



Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico El Llano
Aguascalientes Instituto Tecnológico de
Tlajomulco Programa Multisede

Tesis Doctoral

MANEJO FITOSANITARIO Y PROPUESTA DE
INDICADORES DEL AGROECOSISTEMA MAÍZ
CON BASE EN ARTRÓPODOS BENEFICOS
NATIVOS Y EXTRACTOS VEGETALES DE
PLANTAS ASOCIADAS

Que para obtener el grado de
Doctor en Ciencias en Biotecnología en
Procesos Agropecuarios

Presenta:

M.C. José Antonio Esquivel Rivera

Director de Tesis:

Dr. Catarino Perales Segovia

El Llano, Aguascalientes, México. Agosto de 2022.



DICTAMEN DE TESIS APROBADA



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes
División de Estudios de Posgrado e Investigación

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN DICTAMEN DE TESIS APROBADA

El Llano, Aguascalientes. **08/AGOSTO/2022**

El Comité de Tesis del Candidato a grado **C. JOSÉ ANTONIO ESQUIVEL RIVERA**, aprobado por el Claustro Doctoral de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes e Instituto Tecnológico de Tlajomulco; integrado por los **C. DR. CATARINO PERALES SEGOVIA, DR. FELIPE TAFOYA RANGEL, DR. HECTOR SILOS ESPINO, DRA. IRMA GUADALUPE LÓPEZ MURAIRA y DR. JOSÉ CRUZ CARRILLO RODRÍGUEZ**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo final de la tesis titulada: **"Manejo fitosanitario y propuesta de indicadores del agroecosistema maíz con base en artrópodos benéficos nativos y extractos vegetales de plantas asociadas"**, que presenta como requisito parcial para obtener el Grado de Doctor en Ciencias en Biotecnología en Procesos Agropecuarios, según lo establecen los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado del TecNM, y de acuerdo a las Bases para la Elaboración de Tesis de Posgrado, dictaminaron su **APROBACIÓN** para que pueda ser presentada en el Examen de Grado correspondiente.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Terra Rica, Sapientia Nostra, Homo Superior Est

DR. CATARINO PERALES SEGOVIA
DIRECTOR DE TESIS

DR. FELIPE TAFOYA RANGEL
ASESORA

DR. HECTOR SILOS ESPINO
ASESOR

DRA. IRMA GUADALUPE LÓPEZ MURAIRA
ASESOR

DR. JOSÉ CRUZ CARRILLO RODRÍGUEZ
ASESOR

C.c.p.- Claustro Doctoral de la DEPI.
C.c.p.- Archivo



Km. 18 Carretera Ags. - S.L.P., El Llano Aguascalientes, C.P. 20330 Tel. (449) 962-11-00 ext. 212 e-mail: depi.llano@tecnm.mx tecnm.mx | llano.tecnm.mx



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de El Llano, Aguascalientes el día 15 del mes de Agosto del año 2022, el que suscribe, C. José Antonio Esquivel Rivera, alumno del Programa de Doctorado en Ciencias en Biotecnología en Procesos Agropecuarios con número de control D16900003, adscrito al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, manifiesta ser autor (a) del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de el Dr. Catarino Perales Segovia y cede los derechos del trabajo intitulado “Manejo Fitosanitario y Propuestas de indicadores del Agroecosistema Maíz con Base en Artrópodos Benéficos Nativos y Extractos Vegetales de Plantas Asociadas” y de patentes y beneficios que puedan originarse del presente, al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes,

ATENTAMENTE



José Antonio Esquivel Rivera

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis doctoral, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte del autor y su director de tesis, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citaré y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación.

Primeramente quiero agradecer al CONACYT por el apoyo financiero recibido durante el desarrollo de mis estudios de doctorado.

Primero y antes que nada, dar gracias a la madre tierra, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. Agradecer hoy y siempre a mi familia, porque está claro que si no fuese por el esfuerzo realizado por ellos, mis estudios no hubiesen sido posibles. A mis padres Antonio y Leticia, mis hermanas Liliana, Mayra y Silvia y a mis sobrinos: Beto, Fernando, Matías y Daniel por el ánimo, apoyo y alegría que me brindan me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Al Doctor Catarino por haber brindado la confianza en todo el trascurso de mis estudios de posgrado y su enorme paciencia, al Dr. Tafoya por su incomparable apoyo, a la Dra. López Muraira, Dr. Silos y Dr. Carrillo, por ser parte de mi comité, ya que sin su colaboración no hubiera sido posible finalizar.

Personas que desde el primer momento me brindaron y me brindan todo el apoyo, colaboración y cariño sin ningún interés, son las personas por las cuales hoy por hoy puedo afirmar que jamás me he sentido así, porque ellos han estado a mi lado cada día durante estos años.

Así también a todo el personal del ITTEL, tanto al Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI), como de Secretaría General, Dirección, Recepción, Administración, Biblioteca, Mantenimiento, Limpieza y Fotocopias, ya que dentro de los ámbitos que a cada uno le competen me han colaborado sin ponerme ningún impedimento, al contrario, me han brindado siempre una sonrisa.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi primo Víctor, amigos Josué, Felipe, José Luis, Inés, Diana y Cecilia quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis. Porque en su compañía las cosas malas se convierten en buenas, la tristeza se transforma en alegría.

A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo.

A la Dra. Lu quien me apoyo, alentó e inspiró para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A los asesores quienes estudiaron mi tesis y la aprobaron.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DICTAMEN DE TESIS APROBATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.1.1 Específicos	3
III HIPÓTESIS	4
IV MARCO TEÓRICO	5
4.1 Origen e importancia del cultivo de Maíz	5
4.2 Situación del maíz en México y el mundo	6
4.3 Principales plagas y enfermedades del maíz	7
4.3.1 Nóctuidos plagas	7
4.3.2 Plagas del maíz almacenado	9
4.4 Manejo fitosanitario del agroecosistema del maíz	10
4.4.1 Manejo de plagas	10
4.5 Los extractos vegetales y el control biológico por conservación, para el manejo de nóctuidos plaga del maíz	12
4.6 Métodos de control biológico de plagas	14
4.6.1 Por conservación	15
4.6.2 Por introducción	16
4.6.3 Por incremento	16
4.7 Agentes de control biológico	16
4.7.1 Parasitoides	17
4.7.2 Depredadores	17
4.7.3 Entomopatógenos	18
4.8 Indicadores biológicos	19
4.8.1 Indicadores ambientales	19
4.8.2 Indicadores ecológicos	19
4.8.3 Artrópodos de la biodiversidad	20
4.9 Bioindicadores para manejo fitosanitario del agroecosistema maíz	20

4.9.1 Estrategias para determinar los bioindicadores	20
4.9.2 Características de los bioindicadores	22
4.9.3 Ejemplos de bioindicadores	23
V. MATERIALES Y MÉTODOS	24
5.1 Ubicación de las áreas experimentales	24
5.2 Colecta de insectos	25
5.3 Colecta de material vegetativo	27
5.4 Preparación de extractos de plantas	27
5.4.1 Extracción etanólica	27
5.4.2 Extracción en agua	28
5.5 Obtención del material biológico	28
5.6 Bioensayos con el olfatómetro	29
5.6.1 Bioensayos con <i>C. carnea</i> , <i>S. frugiperda</i> y <i>S. zeamais</i>	29
5.7 Experimentos en diferentes localidades para determinar el efecto de extractos de plantas sobre <i>S. frugiperda</i>	30
5.7.1 Agroecosistema maíz contra <i>S. frugiperda</i> en San Francisco de los Romo, Aguascalientes	30
5.7.2 Especies arvenses utilizadas como extractos	31
5.7.3 Agroecosistema maíz contra <i>S. frugiperda</i> en El Llano, Aguascalientes	33
5.7.4 Agroecosistema maíz contra <i>Helicoverpa zea</i> en San Francisco de los Romo, Aguascalientes	34
5.7.5 Evaluación de los mejores extractos arvenses en el agroecosistema maíz en el Estado de Aguascalientes	34
5.7.6 Evaluación de las trampas de feromonas contra <i>S. frupierda</i>	35
5.7.7 Evaluación de un tratamiento convencional contra <i>S. frugiperda</i> en el agroecosistema maíz	36
5.7.8 Evaluación de los extractos arvenses contra <i>S. zeamais</i> y <i>P. truncatus</i> en granos de maíz almacenado	36
5.7.9 Evaluación de los extractos arvenses para <i>S. frugiperda</i>	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
6.1 Colecta de insectos	38
6.1.1 Presencia de enemigos naturales	38
6.1.2 Depredadores	38
6.1.3 Parasitoides	44
6.2 Plagas agrícolas encontradas en el sistema maíz	50
6.3 Índice de diversidad de insectos en tres parcelas experimentales de maíz	57
6.3.1 Índice de Simpson	57
6.3.2 Índice de Shannon	58
6.4 Familias y especies arvenses encontradas en el sistema maíz	59
6.5 Bioensayo con <i>Chrysoperla carnea</i>	59

6.5.1	Extractos etanólicos	59
6.5.2	Extractos en infusión	61
6.6	Bioensayo con <i>Spodoptera frugiperda</i>	63
6.7	Bioensayo con <i>Sitophilus zeamais</i>	67
6.7.1	Extractos etanólicos	67
6.7.2	Extractos en infusión	69
6.8	Evaluación de los efectos de extractos arvenses en el agroecosistema maíz contra <i>S. frugiperda</i> en San Francisco de los Romo, Aguascalientes	71
6.8.1	Evaluación de los extractos arvenses en el agroecosistema maíz contra <i>S. frugiperda</i> en El Llano, Aguascalientes	73
6.8.2	Evaluación de los extractos arvenses en el agroecosistema maíz contra <i>Helicoverpa zea</i>	76
6.9	Evaluación de los extractos arvenses contra <i>S. zeamais</i> en granos de maíz almacenado	79
6.9.1	Evaluación de los extractos arvenses contra <i>P. truncatus</i> en granos de maíz almacenado	80
6.10	Programa inicial de manejo fitosanitario	81
VII.	CONCLUSIONES	82
VIII	BIBLIOGRAFÍA	85
IX	APÉNDICE	93

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Uso de extractos vegetales para el control de plagas	12
2	Pasos para hacer un bioindicador fitosanitario de plagas del agroecosistema maíz	22
3	Insectos depredadores colectados en la parcela experimental en Pabellón de Arteaga	39
4	Comportamiento de la población en la colecta de insectos depredadores en la parcela experimental Jesús María, Aguascalientes	41
5	Resultado de la colecta de insectos depredadores en El Llano, Aguascalientes (ITEL)	43
6	Población de insectos parasitoides de la parcela experimental de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (INIFAP)	45
7	Parasitoides con la prueba de Duncan al 0.05% de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (INIFAP)	47
8	Insectos parasitoides de Jesús María, Aguascalientes (Poetas Mexicanos)	47
9	Parasitoides con la prueba de Duncan al 0.05% en el Municipio de Jesús María, Aguascalientes (Poetas Mexicanos)	48
10	Colecta de insectos parasitoides de El Llano, Aguascalientes (ITEL)	48
11	Parasitoides con la prueba de Duncan al 0.05% en el Municipio de El Llano, (ITEL)	49
12	Población de insectos plaga en la parcela experimental de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (INIFAP)	51
13	Insectos plaga con la prueba de Duncan al 0.05% en el Municipio de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (INIFAP)	52
14	Colecta de insectos plaga en Jesús María, Aguascalientes (Poeta Mexicanos)	53
15	Población de insectos plaga con la prueba Duncan al 0.05% en la parcela experimental de Jesús María, Aguascalientes (Poetas Mexicanos)	55
16	Colecta de insectos plaga en El Llano, Aguascalientes (ITEL)	56
17	Población de insectos plaga con la prueba de Duncan al 0.05% en la parcela experimental de El Llano, Aguascalientes (ITEL)	56
18	Índice de Simpson para la biodiversidad de insectos	57
19	Índice de Shannon para la biodiversidad de insectos	58

20	Comportamiento del depredador <i>C. carnea</i> , al extracto etanólico	61
21	Comportamiento del depredador <i>C. carnea</i> , a los extractos en infusión	62
22	Comportamiento del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>), a los extractos etanólicos	65
23	Comportamiento del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>), a los extractos en infusión	67
24	Comportamiento de <i>S. zeamais</i> a los extractos etanólicos	69
25	Comportamiento de <i>S. zeamais</i> a los extractos en infusión	70
26	Efecto de los extractos vegetales en el agroecosistema maíz de San Francisco de los Romo (Medio Kilo) sobre presencia de plagas	72
27	Efecto de los extractos vegetales en el agroecosistema maíz de el Llano (Rancho Lucero)	74
28	Efecto de los extractos vegetales contra <i>H. zea.</i> en el agroecosistema maíz en San Francisco de los Romo (Rancho Medio kilo)	78
29	Efecto los extractos en infusión y etanólicos vs <i>Sitophilus zeamais</i>	79
30	Efecto de los extractos en infusión y etanólicos vs <i>Prostephanus truncatus</i>	80
31	Programa de manejo fitosanitario en el cultivo del maíz	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Trampa de feromona	24
2	Parcela experimental de cultivo del maíz donde se realizó la colecta de insectos (INIFAP)	25
3	Red entomológica	26
4	Parcela experimental de cultivo del maíz donde se realizó la colecta de insectos (Poetas Mexicanos)	26
5	Parcela experimental de cultivo del maíz donde se realizó la colecta	27
6	Frasco de recepción de insectos	29
7	Tuvo en "Y" del olfatómetro para estudiar el comportamiento de larvas de insecto	30
8	Distribución de los tratamientos en la parcela experimental San Francisco de los Romo	31
9	Distribución de los tratamientos en la parcela experimental Rancho el Lucero	33
10	<i>Chrysoperla sp.</i>	41
11	<i>Syrphidae</i>	43
12	Presencia total de depredadores de parcela de maíz	44
13	Insectos de la familia Ichneumonidae	45
14	Braconidae	47
15	Captura total de parasitoides	50
16	<i>Spodoptera frugiperda</i>	51
17	<i>Helicoverpa zea</i>	53
18	<i>Diabrotica sp.</i>	54
19	Scarabaeidae	55
20	Captura total de insectos plaga	57
21	Elotes con el tratamiento comercial Azadirect, Ardore, Trilogy sobre <i>H. zea</i> .	75
22	Testigo absoluto	75
23	Extracto etanólico <i>M indicus</i>	75
24	Extracto etanólico <i>P. hysterothorax</i>	75
25	Extracto etanólico <i>P. clandestinum</i>	75
26	Extracto etanólico <i>R. luteola</i>	75
27	Extracto etanólico <i>S. ballotiflora</i>	76
28	Extracto etanólico <i>S. oleraceus</i>	76
29	Extracto etanólico <i>S. nigrecens</i>	76
30	Extracto en infusión <i>B. catharticus</i>	76
31	Extracto en infusión <i>S. oleraceus</i>	76

RESUMEN

En el cultivo del maíz *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*, *Sitophilus zeamais* y *Prostephanus truncatus* han sido asociados a pérdidas económicas. El objetivo de la investigación fue proponer un manejo fitosanitario del cultivo del maíz con estrategias de bajo impacto ambiental, para eso se realizaron colecta de plantas arvenses en el Municipio de Jesús María, El Llano y Pabellón de Arteaga. Se identificaron y con ellas se realizaron extractos etanólicos y en infusión, se realizaron bioensayos en un olfatómetro, con el gorgojo del maíz y con larvas del gusano cogollero, los extractos con propiedades de repelencia se usaron para los posteriores experimentos. Para las plagas de maíz almacenado, se realizó un experimento en laboratorio, donde se midió la mortalidad de los insectos, obteniendo un porcentaje del 50% con el extracto *B. catharticus*, *Phartenium hysterophorus* (47%). En el caso de *P. truncatus* el extracto en infusión *B. catharticus* produjo un 70% de mortalidad y con el extracto etanólico de *Reseda luteola* un 62% . Para el gusano cogollero y el elotero, se aplicaron sobre maíz amarillo en San Francisco de los Romo Aguascalientes, con nueve tratamientos, un testigo comercial y un testigo absoluto. El segundo experimento, fue en un cultivo de maíz blanco, en El Llano, Aguascalientes. Para este experimento, se usaron los extractos con mayor porcentaje de eficiencia del experimento uno. En ambos experimentos, las variables estudiadas fueron: número de larvas de *S. frugiperda*, promedio de masas de huevecillos, enemigos naturales, número de plagas secundarias y daño de la planta.

ABSTRACT

In corn cultivation *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*, *Sitophilus zeamais* and *Prostephanus truncatus* have been associated with economic losses. The objective of the research was to propose a phytosanitary management of corn cultivation with low environmental impact strategies, for which weed plants were collected in the Municipalities of Jesús María, El Llano and Pabellón de Arteaga. Genus and species were identified, and with them ethanolic extracts and infusion were made, to identify the property of each plant, bioassays were carried out in an olfactometer, with the corn weevil and with larvae of the armyworm, the extracts with repellent properties were used for subsequent experiments. For the corn weevil and the large grain borer, an experiment was carried out in the laboratory, where the mortality of the insects was measured, obtaining a percentage of 50% with extract B, *Cathartus*, *Pharbitis* *hysterophorus* (47%). In the case of *P. truncatus*, again, the *B. catharticus* infusion extract produced 70% mortality and 62% with the ethanolic extract of *Reseda luteola*. For the armyworm and the corn earworm, they will be applied on a super sweet yellow corn crop, in a commercial lot of Rancho Medio kilo, San Francisco de los Romo Aguascalientes, with nine treatments, a commercial control and an absolute control. The second experiment was carried out on a conventional white corn crop, at Rancho Lucero in the Municipality of El Llano, Aguascalientes. For this experiment, the extracts with the highest percentage of efficiency from experiment one were used. In both experiments, the variables studied were: number of *S. frugiperda* larvae, average egg mass, natural enemies, number of secondary pests, and plant damage. The results show that there is a slight superiority in the commercial treatment with the variables, number of larvae and damage to the plant, it is concluded that the ethanolic extract *S. nigrescens* has the ability to control *S. frugiperda* in the cultivation of yellow corn. and in white corn, this being an ecological alternative with low environmental impact for the control of this pest.

I. INTRODUCCIÓN

En México, la producción agrícola aún depende de manera muy significativa de los plaguicidas y los agroquímicos en general, a pesar de que la mayoría de los técnicos y productores conocen bien toda la problemática que han traído para los agroecosistemas y para los productores el uso de este tipo de sustancias, como intoxicaciones de los aplicadores, resistencia de plagas a los plaguicidas, destrucción de fauna benéfica, enfermedades crónicas, reducción de la biodiversidad, etc.

El Estado de Aguascalientes no es la excepción, en cultivos tan estratégicos como la guayaba y el maíz, todavía se sigue recurriendo a los plaguicidas, con las consecuencias antes descritas. Aguascalientes es el 2º Estado productor de guayaba, con 95 362 Ton por año y el 4º productor de maíz forrajero, con una producción anual de 79 956 Ton (SIAP, 2014b), de ahí la importancia, no solo de buscar alternativas de bajo impacto ambiental, sino conservar y aprovechar los mismos recursos biológicos que aún tenemos en los ecosistemas agrícolas (Smith y Clement, 2012).

Los insectos son la forma de vida animal más abundante que habitan los agroecosistemas, la clase insecta está muy bien adaptada a sus alrededores y ocupa una gran variedad de nichos ecológicos (De Siqueira *et al.*, 2011), son fundamentales para la movilización, descomposición, alimentación de vertebrados, consumición, depredación y parasitismo. También muchas especies tienen valor industrial, medicinal, forense y artístico además de ser útiles para la investigación científica (Nolasco, 2014).

Para implementar un manejo fitosanitario en el agroecosistema maíz con éxito, sin importar la plaga que se desee combatir, se requiere contar con antecedentes sobre los enemigos naturales del insecto presente en la región, una vez recolectada esta información es necesario implementar medidas para aumentar las poblaciones de estos insectos depredadores nativos, de tal forma que promueva la regulación poblacional de los insectos que causan daños a los cultivos, ayudándonos a tener frutos más sanos y provocar una reducción de las aplicaciones de agroquímicos para controlar las plagas que atacan a los cultivos (Lozano *et al.*, 2012).

La estabilidad de un agroecosistema, que generalmente es un monocultivo como el maíz, se puede incrementar manejando cuatro de sus componentes fundamentales, relacionados con la biodiversidad: los depredadores, los parasitoides, las plantas y las plagas (herbívoros), lo cual facilitaría el manejo fitosanitario y reduciría de manera importante el uso de plaguicidas, ya que la conservación e incremento de depredadores y parasitoides, mantiene bajas las poblaciones de plagas (Rebek *et al.*, 2005). Los plaguicidas, aún los considerados de baja toxicidad pero afectan a los enemigos naturales, como lo señalan Thomson y Hoffmann (2013).

La vegetación nativa es muy importante para la conservación e incremento de la fauna benéfica, de acuerdo con lo reportado por Thomson y Hoffmann (2010).

II. OBJETIVOS

2.1 General

Conocer las especies de plantas benéficas asociadas al agroecosistema maíz con estrategias para el manejo fitosanitario en el Estado de Aguascalientes

2.1.1 Específicos

- Determinar la diversidad de artrópodos y plantas asociadas al agroecosistema maíz del Estado de Aguascalientes.
- Desarrollar indicadores de la población de las plagas clave de enemigos naturales y de plantas asociadas.
- Proponer un programa inicial de manejo fitosanitario del agroecosistema con artrópodos benéficos y manejo de plantas asociadas, con base en indicadores de biodiversidad.

III. HIPÓTESIS

Es posible establecer un programa de manejo fitosanitario del agroecosistema maíz, con artrópodos y plantas asociadas.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Origen e importancia del cultivo de maíz

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de gran relevancia para los pueblos latinoamericanos y en especial para México, considerado como el centro de origen y diversidad del maíz (Mera, 2006). El teocinte es considerado el ancestro directo del maíz actual y según las evidencias arqueológicas el origen del maíz data de 8,700 años antes de nuestra era, en la región de Iguala en el Estado de Guerrero (Ranere *et al.*, 2009). Francisco Boncalo, describió al maíz y al teocinte desde tiempos de la colonia en México, siendo el primer informante de estas plantas hacia 1570, realizando expediciones para hacer estudios de la flora nativa de México, escribiendo con esto varios libros sobre sus propiedades medicinales (Serratos, 2009).

El maíz es una planta completamente domesticada y ha vivido y evolucionado conjuntamente con el hombre desde tiempos remotos. Por esta razón, el maíz no crece en forma silvestre y no puede sobrevivir en la naturaleza, sin los cuidados del hombre, resulta paradójico que las comunidades marginadas sean los guardianes de la diversidad del maíz (Doebley *et al.*, 2004). Una de las principales características del maíz es su enorme variabilidad, ya que a diferencia de otros granos cultivados, se auto poliniza ó las flores de una planta poliniza las de otra, por esta razón es difícil la preservación de los caracteres seleccionados, es preciso escoger con gran cuidado las mazorcas que se van a emplear para la nueva siembra (Carrillo, 2009).

4.2 Situación del maíz en México y el mundo

La milpa es el agroecosistema de mayor importancia en el mundo debido a su extensión ya que se calcula que alrededor de 300 millones de campesinos utilizan este sistema productivo para la obtención de su alimento (Bonilla y Meléndez, 2005; Shukla *et al.*, 2009) han indicado que fue introducido en China a principios del siglo XVI, por rutas marítimas y terrestres por marinos Portugueses, y fue introducido en Japón alrededor de 1550, en 1650 era un cultivo importante en Indonesia, Filipinas y Tailandia La producción mundial de granos de maíz utilizados para el forraje fue de 556 millones de toneladas en el 2012. El Departamento de Agricultura en Estados Unidos (USDA) estima que la producción mundial de maíz para el periodo 2022 será de 978 millones de toneladas (Félix, 2021). En el 2008, el 80% de la producción de maíz se concentró en 10 países, Estados Unidos ocupó el primer lugar con 40%, China el segundo con el 20%, Brasil el tercer con el 6% y México en cuarto con el 3% de la producción. Los seis países restantes fueron: Argentina, Francia, India, Indonesia, Italia y Sudáfrica que en conjunto agruparon el 11% del volumen de producción mundial de maíz (Caballero *et al.*, 2008).

Para la temporada del 2022/2023 se espera un aumento del 4% del consumo y la producción de maíz a nivel mundial, con respecto a la temporada anterior, también se espera un aumento de las exportaciones principalmente por Argentina, la Unión Europea y Ucrania. Por otra parte, el retraso en las cosechas en Argentina, sumado a un negativo panorama en Brasil y la recuperación en el precio del petróleo han empujado el precio internacional a la alza en el último mes (García y Merino, 2016), la reducción de la superficie sembrada en Brasil y Argentina en 2016, debido

principalmente a los abundantes suministros regionales y al descenso de los precios (FAO, 2016).

El maíz es el cultivo más representativo de México, forma parte importante en la dieta de los mexicanos, está presente en la elaboración de más de 4 mil productos (almidón, fructuosa, aceite, cartón, chocolates, biocombustibles, alimento animal), ocupa poco más de la mitad de la superficie sembrada del país, representa casi una tercera parte del valor de la producción agrícola, existen 3 millones de productores de este grano. Actualmente se cosechan en México aproximadamente 20.5 millones de toneladas de maíz (Castañeda *et al.*, 2014).

