena, 2004).

Aunque la definición emitida por Waterhouse (1992) sea la más completa, comúnmente el concepto de plaga varia según los conocimientos y nivel de vida que posee el hombre. En efecto, una plaga suele ser reconocida como tal tan solo por el daño que puede ocasionar o dicho de otra manera, según el grado

en el que el perjuicio se aprecia o tolera; por tanto, existe un nivel o umbral económico por encima del cual una población es perjudicial, y viceversa. (Anneto, 1997).

Un insecto u otros organismos se constituyen en una plaga cuando ha alcanzado un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdidas económicas. (Losada, 2005).

Como plaga se entiende cualquier animal, planta o microorganismo que compita con el hombre por los alimentos que él produce. (Merino, 1991).

Es conveniente destacar el carácter económico que se le debe dar al concepto de plaga, por sus implicaciones en las decisiones que se deben instrumentar para su control. La sola presencia de una especie, con capacidad para causar daño, no debe ser justificación para aplicar medidas de control, a menos que dicha presencia esté representada por una población lo suficientemente grande como para ser capaz de infringir un daño realmente económico. (Clavijo, 2000).

Una clasificación de las plagas, según su importancia dentro de los agroecosistemas (Clavijo, 1993), las divide en primarias, ocasionales, potenciales, entendiendo con estos calificativos lo siguiente:

Primarias: son aquellas especies que se presentan constantemente, causando un daño físico apreciable que las hace sujeto de frecuentes prácticas de control, sin las cuales, sus niveles poblacionales alcanzarían magnitudes capaces de generar daño económico. (Clavijo, 2000).

Ocasionales: a diferencia de las primarias, estas especies sólo causan daño económico en ciertos lugares, temporadas u oportunidades, no obstante ser residentes de los agroecosistemas. Usualmente, sus poblaciones se encuentran controladas por los factores naturales de mortalidad, y sólo cuando éstos son

alterados en sus capacidades reguladoras, alcanzan magnitudes de importancia (Clavijo, 2000).

Potenciales: es la categoría constituida por aquellas especies residentes de los agroecosistemas, cuya presencia, usualmente en bajas cantidades, no causa ningún daño de significación económica. (Clavijo, 2000).

Los insectos se convierten en plagas cuando el tamaño de la población o los daños que causan, o ambos, exceden los valores normales. A estos límites se les conoce como umbral de daño económico, el cual constituye una amenaza para las cosechas y un riesgo para la inversión del agricultor. Las plagas son capaces de infestar el maíz en cualquiera de las etapas de desarrollo y durante el almacenamiento; atacan cualquier parte de la planta, incluso el grano, y se les asocia a enfermedades y otros riesgos sanitarios, como la presencia de hongos y toxinas. (García-Lara., 2007).

2.3. LAS PLAGAS DEL MAÍZ Y SU MANEJO CONVENCIONAL (PLAGUICIDAS - TRANSGÉNICOS)

El maíz (*Zea mays*) es uno de los tres cereales más importantes del mundo, junto con el trigo y el arroz. Posee una gran diversidad genética y se cultiva en una amplia gama de ambientes, desde el Ecuador hasta cerca de 50° latitud norte y 42° latitud sur, y a alturas hasta 3800 msnm. Este cultivo se constituye en un alimento básico para el hombre y en una importante planta Forrajera para los animales, además de sus otras utilidades. (Orozco, 2004).

El grano de maíz es una fuente importante de carbohidratos y proteínas para la gente de escasos recursos en el mundo. Sin embargo, existen factores que limitan su producción, entre ellos, los insectos, los roedores y las enfermedades, que no sólo menguan los rendimientos al alimentarse del grano,

sino que lo contaminan y reducen su calidad. Las variedades de maíz con resistencia a plagas son conocidas desde hace tiempo por los agricultores. (García-Lara., 2007).

En el estado de Jalisco, México, donde se siembran anualmente cerca de 700, 000 hectáreas, de maíz con rendimientos medios de 3, 500 kg/ha, la gallina ciega junto a otras plagas rizófagas, constituyen el problema entomológico de maíz más importante en Jalisco. (Díaz, 2002).

Sin embargo, no todas las plagas ni sus daños son correctamente percibidos por los agricultores, para quienes es a veces difícil hacer una asociación correcta entre el daño observado en el cultivo y la plaga que lo está causando. Esto ocasionalmente puede conducir a la conclusión errada de que un daño es causado por un insecto benéfico observado con frecuencia. (Merino, 1991).

Entre los insectos nocivos para el cultivo de maíz se encuentran las plagas subterráneas que atacan el sistema radicular de las plantas causando pérdidas de gran importancia económica, entre estas plagas está el chinche *Cyrtomenus bergi* Froeschner. (Orozco, 2004).

El grupo de las palomillas (gusano elotero, cogollero, barrenadores y palomillas de almacén) y los escarabajos (gusanos de raíz y de alambre, gallinas ciegas, gorgojos y barrenadores del grano) son algunos de los insectos más importantes y que más daños causan al maíz. Estas plagas atacan los cultivos durante el desarrollo de la planta o durante el almacenamiento. (García-Lara., 2007).

2.3.1. PLAGUICIDAS

Hoy día el empleo de plaguicidas sintéticos en la agricultura es el método más común para el control de plagas y uno de los principales factores que ha permitido alcanzar los actuales altos rendimientos en la producción agropecuaria. Si bien estos productos han evolucionado en los últimos años tendiendo a ser menos peligrosos para la salud humana y del ecosistema (menor efecto residual, biológicamente más selectivos, etc.), se debe tener presente que se trata de sustancias que deben ser consideradas, al menos, como venenos útiles (al igual que todas las sustancias que se emplean para la salud humana) y por ende su uso debe estar controlado y regido por condiciones de manipuleo en manos de personas idóneas y responsables (Allevato, 2001).

Para ello se recurrió al mejoramiento de las técnicas de los cultivos, al uso eficaz de los fertilizantes y a la evolución de los productos de protección a plagas, enfermedades y malezas. Es de destacar que la 1990 del 28% del total producido. Sin la protección y fertilización los cultivos reducirían su rendimiento a la mitad, es decir se necesitaría más del doble de tierra cultivable (Allevato, 2001).

La lucha contra las plagas agrícolas constituye una de las principales preocupaciones de la mayoría de los agricultores, no solo por las afectaciones y pérdidas ocasionadas por estos organismos, si no por los costos de las medidas de control y las limitaciones que producen para la comercialización de los productos agrícolas, en unos casos por disminución de valor comercial debido a que no cumplen los requisitos de calidad , y en otros por que cada día haya mayores exigencias de procesos de producción mas limpios, que garanticen productos agrícolas libres de productos tóxicos (Vázquez, 2010).

Por ello, en los últimos años se ha llamado la atención sobre el enfoque de control de plaguicidas, lo que se conoce internacionalmente como protección y defensa de cultivos, tecnología que fue desarrollada desde la segunda guerra mundial y que caracterizó el periodo de la revolución verde, que ha sido muy criticada, principalmente porque contribuye a lo que se le llama ciclo vicioso de los plaguicidas, al crear una alta dependencia de estos productos por parte de los agricultores, además de los efectos sobre el medio ambiente y la biodiversidad, entre otros (Vázquez, 2010).

2.3.2. AGROQUIMICOS: UN ATENTADO CONTRA EL AMBIENTE

Actualmente un producto no se vende hasta tener la seguridad de que no posee riesgos para la salud o ecológicos y hasta que se haya investigado el mecanismo de degradación en el suelo, aire, agua, plantas y animales. El envasado se diseña para minimizar el contacto del usuario con el producto. Por consiguiente, tanto los productos fitosanitarios como sus envases vacíos pueden ser muy dañinos para el hombre, los animales y el ambiente si no se les aplica en dosis adecuadas, se los manipula en forma correcta y se los almacena en forma segura. El mercado mundial de los agroquímicos, a pesar de ciertos cuestionamientos ambientales, sigue creciendo con productos más específicos, de menor toxicidad, mayor pureza y con menor poder residual (Allevato, 2001).

Desde los años cuarenta, el uso de plaguicidas ha aumentado de una manera continua, llegando a cinco millones de toneladas en 1995 a escala mundial. Se observa una tendencia actual a la reducción en el uso de los mismos en los países desarrollados; no obstante éstos se siguen aplicando en forma intensiva en los países tropicales. Se ha establecido que sólo un 0.1 por ciento de la cantidad de plaguicidas aplicado llega a la plaga, mientras que el restante circula por el medio ambiente, contaminando posiblemente el suelo, agua y la biota; por lo tanto, se hace necesario caracterizar el destino final y la toxicidad no prevista de estos plaguicidas para evaluar con certeza el riesgo asociado a su uso (Torres, 2004).

Los estudios citados hasta ahora, revelan un grave daño en el área ambiental; pero quizás lo más grave del asunto, es que estos niveles de contaminación han ocasionado graves daños a la salud en zonas expuestas al impacto de estos productos. Siendo los pesticidas detectados el DDE (diclorodifenildicloroetileno), DDT (diclorodifeniltricloroetano) plaguicida. De la misma manera, un estudio realizado en Veracruz México por Waliszewski *et al.* (1996), demostró que en jóvenes menores de 20 años de edad los niveles de contaminación con DDT eran altísimos, encontrándose entre 9 y 20 ppm. (Torres, 2004).

A pesar de la problemática presentada por la contaminación con agroquímicos en Latinoamérica, es poco lo que se ha hecho, y no es hasta hace poco que se han masificado los estudios de evaluación del impacto ambiental para contribuir a detectar las zonas con mayores problemas. (Torres, 2004).

Los agroquímicos son sustancias ampliamente usadas en la agricultura, como los insecticidas, herbicidas y fertilizantes. El efecto de estos sobre el terreno sembrado se expande hacia el aire y con mayor perjuicio se instala en el agua,

contaminando las napas subterráneas, los ríos y lagos, así como los alimentos cultivados en terrenos donde se utilizó. (Avalos, 2009).

Los agroquímicos se han convertido en agentes causantes de desequilibrio en el ecosistema provocando la destrucción de plantas alimenticias y silvestres. Carson afirmaba en su libro que los agroquímicos, utilizados en la agricultura, sobre todo el DDT, producían devastadores efectos sobre la vida silvestre, llegando a manifestar que de prolongarse su uso desaparecerían todos los pájaros del mundo, produciéndose una primavera silenciosa. (Avalos, 2009).