4.3 Principales plagas y enfermedades del maíz

4.3.1 Nóctuidos plaga

Los insectos de la familia Noctuidae representan un serio problema económico en la agricultura (Liu *et al.*, 2014). Cuando los insectos se encuentran en forma de larva, se alimentan de la biomasa de los cultivos vegetales y causan pérdidas importantes en el rendimiento, especialmente en cultivos como maíz, arroz, algodón, pasto, flores y follajes ornamentales (Kim *et al.*, 2012). Para regular su población en cultivos de exportación, el control químico es actualmente la principal herramienta (Salvatore *et al.*, 2014). La especie *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae), es una de las plagas más importantes del maíz *Zea mays* L (Poales: Poaceae). En

México, es de los pocos insectos que se dispersan y reproducen a través de todo el continente americano (Mo *et al.*, 2004). Desde la década de los ochenta, el uso intensivo de plaguicidas de amplio espectro contra este insecto ha ocasionado el desarrollo de resistencia a la mayoría de los productos registrados para su control, además de resurgencia de plagas y contaminación ambiental (Hui-lin *et al.*, 2007). Actualmente existen en el mercado nuevos y eficientes plaguicidas para el control de *S. frugiperda*, que adicionalmente son de bajo impacto ambiental y selectivos para la fauna insectil benéfica (Valicente *et al.*, 2013). Dichos agroquímicos son conocidos como “biorracionales” e incluye a los reguladores de crecimiento del insecto y a los productos derivados de fuentes naturales (Di Toto *et al.*, 2010). El control biológico es una estrategia biorracional (Li *et al.*, 2007).

Otro de los insectos más importantes en el daño de cultivo del maíz es *Helicoverpa zea* (Lepidóptera: Noctuidae), que se encuentra ampliamente distribuido desde Norteamérica hasta Sudamérica y en algunas regiones de Europa y Asia (Xiao-Hui *et al.*, 2017). El gusano es un insecto fitófago con más de 100 plantas hospederas, es decir, se alimenta de distintos cultivos, entre los cuales destacan maíz, sorgo, tomate y algodón (Malaquias *et al.*, 2015). Se alimenta durante su estado larvario de los estigmas del jilote y de los granos de maíz en estado lechoso-masoso, donde provoca grandes daños a la mazorca, desde la punta hasta la base de la misma (Rossi *et al.*, 2012). Por otra parte, debido a las perforaciones y a la acumulación de excrementos favorece el desarrollo de hongos patógenos lo que provoca la pudrición de la mazorca (Wang *et al.*, 2018). Varias prácticas culturales pueden ser utilizadas para matar los diferentes instares, incluyendo un barbecho

profundo, rastreo y otros métodos de destrucción mecánica, manejo de fechas de siembra y uso de cultivos trampa, pueden minimizar los niveles de infestación y consecuentemente el daño (Bentivenha *et al.*, 2016), en muchas áreas, el control natural de esta plaga puede ser efectivo, existen insectos parasitoides que atacan los huevecillos y larvas especialmente *Trichogramma spp.* (Hymenoptera: Tichogrammatidae), algunos depredadores pueden ser importante en la reducción de las poblaciones de la plaga (Konasale *et al.*, 2009). El control químico de larvas ha sido el método más ampliamente usado y generalmente exitoso en la destrucción de la plaga en muchos cultivos, pero no es fácil debido a que se dificulta alcanzarlas con insecticidas una vez que se han escondido dentro de la planta (Tian *et al.*, 2013).

4.3.2 Plagas del maíz almacenado

El maíz almacenado es una fuente ideal de alimento para los insectos, que están adaptados a situaciones de confinamiento, las plagas de almacén causan pérdidas de rendimiento, disminución del valor comercial, pérdidas de calidad en el grano y del valor nutritivo en el mismo. Las plagas primarias son aquellas que atacan el grano integro, sin daño previo en este grupo se encuentra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae), el barrenador grande del grano *Prostephanus truncatus* (Coleóptera: Bostrichidae), y la palomilla de los granos *Sitotroga cerealella* (Lepidóptera: Gelechiidae). Entre las plagas secundarias se encuentran la polilla bandeada *Plodia interpunctella*, el escarabajo castaño *Tribolium*

castaneum (Coleóptera: Tenebrionidae), y el barrenillo de los granos *Rhyzopertha dominica* (Coleóptera: Bostrichidae) (García-Lara *et al.*, 2007).

4.4 Manejo fitosanitario del agroecosistema del maíz

4.4.1 Manejo de plagas

Existen varias estrategias en el control de plagas, como lo es el control integrado de plagas con las siglas (CIP), el cual es una combinación de medidas químicas, biológicas y culturales de combate, que tienden a disminuir los daños de las plagas en un medio determinado. Es también la aplicación de dos o más tácticas de control para mantener una plaga por debajo de su umbral económico.

Otra estrategia del manejo de plagas, es el llamado manejo integrado de plagas (MIP), en el cual primero, se debe conocer profundamente el agroecosistema que se está estudiando, con un monitoreo permanente del ambiente físico (luz, temperatura, humedad), químico (pH, nutrientes del suelo, contaminación), mecánico (estructura y textura del suelo), meteorológico (viento y precipitación), y biológico (todos los miembros de la cadena alimenticia, enemigos naturales y competidores). En segundo lugar se debe modelar el agroecosistema con función descriptiva de los factores más impactantes humedad, temperatura, fotoperiodo-nubosidad, competidores herbívoros, parasitoides, depredadores, y siniestros más frecuentes (Romero, 2004).

El manejo agroecológico de plagas (MAP), se apropia de las bases teóricas que

sustentan la agricultura, economía, la ecología, sociología, y el enfoque de sistemas de estudios y entendimiento de la complejidad de la agricultura, bajo los principios y herramientas que ofrece la agroecología (Altieri, 1995). Entonces el manejo agroecológico de plagas tiene varias características fundamentales, manejar las plagas a nivel de sistemas de producción, bajo el modelo de desarrollo endógeno, otorgar prioridad a las prácticas agroeconómicas que tienen efectos preventivos sobre la incidencia de plagas, favorecer la conservación de la diversidad biológica sea la existente en el sistema de producción o la introducida, lograr una gran participación de los técnicos o extensionistas y el agricultor, así como en la comunidad agraria en los diferentes procesos, la preparación técnica del agricultor debe ser bajo un modelo de educación participativa, fundamentada en la necesidad que tiene de entender para decidir bajo sus condiciones particulares, desarrollar las innovaciones de manera contextualizada, es decir, sustituir el viejo modelo de transferencia de tecnologías. Esto quiere decir que el manejo agroecológico de plagas no se concentra en las plagas o en el campo cultivado, sino que incluye el sistema de producción, ya que trata de influir sobre las causas por las cuales los organismos nocivos arriban a los cultivos y se incrementan (Vázquez y Fernández 2007). Los términos control biológico y etológico incluye el uso de organismos vivos, extractos de plantas, lixiviados vegetales, minerales, abonos orgánicos y sistemas de captura (trampas) con efecto sobre las poblaciones de los organismos nocivos a la planta (Vázquez, 2010). En el control cultural, se modifica el medio natural para hacerlo menos favorables a las plagas, reduciendo la cantidad de daños que ellas ocasionan. Para este control se deben considerar una o más de las siguientes

estrategias: unificar época de siembra, destrucción del rastrojo, eliminación de plantas no deseadas, rotación del cultivo, cultivos trampas (Peña, 2007).

4.5 Los extractos vegetales y el control biológico por conservación para el manejo de nóctuidos plaga del maíz

Existe otra estrategia usando extractos vegetales, en la cual se usan plantas y sus derivados que han mostrado efectos controladores contra ácaros, roedores, bacterias, virus, hongos e insectos. Especies de plantas como ajo (*Allium sativum*), Neem (*Azadirachta indica*) y paraíso (*Melia azedarach*), (Cuadro1) son materia prima de varios insecticidas comerciales (Ibañez y Zoppolo, 2008).

Cuadro 1. Uso de extractos vegetales para el control de plagas.

EXTRACTO	CONTROL	CULTIVO
Cola de caballo	Gusano cortador (<i>Agrotis ypsilon</i>)	Maíz
Neem	Barrenador del tallo (<i>Diatrea Sp.</i>)	Maíz
Jazmín	Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Maíz
Menta o mamey	Gorgojo de los granos (<i>Sitophilus zeamais</i>)	Maíz
Ajo	Trips (<i>Hercotrips insularis</i>)	Maíz
Tabaco	Acaros (<i>Schizotetranychus orizae</i>)	Arroz
Papaya	Falso carbón (<i>Ustilaginoideae virens</i>)	Arroz
Crisantemo	Mosca blanca (<i>Bemesia tabaci</i>)	Tomate

Dentro de la familia Piperaceae, se destaca que especies del genero Piper, están constituidos por alcaloides, amidas como isobutilamina, piperidina y pirrolidina, propenilfenoles, lignanos, neolignanos, terpenos, flavonoides, kawalactonas, butenólidos y epóxidos del ciclo hexano entre otros (Celis *et al.*, 2008). En muchas ocasiones las plantas llevan en su sistema sustancias químicas que repelen o envenenan al insecto, o bien modifican su morfología estructural para evitar el daño o, en su caso, disminuir los efectos de las plagas (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2007).

Los extractos pueden ser repelentes como en el caso del tanaceto y el ajenojo, o pueden ser directamente tóxicos como el pelitre y la causía, estas sustancias pueden utilizarse profilácticamente, posiblemente complementadas con polvo de rocas o extractos de ruibarbo y ortiga que se cree que actúan como irritantes (Molina, 2001).

Para desarrollar un control biológico por conservación, en el combate de Nóctuidos en el cultivo del maíz, es necesario tener en primer lugar un claro conocimiento de las comunidades de Nóctuidos presentes en el cultivo del maíz, y de sus enemigos naturales nativos, la bioecología tanto de los herbívoros como de los enemigos naturales nativos, así como sus fluctuaciones estacionales y su relación con las condiciones ambientales, del ambiente protegido que promuevan o reduzcan sus poblaciones (Paredes *et al.*, 2013).

El control de los Nóctuidos, como lo es el gusano cogollero (*S. frugiperda*) en el cultivo del maíz, está determinado principalmente por medidas de tipo químico y cultural, dejando a un lado métodos alternativos como el control biológico por conservación. Este tipo de control, puede llegar a ser muy efectivo si se implementa

correctamente; esto implica tomar medidas de conservación, planificación de agroecosistemas y diseño del paisaje, de tal manera que se promueva el aumento en la diversidad de los enemigos naturales que se encuentran viviendo en ese lugar. De los agentes potenciales en el control biológico, los depredadores y parasitoides, son catalogados como los de mayor eficiencia. Desafortunadamente, estos agentes son los que han visto más afectados por la simplificación ambiental de los agroecosistemas (monocultivos) y la utilización de productos químicos para la protección del cultivo (Vilaseca *et al.*, 2008).

4.6 Métodos de control biológico de plagas

El control biológico fue originalmente definido como la acción de parásitos, depredadores o patógenos que mantienen poblaciones de otros organismos a un nivel más bajo de lo que pudiera ocurrir en su ausencia (Guedéz *et al.*, 2009).

El control biológico, lucha biológica, o bio-control, se consideran una de las técnicas preferibles a aplicar en el control de plagas, por sus innegables ventajas ambientales.

Podemos distinguir entre lucha microbiológica, si se utilizan microorganismos entomopatógenos (virus, bacterias, hongos, nematodos, etc.) y lucha macrobiológica si se usan enemigos naturales artrópodos (insectos, ácaros, arañas) llamándose a este último lucha biológica (Jacas *et al.*, 2005).

No todas las estrategias seguidas actualmente por el control biológico entrañan la misma cantidad de riesgo, sino que son mayores en las técnicas llamadas de control

clásico e inundativas que en el de conservación (Alomar y Albajes, 2005).

El control biológico tiene varias ventajas ya que la estrategia se dirige a una especie de plaga particular, mientras se mantiene la población de la plaga por muchos años por debajo del nivel en el cual no causa daños económicos. En el largo plazo, el control biológico es uno de los métodos más baratos, seguros, selectivos y eficientes para controlar plagas, la ventaja más sobresaliente del control biológico es que no contamina el ambiente y no destruye la vida silvestre (Nicholls, 2008).

4.6.1 Por conservación

El control biológico por conservación consiste en la modificación de las prácticas culturales para favorecer el desarrollo de los agentes de control biológico. También permite la integración de los enemigos naturales en sistemas de manejo de plagas de cultivos donde se abusa de los plaguicidas y están estrechamente asociados a la agricultura orgánica, aunque no están limitados a ésta, tales como los cultivos de cobertura, cultivos intercalados, refugios y las plantas en hilera como recurso para los enemigos naturales (Pacheco *et al.*, 2008).

El primer paso para un programa de control biológico consiste en conservar (promover la actividad, supervivencia y reproducción) a los enemigos naturales nativos (o ya presentes en el cultivo), a fin de incrementar su impacto sobre las plagas. El control biológico por conservación cubre dos actividades muy diferentes: proteger a los enemigos naturales de los plaguicidas y preparar a los cultivos como hábitats para los enemigos naturales (Obregón *et al.*, 2012).

4.6.2 Por introducción

La justificación ecológica del control biológico por introducción o clásico se fundamenta en que muchas especies invasoras alcanzan altas densidades debido a la ausencia de enemigos naturales especializados que se encuentran en el agroecosistema los cuales se vieron afectados por los plaguicidas u otros factores (Van Driesche *et al.*, 2007).

4.6.3 Por incremento

El control biológico aumentativo consiste en la liberación del enemigo beneficioso en cantidades elevadas o en cantidades bajas, esperando que se multiplique en el cultivo (Paredes, 2005). En este tipo de estrategia, la cría y liberación de enemigos naturales, no contempla la posibilidad de que se establezcan en el agroecosistema de una manera estable para poder realizar el control, sino lo que se pretende es que se realicen las acciones del control en un momento determinado con el fin de detener el crecimiento de la plaga objetivo a niveles en los que no se puedan realizar daños sobre el cultivo (Landis *et al.*, 2000).

4.7 Agentes de control biológico

Existen 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 (hospedero),

los huevos dan lugar a larvas que se desarrollan mientras se alimentan del hospedero y causan su muerte. Por último, de esas larvas surgen nuevos parasitoides (Miñarro, 2004).

4.7.1 Parasitoides

Los insectos parasitoides son los enemigos naturales más utilizados en el control biológico aplicado y juegan un papel fundamental en el control biológico natural. De 1,193 enemigos naturales empleados en proyectos de control biológico, el 76 % fueron parasitoides y los 24 % restantes fueron depredadores; entre las especies parasitarias el 84 % fueron del orden Hymenoptera, 14 % correspondiente a Díptera, y el 2 % restante a otras órdenes (Alvarado, 2010). Existen varias clases de plagas: ocasionales, constantes y severas. Entre las causas de aparición de una plaga se encuentran: cambio o simplificación de un ecosistema para transformarlo en un mono cultivo y transporte de una especie de un área donde el organismo forma parte de un ecosistema balanceado a otro ecosistema o área donde no existe (Rodríguez y Arredondo, 2007).

4.7.2 Depredadores

Los órdenes de insectos depredadores más representativos son Hemíptera, Coleóptera, Díptera y Neuróptera. Entre las especies de ácaros, la familia

Phytoseiidae contiene un gran número de especies depredadoras. Los insectos y ácaros depredadores capturan y matan a su presa para alimentarse y a diferencia de los parasitoides, generalmente consumen varias presas para completar su desarrollo (Ripa *et al.*, 2007).

Los insectos y ácaros depredadores de especies plagas suelen alimentarse de varias presas a lo largo de su vida. Las larvas y adultos suelen ser móviles y pueden ser ambos depredadores. Los depredadores que realizan un control biológico natural, necesitan consumir más de una presa para completar su ciclo de vida. Algunos depredadores se alimentan indistintamente de insectos dañinos y benéficos (Badii *et al.*, 2006).

4.7.3 Entomopatógenos

Los entomopatógenos producen una micosis (enfermedad por hongos) en los insectos plaga, son comunes y ampliamente distribuidos, pueden regular o causar una alta mortalidad en poblaciones de los insectos, mediante epizootias espectaculares. Esto ilustra el potencial que los hongos tienen para manejar las plagas y utilizarlos como agentes de control microbiológico. Existen más de 700 especies de hongos entomopatógenos en aproximadamente 100 géneros que se presentan con una distribución mundial, sin embargo solamente unos pocos son estudiados en forma intensiva. Los hongos se encuentran asociados con insectos que viven en diversos hábitats, por su particular manera de infección, son los principales microorganismos que infectan insectos chupadores como áfidos, mosquita blanca, escamas, chicharritas y chinches (Rodríguez *et al.*, 2010)

4.8 Indicadores biológicos

Como los artrópodos son tan abundantes y, a menudo, tan sencillos de muestrear, no debe sorprender que hayan sido muy usados para indicar cambios en las condiciones ambientales. Sin embargo, no está claro si estamos usando realmente indicadores, esto es, anunciadores de algún cambio ambiental, o estamos viendo como un grupo particular de organismos responden a ciertas condiciones ambientales cambiantes. Muchos estudios muestran cómo un grupo en particular responde unos cambios ambientales, y entonces se dice que son buenos indicadores. Se ha dicho que el uso de indicadores es más efectivo cuando está respaldado por una cierta predicción de las respuestas de cierto taxones al estrés y las perturbaciones ambientales (Arnaldo *et al.*, 2010).

4.8.1 Indicadores ambientales

Especie o grupo de especies que responde de modo predecible, de tal forma que es fácil observar y cuantificar, a los cambios o perturbaciones en el estado del medio (Alba-Tercedo, 1994).

4.8.2 Indicadores ecológicos

Taxón que demuestra los efectos del cambio ambiental en sistemas bióticos, más que simplemente la medida de los cambios en el estado del medio (Barrientos y Rodríguez, 1994).

4.8.3 Artrópodos de la biodiversidad

Taxones que permiten estimaciones, por ejemplo, taxones superiores (familias), riqueza de especies (que pueden ser morfoespecies), rarezas, endemismos, taxones alternativos o especies emblemáticas (Eman *et al.*, 2009).

4.9 Bioindicadores para manejo fitosanitario del agroecosistema maíz

Idealmente un bioindicador fitosanitario de plagas del agroecosistema es una correlación lineal con las entidades o aspecto de la biodiversidad bajo evaluación. Diferentes motivaciones para evaluar entidades o aspectos de biodiversidad, llevan a diferentes sistemas de valores, sus bioindicadores pueden no correlacionarse en absoluto. Para la evaluación de la biodiversidad en los paisajes agrícolas, se propone tres índices, cada uno de ellos consiste en una cesta de indicadores concordantes (Duelli y Obrist, 2003).

4.9.1 Estrategia para determinar los bioindicadores

Representan los tres sistemas de valores, “conservación” (protección y mejora de especies raras y amenazadas), “ecología” (resistencia ecológica funcionamiento de los ecosistemas basados en la diversidad de especies) y “control biológico” (diversidad de antagonistas de organismos potencialmente plagas). La calidad y fiabilidad de los indicadores comúnmente utilizados, podrían y deberían ser

probados con un enfoque de tres pasos:

1. En primer lugar hay que definir las motivaciones y los sistemas de valores y sus correspondientes aspectos o entidades de la biodiversidad.

2. En una segunda etapa que consume mucho tiempo, una serie de hábitats tienen que ser muestreados tan completamente como sea posible, con respecto a uno o varios de los tres sistemas de valor o motivaciones.

3. Por último, es probar las correlaciones lineales de una elección de bioindicadores fácilmente medibles con las entidades cuantificadas en la segunda etapa.

Los bioindicadores son un eje central para una toma de decisiones y una gestión adaptativa efectiva. Pueden evaluar el progreso y el éxito de las políticas y construir un “sistema de alerta temprana” para la detección de problemas emergentes. También pueden emplearse para sensibilizar en torno a un problema y poner las respuestas en contexto. A través de todas estas funciones, los bioindicadores fitosanitarios ofrecen una importante interfaz entre la política y la ciencia relacionada con la biodiversidad, para ayudar a simplificar esta compleja cuestión.

En el cuadro 2 se muestra los pasos que nos indican cómo hacer el bioindicador fitosanitario de plagas de agroecosistema maíz. Los indicadores fitosanitarios se seleccionan para responder a las necesidades del usuario específico. Las consultas con los interesados también pueden superponerse en términos de tiempo y finalidad con el paso del desarrollo de los indicador fitosanitarios.

Cuadro 2. Pasos para hacer un bioindicador fitosanitario de plagas del agroecosistema maíz.

Pasos	Bioindicador
1	Identificación y consulta a los sectores interesados al público
2	Identificación de los objetivos y de los propósitos de gestión
3	Determinación de las preguntas claves y uso del indicador fitosanitario
4	Desarrollo de un modelo conceptual
5	Identificación de posibles indicadores fitosanitarios
6	Recopilación y revisión de los datos
7	Calculo de indicadores fitosanitarios
8	Comunicación e interpretación de los indicadores fitosanitarios
9	Desarrollo de sistemas de seguimiento y elaboración de informes
10	Revisión y redefinición de los bioindicadores fitosanitarios con los sectores interesados

4.9.2 Características de los bioindicadores

Por lo tanto un bioindicador fitosanitario exitoso debe ser:

- Científicamente válido (existe una teoría aceptada de la relación entre el indicador fitosanitario y su finalidad, con consenso, en el sentido de que un cambio en el bioindicador fitosanitario, indica un cambio en la cuestión de que se trate, los datos son fiables y verificables).
- Basado en los datos disponibles.
- Reactivo a los cambios en la cuestión de interés.
- Fácilmente comprensibles (como se vincula la medida con la finalidad, su presentación y la interpretación de los datos).
- Relevantes para las necesidades del usuario.
- Utilizado para medir progresos, alertar tempranamente de problemas, comprender una cuestión, informar y sensibilizar.

4.9.3 Ejemplos de bioindicadores

Las arañas se ubican en niveles intermedios de las cadenas tróficas y es importante su rol como depredadores de herbívoros, (Young y Lockley, 1985). Existen especies de arañas asociadas a ambientes con cierto grado de modificaciones. Algunas arañas se relacionan con ambientes urbanos y son indicadores de impacto antrópico (Simón *et al.*, 2011). Por lo tanto, desde hace un tiempo existe un gran interés en la utilización de las arañas para el monitoreo ambiental y para el establecimiento de medidas de prevención (Taylor y Doran, 2001), este tipo de insectos por su naturaleza, son capaces de tener un efecto importante en los agroecosistemas, en especial del maíz, ya que sea demostrado que son muy buenos indicadores de la disminución de poblaciones de muchas especies que actúan como plaga, como por ejemplo saltamontes (Cicadellidae), trips (Thysanoptera), y áfidos (Aphididae) (Maloney, *et al.*, 2003).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación de las áreas experimentales

El primer sitio de muestreo de insectos se realizó en el Campo experimental Pabellón (INIFAP) Aguascalientes, (N 22°10'72", W 102°17'648", N 22°10'134", W 102°17'649", N 22°10'136", W 102°17'514", N 22°10'71", W 102°17'513"). Con una precipitación anual de 427.46 mm Se sembró variedades VS-201, VS-202. En este sitio el cultivo fue regado con agua de pozo.

El segundo sitio fue en la localidad de Poetas Mexicanos, en el Municipio de Jesús María Aguascalientes (N 21°58'739", W 102°21'356", N 21°58'681", W 102°21'356", N 21°58'718", W 102°21'349", N 21°58'703", W 102°21'471"), se realizó muestreos de insectos con riego de temporal y donde se sembró la variedad Cafime. El tercer sitio fue en el Instituto Tecnológico El Llano, Aguascalientes (ITEL) (N 21°48'38.74", W 102°69'.17", N 21°48'45.63", W 102°67.930", N 21°48'41.20", W 102°6'2.220"), con la variedad Criollo Azteca, se regó con agua de pozo cuando fue necesario. El cuarto sitio se localizó en el rancho El Lucero en el Municipio de El Llano Aguascalientes (N 21°42'.054", W 102°09'3.55", N 21°48'1.154", W 102°09'04.240"), con la variedad INIFAP V562, y cultivado en condiciones de temporal.

5.2 Colecta de insectos

Se utilizaron trampas de feromona (Figura 1), de atracción sexual para *S. frugiperda*, las cuales fueron revisadas cada semana.



Figura 1. Trampa de feromona.

En la Figura 2, se muestra la distribución de las trampas de feromona en el predio del INIFAP localizado en el municipio de Pabellón de Arteaga. Este predio contó con 85 surcos, divididos en cuatro partes y por cada 21 surcos, se realizó colecta de insectos con una red entomológica (Figura 3).



Figura 2. Parcela experimental de cultivo del maíz donde se realizó la colecta de insectos (INIFAP).



Figura 3. Red entomológica.

En la Figura 4, se muestra la distribución de las trampas de feromona en el predio de Poetas Mexicanos, de Jesús María.

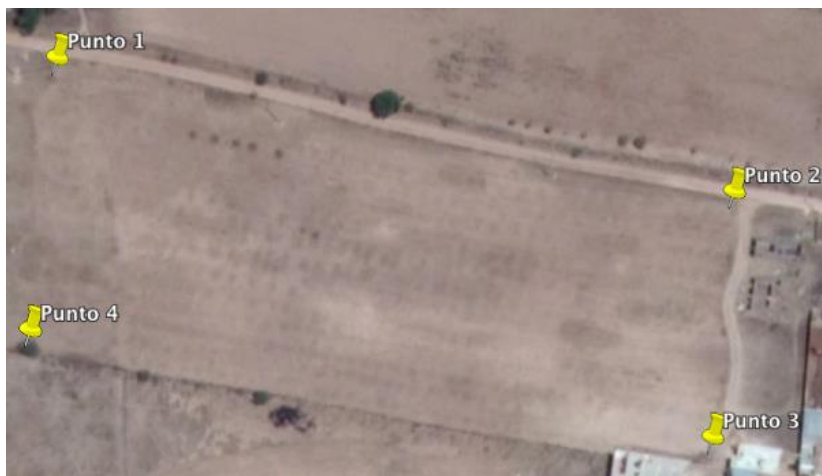


Figura 4. Parcela experimental de cultivo del maíz donde se realizó la colecta de insectos (Poetas Mexicanos).

En la Figura 5, se muestra las trampas de feromona distribuidas en el predio ITEL en el Municipio de El Llano. Esta parcela contó con 110 surcos, la distancia entre surcos fue de 30 cm. Esta cantidad de surcos se dividieron en cuatro y cada 27 hileras utilizó la red entomológica para la captura de insectos (figura 3).