La otra cara de la moneda es el uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura, lo que ha provocado la disminución de la biodiversidad, además del grave impacto negativo en la salud humana así como la contaminación del agua, suelo y aire. Otra de las razones para demandar públicamente la reducción de los plaguicidas y su uso indiscriminado en la agricultura, ocurre porque estos agroquímicos se han convertido en agentes causantes del desequilibrio en el ecosistema provocando la destrucción de plantas alimenticias y silvestres, muerte de animales y graves problemas de salud en seres humanos. (Avalos, 2009).

Con el desarrollo de la humanidad el hombre ha sido capaz de dominar la naturaleza, sin embargo en la actualidad, cuando se viene desarrollando un vertiginoso progreso científico técnico, corre el riesgo ese altísimo desarrollo que debe estar dirigido a mejorar cada día el bienestar del hombre sean utilizados en contra de la naturaleza y por tanto conlleve a la destrucción de ese propio hombre y las futuras generaciones. Existen ejemplos evidentes de la acción destructiva del hombre sobre su entorno a través de los años, el hombre es el máximo responsable por lo que debe evitar por todos los medios la ruptura del equilibrio ecológico antes de que sea demasiado tarde. (González, 2000).

Ya en los finales del siglo pasado, ante las dificultades encontradas por el hombre en dominar las múltiples formas en que las plagas lo atacaban y asediaban, tuvo que recurrir a los medios químicos, es decir, a los plaguicidas. El advenimiento del siglo XX marcó un apogeo en el desarrollo de la ciencia y la técnica de la humanidad, que revolucionó nuestras relaciones con la naturaleza. Dentro de los logros de la ciencia y la técnica de este siglo se conformó un inmenso arsenal de plaguicidas químicos que asegurarían el aumento de las cosechas. La química orgánica de los plaguicidas, nacida hace algo más de 30 años, puso en sus manos las más mortíferas armas químicas para la lucha contra las plagas, jamás soñadas por el hombre. Los plaguicidas incluso en concentraciones muy pequeñas son muy tóxicos para crustáceos, puesto que se utilizan en la Agricultura, al ser acarreados por las aguas causan la muerte de los peces, algunos de estos productos son cancerígenos. (González, 2000).

2.3.3. TRANSGENICOS

Los programas de mejoramiento han seleccionado variedades resistentes a las plagas y las enfermedades más importantes que afectan el cultivo de maíz en el mundo. Existen asimismo prácticas locales y tecnologías alternas que contribuyen a disminuir el ataque de las plagas y reducen las pérdidas durante el almacenamiento en ambientes adversos. Desafortunadamente, muchas de estas nuevas tecnologías y prácticas no están al alcance de los agricultores mexiquenses, a quienes beneficiarían enormemente. (García-Lara., 2007).

Los organismos genéticamente modificados (OMG), también conocidos como transgénicos, fueron desarrollados en los años 80 para mejorar diversas características de las plantas, como velocidad de cosecha, aspecto y color, resistencias a plagas y factores climáticos. El supuesto objetivo es acabar con el hambre en el mundo. Las plantas transgénicas son variedades vegetales que han sido modificadas genéticamente en laboratorios para hacerlas más resistentes a las plagas o para otorgarles características diferentes a las de su estructura genética natural. Más del 90% de los cultivos transgénicos en el mundo está representado por solo cuatro cultivos: granola, soya, maíz y algodón, lo que atenta contra la diversidad agrícola y la seguridad alimentaria. (Martínez, 2006).

La biotecnología se está usando para reparar los problemas causados por previas tecnologías agroquímicas (resistencia a los pesticidas, polución, degradación del suelo, etc.) desarrolladas por las mismas compañías que ahora lideran la biorevolución. Los cultivos transgénicos creados para el control de plagas siguen de cerca los paradigmas de usar un solo mecanismo de control (un pesticida) que ha demostrado repetidas veces su fracaso frente a insectos, patógenos y plagas (Consejo Nacional de Investigación, 1996; Altieri, 2000). Según la industria biotecnológica, la promesa de los cultivos transgénicos insertados con genes (*Bacillus thuringiensis*) Bt es el reemplazo de los insecticidas sintéticos que ahora se usan para controlar insectos plaga. Pero esto no es muy claro ya que la mayor parte de los cultivos son atacados por diversas plagas y las plagas que no pertenecen al orden Lepidóptera de todos modos tendrán que ser combatidas con insecticidas porque no son susceptibles a la toxina Bt expresada en el cultivo (Altieri, 2000).

La transferencia de genes de los cultivos transgénicos a cultivos orgánicos representa un problema específico para los agricultores orgánicos; la certificación orgánica se basa en que los productores puedan garantizar que

sus cultivos no tengan transgenes insertados. Algunos cultivos que pueden cruzarse con otras especies, como el maíz o el raps se verán afectados en mayor grado, pero todos los que desarrollan agricultura orgánica corren el riesgo de contaminación genética. No hay reglamentos que obliguen a un mínimo de separación entre los campos transgénicos y orgánicos. (Altieri, 2000).

En su estudio de 2006 Catangui et al. Afirman: “Los híbridos de maíz Bt Cry1Ab favorecen la supervivencia del gusano cortador, eliminando eficazmente la competencia del barrenador europeo del maíz. En el futuro deben estudiarse los impactos ecológicos de los híbridos de maíz Bt sobre numerosas especies de insectos asociadas con la producción de este cultivo, además de sobre el lepidóptero plaga que se pretende combatir. Aunque se han invertido tiempo y recursos considerables en gestión de resistencias para prolongar la utilidad de los cultivos transgénicos frente a las plagas, prácticamente no se han realizado estudios sobre las nuevas plagas aparecidas o potenciales en dichos cultivos transgénicos”. (Palencia, 2008).

2.3.4. PLAGAS MÁS COMUNES EN EL CULTIVO DE MAIZ

2.3.5. GALLINA CIEGA (*Phyllophaga* spp)

Entre los problemas de mayor importancia del cultivo de maíz destacan las plagas que en estado de larva consumen partes ocultas de la planta, lo que dificulta su detección oportuna y control. (Aragón-García, 2008).

En el cultivo del maíz los insectos plagas son muy importantes; no obstante, el porcentaje de pérdidas causadas por ellas no puede uniformizarse, debido a la heterogeneidad de datos, especies involucradas y condiciones ambientales de cada región. En condiciones de campo, las pérdidas fluctúan entre el 20-30% de la producción. Las plagas del suelo son los que, en muchas ocasiones, dañan las plantas, tanto las semillas, las plántulas como las plantas adultas, atacando las raíces o el cuello de la raíz. (Cruz-López *et al*, 2001).

Estos insectos son inconspicuos, ya que el estado biológico que causa el daño este dentro del suelo y el agricultor raramente lo relaciona con la fase adulta, que es de vida libre. En México, el nombre gallina ciega, comprende a los géneros *Phyllophaga*, *Anomala*, *Dyscinetus*, *Strategus*, *Eutheola*, *Orizabus*, *Ligyris*, *Euphoria* y *Cotinis*, agrupando 560 especies que tienen larvas edafícolas, de las cuales 230 de ellas se encuentran incluidas en el género *Phyllophaga* (Cruz-López *et al*, 2001).

La presencia de plagas en Los Altos de Chiapas, es una de las causas principales de los bajos rendimientos en los cultivos. Los productores denominan como gallina ciega o *k'olom* (tzeltal), a las larvas de melolontidos causantes de las principales pérdidas en gramíneas, hortalizas, frutales y florales. La gallina ciega este causando daños semejantes a los que se han registrado en otras regiones del país y de Centro América (Cruz-López *et al*, 2001).

El complejo gallina ciega (coleóptera: melolonthidae) agrupa 13 géneros y 850 especies en México, muchas de estas especies son consideradas plagas de cultivos de las familias rosaceae, Leguminosae y Gramineae, como el maíz. (Díaz, 2002).

Los tres principales grupos de plagas del suelo son los crisomélidos, elatéridos y escarabeidos. Las especies de gallina ciega de los géneros *Phyllophaga*, *Anómala* y *Cyclocephala* son las plagas rizófagas de mayor impacto económico en Latinoamérica y se consideran plagas en más de 40 cultivos alimenticios. La gallina ciega provoca daños de hasta el 15% en el cultivo de maíz, lo que representa pérdidas anuales de 135 millones de dólares en Latinoamérica. Según otros autores las larvas pueden reducir la producción de grano de maíz en 1314 kg ha⁻¹, lo que podría significar la reducción de la producción nacional en millones de toneladas por año, dada la magnitud de la superficie dedicada al cultivo. Para controlar esta plaga, el productor emplea productos químicos, que sobre todo cuando no se emplean adecuadamente tienen efectos adversos para el hombre, el ambiente y otros seres vivos. (Aragón-García, 2008).

2.3.6. GORGOJO (*Sitophilus zeamais*)

En el área tropical de México se siembran anualmente tres millones de hectáreas con maíz, que representan el 40% de la producción total nacional. Los insectos principales que atacan los granos de maíz y otros cereales, por ser altamente destructivo y por encontrarse ampliamente distribuido por el mundo, son el género *Sitophilus*, con varias especies y el género *Sitotroga*. El daño que ocasionan estos insectos es más grave en los trópicos secos y húmedos, donde las condiciones ambientales favorecen su reproducción, que en pocas semanas causa daños del orden de 25% en la calidad del grano o de la semilla. Ramírez (1987) y Ramírez y Silver (1983) observaron mayor daño en variedades de maíz con baja dureza en el pericarpio y altos contenidos de lisina y triptófano. García *et al.* (2005) encontraron diferencias preferenciales por los gorgojos. (Palafox-Caballero *et al*, 2008).

En las regiones tropicales los gorgojos causan pérdidas considerables, debido a que la cosecha permanece en el campo, por la dificultad para su secado, hasta que presenta entre 12 a 14% de humedad, representando mucho tiempo de exposición al insecto, donde recibe la infestación que luego se incrementa rápidamente bajo condiciones de almacenamiento. (Palafox-Caballero *et al*, 2008).

Entre el 30 y 40% de la producción de maíz en América Latina, se pierde durante el almacenamiento. Una de las causas son las plagas de los granos almacenados, entre ellos, el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais*. (Ayala et al, 2005).

Los gorgojos adultos son de color café o casi negros, miden cerca de cuatro milímetros de largo; infestan el grano tanto en el campo como en el almacén, ya que pueden vivir de cuatro a cinco meses. Tanto las larvas como los adultos se alimentan del grano (Palafox-Caballero *et al*, 2008).