Figura 5. Parcela experimental de cultivo del maíz donde se realizó la colecta de insectos (ITEL).

5.3 Colecta de material vegetativo

Se colectaron plantas arvenses en los alrededores de los cuatro predios antes mencionados, en tres épocas diferentes del año, la primera fue antes de la siembra, la segunda durante el desarrollo del cultivo y la última antes de la cosecha. Las colectadas se colocaron en papel periódico y entre dos cartones amarradas en una prensa y se llevaron al herbario del Instituto Tecnológico de Tlajomulco Jalisco, para su identificación.

5.4 Preparación de extractos de plantas

5.4.1 Extracción anólica

Se molieron 0.50 kg de cada planta arvenses hasta tener partículas finas, se colocó el material molido en 1000 ml de alcohol etílico al 50 % durante una semana un recipiente de vidrio cerrado, todo los días se agitó unos minutos, se filtró y se guardó el líquido en un frasco oscuro para su posterior aplicación.

5.4.2 Extracción en agua

Se utilizó agua como disolventes, se trituraron 0.50 kg de cada una de las plantas, (previamente secadas a la sombra), las plantas trituradas por separado se colocaron en un litro de agua previamente calentada (100 °C) durante 15 min, se filtró y al líquido obtenido se aforó con agua a un litro.

5.5 Obtención del material biológico

Las larvas de *S. frugiperda* se obtuvieron de una parcela comercial de maíz del Rancho Medio Kilo, localizado en el Municipio de San Francisco de los Romo en frascos de recepción de insectos (Figura 6), se colectaron manualmente larvas de segundo y tercer instar, las cuales se trasladaron a las instalaciones de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, para los bioensayos, para el caso de las larvas de *Chrysoperla carnea* (Neuróptera: Chrysopidae) del segundo instar se obtuvieron de una empresa comercial, los gorgojos de la especie *S. zeamais* se obtuvieron de maíz infestado.



Figura 6. Frasco de recepción de insectos.

5.6 Bioensayos con el olfatómetro

5.6.1 Bioensayo con *C. carnea*, *S. frugiperda* y *S. zeamais*

Para los bioensayos se utilizó un olfatómetro con un tubo de vidrio en forma de “Y” (Figura 7), conectado a una bomba de vacío Barnant Co. Modelo 400-3901, en cada uno de los brazos se colocó un tubo de plástico transparente de 15 cm con un pequeño matraz de 50 ml al final, donde se colocó un papel filtro de 3 x 3 cm, en uno el testigo (alcohol o agua) y en el otro el extracto a probar (5µL) para cada corrida, una vez hecho esto, los insectos vivos se colocaban en la base de la “Y” y se registraba su movimiento hacia el extracto o hacia el testigo, registrando al menos 12 casos positivos para cada extracto probado. Los registros de repelencia y atracción se ordenaron y se graficaron para determinar los mejores resultados y seleccionar los mejores repelentes para el los siguientes experimento.



Figura 7. Tuvo en "Y" del olfatómetro para estudiar el comportamiento de larvas de Insectos.

5.7 Experimentos en diferentes localidades para determinar el efecto de extractos plantas sobre *S. frugiperda*

5.7.1 Agroecosistema maíz contra *S. frugiperda* en San Francisco de los Romo, Aguascalientes.

Se utilizaron cinco surcos, en cada surco se dejó 3.5 metros de control al inicio y al final, cada repetición fue de 10 metros con 52 plantas aproximadamente, entre cada repetición se dejó un espacio de dos metros, se realizó una distribución completamente al azar, en el cual se dividió en 10 tratamientos y tres repeticiones (Figura 8).

T2R3	T5R3	T4R3	T10R3	T7R3
T3R3	T1R3	T8R3	T6R3	T9R3
T6R2	T5R2	T10R2	T3R2	T8R2
T9R2	T4R2	T2R2	T7R2	T1R2
T1R1	T7R1	T10R1	T5R1	T8R1
T3R1	T6R1	T4R1	T9R1	T2R1

Figura 8. Distribución de los tratamientos en la parcela experimental San Francisco de Los Romo.

5.7.2 Especies arvenses utilizadas como extractos

Los extractos vegetales en infusión fueron *Sonchus oleraceus* (Asterales:Asteraceae), *Bromus catharticus* (Poales:Poaceae), y los extractos en alcohol fueron *Bromus catharticus*, *Sonchus oleraceus* (Asterales:Asteraceae), *Solanum nigrecens* (Salanales:Solanaceae), *Pennisetum clandestinum* (Poales:Poaceae), *Melilotus indicus* (Fabales:Fabaceae), *Parthenium hysterophorus*

(Asterales:Asteraceae), *Reseda luteola* (Bassicales:Rosedaceace). Y se utilizó un tratamiento comercial diferente cada semana y fueron: Trilogy® extracto derivado del Neem 16/05/2018, Azadirect® , extracto derivados de cítricos, 31/05/2018, 07/06/2018, Ardore® extracto base chile, 12/06/2018, 22/06/2018, 29/06/2018, 05/07/2018, 12/07/2018, 19/07/2018, 26/07/2018, 03/08/2018 Crisatop® 03/08/2018. Las aplicaciones se realizaron mediante la técnica de aspersión, a través de una bomba de aspersión cuando el cultivo estaba en etapa inicial, (15 cm) de altura, que fue a las dos semanas de la siembra, se evaluarán los extractos contra gusano cogollero (*S. frugiperda*), usando los extractos con mayor respuesta en los bioensayos en el olfatómetro. La forma de aplicación para cada uno de los extractos fue 5 ml, se utilizó una jeringa de 5 ml para tomar el extracto, se mezcló el extracto en medio litro de agua, se colocó la mezcla en la bomba de aspersión y se colocó 1.5 ml de Azidol® (geles solubles de opuntias-crasuláceas, saponinas naturales de agaváceas) como fijador, se asperjó en todas las plantas en cada una de las repeticiones, hasta completar los nueve extractos seleccionados y como tratamiento 10 se utilizó un extracto comercial diferente cada semana.

En 14 semanas, se hizo una aplicación cada semana, del 23 de mayo al 26 de septiembre del 2018, desde el desarrollo del cultivo hasta su cosecha para observar el efecto de los extractos en todas las etapas. Cada semana se realizaron muestreos manuales a 20 plantas por repetición, para observar masas de huevecillos, si se veía presencia de larvas de *Spodoptera frugiperda*, y la presencia de enemigos naturales.

5.7.3 Agroecosistema maíz contra *S. frugiperda* en El Llano, Aguascalientes.

El día 21 de Junio del 2018, trascurrido dos semanas de la siembra, se realizó el montaje del experimento, primero se contaron el número de surcos, después se dividieron en 10 para cada uno de los tratamientos, cada surco se dividió en tres partes iguales, se realizó una distribución completamente al azar (figura 9),

la cual se dividió en 10 tratamientos y tres repeticiones, en cada surco se dejó 3.5 m al inicio y al final, cada repetición fue de 30 m, con 160 plantas aproximadamente, en cada repetición se dejó un espacio de dos metros, separando con estacas para diferenciar cada repetición.

5.7.4 Agroecosistema maíz contra *Helicoverpa zea* en San francisco de Los Romo, Aguascalientes.

Aquí se realizó un muestreo al azar en el cual se tomaron cinco mazorcas de cada una de las repeticiones, de tal forma que teníamos 15 mazorcas de cada tratamiento, se tomaron los datos de la infestación del gusano elotero, se separaron las bolsas de cada tratamiento, se abrió la bolsa de la repetición uno, las cinco mazorcas se les quito las hojas, se anotó las cinco mazorcas que mostraron daño por el gusano elotero, después se medía la mazorca con una regla, se anotaba el tamaño (cm) para luego determinar el daño provocado por el gusano elotero.

T2R1	T2R2	T4R3	T8R2	T1R1
T3R3	T7R1	T8R3	T6R3	T9R3
T6R2	T5R2	T9R2	T10R3	T2R3
T10R2	T4R2	T5R3	T7R2	T1R2
T7R3	T1R3	T10R1	T5R1	T3R1
T8R1	T6R1	T4R1	T9R1	T3R2

Figura 9. Distribución de los tratamientos en a parcela experimental Rancho El Lucero.

5.7.5 Agroecosistema maíz en el Estado de Aguascalientes

El experimento inició cuando el cultivo tenía una semana de emergido, para estas pruebas, los primeros y los últimos 5 surcos se dejaron como testigo, después del quinto surco se aplicó el extracto *B. catharticus*, ya que fue el que atrajo mayor

cantidad de insectos depredadores en los experimentos anteriores, se dejaron otros cinco surcos de separación y se aplicaron *P. clandestinum*, (extracto con mayor repelencia a la plaga *S. frugiperda*). Por último se dejaron otros cinco surcos de separación donde se aplicó *P. hysterothorus*, (extracto con atracción a enemigos naturales y repelencia de plagas), en este experimento se evaluó cantidad de masas de huevecillos visibles, el número de larvas de *S. frugiperda*, daño de la planta, enemigos naturales visibles, los cuales se revisaron cada semana después de cada aplicación.

5.7.6 Evaluación de las trampas de feromona contra *S. frugiperda*.

Para este experimento se utilizó una hectárea de maíz en el Municipio de el Llano, se colocó una trampa de feromona de atracción sexual para *S. frugiperda*, que contenía cis-7-dodecenyl-acetato (Z-7-DDA), con 0.02 mg, colocada cada 300 m en la periferia del lote, desde un mes antes de la siembra, cuando el cultivo emergió, se colocaron más trampas de feromona, una cada 50 m, las trampas estuvieron a una altura de un metro del nivel del suelo, el atrayente fue cambiado cada cuatro semanas, las trampas se revisaron dos veces a la semana, se registraron la cantidad de insectos capturados por trampa, las trampas fueron constituidas en un recipiente de plástico de 21.5 cm de diámetro y 8.5 cm de altura, y una cubierta de plástico como techo, el centro del techo presentó una perforación a través de la cual se introdujo un trozo de alambre del no.18 de 14 cm de longitud, para suspender el dedal de goma impregnado con la feromona, los recipientes se

llenaron con agua hasta 1 cm antes del borde y se le aplicó una pequeña cantidad de detergente en polvo (lo que se contuvo entre el dedo índice y pulgar) con el fin de romper la tensión superficial del agua.

5.7.7 Evaluación de un tratamiento convencional contra *S. frugiperda*, en el agroecosistema maíz.

Se utilizó una parcela de una hectárea en el cual se le dio un tratamiento convencional (con aplicación de agroquímicos), en el cual se registró cantidad de masa de huevecillos, larvas visibles, daños de la planta, enemigos naturales visibles, cada ocho días después de la primera semana de emergido el cultivo.

5.7.8 Evaluación de los extractos arvenses contra *S. zeamais* y *P. truncatus* en granos de maíz almacenado

Para los experimentos se utilizaron 40 frascos de plástico de 250 ml con 300 granos de maíz sano, se colocaron grupos de 10 insectos (*S. zeamais* y *P. truncatus*). Para la aplicación de los extractos en infusión y etanólicos se utilizó un atomizador comercial, donde se aplicó 5 ml cada semana, a la quinta semana, se midieron las variables mortalidad, el porcentaje de granos dañados y la pérdida de peso. Se realizó un diseño experimental completamente al azar, N = 40, con 11 tratamientos (testigos agua), cuatro repeticiones, los datos se procesaron con el paquete estadístico SAS versión 9.0, realizando un ANOVA y la prueba de Tukey al 95%, tanto para los extractos en infusión como los etanólicos.

5.7.9 Evaluación de los extractos arvenses para *S. frugiperda*

Para este experimento se utilizó el extractos que obtuvo mayor porcentaje de repelencia de *S. frugiperda* (*S. nigrescens*), también se utilizaron los extractos que mayor porcentaje de atracción de enemigos naturales (*R. luteola*, *P. hysterothorus*), en el experimento 4. Para el experimento se utilizó un muestreo completamente al azar, usaron tres surcos dejando dos surcos entre cada experimento como barrera, cada surco se dividieron en tres repeticiones, se aplicaron los extractos cinco ml, cada semana, desde la emergencia del cultivo hasta la sexta semana, que es cuando la plaga tiene mayor actividad. Las variables registradas fueron: número de larvas por planta, cantidad de masas de huevecillos, daño de las plantas, enemigos naturales visibles, y plagas secundarias.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Colecta de insectos

En total se identificaron 9,216 insectos en todos los predios. Pudiendo haber sido mucho más ejemplares capturados, pero como en la temporada que se realizaron los muestreos, había muchos días muy calurosos encontrando las trampas de feromonas fuera de funcionamiento por la evaporación del agua en su interior, (Gaukar 2010), menciona que los factores ambientales son primordiales para obtener una buena colecta de insectos. Encontrando una variedad de familias, Noctuidae, Chrysomelidae, Scarabidae, para insectos plagas, Coccinellidae, Chrysopidae, Syrphidae, para depredadores Ichneumonidae, Braconidae, para parasitoides.

6.1.1 Presencia de enemigos naturales

6.1.2 Depredadores

Los insectos encontrados que actúa como depredadores en el cultivo del maíz fueron diversos, con un total de 264, con mayor cantidad en la parcela experimental en el Municipio de Pabellón de Arteaga, seguido por Jesús María y por último en el Municipio El Llano.

En el Municipio de Pabellón de Arteaga se encontraron 122 de tres principales

familias (Cuadro 3), de la familia Coccinellidae se encontraron 33 ejemplares, la trampa que más insectos capturó fue la trampa de feromona uno, con 12 ejemplares y en la que menos insectos se recogieron, fue entre la trampa de feromona cuatro y la red entomológica con tres ejemplares cada una. De la familia Chrysopidae del genero *Chrysoperla* se obtuvieron 23 ejemplares, recolectando más la trampa de feromona tres con siete ejemplares y la que menos ejemplares obtuvo fue la trampa de feromona 2 con dos insectos, de la familia Syrphidae 30 ejemplares se recolectaron, la trampa de feromona dos fue en la que más insectos cayeron con 24 ejemplares, y la trampa de feromona cuatro fue la que menos ejemplares de insectos obtuvo con siete.

Cuadro 3. Insectos depredadores colectados en la parcela experimental en Pabellón de Arteaga.

Trampas de feromona	Coccinellidae	Chrysopidae (<i>Chrysoperla</i>)	Syrphidae
1	12	6	13
2	5	2	24
3	10	7	10
4	3	4	7
Redeo	3	4	12

Se realizó una prueba Duncan al 0.05% (Apendice A) para determinar la efectividad de las trampas de feromonas. Se capturaron depredadores en el municipio de Pabellón de Arteaga. (Rodríguez *et al.*, 2015). En el 2011 se realizaron trabajos de colecta e identificación de fauna benéfica en la región de Magallanes en la República de Chile, encontrando al igual que en este trabajo de colecta e identificación, el orden coleóptera y específicamente la familia Coccinellidae, como una gran familia de importancia en los agroecosistemas del mundo, ya que en su

etapa adulta como en la larvaria son grandes depredadores de insectos herbívoros, por lo que son utilizados mucho como controladores de plagas en la agricultura (Zúñiga-Reynoso, 2011).

Valencia *et al.*, (2006), reporta que el conocimiento de la variedad de la familia Chrysopidae son muy escasas en México, si se compara con la información que se tiene en otros países, por eso la importancia de hacer estudios que incremente el conocimiento de estos insectos (variabilidad de géneros y especies) que hay en cada estado de la Republica, como sus hábitos alimenticios. Thompson (1982) encontró insectos conocidos como moscas de flor, indicando que en su estado larvario, tienen como alimento, algunos de los insectos que están reportados como plagas (áfidos y trips).

En la trampa de feromona 1 se obtuvo un promedio de 1.3 Coccinellidae, un promedio de 0.78 Chrysopidae, y 1.3 de Syrphidae, en la trampa de feromona 2 se obtuvo 0.55 Coccinellidae, 0.22 Chrysopidae y 1.9 de Syrphidae, en la trampa de feromona 3 se obtuvo un promedio de 1.2 Coccinellidae, un promedio de 0.78 Chrysopidae, y 1.1 de Syrphidae, En la trampa de feromona 4 se obtuvo un promedio de 1 Coccinellidae, un promedio de 0.33 Chrysopidae, y 1.4 de Syrphidae.

En la parcela de Jesús María se encontraron 102 ejemplares de tres principales familias (Cuadro 4), de la familia Coccinellidae se encontraron 31 ejemplares, capturando más ejemplares la red entomológica, y en la que menos insectos fue la trampa de feromona. De la familia Chrysopidae del género *Chrysoperla* (Figura 10), se obtuvieron 17 ejemplares, capturando más la trampa de feromona tres y la que menos capturó fue la trampa de feromona cuatro, de la familia Syrphidae 54

ejemplares, la red entomológica fue la que más insectos capturó, y la trampa de feromona uno fue la que menos capturo.

Cuadro 4. Comportamiento de la población en la colecta de insectos depredadores en la parcela experimental Jesús María, Aguascalientes.

Trampa de feromona	Coccinellidae	Chrysopidae (<i>Chrysoperla</i>)	Syrphidae
1	5	4	3
2	5	2	10
3	7	6	11
4	2	2	14
Redeo	12	3	16



Figura 10. *Chrysoperla* sp.

Flores-Mejía y Salas-Araiza, (2004) con su trabajo de campo e investigación pudieron demostrar que la familia Coccinellidae, que tienen la capacidad de controlar fitófagos como áfidos, mosquita blanca, escamas, araña roja, en general los insectos herbívoros de cuerpo blando, pero muchas veces no se le da la importancia, debido a que el agricultor solo tiene el conocimiento de la catarinita *Hippodamia convergens* (Coleóptera: Coccinellidae) que es de un tamaño visible y muchos insectos de la

familia Coccinellidae, tienen tamaños muy pequeños de tal forma que pasan desapercibidos por el agricultor, al no ver a estos insectos, creen que no hay depredadores controlando los insectos plaga, aplicando rápidamente acciones como el uso de agroquímicos. Es muy importante entender que la aplicación de agroquímicos no dañen nada más a los insectos que actúan como plagas en el agroecosistemas, sino también a los insectos benéficos como lo es *Chrysoperla*, que en su estado larvario es conocida como leones de áfidos, (son los depredadores más voraces) alimentándose de insectos de cuerpos blandos, lo mismo que de huevos y larvas de lepidópteros (Giffoni, *et al.*, 2007). En familia Syrphidae se encuentran insectos que son llamados la mosca de las flores (Zamora-Carrillo, *et al.*, 2011) al igual que se hizo en este trabajo, ellos agruparon a estos insectos como depredadores, ya que pueden controlar la abundancia de hormigas, debido a la gran variedad de los hábitos alimenticios, pueden formar parte de un indicador medioambiental también tienen una gran capacidad de actuar como polinizadores y depredadores.

En la parcela demostrativa El Llano, se encontraron 40 ejemplares de tres principales familias (Cuadro 5), de la familia Coccinellidae 18 ejemplares, capturando más la trampa de feromona uno y la que capturo menos insectos fue la red entomológica, de la familia Chrysopidae del género *Chrysoperla*, la trampa de feromona cuatro y la red entomológica capturar la misma cantidad de ejemplares, de la familia Syrphidae (Figura 11), 20 ejemplares, la trampa de feromona uno fue la que más insectos capturó, y la trampa de feromona dos la que menos insectos se encontraron.

Cuadro 5. Colecta de insectos depredadores en El Llano, Aguascalientes (ITEL).

Trampas de feromona	Coccinellidae	Chrysopidae	Syrphidae
1	9	0	8
2	5	1	5
Redeo	4	1	7



Figura 11. Syrphidae.

Se realizó una prueba Duncan al 0.05% (Anexo B) para ver la efectividad de las trampas del Llano, se encontró gran variedad de depredadores. De la misma forma se han encontrado gran variedades de insectos de la familia Coccinellidae, (Acorn, 2007), reporta 57 géneros y 475 especies nada más para las parte del norte del continente Americano, siendo este insecto de gran utilidad para el control de plagas agrícolas. (Meisle, *et al.*, 2014) mostraron que algunos insectos que actúan como depredadores de los insectos plagas en los cultivos del maíz de la familia Chrysopidae, en especial del genero *Chrysoperla*, han sido capaz de tolerar algunos agroquímicos que se usan convencionalmente en este cultivo, de tal forma que al encontrarse en situaciones donde no hay insectos plagas que comer, es capaz de

cambiar su hábito carnívoro, y sustituirlos con polen de maíz. La familia Syrphidae, aunque en su estado adulto pueden ser saprófagos, coprófagos, micrófagos, o secundariamente fitófagos, son mayoritariamente especies depredadoras de otros insectos en especial de los áfidos, escamas y trips, es conocido que las larvas de la familia Syrphidae, ejercen tal voracidad sobre sus presas que son consideradas como buenos agentes de control biológico (Figura 12) (Arcaya *et al.*, 2013). El promedio de población de insectos se indica en el Anexo C.

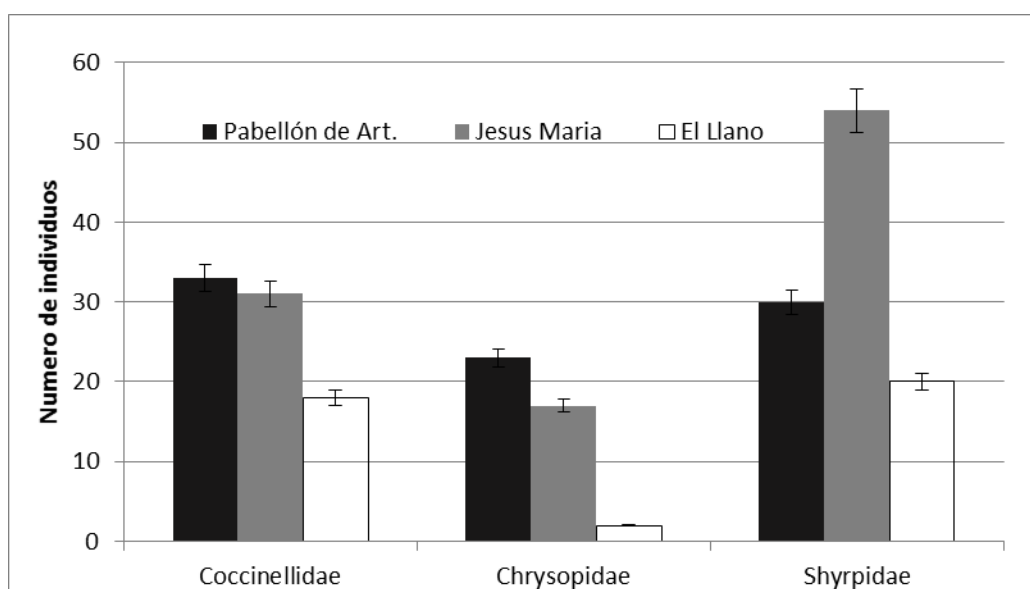


Figura 12. Presencia total de depredadores en la parcela de maíz.

6.1.3 Parasitoides

Se capturaron un total de 133 insectos, encontrando mayor abundancia de parasitoides en el Municipio de El Llano, siguiéndole el Municipio de Pabellón de Arteaga y por último Jesús María. En Pabellón de Arteaga, la trampa de feromona dos fue la que más insectos capturó de la familia Ichneumonidae (Figura 13), de la familia Braconidae la trampa de feromona cuatro fue la que más ejemplares se encontraron (Cuadro 6).



Figura 13 Insecto de la familia Ichneumonidae.

Cuadro 6. Población de insectos parasitoides de la parcela experimental Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (INIFAP).

Trampas de feromona	Ichneumonidae	Braconidae
1	4	6
2	7	2
3	1	2
4	3	10
Redeo	3	7

Se realizó una prueba Duncan al 0.05 % (Cuadro 7) para ver la efectividad de las trampas de feromonas en capturar parasitoides en el municipio de Pabellón de Arteaga. (Ruíz-Cancino, *et al* 2014), reportan que los insectos de la familia Ichneumonidae son insectos parasitoides que durante su desarrollo larvario se alimentan de otros insectos plagas de los agroecosistemas, durante la ovoposición las hembras inyectan sustancia venenosas, que generalmente tienen efecto como: parálisis temporal, interrupción del desarrollo, detención de la muda e incluso puede ocasionar la muerte del hospedero. (Briceño *et al.*, 2009) han reportado que los artrópodos de la familia Braconidae son insectos que actúan como parasitoide y por lo tanto son unos reguladores naturales que en su mayoría parasitan insectos de las familias: Lepidóptera, Coleóptera y Díptera, siendo Koinobiontes endoparasitoides o idiobiontes ectoparasitoides. Esta familia tiene una gran importancia en el balance de los ecosistemas, y la presencia o depredación de algunos pueden reflejarse en las variaciones de las poblaciones de hospederos, de otras especies de herbívoros.

Cuadro 7. Parasitoides con la prueba de Duncan al 0.05% de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (INIFAP).

Trampas de feromona	Ichneumonidae	Braconidae
1	0.44 ± 1.01 ab	0.78 ± 0.97 a
2	0.78 ± 2.30 ab	0.78 ± 1.09 a
3	0.11 ± 0.33 b	0.00 ± 0.00 a
4	0.33 ± 0.70 ab	1.70 ± 1.60 a
Redeo	0.33 ± 1.00 a	0.78 ± 1.09 a

(n=18) Prueba Duncan medias con letras iguales no son significativamente diferentes

En el Municipio de Jesús María se encontraron 32 ejemplares de parasitoides de

dos principales familias (Cuadro 8), de la familia Ichneumonidae se encontraron cuatro ejemplares, capturando más ejemplares la trampa de feromona uno y las que capturaron meno insectos fueron la trampa de feromona dos y la tres, de la familia Braconidae (Figura 14), se obtuvieron 28 ejemplares, capturando más la trampa de feromona y las que menos capturó la trampa de feromona dos.



Figura 14. Braconidae.

Cuadro 8. Insectos parasitoides en la parcela experimental de Jesús María, Aguascalientes (Poetas Mexicanos).