2.3.7 CONTROL BIOLÓGICO PARA LAS PLAGAS DE MAÍZ

(Gallina Ciega / Gorgojo)

Un insecticida biológico para controlar plagas como la gallina ciega y el gusano de alambre, que atacan principalmente al cultivo de maíz, fue elaborado en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), de la U de G, mismo que ya se distribuye con buena aceptación entre agricultores de Jalisco. Este producto es una alternativa a los insecticidas químicos empleados de manera tradicional en la agricultura jalisciense, y que causan contaminación en suelo, plantas y agua, señaló Vázquez- García, encargado del laboratorio de biotecnología en control biológico, adscrito al Departamento de Producción

Agrícola. Bioprotec (GTC 003), que forma parte del Programa de generación de tecnología CUCBA. (Coronado, 2002).

a). Ventajas del producto

No contamina, y puede utilizarse en la producción de granos básicos, frutas y verduras. Además, no destruye las poblaciones de parásitos y depredadores benéficos, por lo que no genera desequilibrios. Otra ventaja del producto es que los insectos no crean resistencia, mientras que con los “químicos sí, y en poco tiempo dejan de funcionar. Esto obliga a incrementar sus dosis, lo que genera una mayor contaminación y pérdidas económicas. Este bioinsecticida surgió de la preocupación de encontrar alternativas para disminuir la contaminación y controlar más efectivamente a los insectos dañinos. “Esto es parte del avance tecnológico mundial”. Vázquez García señaló que en Jalisco la siembra anual es de 750 mil hectáreas de maíz, de las cuales, 250 mil son afectadas por la gallina ciega. (Coronado, 2002).

2.4. PRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL O MINERAL (TIERRA, CENIZA)

2.4.1. Usos de extracto de plantas para el control biológico de plagas en maíz

El uso de extractos vegetales para el control de plagas agrícolas era una práctica ancestral, ampliamente utilizada en diversas culturas y regiones del planeta hasta la aparición de los plaguicidas sintéticos. En los últimos años, en la búsqueda de un equilibrio entre el ambiente a la producción y el hombre, se ha desarrollado un nuevo concepto de protección de cultivos mediante productos, en cuyo diseño se considera:

- . Acción específica sobre el objetivo.
- . Impacto bajo o nulo en organismos circundantes y el ambiente.
- . Impacto bajo o nulo en el cultivo. (Molina, 2001).

Sin embargo, pareciera que poco a poco una nueva conciencia se está despertando, y es quizá en parte, redescubriendo y renovando aquellas prácticas y saberes que han quedado olvidados y silenciados por un sistema dominante que impone reglas universales, que podamos transitar hacia la reversión de esta situación. (Millán, 2008).

Con el fin de buscar nuevas estrategias, que contribuyan al manejo de este problema fitosanitario, extractos vegetales y las sustancias aisladas de fuentes naturales se proponen como una nueva alternativa útil. (Salamanca *et al*, 2001).

A nivel mundial, el manejo de los granos almacenados se ha tornado en un problema de difícil control por la gran cantidad de plagas que atacan directamente la calidad física, química y biológica de los diferentes productos. Las plagas de los granos almacenados no sólo afectan la calidad, sino que además, son precursores de hongos y otros microorganismos indeseables a la hora de comercializar y consumir los productos. Especialmente en el maíz, (*Zea mays* L.). El gorgojo *S. zeamais*, es un coleóptero perteneciente a la familia Curculionidae. Ataca todos los cereales, siendo extraordinariamente destructivo. El uso de insecticidas de síntesis química para tratar este tipo de insectos ya no constituye un medio eficaz de control. (Ceballos *et al*, 2008).

Se han utilizado estrategias alternas de control de plagas en los granos almacenados: Uso de temperaturas extremas, radiación, almacenamiento hermético, sonido y percusión, polvos inertes. El control con extractos de plantas, utilizando diferentes métodos de obtención y aplicación, también ha

sido ampliamente usado, generalmente a nivel artesanal. Las plantas que tradicionalmente se han utilizado en graneros rústicos para evitar el daño del grano por insectos son: cebolla (*Allium cepa*L.), ajo (*Allium sativum* L.), neem (*Azadirachta indica* A. (Ceballos *et al*, 2008).

Los insecticidas botánicos han sido utilizados desde mucho antes que los insecticidas de síntesis química. La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida. Los compuestos naturales tienen un efecto repelente, disuasivo de la alimentación o de la ovoposición y regulador de crecimiento. Además, también tienen efecto confusor o disruptor. En el caso de los granos almacenados se debe buscar efectos preventivos, pues una vez que el insecto ya penetró el grano, cualquier polvo vegetal de probada eficacia protectora no tendrá efecto. Una de las familias vegetales más promisorias para la obtención de fitoinsecticidas es Anonaceae a la cual pertenece la guanábana *Annona muricata* L. (Ceballos *et al*, 2008).