Trampas de feromona	Ichneumonidae	Braconidae
1	2	24
2	0	0
3	0	0
4	1	0
Redeo	1	4

Se realizó una prueba Duncan al 0.05 % (Cuadro 9) en la efectividad de las trampas de feromonas en capturar parasitoides en el Municipio de Jesús María. Se

ha reportado que las hembras de la familia Ichneumonidae depositan en sus hospederos un número variable de huevos blanquecinos ovoides, la mayoría son ectoparasitoides o endoparsitoides, de larvas y pupas de insectos holometábolos, pocos insectos ovipositan en huevos, pero tarde temprano emergen de las larvas o de las pupas, alimentándose primeramente del cuerpo donde emergieron (Perez-Urbina *et al.*, 2010).

Coronado-Blanco y Zaldívar-Riverón (2014) reporta que la avispa parasitoide de la familia Braconidae mata invariablemente a su hospedero, como las larvas de otros insectos herbívoros, la comunidad de estos insectos tienen una gran importancia en la estructura de los ecosistemas, en especial se ha privilegiado, el estudio de los modelos depredador-presa, que prueban que los parasitoides atacan más fitófagos, que cualquier depredador o patógeno.

Cuadro 9. Parasitoides con la prueba Duncan al 0.05 % en el Municipio de Jesús María, Aguascalientes (Poetas Mexicanos).

Trampas de feromona	Ichneumonidae	Braconidae
1	0.22 ± 0.44 b	2.30 ± 6.63 a
2	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 a
3	0.00 ± 0.00 b	0.10 ± 0.33 a
4	0.11 ± 0.33 b	0.0 ± 0.00 a
Redeo	0.44 ± 0.72 a	0.22 ± 0.44 a

(n=18) Prueba Duncan medias con letras iguales no son significativamente diferentes

En el Municipio El Llano se identificaron 56 ejemplares de parasitoides de dos principales familias (Cuadro 10).

Cuadro 10. Colecta de insectos parasitoides El Llano, Aguascalientes (ITEL).

Trampas de feromona	Ichneumonidae	Braconidae
1	12	32
2	1	6
Redeo	0	5

Se realizó una prueba Duncan al 0.05% (Cuadro 11) para ver la efectividad de las trampas de feromonas en capturar parasitoides en el Municipio El Llano. Los insectos de la familia Ichneumonidae son parasitoides que son utilizados como bioindicadores, por que representan la diversidad de los hospederos que atacan y también son de utilidad en trabajos de conservación por ser sensibles a perturbaciones ecológicas especialmente por pesticidas (Rodríguez y Gutiérrez 2014).

Delfino y Burgos (2000) utilizaron a las avispas de la familia Braconidae como un parámetro útil para determinar la diversidad biológica en evaluación de los efectos de las actividades antropogénicas, la importancia del estudio de los braconidos radica cuando menos en dos niveles diferentes. A nivel ecológico, tiene importancia por los efectos reguladores que ejerce sobre poblaciones de insectos herbívoros hospederos. A nivel económico, el grupo ofrece alternativas para el control de plagas en lugar de utilización de agroquímicos. Los braconidos se han utilizado con éxito en el control biológico de plagas en: bosques, frutales, hortalizas, y cultivos básicos como el maíz.

Cuadro 11. Parasitoides con la prueba Duncan al 0.05% en el Municipio El Llano (ITEL).

Trampas de feromona	Ichneumonidae	Braconidae
1	1.44 ± 2.35 a	3.60 ± 8.84 a
2	0.22 ± 0.44 b	0.78 ± 1.64 a
Redeo	0.22 ± 0.66 a	0.33 ± 0.50 a

(n=18) Prueba Duncan medias con letras iguales no son significativamente diferentes

Se encontraron una buena cantidad de insectos parasitoides en los municipios (Figura 15).

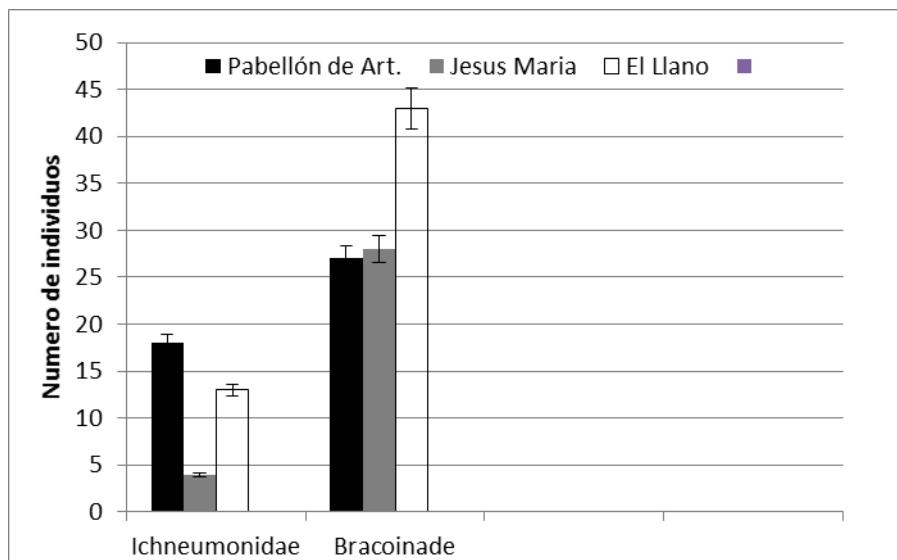


Figura 15. Captura total de parasitoides.

En el Municipio de Pabellón de Arteaga se encontro mayor cantidad de ejemplares de la familia Ichneumonidae seguido por el Municipio del Llano y por ultimo en el Municipio de Jesús María. En el Municipio El Llano se encotrarón mayor cantidad de insectos de la familia Braconidae, y con una cantidad similares de ejemplares los Municipios de Jesús María.

6.2 Plagas agrícolas encontradas en el sistema maíz

Los insectos encontrados que actúan como plagas en el cultivo del maíz, fueron diversos, con un total de 8, 819 (cuadro 12), hallando una mayor cantidad en el Municipio de Pabellón de Arteaga, siguiéndole el Municipio de Jesús María y por último en el Municipio El Llano.

De la familia Noctuidae encontramos dos especies *S. frugiperda* (Figura 16),



Figura 16. *Spodoptera frugiperda*.

Cuadro 12. Población de insectos plaga en la parcela experimental de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (INIFAP).

Trampas de Feromona	Noctuidae	Chrysomelidae (<i>Diabrotica</i>)	Scarabaeidae
1	1121	1	20
2	551	1	25
3	560	0	25
4	394	1	12
Redeo	0	5	16

Zenner *et al.*, (2007) reportaron que una de las plagas insectiles de mayor importancia económica del país es el gusano cogollero del maíz (*Spodoptera*

frugiperda) las larvas o gusano pueden alimentarse de 28 especies cultivadas entre las que destacan el maíz, el sorgo, el algodón, la soya, el tomate de huerta, el ajonjolí, el arroz, el melón, el girasol, la higuera, la caña de azúcar, el maní, prefiriendo las gramíneas. *Diabrotica* sp.(Coleóptera: Chrysomelidae) se puede caracterizar como una especie fitófaga, ataca más de 30 especies cultivadas entre las que destaca, *Zea mays* (maíz), *Arachis hypogea* (cacahuate), *Beta bulgaris* (acelga), *Bassica cauloripa* (colinabo), *Brassica oleracea* (coliflor), *Capsicum annum* (chile), *Citrullus vulgaris* (Sandia), *Cucumis sativus* (pepino), *Phaseolus vulgaris* (fríjol), *Gossypium hirsutum* (algodón), *Helianthus annuus* (girasol), *Ipomoea batatas* (camote), *Lycopersicon esculentum* (jitomate) (Elgueta *et al.*, 2014).

Ordóñez *et al.* (2014) indica que la biología y dinámica de las poblaciones de crisomélidos mexicanos es pobremente conocida, su estudio se ha concentrado en pocas especies, por tal razón es de suma importancia la investigación que nos ayude a tener mayor conocimiento, tanto de su poblaciones como de su distribución geográfica.

Ibarra *et al.* (2015) mencionan que la familia Scarabaeidae es utilizada como indicador de la biodiversidad de los ecosistemas, para monitorizar el impacto de alteraciones antrópicas, ya que son vulnerables a las modificaciones del hábitat, sus métodos de recolección están estandarizados y su historia natural y taxonomía son bien conocidas.

Cuadro 13. Insectos plaga con la prueba de Duncan al 0.05% en el Municipio de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (INIFAP).

Trampas de feromona	Noctuidae	Chrysomelidae <i>Diabrotica</i>	Scarabaeidae
1	21.70 ± 258 a	0.22 ± 0.44 a	2.5 ± 2.40 a
2	87.40 ± 106 abc	0.11 ± 0.33 a	2.4 ± 3.16 a
3	81.80 ± 700 abc	0.00 ± 0.00 a	2.6 ± 3.08 a
4	60.60 ± 450 abc	0.55 ± 1.33 a	1.0 ± 1.32 a
Redeo	00.00 ± 0.00 a	0.22 ± 0.44 b	2.0 ± 2.34 a

(n=18) Prueba Duncan medias con letras iguales no son significativamente diferentes

Se encontraron 3606 de tres principales familias (Cuadro 14), de la familia Noctuidae encontramos dos especies *S. frugiperda*, con 2486 ejemplares y *Helicoverpa zea* (Figura 17), 990 ejemplares, capturando más ejemplares la trampa de feromona tres y la que meno insectos fue la red entomológica, de la familia Chrysomelidae del genero *Diabrotica* se obtuvieron 65 ejemplares, capturando más la red entomológica y la que menos fue la trampa de feromona uno, de la familia Scarabaeidae se encontraron 65 ejemplares, la trampa de feromona tres fue la que más insectos capturaron y la trampa de feromona cuatro fue la que menos capturó.



Figura 17. *Helicoverpa zea*.

Cuadro 14. Colecta de insectos plaga en Jesús María, Aguascalientes (Poetas Mexicanos).

Trampas de feromona	Noctuidae <i>S. frugiperda</i>	<i>H. zea</i>	Chrysomelidae (<i>Diabrotica</i>)	Scarabaeidae
1	967	435	0	11
2	438	258	10	13
3	1041	297	4	33
4	40	0	12	1
Redeo	0	0	39	7

Casmuz *et al.* (2010), al igual que nosotros observaron gran cantidad de lepidópteras de la especie *Spodoptera frugiperda*, en lapsos cortos de tiempo y descubrió que la razón principal es porque esta especie se desplaza en masa como un regimiento, atacando al cultivo del maíz con densidades variables, pero siempre poniendo en riesgo la productividad del mismo, cuando ataca las plantas jóvenes, los daños pueden ser totales, junto con su poder de aclimatación a diferentes condiciones permite que su distribución geográfica sea amplia.

Estudios recientes en el sur de América reportan al género *Diabrotica* (Figura 18), los adultos comen follaje, flores y yemas haciendo agujeros irregulares, y pueden defoliar las plántulas, transmitiendo el mosaico rugoso, y otras enfermedades virosas. Las larvas se alimentan de las raíces del maíz, minando el sistema radicular primario, en las raíces del sostén y en la base del tallo (Flinte, *et al* 2015). Los Escarabáidos por su gremio de variedades tróficas pueden reflejar la dinámica de

los ecosistemas, las larvas componen complejos edáficos cuyos hábitos alimenticios varían desde la rizofagia hasta la saprofagia, en su mayoría son considerados los responsables de daños importantes en cultivos vegetales, por lo que en los últimos tiempos, han despertado el interés de las autoridades fitosanitarias (García-Atencia y Martínez-Hernández, 2015).



Figura 18. *Diabrotica* sp.

Cuadro 15. Población de insectos plaga con la prueba de Duncan al 0.05% en la parcela experimental de Jesús María, Aguascalientes (Poetas Mexicanos).

Trampas de feromona	Noctuidae	Chrysomelidae <i>Diabrotica</i>	Scarabaeidae
1	182 ± 183 ab	0.67 ± 0.70 a	1.89 ± 2.0 a
2	770 ± 9.0 abc	1.10 ± 1.96 a	5.30 ± 8.8 a
3	148 ± 1.0 abc	0.55 ± 0.72 a	4.00 ± 9.0 a
4	5.0 ± 16.0 c	2.67 ± 6.94 a	0.67 ± 1.1 a
Redeo	0.0 ± 0.0 ab	4.6 ± 5.80 a	1.40 ± 1.6 a

(n=18) Prueba Duncan medias con letras iguales no son significativamente diferentes

En el Municipio El Llano se encontraron 1081 de tres principales familias (Cuadro 16), de la familia Noctuidae encontramos 1,035 de dos especies *S. frugiperda*, con 741 ejemplares y *H. zea* 294 ejemplares, capturando más ejemplares la trampa de feromona dos y la que capturo menos insectos fue la red entomológica. De la familia Chrysomelidae del genero *Diabrotica* se obtuvieron 25 ejemplares, capturando más

la trampa de feromona uno y la que menos capturó fue la trampa de feromona dos, de la familia Scarabaeidae (Figura 19), se atraparon 21 ejemplares, la trampa de feromona uno fue la que más insectos capturó y la trampa de feromona dos fue la que menos capturó.



Figura 19. Scarabaeidae.

Cuadro 16. Colecta de insectos plaga en El Llano, Aguascalientes (ITEL).

Trampas de feromona	Noctuidae <i>S. frugiperda</i>	Noctuidae <i>H. zea</i>	Chrysomelidae (<i>Diabrotica</i>)	Scarabaeidae
1	196	96	14	8
2	545	198	0	6
Redeo	0	0	11	7

Se realizó una prueba Duncan al 0.05% (Cuadro 17) para ver la efectividad de las trampas de feromonas en capturar plagas agrícolas en el Municipio El Llano. Gonzáles-Maldonado *et al.* (2015) reportaron que para combatir los daños del gusano cogollero (*S. frugiperda*) en el cultivo del maíz en el Estado de Durango, se utiliza agroquímicos como Lorban®, (closbifós etil) un órgano fosforado que actúa por contacto, ingestión e inhalación. Clorifós aunque moderadamente toxico, tiene efectos neurológicos, trastornos del desarrollo y autoinmunes en exposiciones crónicas.

Cuadro 17. Población de insectos plaga con la prueba de Duncan al 0.05% en la parcela experimental de El Llano, Aguascalientes (ITEL).

Trampas de feromona	Noctuidae	Chrysomelidae <i>Diabrotica</i>	Scarabaeidae
1	32.0 ± 5.90 bc	0.8 ± 2.00 a	1.56 ± 2.00 a
2	82.0 ± 1.8 abc	1.0 ± 2.20 a	1.10 ± 1.69 a
Redeo	00.0 ± 0.00 ab	1.2 ± 2.0 ab	0.78 ± 1.20 a

(n=18) Prueba Duncan medias con letras iguales no son significativamente diferentes

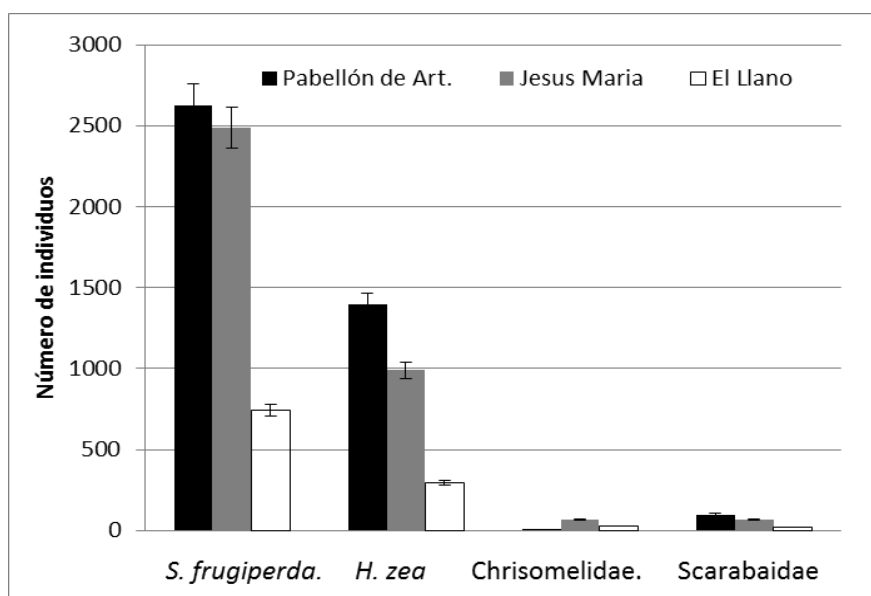


Figura 20. Captura total de insectos plaga.

6.3 Índices de diversidad de insectos en tres parcelas experimentales de maíz

6.3.1 Índice de Simpson

Cuadro 18. Índice de Simpson para la biodiversidad de insectos.

Municipio	Índice de Simpson (D)	
Pabellón de Arteaga	D	1-D
Plagas	0.9498	0.050
Depredador	0.3112	0.0502
Parasitoides	0.5471	0.4528
Jesús María		
Plagas	0.8988	
Depredador	0.3951	0.6048
Parasitoides	0.5981	0.940
El Llano (ITEL)		
Plagas	0.8982	0.1017
Depredador	0.3502	0.6497
Parasitoides	0.582	0.4172
San Francisco de los Romo		
Plagas	0.7883	0.211
Depredador	0.5104	0.4895
Parasitoides	0.8137	0.186
El Llano (Rancho Lucero)]		
Plagas	0.6289	0.3710
Depredador	0.3313	0.6687
Parasitoides	0.5791	0.4208

6.3.2 Índice de Shannon

En el Municipio de Pabellón de Arteaga los insectos que actúan como depredadores en el sistema maíz, obtuvieron un valor más cercano a uno, lo que nos quiere decir que tanto las abundancia de especies y la abundancia de individuos por especie son similares, las plagas obtuvieron un índice muy bajo, lo que nos indica pocas especies. En el Municipio de Jesús María el valor más alto se obtuvo para los

insectos depredadores y el valor más bajo fue para insectos plaga. En el Municipio El Llano en el ITEL y en el Rancho Lucero el índice más alto lo obtuvo los insectos depredadores y el índice más bajo los insectos plaga. En el municipio de San Francisco de Los Romo el valor más alto fue para insectos depredadores, y el más bajo para insectos plaga (Cuadro 19).

Cuadro 19. Índice de Shannon para la biodiversidad de insectos.

Municipio	Índice de Shannon (H')	
	Logaritmo natural	Logaritmo decimal
Pabellón de Arteaga		
Plagas	-0.1273	0.055
Depredador	-1.023	0.4446
Parasitoides	-0.6365	0.2764
Jesús María		
Plagas	-0.2422	0.105
Depredador	-1.002	0.4352
Parasitoides	0.6818	0.2961
El Llano (ITEL)		
Plagas	0.2472	0.1073
Depredador	1.072	0.4658
Parasitoides	0.600	0.260
San Francisco de los Romo		
Plagas	0.3211	0.14
Depredador	0.6818	0.2961
Parasitoides	0.3250	0.1411
El Llano (Rancho Lucero)]		
Plagas	0.6804	0.2956
Depredador	1.086	0.4718
Parasitoides	0.6909	0.3000

6.4 Familias y especies arvenses encontradas en el sistema maíz

Se colectaron e identificaron un total de 12 familias: Lamiaceae, Verbenaceae, Fabaceae, Roseacea, Polygonaceae, Poaceae, Asteraceae, Solanaceae,

Malvaceae, Rubiaceae, Amarantaceae y Resedaceae.

Las especies identificadas fueron: *Atriplex suberecta*, *Biden ferulifolia*, *Bouvardia ternifolia*, *Brickellia veronicifolia*, *Bromus catharticus*, *Glandularia bipinnatifida*, *Malva parviflora*, *Melilotus indicus*, *Parthenium hysterophorus*, *Pennisetum clandestinum*, *Nicotina glauca*, *Reseda luteola*, *Rumex crispus*, *Salvia ballotiflora*, *Solanum nigrensces*. *Sonchus oleraceus*.

6.5 Bioensayo con *Chrysoperla carnea*

6.5.1 Extractos etanólicos

En los bioensayos con los extractos vegetales etanólicos en el olfatómetro, *A. suberecta* se presentaron tres atracciones del depredador *C. carnea*, y en nueve ocasiones no mostro preferencia olfativa al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *B. catharticus*, se presentó una atracción del depredador *C. carnea*, y en 11 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto repelente de este insecto. Con *B. ternifolia*, se obtuvo una atracción del depredador *C. carnea*, y en 11 ocasiones se repeló al depredador, este extracto es “repelente” de este insecto. En el extracto de la planta, *B. veronicifolia*, se presentaron ocho atracciones del depredador *C. carnea*, y solo en cuatro ocasiones se repeló al depredador, este extracto es un “atrayente” de este insecto. El extracto de la planta *G. bipinnatifida*, 11 atracciones del depredador *C. carnea*, y en una ocasión se repeló al depredador, siendo este extracto un “atrayente” de este insecto. El extracto de la planta *M. indicus*, una atracción del depredador *C. carnea*, y en 11

ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *M. parviflora* se obtuvieron nueve atracciones y en tres ocasiones se repeló. En el tratamiento ocho, *P. hysterothorus*, se obtuvieron dos atracciones del depredador *C. carnea*, y en 10 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” del insecto. Con *N. glauca*, se obtuvo dos atracciones y en 10 ocasiones se repeló. Con *P. clandestinum*, se obtuvieron tres atracciones del depredador *C. carnea*, y en nueve ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *R. crispus*, no se obtuvo ninguna atracción del depredador *C. carnea*, y en 12 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *R. luteola*, se obtuvo una atracción del depredador *C. carnea*, y en 11 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto un repelente de este insecto. En el tratamiento 13, *S. ballotiflora*, obtuvo una atracción del depredador *C. carnea*, y en 11 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *S. nigrescens*, se obtuvo una atracción del depredador *C. carnea*, y en 11 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *S. oleraceus*, se obtuvieron tres atracciones del depredador *C. carnea*, y en nueve ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto (Cuadro 20).

Los extractos vegetales a partir de plantas, que están asociadas al agroecosistema maíz, tiene una gran ventaja lo afirma (Negrete y Morales, 2003) ya que son muy eficientes, son de un costo muy bajo para producirlos, no presentan contaminación ambiental, contribuyendo de esta manera a la problemática ocasionada por los productos químicos utilizados actualmente para controlar este

problema.

Cuadro 20. Comportamiento del depredador *C. carnea*, a los extracto etanólico.

Tratamiento	Atracción	Repelencia
<i>A. suberecta</i>	0.2 ± 0 bcd	0.75 ± 0.4 ab
<i>B. catharticus</i>	0.1 ± 0.28 d	0.91 ± 0.28 a
<i>B. ternifolia</i>	0.1 ± 0.28 d	0.92 ± 0.28 a
<i>B. veronicifolia</i>	0.6 ± 0 abc	0.33 ± 0.5 bc
<i>G. bipinnatifida</i>	0.9 ± 0.28 a	0.08 ± 0.28 c
<i>M. parviflora</i>	0.7 ± 0.45 a	0.16 ± 0.38 c
<i>M. indicus</i>	0.1 ± 0.28 d	0.91 ± 0.28 c
<i>P. hysterothorus</i>	0.2 ± 0.4 cd	0.83 ± 0.38 a
<i>P. clandestinum</i>	0.2 ± 5 bcd	0.75 ± 0.45 a
<i>N. glauca</i>	0.2 ± 0.3 cd	0.91 ± 0.2 ab
<i>R. luteola</i>	0.1 ± 0.28 d	0.91 ± 0.28 a
<i>R. crispus</i>	0.0 ± 0.00 d	1.00 ± 0.00 a
<i>S. ballotiflora</i>	0.1 ± 0.28 d	0.09 ± 0.28 a
<i>S. nigrescens</i>	0.1 ± 0.28 d	0.91 ± 0.28 a
<i>S. oleraceus</i>	0.2 ± 0 bcd	0.75 ± 0.5 ab

(n=18) Prueba tukey 95%. Letras iguales no son significativamente diferentes

6.5.2 Extractos en infusión

A. suberecta, obtuvo 11 atracciones del depredador *C. carnea*, y en una ocasión se repeló al depredador, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *B. catharticus*, se obtuvieron dos atracciones del depredador *C. carnea*, y en 10 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *B. ternifolia*, se obtuvieron 10 atracción del depredador *C. carnea*, y en dos ocasiones se repeló al depredador, este extracto es “atrayente” de este insecto. Con *B. veronicifolia*, se obtuvieron dos atracciones del depredador *C. carnea*, y en 10 ocasiones se repeló al depredador, este extracto es “repelente” de este insecto. Con

G. Bipinnatifida, obtuvo una atracción del depredador *C. carnea*, y en 11 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *M. indicus*, obtuvo dos atracciones del depredador *C. carnea*, y en 10 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *M. parviflora* se obtuvieron 11 atracciones y en una ocasión se repeló (Cuadro 21),

Cuadro 21. Comportamiento del depredador *C. carnea*, a los extractos en infusión.