Una de las alternativas ecológicas para lograr la disminución significativa y constante de esta plaga, es mediante la utilización de prácticas culturales basadas en intercalar plantas que tengan cierto grado de repelencia a estos insectos en el ciclo productivo del cultivo, teniendo así posibilidades de aplicar estrategias de manejo más sostenibles. Algunas de estas plantas producen un número considerable de sustancias biológicamente activas que al ser aplicadas al medio afectan directamente la influencia de estos agentes; además, promueven una diversificación del complejo vegetal, propiciando condiciones favorables para que exista una mayor proliferación y diversificación de controladores biológicos que inhiben el aumento poblacional de los artrópodos, plagas que afectan los cultivos. (Sousa *et al*, 2006).

Las plantas repelentes o utilizadas como insecticida son aquellas que han desarrollado sustancias denominadas aleloquímicos, como mecanismo de defensa frente al ataque de insectos. Estos compuestos se han desarrollado a través de la evolución mediante la activación de vías metabólicas secundarias, en las que se han creado compuestos químicos que cumplen la función de mensajeros o infoquímicos entre las mismas y diferentes especies y que regulan defensivamente la presencia de los insectos rizófagos y fitófagos en las plantas en su constante búsqueda de refugio, alimento y sitios de ovoposición óptimos. (Sousa *et al*, 2006).

Es importante destacar que el efecto de tales sustancias no es tan agresivo ni fulminante como los insecticidas organosintéticos, pues estos alteran el comportamiento y la fisiología al provocar repelencia, inhibición en el crecimiento, por lo que realmente deben ser llamados insectistáticos y no insecticidas en su mayoría (Rodríguez, 1998). Cabe señalar que el uso de sustancias vegetales para el control de plagas no debe considerar la erradicación total del organismo plaga, sino que debe procurar la restauración, preservación y la consolidación del balance de los ecosistemas. (Sousa *et al*, 2006).

Existen varios compuestos que poseen las plantas que tienen poder insecticida o de repelencia, como son los alcaloides, esteroides, terpenoides, fenoles, entre otros, los cuales afectan a los artrópodos plaga. Entre las plantas que se han utilizado para el control de plagas se encuentran el nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L) (Sousa *et al*, 2006).

2.4.2 DIVERSIFICACIÓN ESPACIAL (POLICULTIVO) O TEMPORAL (ROTACIÓN DE CULTIVOS)

El policultivo es una estrategia habitual de los sistemas agrícolas tradicionales de todo el mundo. Los policultivos son una estrategia de diversificación espacial recomendada en agricultura ecológica. Sin embargo, existe poco conocimiento de policultivos desarrollados tradicionalmente en la agricultura mediterránea. En nuestras condiciones, a la eficacia en el uso de recursos como los nutrientes, la luz o la protección de plagas. Entre estos elementos destaca el manejo de la biodiversidad cultivada. Una alta diversidad biológica en el sistema agrícola es la manera de conseguir interacciones benéficas, que llevan al desarrollo de propiedades emergentes, tales como la estabilidad y la sustentabilidad, aportando múltiples servicios ecológicos. (Casado, 2006).

La agricultura implica la simplificación de la biodiversidad y alcanza una forma extrema en los monocultivos. El resultado final es una producción artificial que requiere de una constante intervención humana. En la mayoría de los casos, esta intervención ocurre en la forma de insumos de agroquímicos, los cuales, además de aumentar los rendimientos, resultan en una cantidad de costos ambientales y sociales indeseables. Para ello, se estudian los efectos de la manipulación de policultivos, cultivos con cubiertas, manejo de malezas y bordes de vegetación de los campos de cultivos. Se presta especial atención al entendimiento de los efectos de estos sistemas vegetales diversificados sobre la densidad de las poblaciones de plagas y a los mecanismos envueltos en la reducción de plagas en policultivos. (Altieri, 1992).

3. LAS PLAGAS MÁS COMUNES DEL MAIZ Y EL USO DE DIFERENTES EXTRACTOS PARA SU CONTROL

Cuadro 1.

Extracto	Plagas	Forma de uso del extracto	Acción protectora
Extracto de tabaco, ajo, neem o piretro, con orina de vaca y con bacillus thuringiensis, en leguminosas maíz y otros cultivos.	Barrenadores del Maíz (<i>Busseola fusca</i>)	Aplicación foliar	Controla y repele
Extracto de neem, tabaco o piretro.	Gusano Cogollero del Maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Aplicación foliar	Controla y repele
Extracto de tabaco, el extracto de hierbabuena y caléndula	Pulgones del Maíz (<i>Myzus persicae</i>)	Aplicación foliar	Repelente
Dientes de ajo en las bodegas o graneros y/o (cenizas u arena)	Gorgojo del maíz almacenado (<i>Sitophilus zeamais</i>)	Aspersión	Útil para prevenir
Extracto de neem	Gallina Ciega (<i>Phyllophaga</i> spp)	Aspersión	Se controla envenenando a las larvas y los adultos

(Zúñiga, 1999).

IV. DISCUSION

De acuerdo a algunos autores (Melo, 2000; Rubio y Alberto, S/A) el control biológico para combatir plagas del cultivo del maíz, es una excelente técnica para poder controlar las plagas más comunes en este cultivo ya que provoca la pérdida en la producción y calidad del producto. Es importante considerar el uso de estrategias como una fuente que ayuda a disminuir las poblaciones plaga. En base a lo anterior, la estrategia de conservación que mencionan Del Bosque y Bernal (2007), ya que como su nombre lo indica consiste en conservar y además promueve la actividad y sobre todo ayuda a que los insectos se reproduzcan.