Tratamiento	Atracción	Repelencia
<i>A.suberecta</i>	0.910 ± 0.28 a	0.750 ± 0.45 b
<i>B. ternifolia</i>	0.083 ± 0.28 b	0.916 ± 0.28 a
<i>B. veronicifolia</i>	0.160 ± 0.38 a	0.330 ± 0.50 b
<i>B. catharticus</i>	0.160 ± 0.38 b	0.910 ± 0.28 a
<i>G. bipinnatifida</i>	0.083 ± 0.28 b	0.083 ± 0.28 a
<i>M. parviflora</i>	0.160 ± 0.28 b	0.160 ± 0.38 a
<i>M. indicus</i>	0.160 ± 0.38 a	0.916 ± 0.28 b
<i>P. hysterothorus</i>	0.083 ± 0.28 b	0.833 ± 0.38 a
<i>P. clandestinum</i>	0.083 ± 0.28 a	0.750 ± 0.45 a
<i>N. glauca</i>	0.166 ± 0.38 b	0.910 ± 0.28 a
<i>R. luteola</i>	0.083 ± 0.28 b	0.910 ± 0.28 a
<i>R. crispus</i>	0.270 ± 0.45 b	1.000 ± 0.00 a
<i>S. Ballotiflora</i>	0.000 ± 0.00 b	0.910 ± 0.28 a
<i>S. nigrescens</i>	0.160 ± 0.38 b	0.910 ± 0.28 a
<i>S. oleraceus</i>	0.750 ± 0.45 a	0.750 ± 0.45 b

(n=18) Prueba tukey 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes

Con *P. hysterothorus*, se obtuvo una atracción del depredador *C. carnea*, en 11 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” del insecto, Con *P. australis*, dos atracciones y en 10 ocasiones se repeló, siendo “repelente”. Con *P. clandestinum*, una atracción del depredador *C. carnea*, y en 11 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *R. crispus*, tres

atracciones del depredador *C. carnea*, y en nueve ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *R. luteola*, una atracción del depredador *C. carnea*, y en 11 ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *S. ballotiflora*, no se obtuvo ninguna atracción del depredador *C. carnea*, y en 12 ocasión se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *S. nigrescens*, dos atracciones del depredador *C. carnea*, y en una ocasión se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *S. oleraceus*, nueve atracciones del depredador *C. carnea*, y en tres ocasiones se repeló al depredador, siendo este extracto “repelente” de este insecto.

6.6 Bioensayo con *Spodoptera frugiperda*

Con *A. suberecta*, se obtuvieron ocho atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en cuatro ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *B. catharticus*, nueve atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en tres ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *B. ternifolia*, 10 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en dos ocasiones se repeló a la plaga, este extracto es “atrayente” de este insecto. Con *B. veronicifolia*, nueve atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y solo en tres ocasiones se repeló a la plaga, este extracto es “atrayente” del insecto. Con *G. bipinnatifda*, 10 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *M. indicus*, se obtuvo una atracción de la plaga, y en

11 ocasiones se repelió a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *M. parviflora*, 12 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y no atrajo en ninguna ocasión a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *P. hysterothorus*, una atracción de la plaga *S. frugiperda* y en 11 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *N. glauca*, se obtuvo dos atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en 10 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *P. clandestinum*, tres atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en nueve ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *R. crispus*, 12 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en ninguna ocasión se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *R. luteola*, dos atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en 10 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *S. ballotiflora*, dos atracciones de la plaga *S. frugiperda* y en 10 ocasiones se repeló 10 atracciones del de la plaga *S. frugiperda*, y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *S. oleraceus*, nueve atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en tres ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto (Cuadro 22).

En los bioensayos con los extractos en infusión, con *A. suberecta*, se obtuvieron 12 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en ninguna ocasión se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *B. catharticus*, una atracción de la plaga *S. frugiperda*, y en 11 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *B. ternifolia*, 12 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en ninguna ocasión se repeló a la plaga, este extracto es “atrayente” de

este insecto. Con *B. veronicifolia*, 10 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y solo en dos ocasiones se repeló a la plaga, este extracto es “atrayente” del insecto.

Cuadro 22. Comportamiento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), a los extractos etanólicos.

Tratamiento	Atracción	Repelencia
<i>A. suberecta</i>	0.66 ± 0.49 abc	0.33 ± 0.49 c
<i>B. ternifolia</i>	0.83 ± 0.380 ab	0.16 ± 0.38 c
<i>B. veronicifolia</i>	0.75 ± 0.4500 a	0.25 ± 0.45 c
<i>B. catharticus</i>	0.75 ± 0.450 ab	0.25 ± 0.45 c
<i>G. bipinnatifida</i>	0.83 ± 0.3800 a	0.16 ± 0.38 c
<i>M. parviflora</i>	1.00 ± 0.000 cd	0.00 ± 0.00 c
<i>M. indicus</i>	0.08 ± 0.2800 a	0.91 ± 0.3 ab
<i>P. hysterothorus</i>	0.08 ± 0.2800 d	0.91 ± 0.30 a
<i>P. clandestinum</i>	0.25 ± 0.450 cd	0.75 ± 0.45 c
<i>N. glauca</i>	0.16 ± 0.38 bcd	0.83 ± 0.4 ab
<i>R. luteola</i>	0.16 ± 0.3800 a	0.94 ± 0.3 ab
<i>R. crispus</i>	0.91 ± 0.280 cd	0.00 ± 0.00 c
<i>S. Ballotiflora</i>	0.16 ± 0.380 cd	0.83 ± 0.4 ab
<i>S. nigrecens</i>	0.83 ± 0.3800 a	0.98 ± 0.38 c
<i>S. oleraceus</i>	0.75 ± 0.450 ab	0.25 ± 0.4 bc

(n=18) Prueba tukey 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes

Con *G. bipinnatifida*, siete atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en cinco ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *M. indicus*, ocho atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en cuatro ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *M. parviflora*, 11 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en una ocasión repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *P. hysterothorus*, nueve atracciones de la plaga *S. frugiperda* y en tres ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *N. glauca*, 10 atracción de la plaga *S.*

frugiperda y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *P. clandestinum*, 11 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en una ocasión se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *R. crispus*, nueve atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en tres ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *luteola*, 12 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en ninguna ocasión se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *S. ballotiflora*, 10 atracciones de la plaga *S. frugiperda* y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *S. nigrescens*, 10 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *S. oleraceus*, se obtuvieron 10 atracciones de la plaga *S. frugiperda*, y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto (Cuadro 23).

6.7 Bioensayo con *Sitophilus zeamais*

6.7.1 Extractos etanólicos

Con *A. suberecta*, se obtuvo 12 atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en cero ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con

Cuadro 23. Comportamiento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), a los extractos en infusión.

Tratamiento	Atracción	Repelencia
<i>A. suberecta</i>	10.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 c
<i>B. ternifolia</i>	10.10 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c
<i>B.veronicifolia</i>	00.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.38 c
<i>B. catharticus</i>	00.83 ± 0.28 a	0.91 ± 0.28 c
<i>G. bipinnatifda</i>	00.58 ± 0.5 ab	0.17 ± 0.4 bc
<i>M. parviflora</i>	00.91 ± 0.3 cd	0.41 ± 0.5 ab
<i>M. indicus</i>	00.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.38 c
<i>P. hysterothorus</i>	00.75 ± 0.45 a	0.25 ± 0.40 c
<i>P. clandestinum</i>	00.91 ± 0.28 a	0.08 ± 0.28 c
<i>N. glauca</i>	00.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.38 c
<i>R. luteola</i>	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 c
<i>R. crispus</i>	0.75 ± 0.45 a	0.25 ± 0.45 c
<i>S. ballotiflora</i>	0.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.38 c
<i>S. nigrescens</i>	0.83 ± 0.38 a	0.76 ± 0.38 c
<i>S. oleraceus</i>	0.97 ± 0.38 a	0.67 ± 0.38 c

(n=18) Prueba tukey 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes

B. catharticus, 12 atracciones de la plaga y en cero ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *B. ternifolia*, 12 atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en cero ocasiones se repeló a la plaga, este extracto es “atrayente” de este insecto. Con *B. veronicifolia*, 10 atracciones de la plaga *S. zeamais*, y solo en dos ocasiones se repeló a la plaga, este extracto es “atrayente” del insecto. Con *G. bipinnatifda*, 10 atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *M. indicus*, dos atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en 10 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *M. parviflora*, 12 atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en ninguna ocasión se obtuvo repelencia, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *P. hysterothorus*,

no se obtuvo ninguna atracción del gorgojo *S. zeamais* y en 12 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *N. glauca*, dos atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en 10 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *P. clandestinum*, dos atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en 10 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *R. crispus*, 12 atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en cero ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *R. luteola*, dos atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en 10 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con, *S. ballotiflora* una atracción de la plaga *S. zeamais* y en 11 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *S. nigrescens*, nueve atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en tres ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *S. oleraceus*, nueve atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en tres ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto (Cuadro 24).

6.7.2 Extractos de infusión

Con, *A. suberecta*, obtuvo 10 atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *B. catharticus*, una atracción de la plaga y en 11 ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “repelente” de este insecto. Con *B. ternifolia*, nueve atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en tres ocasiones se repeló a la plaga, este extracto es

“atrayente” de este insecto. Con *B. veronicifolia*, se obtuvieron 10 atracciones de la

Cuadro 24. Comportamiento de *S. zeamais* a los extractos etanólicos.

Tratamiento	Atracción	Repelencia
<i>A. suberecta</i>	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b
<i>B. ternifolia</i>	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b
<i>B. veronicifolia</i>	0.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.40 b
<i>B. catharticus</i>	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b
<i>G. bipinnatifida</i>	0.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.38 b
<i>M. parviflora</i>	0.83 ± 0.38 b	0.16 ± 0.38 a
<i>M. indicus</i>	0.16 ± 0.38 a	0.83 ± 0.38 b
<i>P. hysterothorus</i>	0.00 ± 0.00 b	1.00 ± 0.00 a
<i>P. clandestinum</i>	0.18 ± 0.38 b	0.83 ± 0.38 a
<i>N. glauca</i>	0.16 ± 0.38 b	0.83 ± 0.38 a
<i>R. luteola</i>	0.16 ± 0.38 a	0.83 ± 0.38 b
<i>R. crispus</i>	1.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b
<i>S. ballotiflora</i>	0.08 ± 0.28 b	0.91 ± 0.28 a
<i>S. nigrescens</i>	0.75 ± 0.45 a	0.25 ± 0.45 b
<i>S. oleraceus</i>	0.75 ± 0.45 a	0.25 ± 0.45 b

(n=18) Prueba tukey 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes

plaga *S. zeamais*, y solo en dos ocasiones se repeló a la plaga, este extracto es “atrayente” del insecto. Con *G. bipinnatifida*, nueve atracciones de la plaga *S. zeamais* y en tres ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atravayente” de este insecto. Con *M. indicus*, se obtuvieron 12 atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en ninguna ocasión se repeló a la plaga, siendo este extracto “atravayente” de este insecto. Con *M. parviflora*, nueve atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en tres ocasiones se obtuvo repelencia, siendo este extracto “atravayente” de este insecto. Con *P. hysterothorus*, se obtuvieron nueve atracciones del gorgojo *S. zeamais* y en tres ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atravayente” de este insecto. Con *N. glauca*, 10 atracciones de la plaga *S. zeamais* en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atravayente” de este insecto. Con *P. clandestinum*, ocho

atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en cuatro ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *R. crispus*, 10 atracciones de la plaga *S. zeamais* en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *R. luteola*, 10 atracciones de la plaga *S. zeamais* y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *S. ballotiflora* ocho atracciones de la plaga *S. zeamais* y en cuatro ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *S. nigrescens*, nueve atracciones del de la plaga *S. zeamais* y en tres ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto. Con *S. oleraceus*, se obtuvieron 10 atracciones de la plaga *S. zeamais*, y en dos ocasiones se repeló a la plaga, siendo este extracto “atrayente” de este insecto (Cuadro 25).

Cuadro 25. Comportamiento de <i>S. zeamais</i> a los extractos en infusión.		
Tratamiento	Atracción	Repelencia
<i>A. Suberecta</i>	0.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.38 b
<i>B. ternifolia</i>	0.75 ± 0.45 b	0.18 ± 0.45 a
<i>B. veronicifolia</i>	0.83 ± 0.30 a	0.09 ± 0.38 b
<i>B. catharticus</i>	0.08 ± 0.28 a	0.91 ± 0.00 b
<i>G. bipinnatifida</i>	0.75 ± 0.45 a	0.25 ± 0.45 b
<i>M. parviflora</i>	0.75 ± 0.45 b	0.25 ± 0.45 a
<i>M. indicus</i>	1.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 b
<i>P. hysterothorus</i>	0.72 ± 0.46 a	0.27 ± 0.46 b
<i>P. clandestinum</i>	0.66 ± 0.49 a	0.16 ± 0.49 b
<i>N. glauca</i>	0.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.38 b
<i>R. luteola</i>	0.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.38 b
<i>R. crispus</i>	0.83 ± 0.38 a	0.16 ± 0.38 b
<i>S. ballotiflora</i>	0.66 ± 0.49 a	0.33 ± 0.49 b
<i>S. nigrescens</i>	0.66 ± 0.49 a	0.25 ± 0.45 b
<i>S. oleraceus</i>	0.90 ± 0.30 a	0.16 ± 0.38 b
(n=18) Prueba tukey 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes		

6.8 Evaluación de los efectos de extractos arvenses en el agroecosistema maíz contra *S. frugiperda* en San Francisco de los Romo, Aguascalientes

Esta parcela contaba con maíz súper dulce, en las aplicaciones de los extractos en campo, para el tratamiento uno que fue el testigo comercial (Azadirect®, Ardore®, Trilogy®) en ninguno de los muestreos se encontró presencia de huevecillos, tampoco se observó presencia de larvas, para enemigos naturales se encontraron un total de 53 individuos con una mayor cantidad en el muestreo cuatro, con estos extractos comerciales se encontraron muy pocas plantas dañadas observándose más en el muestreo tres, y se encontraron 34 plagas secundarias del genero *Diabrotica*. En el tratamiento sin extracto se encontraron 22 masas de huevecillos con mayor presencia en el sexto y octavo muestreo, en la presencia de larvas se encontraron 12 ejemplares, con mayor cantidad en el muestreo ocho, y se encontraron 36 enemigos naturales y se observaron 34 plantas dañadas y 28 ejemplares de *Diabrotica*. Con extracto etanólico *M. indicus*, se encontraron cuatro masas de huevecillos, siete ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 65 enemigos naturales, 31 plantas dañadas, 27 individuos de *Diabrotica*. Con *P. hysterothorus*, se encontraron tres masas de huevecillos, cinco ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 69 enemigos naturales, 32 plantas dañadas, 24 individuos de *Diabrotica*. Con el extracto etanólico *P. clandestinum*, no se encontraron masas de huevecillos, dos ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 43 enemigos naturales, 24 plantas dañadas, 16 individuos de *Diabrotica*. Con *R. luteola*, se encontraron cinco masas de huevecillos, seis ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 64 enemigos naturales, 48

plantas dañadas, 28 individuos de *Diabrotica*. Con *S. ballotiflora* se encontraron cuatro masas de huevecillos, cuatro larvas, 58 enemigos naturales, 38 plantas dañadas y 50 *Diabrotica*. Con *S. oleraceus*, se encontraron siete masas de huevecillos, siete ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 56 enemigos naturales, 38 plantas dañadas, 42 individuos de *Diabrotica*. Con *S. nigrescens*, no se encontraron masas de huevecillos, siete ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 32 enemigos naturales, 37 plantas dañadas, 24 individuos de *Diabrotica* (Cuadro 26).

Cuadro 26. Efecto de los extractos vegetales en el agroecosistema maíz de San Francisco de los Romo (Medio Kilo) sobre la presencia de plagas.

Tratamiento	Huevecillos	Larvas	Diabrotica	Daños	E.N
Testigo comercial	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.00 b	3. ± 4.6 a	4.3 ± 3 a	5.4 ± 5.a
Testigo absoluto	2.5 ± 1.9 a	1.3 ± 1.65 a	3 ± 2.6 a	3.7 ± 2 a	4.0 ± 2 a
Etanólico <i>M. indicus</i>	0.4 ± 1.3 b	0.6 ± 0.8 ab	3 ± 3.3 a	3.4 ± 3 a	7.9 ± 6 a
Etanólico <i>P. hysterothorus</i>	0.33 ± 1 a	0.5 ± 0.5 ab	2.6 ± 2 a	3.6 ± 3 a	7.1 ± 6 a
Etanólico <i>P. clandestinum</i>	0.3 ± 1.4 b	0.3 ± 0.5 ab	1.8 ± 3 a	2.7 ± 3 a	4.7 ± 2 a
Etanólico <i>R.luteola</i>	0.5 ± 0.7 b	0.6 ± 0.5 ab	3.1 ± 3 a	5.3 ± 4 a	9.1 ± 4 a
Etanólico <i>S. ballotiflora</i>	0.4 ± 1.3 b	0.5 ± 1.0 ab	5.6 ± 6 a	4.3 ± 2 a	6.4 ± 5 a
Etanólico <i>S.oleraceus</i>	0.7 ± 2.0 b	0.7 ± 1.6 ab	4.7 ± 5 a	4.2 ± 3 a	6.2 ± 4 a
Etanólico <i>S.nigrescens</i>	0.3 ± 1.3 b	0.2 ± 1.0 ab	2.6 ± 3 a	4.1 ± 3 a	3.5 ± 3 a
Infusión <i>B.catharticus</i>	0.2 ± 0.7 b	0.6 ± 0.9 ab	5.1 ± 4 a	4.1 ± 2 a	8.0 ± 7 a
Infusión <i>S.oleraceus</i>	0.1 ± 0.3 b	0.8 ± 0.5 ab	3.0 ± 3 a	5.2 ± 3 a	6.1 ± 5 a

(n=11) Prueba Duncan 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

Con *B. catharticus* se encontraron dos masas de huevecillos, seis ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 72 enemigos naturales, 37 plantas dañadas, 37 individuos de *Diabrotica*. Con *S. oleraceus*, se encontró solo una masas de huevecillo, tres ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 65 enemigos naturales, 47 plantas dañadas, 32 individuos de *Diabrotica*,

6.8.1 Evaluación de los extractos arvenses en el agroecosistema maíz contra *S. frugiperda* en El Llano, Aguascalientes

Esta parcela contaba con maíz blanco variedad INIFAP, en las aplicaciones de los extractos en campo, para el tratamiento uno que fue el testigo comercial (Azadirect®, Ardore®, Trillogy®) al igual que en la parcela de maíz súper dulce del municipio del San Francisco de los Romo, tampoco en ninguna los muestreos se encontró presencia de huevecillos, tampoco se observó presencia de larvas, para enemigos naturales se encontraron un total de 52 individuos, 7 plantas dañadas y se encontraron 40 plagas del genero *Diabrotica*. Con el testigo absoluto en el cual no se le aplico ningún extracto se encontraron 25 masas de huevecillos, en la presencia de larvas se encontraron 11 ejemplares, se encontraron 38 enemigos naturales y se observaron 37 plantas dañadas y 36 ejemplares de *Diabrotica*. Con extracto etanólico *M. indicus*, se encontraron tres masas de huevecillos, cinco ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 71 enemigos naturales, 24 plantas dañadas, 15 individuos de *Diabrotica*. Con *P. hysterothorus*, se encontraron dos masas de huevecillos, cinco ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 56 enemigos naturales, 31 plantas dañadas, 21 individuos de *Diabrotica*. Con extracto etanólico *P. clandestinum*, se encontró una

masas de huevecillos, dos ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 45 enemigos naturales, 29 plantas dañadas, 22 individuos de *Diabrotica*.

Cuadro 27. Efecto de los extractos vegetales en el agroecosistema maíz de El Llano (Rancho Lucero).

Tratamiento	Huevecillos	Larvas	Diabrotica	Daños	E.N
Testigo comercial	0.00 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 ab	4.4 ± 4.2 a	4.3 ± 3.3 a	5.4 ± 5.6 a
Testigo absoluto	2.70 ± 2.3 a	1.3 ± 1.7 a	3.6 ± 2.0 a	3.7 ± 2.4 a	4.0 ± 2.5 a
Etanólico <i>M. indicus</i>	0.33 ± 1.0 b	0.6 ± 0.7 ab	1.7 ± 2.1 a	3.4 ± 3.2 a	7.9 ± 6.2 a
Etanólico <i>P. hysterophorus</i>	0.22 ± 0.7 b	0.3 ± 0.5 ab	2.3 ± 1.9 a	3.6 ± 3.6 a	8.7 ± 6.2 a
Etanólico <i>P. clandestinum</i>	0.11 ± 0.3 b	0.2 ± 0.4 b	2.4 ± 3.1 a	2.7 ± 3.2 a	4.7 ± 2.2 a
Etanólico <i>R. luteola</i>	0.44 ± 0.5 b	0.6 ± 0.5 ab	2.8 ± 3.1 a	5.3 ± 4.1 a	7.1 ± 4.7 a
Etanólico <i>S. ballotiflora</i>	0.33 ± 1.0 b	0.4 ± 0.7 a	5.0 ± 5.2 a	4.3 ± 2.3 a	6.4 ± 5.5 a
Etanólico <i>S. oleraceus</i>	0.7 ± 1.7 ab	0.5 ± 1.3 a	3.6 ± 3.3 a	4.2 ± 3.2 a	6.2 ± 4.8 a
Etanólico <i>S. nigrescens</i>	0.72 ± 1.0 b	0.6 ± 1.0 ab	3.2 ± 3.1 a	4.1 ± 3.5 a	3.5 ± 3.6 a
Infusión <i>B. catharticus</i>	0.3 ± 1.0 ab	0.4 ± 0.7 ab	5.0 ± 4.2 a	4.1 ± 2.1 a	8.0 ± 7.1 a
Infusión <i>S. oleraceus</i>	0.33 ± 1.0 b	0.8 ± 0.4 b	2.6 ± 2.9 a	5.2 ± 3.2 a	6.1 ± 5.6 a

(n=11) Prueba Duncan 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

Con el extracto etanólico *R. luteola*, se encontraron cuatro masas de huevecillos, cinco ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 66 enemigos naturales, 48 plantas dañadas, 25 individuos de *Diabrotica*. Con el extracto etanólico *S. ballotiflora*, solo se encontraron tres masas de huevecillos, 11 ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 59 enemigos naturales, 38 plantas dañadas, 45 individuos de *Diabrotica*. Con *S.*

oleraceus, se encontraron siete masas de huevecillos, cinco ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 59 enemigos naturales, 34 plantas dañadas, 33 individuos de *Diabrotica*. Con extracto etanólicos. *S. nigrescens*, se encontraron cuatro masas de huevecillos, cinco ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 39 enemigos naturales, 36 plantas dañadas, 33 individuos de *Diabrotica*.

Con el extracto en infusión *B. catharticus* se encontraron tres masas de huevecillos, cuatro ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 75 enemigos naturales, 33 plantas dañadas, 45 individuos de *Diabrotica*. En el tratamiento 11, extracto en infusión *S. oleraceus*, se encontró tres masas de huevecillos, dos ejemplares de larvas de *S. frugiperda*, 60 enemigos naturales, 43 plantas dañadas, 24 individuos de *Diabrotica*



Figura 21. Elotes con e tratamiento comercial Azadirect, Ardore, Trilogy sobre *H. zea*.



Figura 22. Elotes sin tratamiento con *H. zea*.



Figura 23. Elotes con tratamiento de *M indicus* para cotrarestar *H. zea*.



Figura 24. Elotes aplicados con *P. hystrophorus*.



Figura 25. Elotes con extracto etanólico *P. clandestinum*, para reducir *H. zea*.



Figura 26. Elotes con extracto etanólico *R. luteola* para evitar *H. zea*.



Figura 27. Elotes con extracto etanólico *S. ballotiflora* para reducir *H. zea*.



Figura 28. Elotes con extracto etanólicos *S. oleraceus* para *H. zea*.



Figura 29. Elotes con extracto etanólico *S. nigrecens* para reducir *H. zea*.



Figura 30. Elotes con extracto en infusión *B. catarticus* para prevenir *H. zea*.



Figura 31. Elotes con extracto en infusión *S. oleraceus*.

Activar Windows

6.8.2 Evaluación de los extractos arvenses en el agroecosistema maíz contra *Helicoverpa zea*

En el testigo comercial de las 15 mazorcas que muestrearon (Cuadro 28) en 13 se encontraron larvas de *H. zea*, en la medición de largo de mazorca, la más grande fue de 21 cm y la más pequeña 15 cm, y para el daño mínimo de las mazorcas fue de 3 cm y el daño máximo fue de 7cm (Figura 21).

En el testigo absoluto, de las 15 mazorcas, todas presentaron larvas de *H. zea*, el largo de la mazorca se encontraron tres que median 15 cm (más pequeño), cuatro que median 20 cm más grande, el daño de la mazorca más pequeño fue de siete cm (Figura 22). Con el extracto etanólico *M. indicus*, 13 mazorcas presentaron larvas, la mazorca más grande media 20 cm y la más pequeña 16 cm, el daño de la mazorca más pequeño fue tres cm y el más grande fue ocho cm (Figura 23). Con *P. hystrophorus* 13 presentaron presencia de larvas, la mazorca más grande medio 21 cm y la más pequeña 15 cm, el daño de la mazorca más pequeño fue 3 cm y el más grande fue siete cm (Figura 24). Con el extracto etanólico *P. clandestinum*, 10 mazorcas presentaron larvas, la mazorca más grande media 20 cm y la más pequeña 15 cm, el daño de la mazorca hubo cuatro que no presentaron ningún daño, y el daño más grande fue de siete cm (Figura 25). Con el extracto etanólico *R. luteola*, 10 mazorcas presentaron larvas, la mazorca más grande media 20 cm y la más pequeña 15 cm, hubo tres mazorcas que no presentaron daño y el daño más grande fue siete cm (Figura 26). Con el extracto etanólico *S. ballotiflora*, 13 mazorcas presentaron larvas, la mazorca más grande media 19 cm y la más pequeña 16.5 cm,

tres mazorcas no presentaron daños y el daño más grande fue de ocho cm (Figura 27). Con el extracto etanólico *S. oleraceus*, 14 mazorcas presentaron larvas, la mazorca más grande media 22 cm y la más pequeña 15 cm, el daño de la mazorca más pequeño fue tres cm y el más grande fue nueve cm (Figura 28). Con el extracto etanólico *S. nigrescens*, 14 mazorcas presentaron larvas, la mazorca más grande media 21 cm y la más pequeña 16 cm, el daño de la mazorca más pequeño fue tres cm y el más grande fue 6.5 cm (Figura 29).

Cuadro 28. Efecto de los extractos vegetales contra *H. zea*, en el agroecosistema maíz en San Francisco de los Romo (Rancho Medio kilo).

Extracto	Infestación	Largo de la mazorca	Daño de la mazorca
Testigo Comercial	0.86 ± 0.26 a	18.00 ± 1.82 a	5.16 ± 1.48 a
Testigo Absoluto	1.00 ± 0.00 a	18.00 ± 1.85 a	9.40 ± 1.80 a
Etanólico <i>M.indicus</i>	0.86 ± 0.36 a	17.26 ± 1.98 a	4.73 ± 1.79 b
Etanólico <i>P. hysterophorus</i>	0.86 ± 0.35 a	17.60 ± 1.59 a	5.06 ± 2.57 b
Etanólico <i>P. clandestinum</i>	0.66 ± 0.93 a	17.30 ± 1.53 a	4.10 ± 2.61 b
Etanólico <i>R. luteola</i>	0.66 ± 0.48 a	17.23 ± 1.34 a	4.26 ± 2.54 b
Etanólico <i>S. ballotiflora</i>	0.86 ± 0.35 a	17.67 ± 1.08 a	4.33 ± 2.50 b
Etanólico <i>S. oleraceus</i>	0.93 ± 0.25 a	17.80 ± 1.43 a	4.50 ± 1.06 b
Etanólico <i>S. nigrescens</i>	0.93 ± 0.25 a	18.73 ± 1.90 a	6.16 ± 1.68 b
Infusión <i>B.catharticus</i>	0.93 ± 0.25 a	16.83 ± 1.53 a	6.46 ± 3.27 b
Infusión <i>S. oleraceus</i>	0.93 ± 0.25 a	17.3 ± 1.41 a	5.40 ± 2.61 a

(n=11) Prueba Duncan 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

Con el extracto en infusión *B. catharticus*, 14 mazorcas presentaron larvas, la mazorca más grande con una media 19 cm y la más pequeña 15 cm, el daño de la mazorca más pequeño fue cuatro cm y el más grande fue 16 cm (Figura 30). Con, el extracto en infusión *S. oleraceus* 14 mazorcas presentaron larvas, la mazorca más grande media 19 cm y la más pequeña 14 cm, hubo una mazorca que no presento daños, y el daño más grande fue 12 cm (Figura 31).

6.9 Evaluación de los extractos arvenses contra *S. zeamais* en granos de maíz almacenado

En la evaluación de los extractos contra *S. zeamais*, en el tratamiento control de los 40 individuos, todos vivieron. El extracto en infusión *B. catharticus*, de los 40 individuos solo tres murieron. Con extracto en infusión de *S. oleraceus*, de los 40 individuos dos murieron. Con el extracto etanólico *P. hysterophorus*, de los 40 individuos 10 murieron. Con el extracto etanólico *S. oleraceus*, de los 40 individuos dos murieron. Con el extracto etanólico *M. indicus*, de los 40 individuos 14 murieron. Con el extracto etanólico *P. clandestinum*, de los 40 individuos 13 murieron. Con el extracto etanólico *S. nigrescens* de los 40 individuos 14 murieron. Con el extracto etanólico *R. luteola*, de los 40 individuos solo uno murió. Con el extracto etanólico *S. ballotiflora*, de los 40 individuos 10 murieron (Cuadro 29).

Cuadro 29.Efecto de los extractos en infusión y etanólicos vs *Sitophilus zeamais*.

Especie	Mortalidad (%)	Granos dañados (%)	Perdida de peso de grano Total (%)
Testigo (Agua)	00.0 ± 0.0a	100 ± 0.00 d	0.005 ± 0.000 a
<i>M. indicus</i> (alcohol)	47.5 ± 0.5 d	65.0 ± 1.3 a	0.032 ± 0.010 d
<i>P. hysterothorus</i> (alcohol)	45.0 ± 1 bcd	77.0 ± 1 abc	0.038 ± 0.000 d
<i>P. clandestinum</i> (alcohol)	12.5 ± 0.5 d	67.5 ± 0.5 a	0.033 ± 0.0 abc
<i>R. luteola</i> (alcohol)	7.5 ± 0.5 ab	97 ± 0.5 cd	0.048 ± 0.01 ab
<i>S. ballotiflora</i> (alcohol)	25 ± 0.6 cd	75 ± 1.3 ab	0.037 ± 0.010 c
<i>S. oleraceus</i> (alcohol)	57.5 ± 1 abc	95.0 ± 0.6 cd	0.047 ± 0.000 d
<i>B. catharticus</i> (Agua)	17.5 ± 1 abc	92.0 ± 1 bcd	0.046 ± 0.01 bc
<i>S. oleraceus</i> (Agua)	25.0 ± 0.5 d	65.0 ± 0.6 a	0.032 ± 0.00 ab

(n=40) Prueba Tukey 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes

6.9.1 Evaluación de los extractos arvenses contra *P. truncatus* en granos de maíz almacenado

En la evaluación de los extractos contra *P. truncatus*, en el tratamiento control de los 40 individuos, todos vivieron. Con el extracto etanólico *M. indicus*, de los 40 individuos cinco murieron. Con el extracto etanólico *P. hysterothorus*, de los 40 individuos 12 murieron. *P. clandestinum*, de los 40 individuos cuatro murieron. Con *R. luteola*, de los 40 individuos 14 murieron. En el tratamiento 10, Con etanólico *S. biotella*, de los 40 individuos 11 murieron, Con el extracto *S. ofreces*, de los 40 individuos 20 murieron. En el tratamiento ocho en infusión *B. catharticus*, de los 40 individuos ningún insecto murió. Con extracto en infusión *S. oleraceus*, de los 40 individuos cinco murieron (Cuadro 30).

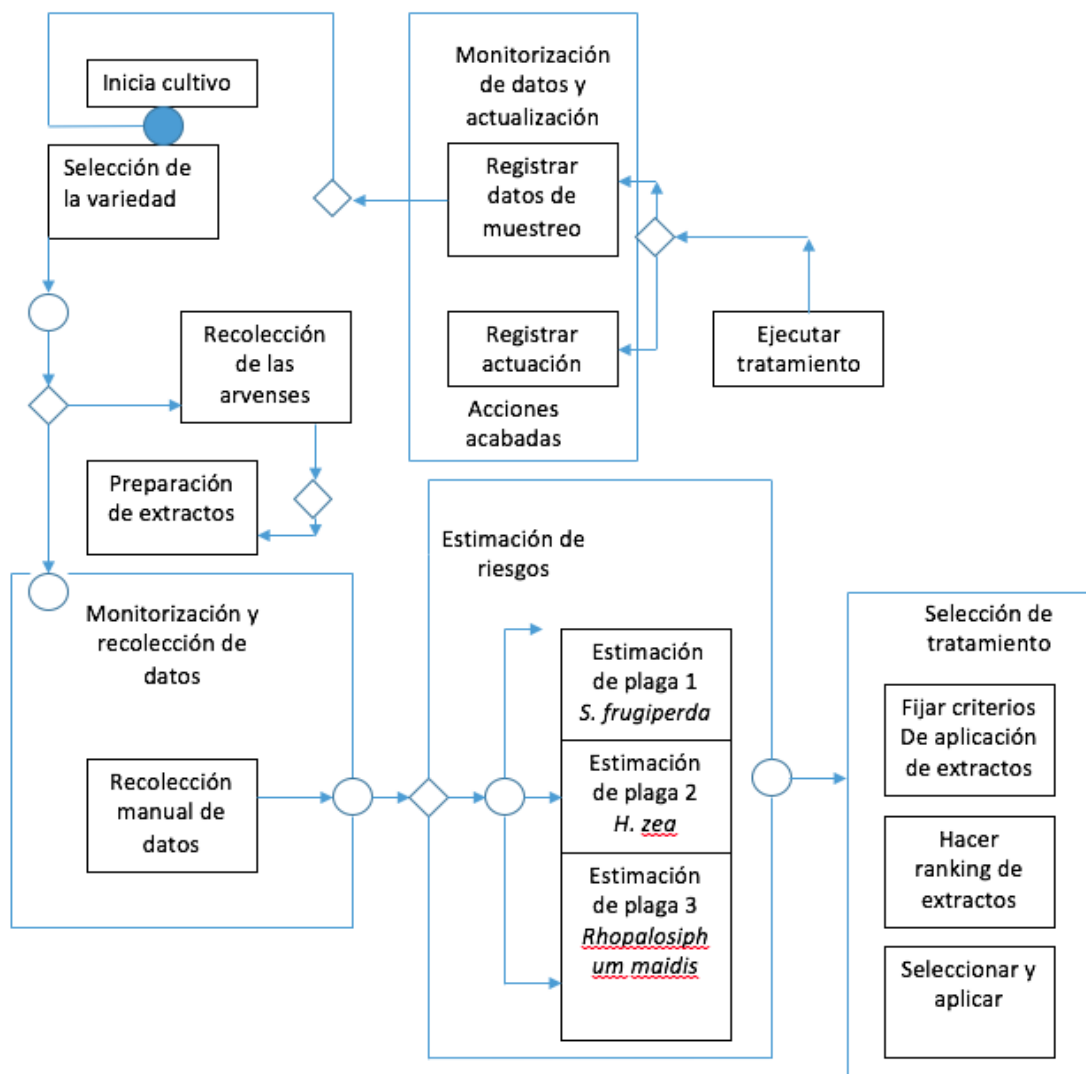
Cuadro 30. Efecto de los extractos en infusión y etanólicos vs *Prostephanus truncatus* en maíz.

Especie	Mortalidad (%)	Granos dañados (%)	Pérdida de peso de grano Total (%)
Testigo(Agua)	00.0 ± 0.00 a	100.0 ± 0.00 c	0.050 ± 0.00 a
<i>M. indicus</i> (alcohol)	42.5 ± 0.9 ab	087.5 ± 0.1 bc	0.043 ± 0.01 b
<i>P. hysterophorus</i> (alcohol)	40.0 ± 0.80 c	050.0 ± 0.00 a	0.025 ± 0.00 b
<i>P. clandestinum</i> (alcohol)	35.0 ± 2.5 ab	090.0 ± 2.0 bc	0.045 ± 0.01 b
<i>R. luteola</i> (alcohol)	62.5 ± 1.9 cd	060.0 ± 2.7 ab	0.030 ± 0.01 b
<i>S. ballotiflora</i> (alcohol)	35.0 ± 1 abc	72.5 ± 1.9 abc	0.036 ± 0.01 b
<i>S. oleraceus</i> (alcohol)	35.0 ± 0.57 a	100.0 ± 0.00 c	0.050 ± 0.00 b
<i>B. catharticus</i> (Agua)	22.5 ± 2 abc	67.5 ± 1.7 abc	0.036 ± 0.01 ab
<i>S. oleraceus</i> (Agua)	50.0 ± 0.8 ab	87.50 ± 0.5 bc	0.043 ± 0.00 b

(n=40) Prueba tukey 95%. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes

6.10 Programa inicial de manejo fitosanitario

En el sistema maíz el programa inicia con la selección de la variedad que se va a sembrar, a la par se realiza la colecta de las especies arvenses asociadas al cultivo, para preparar los extractos que nos ayudaran con el control de los insectos plaga, se mantendrá constante el muestreo de insectos para observar las especies de insectos presentes y sus fluctuaciones poblacionales, para así seleccionar el tratamiento que nos ayude contra el ataque de la especie de insecto plaga (Cuadro 31).



Cuadro 31. Programa de manejo generado a partir de los estudios utilizando plantas arvenses en el control de plagas de maíz en Aguascalientes.

VII. CONCLUSIONES

1. Se determinó la biodiversidad de los artrópodos, con la colecta que se realizó en el Estado de Aguascalientes, encontrando insectos depredadores en el Municipio de Pabellón de Arteaga se colectaron 264, siendo el lugar donde más insectos depredadores se encontraron, en el municipio de Jesús María se encontraron un total de 102 insectos depredadores, siendo este el segundo lugar donde se encontraron este tipo de insectos, y por ultimo está el municipio de El Llano se colectaron 40 insectos depredadores. De los insectos parasitoides en el Municipio de El Llano fue donde más insectos se colectaron, en Pabellón de Arteaga se encontraron 45 insectos, y solo 32 insectos de esta categoría en Jesús María siendo éste el tercer lugar. En las plagas el municipio de Pabellón de Arteaga fue donde más insectos de esta categoría se encontraron con una cantidad de 4,132, por segundo lugar se encuentra Jesús maría con 3,606 insectos y en tercer lugar con 1,081 el municipio de El Llano

2. Se colectaron una gran cantidad de plantas arvenses asociadas al cultivo del maíz, siendo el sistema maíz de Pabellón de Arteaga con la mayoría. *Bromus catharticus*, *Pennisetum clandestinum*, *Solanum nigrecens*, *Rumex crispus*, *Bouvardia terniflora*.

3. Las plantas como: *B. veronifolia*, *G. bipinnatifida*, *M. parviflora*, atrajeron a *C. carnea* este depredador en su extractos etanólicos y en infusión como: *A. suberecta*, *B. ternifolia*, y *M. parviflora*, *S. nigrecens*, también actuaron como atrayente de este depredador.

4. Para el control de la plaga *S. frugiperda*, los mejores extractos etanólicos: *P. hysterothorus*, *P. clandestinum* y en infusión *B. catharticus*, y *S.oleraceus*.
5. Los mejores extractos etanólicos para el control de la plaga *H. zea*, *P. hysterothorus*, *M. indicus*, *P. clandestinum* y *R. luteola*.
6. En la evolución de los extractos contra *S. zeamais*, los que obtuvieron mayor mortalidad fueron de los extractos etanólicos *P. hysterothorus* y *M. indicus*.
7. Para el control de *P. truncatus*, los mejores extractos fueron *P. hysterothorus* y *R. luteola* en infusión.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Acorn, J. 2007. Ladybugs of Alberta. Finding the spots and connecting the dots. University of Alberta Press, Edmonton Canada. 169 pp.
- Alomar, O. y R. Albajes. 2005. Control biológico de plagas: biodiversidad funcional y gestión del agroecosistema. Biojournal Barcelona España. 12 p.
- Altieri, M. A. 1995. Significado de las interacciones entre maleza e insectos en los agro ecosistemas tradicionales de los trópicos. En: Manejo de plagas insectiles en Centroamerica, estado actual y potencial. Andrews K. L., J. R. Quezada (Eds.). División of Biological Control. University of California. Berkley. California, USA. pp. 1-15.
- Alba-Tercedo, J. 1994. El entomólogo y los problemas de degradación de los sistemas acuaticos en: Jimenez-Peydro, R. & Marcos-García, M. A. (eds). Enviromental Mangemente and Atropods Conservation. Asociacion española de entomología. España. 131-138p.
- Alvarado, E. S. 2010. Colecta, identificación y manejo de insectos entomófagos asociados a hortalizas del Valle de Aguascalientes. Tesis profesional, ITEL. México. 82 p.
- Arcaya, E., X. Mengual, B. C. Pérez, S. Rojo. 2013. Registro y distribución de Sífidos, depredadores (Diptera: Syrphidae: Syrphinae) En el Estado Lara, Venezuela. Departamento de Ciencias Biológicas, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Bioagro. Lara, Venezuela. 25(2): 143-148.
- Arnaldo, M.I., M. D. García, J.J. Presa. 2010. Los artrópodos en la conservación. Universidad de Murcia. Murcia, España. 16p.
- Badii, M. H. y J. L. Abreu. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. In Daena: International journal of good conscience. UANL. Monterrey, México. pp: 82-89
- Barrientos, J. A., Y R. Rodríguez. 1994. Los artrópodos y los estudios de impacto en: Jimenez-Peydro, R. & Marcos-García, M. A. (eds). Enviromental Mangemente and Atropods Conservation. Asociacion española de entomología. España 115-130.
- Bentivenha, J: P. F., E. L. L. Baldin, D. G. Montezano, T. E. Hunt. S. V. P. Moraes. 2016. Attack and defense movements involved in the interaction of Spodoptera frugiperda and Helicoverpa zae (Lepidoptera: Noctuidae). Departament of Crop Protection. Collage of Agronomic Sciences São Paulo State University. J Pest Sci. CrossMark. Botucatu. Brazil. 90:433-445
- Bonilla, M. N, y G. W. Meléndez. 2005. Producción de semillas de maíz. UPIAB. INTA. CNP. MAG. Costa rica. 75 pp.
- Briceño, R., D. Torres, R. A. Zaldívar. 2009. Primeros reportes de la familia Braconidae, (Braconidae: Ichneumonoidae) de los parques Cerro Saroche y Terepaima, Estado Lara, Venezuela. Decanato de Agronomía, Unversidad Centrccidental "Lisandro Alvarado". Bioagro. Venezuela. 21(3): 223-226.
- Caballero, D. M, V. Alejandro, E. A. M. Aguilar, R. M. A. Ortiz. 2008. Estudio de gran

- visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional. SAGARPA. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 256pp.
- Carrillo, T. C. 2009. El origen del maíz naturaleza y cultura en Mesoamérica. Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Redalyc. Sistema de información científica. México. 92: 4-13 pp.
- Carrillo-Rodríguez, J. C., R. Vasquez-Ortiz, D. A. Rios, M. P. Jerez-Salas, Y. A. Villegas. 2007. Extractos vegetales para el control de plagas del follaje del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Oaxaca México. ITVO. Oaxaca, México. 6pp.
- Casmuz, A., M. L. Juárez, M. G. Socias, M. G. Murúa, S. Prieto, S. Medina, E. Willink, G. Gastaminza. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Sección Zoológica Agrícola, Estación experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Rev. Soc. Entomol. Argent. Tucumán, Argetina. 69 (3-4): 209-231.
- Castañeda, Z. Y, M. A. Gonzales, S. M. Chauvet, C. J. F. Ávila. 2014. Industria semillera de maíz en Jalisco. Actores sociales en conflicto. Jalisco, México. 241-279 pp.
- Celis, A., C. Mendoza, M. Pachon, J. Cardona, W. Delgado, L. E. Cuca. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. Agronomía Colombiana. Colombia. 105 pp.
- Coronado, B. J. M. y R. A. Zaldívar. 2014. Biodiverisidad de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidae) en México. Facultad de Ingenieria y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Revista Mexicana de Biodiversidad. Tamaulipas, México. 7pp.
- Delfino, G. H. y R. D. Burgos. 2000. Los Braconidos (Hymenotera: Braconidae) como grupo parámetro de bioiversidad en la selvas deciduas del trópico: una discusión sobre su posible uso. Unversidad Autonoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Yucatán, México. Acta Zool. Mex. Yucatán, México. 79: 43-56.
- De Siqueira, N. F., F. Marcilio, S. C. Frankl. G. W. Fernandez. 2011. Tri-trophic level interaction effect host plant development and abundance of insect herbivores. Springer journal. Brazil. 5:351-357
- Di Toto, B. L., C. O. Álvarez, S. Popich. A. Neske. A. Bardón. 2010. Antifeedant and toxic effect of acetogenins from *Annona montana* on *Spodoptera frugiperda*. Facultad de Bioquímica, Auímica y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán Ayacucho. J Pest Sci. Spriger-Verlag. Tucuman Argentina. 83:307-310
- Doebley, J. F., A. Stec, J. Wendel, M. Edwards. 2004. Genetic and morphological analysys of a maize-teosinte F population. Implication for the origin of maie. Proc Natl. Acad. Sci. USA. 87: 9888-9892
- Duelli, P. Y M. K. Obrist. 2003. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. Swiss Federal Research Institute WSL. Agriculture, Ecosystem and Environment. Elsevier. Birmensdorf-Zürich, Zuisa.
- Elgueta, M., M. Daccordi, S. Zoia. 2014. *Dorymolpus elizabethae* Nov. Gen., Nov. Sp

- (Coleoptera: Chrysomelidae, spilopyrinae) de Chile, asocoado a *Nothofagus blumei*. Area de entomologia. Museo nacional de Historia Natural. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Santiago de Chile. 63:159-178
- Eman, K., G. Mesco., CH. B. Fields. 2009. Crimes against the environments: green criminology and research challenges in Slovenia. *Journal of Criminal Justice and Security*. Eslovenia. 4:574-592.
- FAO. 2016. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Perspectiva de cosecha y situación alimentaria
- Félix, B. E. I. 2021. Tendencias actuales de los fertilizantes y perspectivas para el 2016. Dirección general de operaciones financieras, ASERCA/SAGARPA. Ciudad de México. 9pp.
- Flinte, V., E. Hentz, M. B. Mascarenhas. L. A. C. Mente, G. Khattar, M. R. Ferreira, M. M. Valvere. 2015. Biology and phenology of three leaf beetle species (Chrysomelidae) in a montane forest in southeast Brazil. *Zookeys*, Rio de Janeiro Brazil. 547:119-132
- Flores, M. S., A. M. D. Salas. 2004. Coccinélidos (coleopteran: coccinellidae) del Estado de Guanajuato en la colección Leopoldo Tinoco Corona de la universidad de Guanajuato. *Acta universitaria*. Vol 14, Núm 2. Guanajuato México. 8-16 pp.
- García, A. S. y H. N. Martínez. 2015. Escarabajos fitófagos (Coleoptera:Scarabaeidae) del Departamento del Atlántico, Colombia. Grupo de Investigación Insectos de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. *Acta zoológica Mexicana*. Colombia. 31(1): 89-96.
- García. L. A. Y, L. T. Merino.2016. Maíz; producción, precio exterior, información a Mayo 2016, información internacional a Mayo 2016. Publicación de la oficina de Estudios y políticas agrarias. ODEPA. Santiago de Chile. 22pp.
- García-Lara. S., C. C. Espinosa, D. J. Bergvinson. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. CIMMYT. México, Df. 65pp.
- Gahukar R. T., Bioefficacy of indigenous plant products against pest and diseases of Indian forest. 2010. Alemania. *Journal of Foresty Research* 21(2):231-238
- Giffoni. J., N. Valera, F. Díaz, C. Vasquez. 2007. Ciclo Biológico de *Chrysospora externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con diferentes presas. Nota técnica. Departamento de Ciencias Biológicas, Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Bioagro. Barquisimeto Venezuela. 19(2):109-113.
- Gonzalez, M. M. B., R. J. N. Gurrola, H. I. Chaírez. 2015. Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Unidad Durango. *Revista Colombiana de Entomología*. Durango, México. 41(2):200-204
- Guedéz, C. C. Castillo, L. Cañizales, R. Olivar. 2009. Control Biológico: Una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. Escuela técnica agropecuaria "Adolfo Navas Coronado". Trujillo Venezuela. 29 p.
- Hui-lin, H., Li Cheng-de, L. Ronkay. 2007. Reporto n two species of noctuid moths (Lepidoptera, Noctuidae s.l.) new to china and one new record species in Continental fauna. Northeast Forestry University. *journal of Foresty Research*.