Otra cuestión que mencionan Salamanca y colaboradores (2001), es la utilización de extractos de plantas con una finalidad, la cual consiste en buscar y encontrar nuevas estrategias que contribuya al manejo del problema en este caso al control de plagas.

Tomando en cuenta lo que Millán, 2008, menciona y retoma lo que son el uso de extracto de algunas plantas para controlar plagas de cultivos además de ser una opción saludable y que sobre todo no contamina, y que algunas de las ventajas del uso de extractos de plantas para no provocar resistencias en algunas especies de insectos, ya que en los químicos la resistencia es evidente como lo menciona González, 2000.

De acuerdo a Del Bosque y Bernal, 2007, el buen uso del control biológico con insectos y/o con extractos de plantas tiene un buen resultado, dado que es a largo plazo pero también se tiene como finalidad dejar a un lado el uso excesivo de productos químicos que traen como problema degradación de los suelos y en otros casos enfermedades de animales y humanos, ya que además el uso de insecticidas ya no es eficaz para las plagas (Avalos, 2009).

Aunque en nuestro país, el control biológico es de poco interés, los agricultores quieren productos que sean eficaces en combatir plagas de cultivos, por lo cual optan por los plaguicidas químicos, y que por el cual yo no estoy de acuerdo.

V. CONCLUSIÓN

En los próximos años el control biológico puede incrementarse debido a la concurrencia de varios factores como:

- (1) Incremento en el costo de los insecticidas.

Mucho del mercado futuro del control biológico clásico lo constituirá la habilidad de las plagas para escapar de las cuarentenas. En los países en desarrollo, donde es altamente elevado el costo de los insecticidas y frecuente la resistencia de las plagas a éstos, el control biológico tiene una aplicación especial que no ha sido ampliamente explotada. Por lo tanto, el control biológico constituye para América Latina el método de control de plagas más viable, ecológicamente recomendable y autosostenido.

En especial, el control biológico por conservación es importante para países, que como México, ya que se tiene una agricultura basada principalmente en la siembra de los cultivos nativos; además esta estrategia de control biológico tiene la capacidad de promover el control de más de una especie plaga.

Esta técnica para muchos productores es un poco desconocida ya que por muchos años han optado por lo convencional, debido a esto hay que empezar por hacer conciencia del beneficios que trae el control biológico tanto para la producción de granos básicos y para el medio ambiente en general.

Desde mi punto de vista yo concluyo diciendo que, el control biológico es de gran importancia tanto para nuestro país, como para nuestros pequeños productores, ya que el mucho empleo de productos químicos como controladores de plagas nos lleva a una determinada contaminación de suelos y no solo de eso si no que también una degradación general del medio ambiente,

teniendo como resultado enfermedades en humanos y animales, por lo cual es necesario tomar medidas para la conservación de los agroecosistemas.

VI. REFERENCIAS

- Alomar, O y Albajes, R., 2005. Departamento de Protección Vegetal, IRTA - Centrede Cabrils, E-08348 Cabrils (Barcelona). Pp. 2. Consultado el 20 de Diciembre de 2009
- Anneto, L., Selfa, J., 1997. Plagas Agrícolas y Forestales. Departamento de Biología Animal (Entomología). Universidad de Valencia.
- Aragón-García., A., Nochebuena-Trujillo., D., López-Olguín., F., 2008. Uso de trampas de luz fluorescente para el manejo de la gallina ciega (coleóptera: melolonthidae) en maíz (*Zea mays* L). Departamento de Agroecología y ambiente, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Allevato, H., 2001. Reciclaje de envases de agroquímicos. Aspectos Tecnológicos.
- Avalos, C., 2009. El polémico uso de agroquímicos. Revista Generación / ecología.
- Altieri, A., 1992. El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas. Agroecología y desarrollo.
- Altieri, A., 2000. Biotecnología agrícola: Mitos, Riesgos Ambientales y Alternativas.
- Ayala, H., Iannacone, J., Román, A., 2005. Efectos toxicológicos de cuatro plantas sobre el gorgojo del maíz *sitophilus reamais* motschulsky 1855 (coleoptera: curculionidae) y sobre el gorgojo de las galletas *stegobium paniceum* (linnaeus 1761) (coleoptera: anobiidae) en Perú.
- Asturias, M., 2004. Maíz, de alimento sagrado a negocio del hambre. Acción Ecológica. Red por una América latina libre de transgénicos.

Ceballos, G., Hincapié, C., Lopera, A., 2008. Actividad insecticida de extractos de semilla de *Annona muricata* (Anonáceae) sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Revista Colombiana de Entomología.

Coronado, G., 2002. La gestión en las instituciones que impulsan la educación no convencional.

Cruz-López, A., Castro-Ramirez, E., Ramírez-Salinas, C., Gómez y Gómez, B., 2001. Supresión manual de adultos de *Phyllophaga* spp. Y *Anomala* spp. En maíz en México.

Clavijo, S., Greiner, G., 2000. Protección y sanidad vegetal Insectos plagas del maíz. "El Maíz en Venezuela".

Casado, G., Lera, G., 2006. Los policultivos en la agricultura tradicional de la vega de granada. Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada.

Del Bosque, R y Bernal, A (eds), 2007 Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana del Control Biológico, México. 303 p. consultado el 01 de diciembre de 2009.