- Heilongjiang. China. 18(2): 144-146.
- Ibáñez, F y R. Zoppolo. 2008. Manejo de plagas en agricultura orgánica: extractos de paraíso para control de insectos. Unidad de comunicación y transferencia de tecnología del INIA. Monte video Uruguay. 16pp.
- Ibarra, P. M. G, M. P. Damborsky, E. Porcel. 2015. Escarabajos coprófagos (Scarabaidae: Scarabainae) de la Reserva Natural Educativa Colina Benítez, Chaco, Argentina. Instituto de Biología. UNAM. Revista Mexicana de Biodiversidad. Chaco, Argentina. 86: 744-753.
- Jacas, J., P. Caballero, J. Ávila. 2005. El control biológico de plagas y enfermedades. La sostenibilidad de la agricultura mediterránea. España. 41 p.
- Jimenez, J. S. F., I. T. Díaz, A. D. López. 2004. Evaluación de trampas engomadas para determinar preferencia de color y altura en thrips Palmi Karny (Thysanoptera: thripidae) en papa. Fitosanidad 8: 49-52.
- Kim, M., H. Kim, D. H. Kwon, S. Lee. 2012. Insolation and characterization of microsatellite loci from *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). Entomol Zool. Japanese Society of Applied Entomology and Zoology. Department of Agricultural Biotechnology. Republic of Korea. 47:149-152.
- Konasale, J. A., S. S. G. Head, R. Orth, E. V. S. W. J. Moar. 2009. Synergistic Interaction Between Cry1Ac and Natural Cotton Defenses Limit Survival of Cry1Ac-resistant *Helicoverpa zae* (Lepidoptera: Noctuida) on Bt Cotton. Departament of Entomology and Plant Pathology Auburn University. J Chem Ecol. Springer Science Business Media. Auburn. USA. 35:785-795
- Landis, D. A., S. D. Wratten., G.M. Gurr. 2000. Hábitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Ann. Rev. Entomol. 45: 175-201.
- Li, Xiaoxiang, X. Wang, S. Xiong, J. Zhang, L. Cai, Y. Yang. 2007. Expression and purufication of recombinant nattokinase in *Spodoptera frugiperda* cells. Collage of life Sciences Hubei University. Biotechnol Lett. Springer Science Business Media B. V. Hubei. China. 29:1459-1464
- Liu, Y., X. An, M. Hou. 2014. Erratum to: Rapid microsatellite marker insolation for the Pink Stem Borer, *Sesamia inferens* (Lepidoptera: Noctuidae) through 454 GS-FLX Titanium pyrosequencing of enriched DNA libraries and cross amplification in related taxa. The Japanese Society of Applied Entomology and Zoology. Entomol Zool. Japan.12pp.
- Lozano, M. N. 2012. El control biológico de plagas y enfermedades, Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). . Batan, México. 24p.
- Mackey, D. B., M. Elias, B. Pujol and A. Deputie. 2012. Ecological approaches to crop domestication. In: Biodiversity in agricultura: Domestication, evolution and Sustainability. Edited by P. Gepts, T.R. Famula, R.L. Bettinger et al. Published by Cambridge University. Pp. 377-406.
- Malaquias, J. B., C. Omoto, F. S. Ramalho, W. A. C. Wesley, R. F. Silveira. 2015. Bt cotton and the predator *Podisus nigrispinus* (Dalla) (Heteroptera: Pentatomidae) in the management of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)

- (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to lambda-cyhalothrin. Biological Control Unit.CNPA. J Pest Sci. Springer-Verlang Berlin Heidelberg. Campina grande. Brazil. 88:57-63
- Meissle. M., J. Aund., M. Waldburger., J. Romeis. 2014. Developed of *Chrysoperla carnea*, (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) of pollen from Bt- transgenic and conventional maize. Cientific Reports. Agroscope, Instituitute for Sustability Sciences ISS, Reckenholzstrasse. Zurich, Switzerland. 9 pp.
- Mera. O. L. M. 2006. Proyecto Global de maíces nativos. El origen y diversificación del maíz. Colegio de posgraduados. Texcoco. México. 2- 152 pp.
- Mo, W., W. Ma, L. Chen,F. Zhu, J. Li. 2004. Genetic Regulation on the Black Phenotype Mutants of Moth and Pupa of *Helicoverpa armígera* (Lepidoptera: Noctuidae). Departament of Plant Protection. Collage of Plant Science and Technology. Huazjhong Agricultural University.Wuhan. China. 2pp.
- Molina, N. 2001.Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sinteticos, uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. CATIE. San José Costa rica. 3pp.
- Miñarro, M. 2004. Control biológico en el cultivo del manzano. Área de cultivos hortofrutícolas y forestales. México. 4 pp.
- Negrete, B. F., A. J. Morales. 2003. El gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*. Smith). Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Programa nacional de transferencia de tecnologías Pronatta. Monteria, Colombia. 26 pp.
- Nicholls, C. I. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico Universidad de Antioquia. Medellín Colombia. 294 p.
- Nolasco, G. A 2014. Defoliadores de coníferas de los géneros *Zadiprion* spp. *Neodiprion* spp. Existentes en México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía departamento forestal. Coahuila México. 98p.
- Obregón, Z. J. A., R. Jones, M. S. Niño, S. I. Martínez. 2012. Riqueza y diversidad de Curculionidae (Coleóptera) en un transecto altitudinal en el noreste del estado de Hidalgo, México. In Entomología Mexicana. Equihua, M. A., V. E. G. Estrada, S. J. A. Acuña, G. M. P. Chaires, R. G. Durán (eds). 2012. Sociedad Mexicana de entomología. Colegio de Postgraduados Texcoco Estado de México, México. 11: pp: 391-394
- Ordóñez, R. M. M., P. S. López, M. G. Rodríguez. 2014. Biodiversidad de Chrysomelidae (Coleóptera) en México. Colección coleopterologica, Museo de zoología, Facultad de Estudios Generales Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Ciudad de México. México. 85: 271-278
- Pacheco, C. J. J. y C. J. L. Martínez, 2008. Evaluación de la respuesta biológica de poblaciones de picudo del algodón *Anthonomus grandis* Boheman (Coleóptera: Curculionidae) a insecticidas en el Valle del Yaqui, Son. In Entomología Mexicana. Estrada, V. E. G., M. A. Equihua, R. J. R. Padilla, E. A. Mendoza (eds).2008. Editorial sociedad Mexicana de entomología. Colegio de Postgraduados. Texcoco Estado de México, México. 7: pp: 554-558
- Paredes, L. R. 2005. Resultados preliminares de ácaros asociados a insectos (Insecta Melolonthidae, Scarabaeidae) de la región selva lacandona, In

- Entomología Mexicana. Morales, M. A., E. A. Mendoza, G. M. P. Ibarra. S. Stanford (eds). 2005. Editorial sociedad Mexicana de entomología. Colegio de Postgraduados Texcoco Estado de México. Entomología mexicana vol. 4. Durango, México. Chiapas. México. 4: pp: 84-93
- Paredes, D., M. Campos, L. Cayuela. 2013. El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. Departamento de Protección Ambiental. Estación experimental de Zaidín. Asociación Española de Ecología Terrestre. AEET. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente. Ecosistemas. Granada, España. 22(1): 56-61
- Peña, M. N. 2007. Monitoreo de los insectos plaga a lo largo de la floración de los árboles frutales en el norte de la Valle del Yaqui. Universidad de Sonora. Sonora, México. 15 p.
- Pérez, U. B, S. A. Correa, C. E. Ruíz, K. D. Rafaelevich, B. J. M. Coronado, V. J. V. Horta. 2010. Diversidad de Ichneumonidae (Hymenoptera) en el Cañón del Novillo, Victoria Tamaulipas México. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Entomotropica. Ciudad Victoria. México. 25(2): 83-97
- Rebek E.J., C.S. Sadof & L.M. Hanks. 2005. Manipulating the abundance of natural enemies in ornamental landscapes with floral resource plants. Biological Control 33: 203- 216.
- Ripa, R. P. Larral, S. Rodríguez. 2007. Control biológico. PPAC Chile. 8 p.
- Rodríguez, B. A. y B. S. Gutiérrez. 2014. Diversidad de la subfamilia Campopleginae- Ichneumonidae (Hymenoptera) en la cuenca del río Cañete-Lanahuaná River Valley, Perú. Departamento Académico de Biología. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Ecología Aplicada. Lima, Perú. 13(2)
- Rodríguez, L. A. y H. C. Arredondo. 2007. Teoría y aplicación del control biológico. Sociedad mexicana de control biológico. México D.F. 303 p.
- Rodríguez, M. A., S. C. Guillen, M. V. Uva, M. R. Segura, C. S. Laprade, F. J. Sandoval. 2010. Proyecto demostrativo con implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo del Banano. CORBANA. Edo. México, México. 2 p.
- Rodríguez, M. E., M. V, M. Ramirez, N. R. Andrada, A. S. Larrusse. 2015. Parametrización epidémica, para evaluar sistemas de manejo de roya común (*Puccinia sorghi*) en San Luis. Departamento de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis. Revista FAVE. Ciencias Agrarias. San Luis, Argentina. 14 (2): 1-10
- Romero, R. F. 2004. Manejo integrado de plagas, las bases, sus conceptos y su mercantilización. Universidad autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados, Instituto de fitosanidad, Montecillos. Texcoco, México. 109 p.
- Ruíz, C. E., K. D. Rafaelevich, M. A. González, K. A. Ivanovich, B. J. M. Coronado. 2014. Biodiversidad de Ichneumonidae, (Hymenoptera) en Mexico. Facultad de Ingenierías y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Revista Mexicana de Biodiversidad. Tamaulipas, México. 7 pp.
- Rossi, G. D., C. D. Santos, G. A. Carvalho, D. S. Alves, L. L. S. Pereira, G. A. Carvalho. 2012. Biochemical Analysis of a Castor Bean Leaf Extract and its

- Insecticidal Effects Against *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera Noctuidae). Depto de Entomologia e Acserologia (LEA). Depto de química, Univ Federal de Lavras. Neotrop Entomol. Sociedade Entomologica do Brazil. Lavras. Brazil. 41: 503-509
- Salvatore, A. R., M. Isas, M. L. Del P. Perez, S. Zossi, E. Willink, G. A. Gastaminza. 2014. Estación experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Sugar tech. Tacumán. Argentina. 16(3):223-226.
- Serratos, H. J. A. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente Americano. Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Greenpeace. 34 pp.
- SIAP. 2014b. Atlas Agroalimentario 2014. 1ª Edición. SAGARPA. México. 193 p.
- Simón, M., A. Laborda, C. Jorge, M. Castro. 2011. Las arañas en agroecosistemas: Bioindicadores terrestres de calidad ambiental. Sección Entomología. Facultad de Ciencias. Universidad de la Republica de Uruguay. En Revista de laboratorio de laboratorio Tecnológico de Uruguay. INNOTECH. 5p.
- Smith, C.M. and S.L. Clement. 2012. Molecular bases of plant resistance to arthropods. Annu. Rev. Entomol. 57: 309-328.
- Shukla, V. K, Y. Doyon, J. C. Miller, R. C. Dekelver, E. A. Moehle, S. E. Worden, J. C. Mitchell, N. L. Arnold, S. Gopalan, X. Meng, V. M. Choi, J. M. Rock, W. Ying-Ying, G. E. Katibah, G. Zhifang, D. McCaskill, M. A. Simpson, B. Blakeslee, S. A. Greenwalt, H. J. Butler, S. J. Hinkley, L. Zhang, E. J. Rebar, P. D. Gregory, D. Fyodor. 2009. Precise genome modification in the crop species *Zea mays* using zinc-finger nucleases. Dow AgroSciences. Indiana, USA. 459 (437-441).
- Taylor, R. J., N. Doran. 2001 Use of terrestrial invertebrates as indicators of the ecological sustainability of forest management under the Montreal Process. En Journal of Insect Conservation. Montreal. Canadá. 5: 221-231.
- Thomson, F. C. 1982. Syrphide. Aquatic Biota of México. Central Americana and the West Indies. San Diego State University. San Diego. California. 2pp.
- Thomson, L. J. & A. A. Hoffman. 2010. Natural enemy responses and pest control: importance of local vegetation. Biological Control 52: 160-166.
- Thomson, M. R. & A. A. Hoffman 2013. Natural enemy responses and pest control: importance of local vegetation. Biological Control 52: 160-166.
- Tian, D., M. Peiffer, C. M. de Moraes. G. W. Felton. 2013. Roles of ethylene and jasmonic acid in systemic induced defense in tomato (*Solanum lycopersicum*) against *Helicoverpa zea*. Center of Chemical Ecology, Department of Entomology, Penn State University Park. Plata. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Penn. USA. 239:577-589
- Valencia, L. L. A., N. J. Romero, C. J. Valadez, S. J. L. Carillo, M. V. López. 2006. Taxonomía y registros de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) en el estado de Morelos, México. Programa de Entomología y Acarología, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Posgraduados. Acta Zoologica Mexicana. Texcoco, México. 22(1): 17-61
- Valicente, F. H., E. S. Tuelher, R. C. Pena, R. Andreazza, M. R. F. Guimares. 2013. Cannibalism and Virus Production in *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae Fed with Two Leaf Substrates

- Inoculated with Baculovirus Spodoptera. Neotrop Entomolo. Biological Control. Sociedade Entomologica Do Brazil. Milho e Sorgo. Brazil. 42:191-199
- Van Driesche, R. G. M. S. Hoddle, T. D. Center. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales USDA. Whasintog, D.C. 765 p.
- Vázquez, M. L. L. 2010. Manejo de plagas en la agricultura ecológica. La Habana Cuba. 115 p.
- Vázquez, M. L. L., y G. E. Fernández. 2007. Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos. CIDISAV. Asociación Cubana de técnicos agrícolas y forestales. La Habana Cuba. 124 p.
- Vilaseca, C. J., L. G. Baptiste, A. L. Ávila. 2008. Incidencia de los márgenes sobre el control biológico natural de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivos de arroz. Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. UAEM. Redalyc.org. Red de Revista Científica de América Latina y EL Caribe, España y Portugal. Bogota, Colombia. 9(2): 45-54
- Wang, J., M. Yang, S. Yuanyuan, F. E. Acevedo, K. Hoover, R. Zeng, G. W. Felton. 2018. Correction: Gut-Associated Bacteria of *Helicoverpa zea* Indirectly Trigger Plant Defenses in maize. Journal of Chemical Ecology. Department of Ecology. College of Life Sciences. Fujian Agriculture and Forestry University. Springer Science+Business Media. LLC. Part of Springer Nature. Fujian. China. 3pp.
- Xiao. H. G., Y. C. Ming, F. H. Ya, T. D. Tuan, L. Z. S. Y. Hai, X. X. Lian. 2017. The complete mitochondrial genome of the monophagous moth *Protegitra songi* (Lepidoptera: Noctuidae). Shaanxi Key Laboratory of Animal Conservation, College of Life Sciences. Northwest University. Taipei. Republic of China.
- Young, O. P., T. Lockley. 1985. The striped lynx spider, *Oxyopes salticus* (Araneae: Oxyopidae), in agroecosystems. En Entomophaga. USA. 30(4): 329-346.
- Zamora, C. M., G. G. D. Amat, A. J. L. Fernández. 2011. Estudio de las visitas de las moscas de las flores (Diptera: Syrphidae) en *Salvia bogotensis* (Lamiaceae) En el jardín botánico José Celestino Mutis. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Colombia. 33(2): 433-450.
- Zenner, P. I, H. A. Arévalo, R. Mejía. 2007. El gusano cogollero el maíz *Spodoptera frugiperda*, (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) y algunas plantas transgénicas. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad de las Ciencias Aplicadas y Ambientales. UDCA. Bogotá, Colombia. 103-113 pp.
- Zúñiga, R. A. 2011. Los coccinellidos (Coleoptera: Coccinellidae) de la región de Magallanes: Nuevos registros y distribución regional. Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Castilla. Magallanes, Chile 39(1):59-71

IX. APÉNDICE

A) Presencia de depredadores con la prueba de Duncan al 0.05% en la parcela experimental el Municipio de Pabellón de Arteaga.

Trampas de feromona	Coccinellidae	Chrysopidae (<i>Chrysoperla</i>)	Syrphidae
1	1.3 ± 2.23 a	0.78 ± 1.09 a	1.3 ± 1.8 a
2	0.6 ± 1.33 a	0.22 ± 0.44 a	1.9 ± 2.0 a
3	1.2 ± 2.16 a	0.78 ± 0.83 a	1.1 ± 1.4 a
4	0.3 ± 0.50 a	0.50 ± 0.88 a	1.0 ± 1.4 a
Redeo	1.0 ± 1.60 a	0.33 ± 0.50 a	1.4 ± 1.7 a

B) Población de insectos depredadores en la parcela experimental de Jesús María, Aguascalientes.

Trampas de feromona	Coccinellidae	Chrysopidae (<i>Chrysoperla</i>)	Syrphidae
1	1.33 ± 2.23 a	0.77 ± 1.09 a	1.33 ± 1.80 a
2	0.55 ± 1.33 a	0.22 ± 0.44 a	1.88 ± 2.02 a
3	1.22 ± 2.16 a	0.77 ± 0.83 a	1.11 ± 1.36 a
4	0.33 ± 0.50 a	0.44 ± 0.88 a	1.11 ± 1.36 a
Redeo	1.11 ± 1.05 a	0.33 ± 0.70 a	1.77 ± 2.86 a

(n=18) Prueba Duncan medias con letras iguales no son significativamente diferentes

C) Presencia de depredadores en la parcela experimental de El Llano, Ags (ITEL)

Trampas de feromona	Coccinellidae	Chrysopidae (<i>Chrysoperla</i>)	Syrphidae
1	0.44± 1.01 a	0.78 ±2.30 a	1.00 ±0.86 a
2	0.55 ±1.33 a	0.44± 1.33 a	0.88±1.69 a
Redeo	0.67 ±0.86 a	0.22±0.44 a	0.55 ±0.88 a

(n=18) Prueba Duncan 0.05% medias con letras iguales no son significativamente diferentes

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES COMO UNA
ALTERNATIVA DE
CONTROL PARA DOS PLAGAS DE MAÍZ ALMACENADO:
Sitophilus zeamais (Motschulsky) y *Prostephanus truncatus* (Horn).
EVALUATION OF VEGETABLE EXTRACTS AS AN
ALTERNATIVE
CONTROL FOR TWO STORED CORN PESTS:
Sitophilus zeamais (Motschulsky) AND *Prostephanus truncatus*
(Horn).

José Antonio Esquivel-Rivera¹, ORCID iD: 0000-0002-8581-3961; Felipe Tafoya², ORCID iD: 0000-0003-2564-3021; Irma G. López-Muraira³, ORCID iD: 0000-0003-4857-8701; Héctor Silos-Espino¹, ORCID iD: 0000-0002-4242-7593; José Cruz Carrillo-Rodriguez⁴, ORCID iD: 0000-0001-7763-7067; y Catarino Perales-Segovia^{1*}, ORCID iD: 0000-0002-1568-2388.

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, km 18 de la carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, El Llano, Aguascalientes, México; Autor de correspondencia: perales55@hotmail.com*

² Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940, C.P. 20100. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Km10 carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán, Jalisco, México.

⁴Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Valles Centrales de Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar en condiciones de laboratorio el efecto de extractos de plantas asociadas al cultivo del maíz para el control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) y *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) en granos de maíz almacenado para uso humano. Para los extractos etanólicos y por infusión se emplearon distintas porciones vegetales (raíz, tallo, hojas y flores). Para seleccionar los extractos vegetales para el control de estas plagas se realizaron pruebas de olfatometría impregnando granos de maíz almacenado en un diseño completamente aleatorio con 12 tratamientos y aplicaciones a las 24, 48 y 72 h. Los principales resultados mostraron que para *S. zeamais* la mayor mortalidad se obtuvo con la infusión de cebadilla *Bromus catharticus* (50%) seguido por el extracto etanólico de carrizo *Phragmites australis* (47%). En el caso de *P. truncatus* nuevamente el extracto en infusión *B. catharticus* produjo un 70% de mortalidad y un 62% con el extracto etanólico de *Reseda luteola*. De acuerdo con estos resultados, los extractos etanólicos e infusiones de plantas son útiles para el control de *S. zeamais* y *P. truncatus* con posibilidad de ser empleados dentro de un programa de manejo ecológico de plagas de maíz almacenado.

Palabras clave: *Zea mays*, *Bromus catharticus*, *Reseda luteola*, maíz almacenado.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate under laboratory conditions the effect of plant extracts associated with the cultivation of corn for the control of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) in corn grains stored for human use. Different vegetable portions (root, stem, leaves and flowers) used for the ethanolic and infusion extracts. To select the plant extracts for the control of these pests, olfactometric tests carried out impregnating corn kernels stored in a completely random design with 12 treatments and applications at 24, 48 and 72 h. The main results showed that for *S. zeamais* the highest mortality obtained with the infusion of barley *Bromus catharticus* (50%) followed by the ethanolic extract of reed *Phragmites australis* (47%). In the case of *P. truncatus*, again, the infusion extract *B. catharticus* produced 70% mortality and 62%

with the ethanol extract of *Reseda luteola*. According to these results, ethanolic extracts and plant infusions are useful for the control of *S. zeamais* and *P. truncatus* with the possibility of used within an ecological management program for stored corn pests.

Keywords: *Zea mays*, *Bromus catharticus*, *Reseda luteola*, stored corn.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) ha sido un cultivo de gran importancia para la alimentación en culturas de Mesoamérica; su disponibilidad requiere la cosecha y se almacene por largos periodos de tiempo. Es en estos depósitos de granos almacenados donde diversos insectos plaga se alimentan causando pérdidas económicas (Safitri *et al.* 2019). El gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais*, y el barrenador grande de los granos *Prostephanus truncatus*, son las plagas más importantes del maíz almacenado (Birkinshaw y Smith, 2000; Ribeiro *et al.* 2007; Demissie *et al.* 2015) causando pérdidas de hasta el 30% (Martínez *et al.* 2013). Para plagas en granos almacenados se cuenta con métodos de control físicos como aplicar temperaturas extremas, atmosferas controladas y los métodos químicos como la fosfina más puede causar efectos adversos en el humano como ampollas dolor de cabeza, mareos, bronquitis, problemas motores, entre otros (Reyna *et al.* 2012).

Las plantas y otros productos biológicos han beneficiado a la humanidad (Akkoc *et al.* 2019), en los últimos 35 años en Latinoamérica se han estudiado plantas con propiedades insecticidas y con bajo impacto ambiental como aquellas asociadas a los agroecosistemas tradicionales (Pérez *et al.* 2017). Dentro de las plantas con actividad insecticida en granos almacenados, se han evaluado en forma de polvos como acción preventiva (Mi-Young *et al.* 2013) pues se reporta que una vez que el insecto se introduce al grano, los extractos pierden efecto el extracto pierde efecto (Athanassiou y Kavallieratos, 2014). En el caso de extractos etanólicos, la especie *Pimenta pseudocaryophyllus* produjo repelencia en *S. zeamais* con posibilidades de emplearse como bioinsecticida (Ribeiro *et al.* 2015). La efectividad de los extractos de plantas se asocia con metabolitos secundarios como los terpenos, esteroides,

cumarinas, flavonoides, ácidos fenólicos, ligninas, xantonas y antraquinónicos (Ogunleye *et al.* 2007). Los herbívoros pueden desarrollar también estrategias de sobrevivencia, Pérez *et al.* (2008), reportan metabolitos en larvas de la mariposa *Battus philenor* (Lepidoptera: Papilionidae) a partir de su hospedero *Aristolochia californica* (Piperales: Aristolochiaceae) con la finalidad de protegerse de sus depredadores. Actualmente, la mayoría de los nuevos compuestos vegetales con capacidad de controlar plagas son fenólicos y limonoides de las familias Meliaceae (azadirachtin) y Leguminosae (rotenona) (Cespedes *et al.* 2016), siendo cada vez son más los extractos de plantas reportados como alternativa de bajo impacto ambiental para manejo de insectos plaga (González y Horiński, 2018). Valorando la importancia que representa el cultivo del maíz en México y la necesidad de contar con alternativas ecológicas para el control de plagas en granos almacenados, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de extractos de plantas asociadas al agroecosistema maíz para el control de dos plagas del maíz almacenado, *S. zeamais* y *P. truncatus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta e identificación de plantas. Se colectaron plantas completas en tres sitios en el Estado de Aguascalientes con agroecosistemas de maíz: Pabellón de Arteaga (N21°59.836" W102°15.888"), con sistema de riego; Jesús María (N22°10.72" W102°17.648"), cultivo de temporal; y El Llano (N21°42.41" W102°09.55") con sistema mixto. Se seleccionaron las plantas hasta 20 m de la periferia y entre los surcos del cultivo en tres momentos del cultivo: previo a la siembra, durante su desarrollo y post cosecha. Para cada uno de los cinco puntos de colecta se extrajeron 20 ejemplares completos, se colocaron en bolsas de papel y transportaron en prensa botánica al Instituto Tecnológico El Llano, Aguascalientes para su posterior identificación. La identificación fue corroborada con ayuda del personal del Herbario del Instituto Tecnológico de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco (Cuadro 1).

Cría de insectos. Los insectos adultos de *S. zeamais* y *P. truncatus* se obtuvieron de crías en laboratorio donde se colocaron 10 parejas de cada especie en frascos de 0.5 L con 150 g de granos de maíz a 22.5 ± 2.5 °C, 25-30 % H.R. y un periodo 12:12

(Luz-Oscuridad) (Hincapié et al. 2008). El proceso de renovación de semillas se mantuvo hasta obtener el número necesario de insectos para los bioensayos.

Elaboración de extractos. Las plantas completas se secaron a la sombra a temperatura ambiente (23 °C) y peso constante. Se trituraron de forma individual con un mezclador comercial de acero inoxidable Hamilton® hasta obtener 500 g. A partir de este material, se usaron dos métodos de extracción: infusión y extracción etanólica. Para la extracción por infusión se calentó 1 L de agua destilada a 80 °C durante 10 min con agitación constante (Haman et al. 2018). Posteriormente, se filtró la parte acuosa y se aforó a 1 L con agua destilada en botellas de vidrio estériles para luego almacenar a baja temperatura (2 °C) hasta su uso. Para la extracción etanólica, se tomaron 500 g de la planta molida y se mantuvo durante cinco días en 500 ml de etanol (95%) en frío (12 °C) y con agitación cada 24 h (Tenorio-Rodríguez et al. 2017). Los extractos se filtraron, aforaron a 1 L con etanol (95%) y se almacenaron a temperatura ambiente, en recipientes ámbar a 50% de concentración (w/v).

Bioensayos con el olfatómetro. Para los bioensayos se empleó un olfatómetro de vidrio de dos vías en forma de “Y” con diámetro interior de 15 mm y ángulo de 90° entre los brazos. Los insectos experimentales se introdujeron individualmente en la base del olfatómetro que estuvo conectado a una bomba de vacío (Barnant Co. Modelo 400-3901) con un flujo de 25 ml min⁻¹ y donde al extremo de cada brazo se colocó un matraz kitazato (125 ml) en donde fueron colocados los extractos (2 ml) como estímulos olfativos impregnados en trozos de papel filtro (2 x 6 cm) y etanol o agua destilada como control. Las condiciones para los bioensayos fueron: 230 lux de iluminación, 22 °C +/- 2 °C de temperatura y 29 +/- 5 % HR.

Cuadro 1. Listado de plantas asociadas al agrosistema maíz y evaluadas bajo dos métodos de extracción (Infusión/etanólico) para *Sitophilus zeamais* y *Prostephanus truncatus*.

Nombre común	Nombre científico	Localidad de colecta
--------------	-------------------	----------------------

Morenita rastrera	<i>Atriplex suberecta</i>	Pabellón de Arteaga
Cebadilla criolla	<i>Bromus catharticus</i>	Pabellón de Arteaga
Trompetilla	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Pabellón de Arteaga
Gordolobo corriente	<i>Brickellia veronicifolia</i>	Pabellón de Arteaga
Alfombrilla	<i>Glandularia bipinnatifida</i>	Pabellón de Arteaga
Quelite	<i>Malva parviflora</i>	Jesús María
Pasto	<i>Melilotus indicus</i>	Jesús María
Escoba amarga	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Jesús María
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Jesús María, El Llano
Tabaquillo	<i>Nicotina glauca</i>	Jesús María
Gualda	<i>Reseda luteola</i>	Jesús María, El Llano
Acedera de sapo	<i>Rumex crispus</i>	El Llano
Salvia	<i>Salvia ballotiflora</i>	El Llano
Hierba mora	<i>Solanum nigrescens</i>	El Llano
Cerraja	<i>Sonchus oleraceus</i>	El Llano

El tiempo para cada bioensayo fue de 5 min, registrando el tiempo y el brazo del olfatómetro elegido por el insecto. El olfatómetro se rotó 180° sobre su eje después de cada bioensayo para descartar sesgos por orientación. Se realizaron doce repeticiones y con cada cambio de extracto el dispositivo fue limpiado con detergente libre de fosfatos y agua, enjuagado con acetona y secado en horno por 30 min (Vuts *et al.* 2018). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Los extractos etanólicos y en infusión que presentaron el mayor porcentaje de repelencia en olfatometría fueron los considerados para la siguiente etapa de evaluación de toxicidad en maíz almacenado que se describe a continuación.

Evaluación de toxicidad de extractos contra gorgojos del maíz en laboratorio.

Tomando como base la respuesta a los extractos en la etapa de olfatometría, se realizó un segundo bioensayo con aquellos extractos con el criterio de haber mostrado repelencia a una concentración de 50%. Los extractos repelentes bajo este criterio fueron en extracto etanólico: *M. indicus*, *N. glauca*, *P. clandestinum*, *P. hysterophorus*, *R. luteola*, *S. ballotiflora*, y en extractos en infusión: *B. catharticus* y *G. bipinnatifida*. El tiempo de exposición fue de 24, 48, y 72 h. Los insectos experimentales para evaluar la mortalidad producida por los extractos se obtuvieron colocando semillas de maíz libres de plaga a -4 °C por 30 días en frascos de plástico (0.5 L) con 20 insectos (2-3 días de edad) y 250 gr de semillas sanas. Los frascos se cubrieron con una tela de muselina (Cardoso-Almeida *et al.* 2014) y se mantuvieron a temperatura ambiente (22+/-1°C). Los extractos se aplicaron tópicamente a razón de 5 ml de la solución base por semana (Ribeiro *et al.* 2014) y en la quinta semana se contabilizó el número de insectos vivos con ayuda de una aguja de disección (Adarkwah *et al.* 2017). Los criterios para evaluar la toxicidad incluyeron: peso de la pulverización al alimentarse, número de granos sin daño, peso total final y el porcentaje de granos dañados mediante el método reportado por Harris y Lindbland (1978). Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones (N=80). Los análisis estadísticos incluyeron análisis de varianza, prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) y la fórmula de Abbott (1925).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Colecta e identificación de plantas. Se identificaron en total 15 plantas en los tres puntos de colecta, cinco para el Municipio de Pabellón de Arteaga: *Atriplex suberecta* (Amaranthaceae), *Bromus catharticus* (Poaceae), *Bouvardia ternifolia* (Rubiaceae), *Brickellia veronicifolia* (Asteraceae), *Glandularia bipinnatifida* (Verbenaceae); seis en el Municipio de Jesús María: *Malva parviflora* (Malvaceae), *Melilotus indicus* (Fabaceae), *Parthenium hysterophorus* (Asteraceae), *Pennisetum clandestinum* (Poaceae), *Nicotina glauca* (Solanaceae) y cinco especies para el Municipio de El Llano: *Reseda luteola* (Resedaceae), *Rumex crispus* (Polygonaceae), *Salvia ballotiflora* (Lamiaceae), *Solanum nigrescens* (Solanaceae), *Sonchus oleraceus* (Asteraceae) coincidiendo *R. luteola* y *P. clandestinum* en dos localidades (Cuadro 1).

Resultados de olfatometría. En la Figura 1 se reporta el comportamiento en atracción o repelencia que mostraron los insectos experimentales hacia los extractos por infusión o etanólicos. Para las infusiones, se obtuvo repelencia de hasta un 80% con el extracto *B. catharticus*, seguido de *G. bipinnatifida* con un 40% de repelencia. Mientras que la mayor atracción (80%) se obtuvo con *A. suberecta* y *R. luteola* (Figura 1A), seguidas por *B. ternifolia*, *M. parviflora*, *P. clandestinum*, con un 75% de atracción. Para la especie *Piper nigrescens*

Esta capacidad de atracción hacia especies que no son su hospedero, se enmarcan en un amplio rango de respuesta que presentan estos gorgojos en donde llegan a responder a frutos como la manzana y el durazno (Nornberg et al. 2018). En nuestro estudio, es probable también que los extractos con efecto repelente fue debido a presencia de alcaloides volátiles (Patiño-Bayona, 2021). Para los extractos etanólicos, la mayor repelencia ocurrió con *P. hysterophorus*, (80%) seguido de *P. clandestinum* (75%) y *N. glauca* (70%) (Figura 1B). *B. catharticus*, obtuvo el mayor porcentaje de atracción (83%). En un estudio con otro pasto, se evaluó extracto con acetona de *Melinis minutiflora* (pasto melaza). *L.* como deterrente de garrapatas *Rhipicephalus appendiculatus* Neum. encontrando un efecto disuasor con respecto al control (Mwangi et al. 1995)

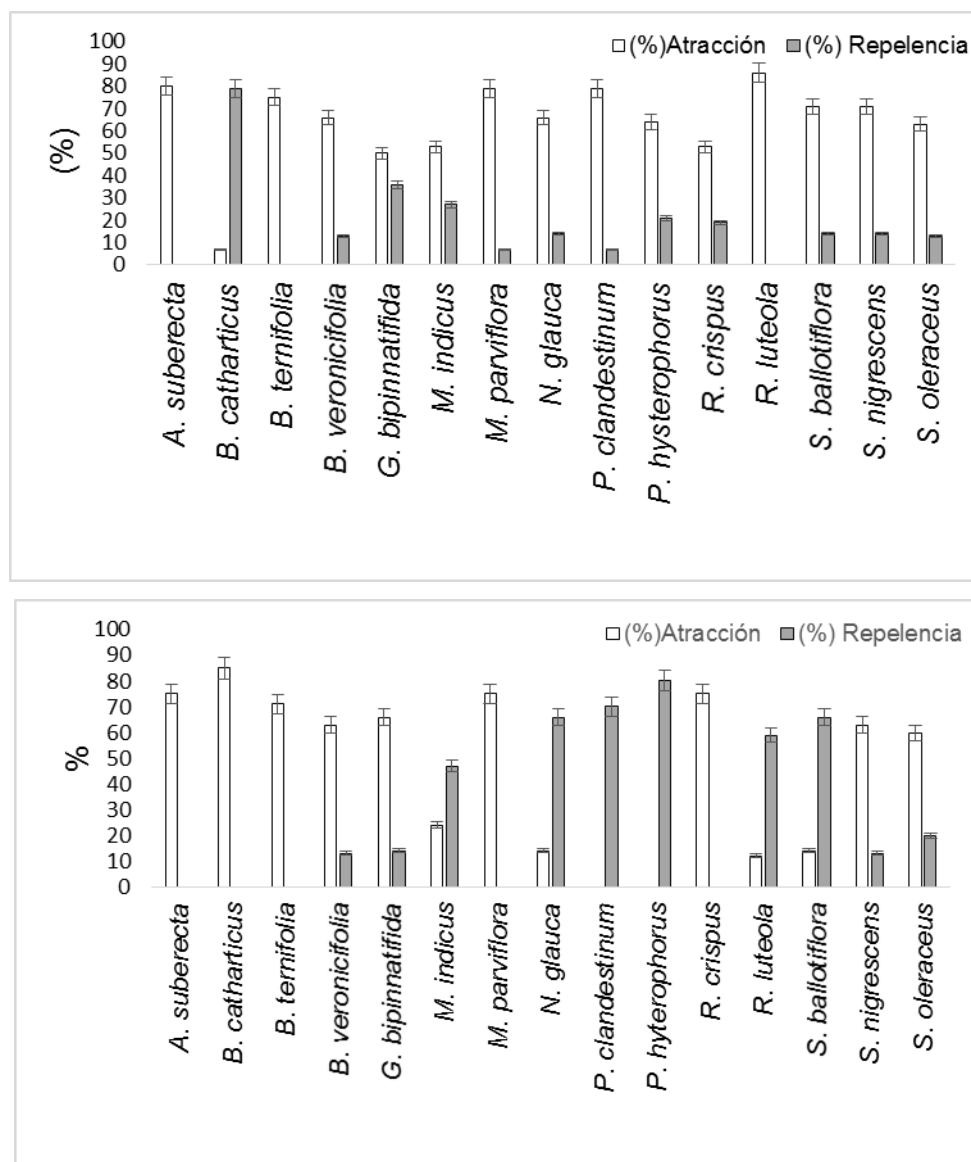


Figura 1. Respuesta de atracción o repelencia en pruebas de olfatometría de adultos de *S. zeamais* a extractos de plantas en infusión o etanol.

Evaluación de toxicidad de los extractos en laboratorio. A partir de los resultados obtenidos en las pruebas de olfatometría, se realizó una evaluación de la toxicidad de los extractos vegetales con propiedades de repelencia para el control de *S. zeamais* y *P. truncatus*. El parámetro evaluado fue el porcentaje de mortalidad corregida mediante la fórmula de Abbot. Los resultados mostraron que el extracto etanolico de *B. catharticus* obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad para *S. zeamais*

con un 57.5% (Cuadro 2). Este valor es comparado al reportado por Al-mazra'awi y Ateyyat (2008) quienes empleando extractos acuosos de *R. chalepensis*, *P. harama* y *A. strigosa*, obtuvieron una mortalidad de 50 % de *B. tabaci*. De igual forma reportan que extractos etanólico de *N. glauca* y *P. clandestinum*, produjeron un 47.4 y 45% de mortalidad, respectivamente. Por su parte, De Souza *et al.* (2014) reportan que plantas de la familia Fabaceae, como *Dimorphandra mollis*, tienen propiedades insecticidas. El extracto etanólico *N. glauca*, indujo menor mortalidad (2.5 %). Teixeira *et al.* (2018) evaluaron el efecto acaricida de siete extractos de plantas brasileñas, mostrando todos ellos algún grado de eficacia para su potencial uso en control biológico. El uso de extractos de plantas en infusión como en alcohol etílico es una alternativa al uso de agroquímicos debido a sus altos porcentajes de toxicidad Román-Farje *et al.* (2017). En este estudio, la infusión *G. bipinnatifida* indujo mayor pérdida de peso en los granos del maíz para *S. zeamais* (3.3%), mientras que con el extracto etanolico de *M. indicus* hubo una mayor pérdida de peso (17%) en *P. truncatus*. Se tiene reportado que varias especies del género *Melilotus* producen variados compuestos bioactivos como terpenos, esteroides y polifenoles (Romo-Asunción *et al.* 2016). Ya en otros estudios también se sugiere la relevancia de emplear extractos vegetales en el manejo del gorgojo del maíz *S. zeamais*, y otros insectos plaga Lannacone y Quispe (2004). Adicionalmente en nuestro estudio, *B. catharticus*, obtuvo un 3.7% en pérdida de peso, seguido por el extracto etanolico de *P. hystrophorus* (2%) y *N. glauca* (1.8%) (Cuadro 2). En estos resultados debe influir la variable mencionada por Souza *et al.* (2018) acerca de la diferencia en susceptibilidad a *S. zeamais* según la variedad de los granos de maíz. Este mismo efecto de supresión se reporta en seis plantas evaluadas para el control de nemátodos en el cultivo de la papa (Aries *et al.* 2009).

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de *S. zeamais*, *P. truncatus* y variación en peso

de maíz en grano de infusiones o extractos etanólicos de extractos vegetales.

Tratamiento	Extracto	Mortalidad (%)		Pérdida de peso de semillas de maíz (gr)	
		<i>S. zeamais</i>	<i>P. truncatus</i>	<i>S. zeamais</i>	<i>P. truncatus</i>
<i>M. indicus</i>	Etanólico	12.5±5.0BCD	35±9.5 AB	2.0±0.3A	1.7±0.4AB
<i>N. glauca</i>	Etanólico	47.5±5.0 A	42.5±9.6 AB	1.4±0.1AB	1.8±0.4AB
<i>P. clandestinum</i>	Etanólico	45.0±5.0 A	42.0±2.2 AB	0.6±0.1ABC	2.0±0.1B
<i>P. hystrophorus</i>	Etanólico	7.5±5.7 CD	35±5.7 AB	2.5±0.5AA	2.0±0B
<i>R. luteola</i>	Etanólico	42.5±5.0 A	62.5±17.3 A	0.4±0.1ABC	1.7±0.1A
<i>S. ballotiflora</i>	Etanólico	17.5±5.7 BC	50.0±0.9AB	1.4±0.1AB	0.5±0.9BC
<i>B. catharticus</i>	Infusión	57.5 ±5.0 A	70.0±5.0 A	1.0±0.1AB	3.7±0.8A
<i>G. bipinnatifida</i>	Infusión	25.0±5.0 B	22.5±5.0BC	1.7±0.1AB	2.0±0.2B
Testigo	Agua	0±0 C	0±0 C	0.0±0.0C	0.0±0.0 C

Letras diferentes en la misma columna significan diferencias significativas basadas en prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Similar a este estudio, en otras plantas no encontradas en el agro sistema maíz, como *Heliopsis longipes* que contiene afinina, presentan efectos insecticidas y bactericidas (Delgado *et al.* 2018). En otro reporte, como plaguicida mineral, Rodriguez-Ledesma *et al.* (2017) reportan al polvo inerte de mármol blanco para el control de *S. zeamais* con un 70% de mortalidad similar a los resultados en este trabajo. Estas referencias se suman a Udo (2011) que reporta a la especie *Zanthoxylum xanthoxyloides*, con actividad biológica de repelencia contra *S. zeamais*. Todas estas alternativas agroecológicas son una opción ante el uso de plaguicidas con los efectos que causan en el ambiente natural y la salud. Los resultados obtenidos en este trabajo empleando extractos de plantas en infusión o alcohol etílico se suman como estrategia para implementar un programa de manejo

integrado de plagas en el agro sistema maíz.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados en los bioensayos de olfatometría, los extractos en infusión con mayor porcentaje de repelencia contra la especie *S. zeamais* fueron *B. catharticus* y *G. bipinnatifida*. Los extractos etanólicos con un porcentaje por arriba del 50% de repelencia fueron: *M. indicus*, *N. glauca*, *P. clandestinum*, *P. hysterothorus*, *R. luteola*, y *S. ballotiflora*. Para la evaluación de la toxicidad de los extractos en laboratorio en la mortalidad de *S. zeamais*, el extracto con mayor porcentaje fue de *B. catharticus* (57.5%), seguido del extracto etanólico de *N. glauca* (47.4%). En el caso de *P. truncatus*, los mayores porcentajes de mortalidad se obtuvieron con la infusión de *B. catharticus* (70%) y el extracto etanólico de *R. luteola* (62.5%). Por lo tanto, este trabajo preliminar en condiciones de laboratorio establece la capacidad de los extractos vegetales de plantas asociadas al cultivo del maíz, para el manejo fitosanitario de plagas de granos almacenados como *S. zeamais* y *P. truncatus*. Siendo esta una alternativa agroecológica, ante los productos sintéticos en condiciones de grano de maíz almacenado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide, *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265–267. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Adarkwah, Ch., Obeng-Ofori, D., Hormann, V., Ulrichs, Ch., Scholler, M. (2017). Bioefficacy of enhanced powders on the mortality and progeny production of *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Chrysomelidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Dryophthoridae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in stored grain cereals. *International Journal of Tropical Insects Science.*, 37: 243-258. DOI: <http://doi:10.1017/S1742758417000170>
- Akkoc, S., Karaca, I., Karaca, G. (2019). Entomopathogen Fungi on *Apis mellifera* L. and *Bombus terrestris* L. *Journal of Natural and Applied Sciences*. 23(2):433-439.

DOI: <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.477889>

- Al-mazra'awi, M. S. & Ateyyat, M. (2008). Insecticidal and repellent activities of medicinal plant extracts against the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera.: Aleyrodidae) and its parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae). J Pest Sci., 82:149-154. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60937765003>
- Aries, A., Carvalho, R., Barbosa, M. Da C. y Rosa, E. (2009). Suppressing Potato Cyst Nematode, *Globodera rostochiensis*, with Extracts of *Brassicacea* Plants. American Journal of Potato Research., 86:327-333. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12230-009-9086-y>
- Athanassiou, Ch. G. and Kavallieratos, N. G. (2014). Evaluation of spinetoram and spinosad for control of *Prostephanus truncatus*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, and *Tribolium confusum* on stored under laboratory test. J. Pest. Sci., 87: 469-483. DOI: <http://doi.10.1007/s10340-014-0563-9>
- Birkinshaw, L. A. and Smith, R. H. (2000). Function of aggregation pheromone in the larger grain borer *Prostephanus truncatus* variation in responses to individuals as evidence for a role in sexual selection. Journal of Chemical Ecology, 26(6):1325-1339. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1005419305231>
- Cardoso-Almeida, F. A., Silva-Junior, P. J., De Paula-Queiroga., V., Figueiredo-Neto, A., Cárdenas-Olivier, N., Bienvenido-Rojas, A. (2014). Eficiencia de extractos vegetales como insecticida sobre *Sitophilus zeamais* en granos de maíz almacenados. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias., 23(2):57-62. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542014000200010&lng=es&tlng=es.
- Céspedes, C. L., Lina-García, L., Kubo, I., Salazar, J. R., Ariza-Castrolo, A., Alarcon, J., Aqueveque, P., Werner, E., Seigler, D. S. (2016). *Calceolaria integrifolia* s. l. Complex, reduces feeding and growth of *Acanthoscelides obtectus*, and *Epilachna varivestis*. A new source of bioactive compounds against dry bean

- pests. Industrial Crops and Products., 89:257-267. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.026>
- De Souza, T. W., Dantonino, F. L. R., Coelho, R. R., Ahmed, F. H., De Sousa, F. S., Cola, Z. J. (2014). Effects of Astilbin from *Dimorphandra mollis* (Fabacea) Flowers and Brazilian Plant Extracts on *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae). BioOne., 93(3):892-901. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.097.0347>
- Delgado-Ortiz, J. C., Ochoa, Y. M., Beltrán-Beache, M. y Cerna, E. (2018). Evaluación *in vitro* de la actividad antifúngica del extracto de *Heliopsis longipes* en cepas de *Sclerotium cepivorum* y *Sclerotinia sclerotiorum*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 9(4): 871-877. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i4.337>.
- Demissie, G., Tilahun B., Dida, M., Teklewold, A., Wegary, D. (2015). Evaluation of quality protein maize inbred lines for resistance to maize weevil *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and other important agronomic traits. Euphytica, 205:137-150. DOI: <http://doi.10.1007/s10681-015-1412-5>
- González, J. C., Horiński, M. A. (2018). Actividad antibacteriana in vitro de extractos hidroalcohólicos secos de Yerba Mate elaborada, procedente de Paraguay. Çrev. Cienc. Tecnol. 30:12-20. Disponible en: <https://www.fceqyn.unam.edu.ar/recyt/index.php/recyt/article/view/251>
- Haman, N., Ferrentino, G., Imperiale, S., Scampicchio, M. (2018). Antioxidant and prooxidant activity of spent coffee extracts by isothermal calorimetry. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 132:1065-1075. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10973-018-6995-3>
- Harris, K. L. y Lindbland, C. J. (1978). Postharvest grain loss assessment methods: A manual of methods for the evaluation of postharvest losses. American Association of Cereals Chemist. 193 p.
- Hincapié, LL. C. A ., Lopera, A. D., Ceballos, G. M. (2008). Actividad insecticida de extractos de semillas de *Annona muricata* (Annonaceae) sobre *Sitophilus zeamais*. (Coleóptera: Curculionidae). Revista Colombiana de Entomología., 34

- (1):76-82. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882008000100010
- Lannacone, J., Quispe, C. (2004). Efecto de dos extractos vegetales sobre el gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Mostchulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) en Perú. Rev. Per. Ent. 44:81-87. Disponible en: <https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v44/pdf/a13v44.pdf>
- Martínez, Ch. J. A., D'Antonino, F. L. R., Soto, G. A. (2013). Porcentaje de pérdida de masa en granos y efecto toxico del aceite esencial *Piper aduncum* en *Sitophilis zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Bol. Cient. Mus. Hist. Nat., 17(1):81-90. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v17n1/v17n1a 08.pdf>
- Mi-Young, B., Hee-Jung, P., Gi-Min, K., Dae-Young, L., Gee-Young, L., Sun-Ju, M., Eun-Mi, A., Geum-Soog, K., Myun-Ho, B., Nam-In, B. (2013). Insecticidal alkaloid from the seeds of *Macleaya cordata* on Cotton Aphid (*Aphis gossypii*). J Korean Soc Appl Biol Chem., 56:135-140. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13765-013-3013-0>
- Mwangi, E.N., Essuman, S., Kaaya, G.P. et al. Repellence of the tick *Rhipicephalus appendiculatus* by the grass *Melinis minutiflora*. (1995). Trop Anim Health Prod 27, 211–216. DOI: 10.1007/BF02250692
- Nornberg, S. D., Dionei-Grutzmacher, A., Simoes, J. M., Adler, C., Edson-Nava, D. (2018). Unusual behavior of oviposition and development of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in peach and apple fruits. Phytoparasitica., 46:69-74. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12600-018-0643-0>
- Ogunleye, R. F & Adefemi, S. O. (2007). Evaluation of the dust and methanol extracts of *Garcinia kola* for the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Sitophilus zeamais* (Mots). Journal of Zhejiang University., 8(12): 912-916. DOI: <https://doi.org/0.1631/jzus.2007.B0912>
- Patiño-Bayona WR, Nagles Galeano LJ, Bustos Cortes JJ, Delgado Ávila WA, Herrera Daza E, Suárez LEC, Prieto-Rodríguez JA, Patiño-Ladino OJ. (2021). Effects of Essential Oils from 24 Plant Species on *Sitophilus zeamais* Motsch

- (Coleoptera, Curculionidae). Insects.,12(6):532. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12060532>
- Pérez, D., Iannacone, J., Tueros, A. (2008). Toxicity of *Paullinia clavigeras* SCHLTDL. (Sapindaceae) y *Chondrodendron tomentosumruizet* Pav. (Menispermaceae) sobre el piojo saltador del Camu Camu *Tuthillia cognata* (Hemiptera:Psyllidae). Gayana Bot., 65(2):145-152. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432008000200004>
- Pérez, C. K., Galaviz, L., Iracheta J. M., Lucero, E. A., Molina. Z. J. (2017). Actividad contra *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida:Trypanosomatidae) de extractos metanólicos de plantas de uso medicinal en México. Rev. Biol. Trop., 65(4): 1459-1469. DOI: 10.15517/rbt.v65i4.27153
- Reyna, M. M., Vázquez, De A. G. F. V., García, M. J. (2012). Revisión de intoxicación aguda de fosforo de aluminio. Revista de la Asociación Mexicana Medicina, 26 (4):242-246. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2012/ti124i.pdf>
- Ribeiro, B., Güedes, R. N. C., Correa, A. S., Santos, C. T. (2007). Fluctuating asymmetry in insecticide-resistant and insecticide-susceptible strains of the Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Arch. Environ. Contam. Toxicol. 53:77-83. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00244-006-0162-8>
- Ribeiro, L. P., Vendramim, J. D., Andrade, M. S., Bicalho, K. U., Silva, M. F. G. F., Vieira, P. C., Fernández, J. B. (2014). Tropical plant extracts as sources of grain-protectant compounds against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Neotrop Entomol., 43:470-482. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-014-0233-x>
- Ribeiro, L. P., Ansante, T. F., Niculau, E. S., Pavarini, R., Silva, M. F. G., Sefrin, R. C., Vendramim, J. D. (2015). *Pimeta pseudocaryophyllus* derives: extraction methods and bioactivity against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Neotrop Entomol., 44:634-642. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-015-0321-6>.
- Rodríguez-Ledesma, Yandy, Mirabal-García, Raúl, Suárez-Pérez, Claribel, García-González, Marcos Tulio, Rodríguez, Anayansi Albert, & Orrantia-Cárdenas, Idelfonso. (2017). Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvo de

- mármol en granos de maíz almacenados. *Pastos y Forrajes*, 40(4), 296-301. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942017000400006&lng=es&tlng=es.
- Román-Farje, A., Iannaccone, J. y Alvariño, L. (2017). Efecto tóxico del saúco, *Sambucus peruviana* (Caprifoliaceae), en *Daphnia magna*, *Sitophilus zeamais*, *Chilean Journal of Agricultural and Animal Science.*, 33(1):3-13. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902017005000101>.
- Romo-Asunción, D., Ávila-Calderón, M. A., Ramos-López, M. A., Barranco-Florido, J. E., Rodríguez-Navarro, S., Romero-Gomez, S., Aldeco-Pérez, E. J., Pacheco-Aguilar, J. R., Rico-Rodríguez, M. A. (2016). Juvenomimetic and insecticidal activities of *Senecio salinus* (Asteraceae) and *Salvia microphylla* (Lamiaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). *Florida Entomologist*. 99(3): 345-351 DOI: <https://doi.org/10.1653/024.099.0301>
- Safitri, A., Herlinda, S., Setiawan, A. (2019). Entomopathogenic fungi of soils freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands, and highlands of South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(6):2365-2373. DOI:10.13057/biodiv/d190647
- Souza, P. L., D'Antonio-Faroni, L. R., Martins-Lopes, L., Hipolito-de Sousa, A., Figueiredo-Prates, L. H. (2018). Toxicity and sublethal effects of allyl isothiocyanate to *Sitophilus zeamais* on population development and walking behavior. *Journal of Pest Science.*, 91: 761-770. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0950-0>
- Teixeira Pinto, Z., Ferreira Carneiro, J., Carriço, C., Leal Caetano, R., Baia Ferreira, V. dos S., Martins Mendonça, P., Rangel Berenger, A. L., & Figueiredo, M. R. (2018). Efecto acaricida de siete extractos de plantas brasileñas. *Revista Colombiana De Entomología*, 44(1), 44-47. DOI: <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6541>
- Tenorio-Rodríguez, P. A., Murillo-Álvarez, J. I., Campa-Córdova, A. I. (2017). Antioxidant screening and phenolic content of ethanol extracts of selected Baja California Peninsula macroalgae. *J Food Sci Technol.*, 52(2):422-429. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s13197-016-2478-3>

Udo, I. O. (2011). Potentials of *Zanthoxylum zanthoxyloides* (LAM.) for the control of stored product insect pests.. Journal of Stored Products and Postharvest Research. 2(3):40-44. Disponible en: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.975.6917&rep=rep1&type=pdf>

Vuts, J., Woodcock, Ch. M., Caulfield, J. C., Powera, S. J., Pickett, J. A., Birkett, M. A. (2018). Insolation and identification of floral attractants from a nectar plants for the dried bean beetle, *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae). Pest Manag Sci., 74:2069-2075. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.4903>