Díaz, P., 2002. Abundancia y distribución de especies de "Gallina Ciega" (coleóptera: melolonthidae) entomopatógenos en los altos de Jalisco, México.

Figuroa, V., Cuba, J., Cuba, S., Sargeant, A., Aular, G., Chiri, J., 2007. Uso del extracto de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y del neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) como insecticida preventivo en el Cebollín (*Allium fistulosum* L.). Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Departamento de Botánica.

Foá, V y Alessio, L, S/A. Principios Generales. En Control Biológico por Lauwerys, R. Enciclopedia de Salud y seguridad en el trabajo. Consultada el 5 de noviembre de 2009. Disponible en: http://www.mtas.es/es/publica/pub_electronicas/destacadas/enciclo/general/contenido/tomo1/27.pdf.

Gerding, M., S/A. Control Biológico. Una Herramienta en la Agricultura Nacional. INIA Quilamapu, Chillán. pp. 32 consultado el 01 de diciembre de 2009. Disponible en: http://www.recercat.net/bitstream/2072/4643/1/Biodiversidad_Funcional.pdf

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.

Guédez, C y Castillo C., 2008. Control Biológico: Una Herramienta para el Desarrollo Sustentable y Sostenible. Laboratorio de Fitopatología y Control Biológico (Venezuela). Pp. 52 y 53. Consultado el 20 de Diciembre de 2009.

García-Lara., S., Espinosa -Carrillo., C y Bergvinson., J, 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. México, D.F.: CIMMYT.

González, B., 2000. Impacto social del uso de los plaguicidas químicos en el mundo.

Gómez, E., 2009. Maíz criollo orgánico. La Jornada del Campo; No. 23. Chiapas.

Losada, V., 2005. Manual de pasturas, Bayer Cropscience. Producción y manejo de pasturas > Control plagas y malezas.

Miñarro, M., S/A. Control Biológico en el Cultivo del Manzano. Programa de Investigación en Fruticultura. Área de cultivo Hortofrutícolas y Forestales. Pp.1 y 2. Consultado el 20 de Diciembre de 2009. Disponible en: <http://www.serida.org/pdfs/2203.pdf>

Melo, E., 2000. Potencial del Control Biológico en el Manejo de las Plagas de la Yuca, CIAT, Cali, Colombia. La Yuca en el Tercer Milenio. Pp. 234.

Merino, F., 1991. Sistema Experto para Diagnóstico de Plagas Insectiles de Maíz (*Zea mays* L.) en Centro América.

Martínez, R., 2006. Transgénicos: mitos y realidades. Revista de ciencias Sociales. Universidad de Costa Rica.

Millán, C., 2008. Las plantas: una opción saludable para el control de plagas.

Molina, N., 2001. Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos. Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades.

Orozco, J., 2004. Evaluación de tres plantas repelentes asociadas al cultivo de maíz para el manejo del chinche (*cyrtomenus bergi*) froeschner.

Palencia., 2008. Potencial de efectos ambientales dañinos del maíz Bt.

Palafox-Caballero, A., Sierra-Macías, M., Espinosa-Calderón, A., Rodríguez Montalvo2, F., Becerra-Leor, E., 2008. Tolerancia a infestación por gorgojos (*sitophilus* spp.) en genotipos de maíz comunes y de alta calidad proteínica.

Porcuna, J y Ocón, C., S/A. Protección Vegetal. Control biológico de plagas mediante el manejo de insectos útiles: los insectarios de la CAPA. Pp. 3 y 4. Consultado el 13 de Diciembre de 2009. Disponible en: <http://www22.sede.embrapa.br/snt/piue/Produ/Controle%2520Biologico.pdf>

Rubio, V y Alberto, F, S/A. Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA). Dpto. Protección Vegetal. Serrano 115 Dpdo. 28006 Madrid. Consultada el 8 de Noviembre de 2009. Disponible en http://www.recercat.net/bitstream/2072/4643/1/Biodiversidad_Funcional.pdf.

RAP-AL Uruguay., S/A. Control biológico: un caso práctico en una planta ornamental. Alimentemos al mundo sin venenos. Consultado el 24 de Diciembre del 2009. http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/Control_Biologico.pdf.

Salamanca, C., Jaramillo, C., Arango, G., Londoño, M., Tobón, J., Henao, A., 2001. Evaluación de las actividades biológicas de extractos vegetales sobre *Philophaga obsoleta* Blanchard (Col: Melolonthidae).

Sousa, H., Soto, A., Orozco, J., 2006. Efecto de repelencia de *Crotalaria juncea*, *Galactia striata* y *Cymbopogon nardus* para el manejo de *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae).

Torres, D., Capote., T., 2004. Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. Dpto. de Ambiente y Tecnología agrícola.

Turrent. F. A., 2009. ¿Es necesario liberar maíz transgénico para la seguridad alimentaria nacional?. Agricultura Sostenible Vo. 5. Agroecología. UACH-SOMAS A.C. p. 39-48.

Villena, O., Arata., A., 2004. Control de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de la Pera.

Vázquez, L., 2010. Manejo de plagas en la agricultura ecológica. Boletín Fitosanitario (La Habana) Cuba.

Zúñiga, E., 1999. Agricultura Orgánica: INIA, Chile. Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades.