

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



Manejo agroecológico de plagas con enemigos naturales en el cultivo de maiz (*Zea mays* L.)

Por:

Eustorgio Lucio Garcia

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Torreón Coahuila, México

Septiembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

Manejo agroecológico de plagas con enemigos naturales en el cultivo de maíz
(*Zea mays* L.)

Por:

Eustorgio Lucio Garcia

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial para obtener el título de:

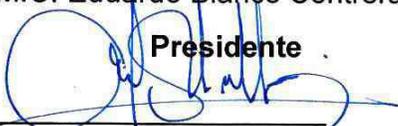
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobado por:



M.C. Eduardo Blanco Contreras

Presidente



Dr. Christian Silva Martínez

Vocal



Dr. Jesús Vázquez Arroyo

Vocal



Dra. Alejandra Cabrera Rodríguez

Vocal suplente



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón Coahuila, México

Septiembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

Manejo agroecológico de plagas con enemigos naturales en el cultivo de maíz

(*Zea mays* L.)

Por:

Eustorgio Lucio Garcia

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

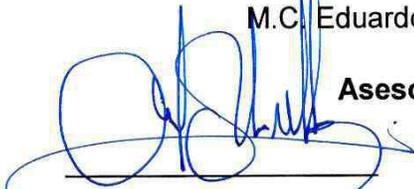
Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobado por el Comité de Asesoría:


M.C. Eduardo Blanco Contreras

Asesor Principal


Dr. Christian Silva Martínez

Coasesor


Dr. Jesús Vásquez Arroyo

Coasesor


Dr. J. Isabel Márquez Mendoza

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón Coahuila, México

Septiembre 2023

AGRADECIMIENTOS

No hay un mejor maestro con enseñanza más estrictas que la vida, agradezco que me haya permitido llegar a cumplir una de mis metas, lo que un día sólo era un sueño y que hoy se ha hecho realidad. Bien dicho que la grandeza, se obtiene con esfuerzo y dedicación para llegar a un lugar extraordinario, es decir, a través de la disciplina y la fe de cada individuo. Les agradezco a dos seres humanos excepcionales y profesionistas extraordinarios que me acompañaron durante todas mis trayectorias en la formación académica, así mismo, quien me acogieron en los momentos más difíciles de mi vida con mucho cariño y respeto hacia ustedes: M.C. **Eduardo Blanco Contreras** y a su esposa la bióloga **María Mercedes Sáenz López (†)**. Gracias M.C. **Eduardo Blanco Contreras** por brindarme su dedicación y paciencia hacia mi persona, sin sus palabras y correcciones precisas en mi tesis de investigación no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. De la obra titulada “Manejo agroecológico de plagas con enemigos naturales en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)”. Por otra parte, a mis coasesores el Dr. **Jesús Vásquez Arroyo, Christian Silva Martínez** y la Dra. **Alejandra Cabrera Rodríguez**. Gracias a cada uno de ustedes por sus aportaciones y enseñanzas para llevar a cabo este trabajo de investigación y que se siga replicando a las futuras generaciones. Agradezco a cada uno de mis familiares en especial a mis padres **Maximino Lucio Epifanio** y a **Paola García Bacilio**, por haberme dado la dicha fortuna de existir en este mundo y por sus apoyos incondicionales, así mismo, a mis herman@s; **Perpetua Lucio García, Isidra Lucio García, Melquiades Lucio García, Apolonia Lucio García, María Lucio García** y a mi tía **Dominga Morales Morales**. Muchísimas gracias a cada uno de ustedes por acompañarme en este proceso.

Y por últimos, a mi segunda familia la Chef **Ariadna Livia Mendoza Giles** y sus dos hijas, que me brindaron sus apoyos incondicionales. Gracias a cada una de ustedes sin su ayuda no se hubiera hecho realidad este sueño.

DEDICATORIAS

Se la dedico en especial a mis padres **Maximino Lucio Epifanio** y a **Paola Garcia Bacilio**. Que me dieron la vida para llegar ser lo que ahora soy.

A todos mis herman@s; **Apolonia Lucio Garcia, Isidra Lucio Garcia, Melquiades Lucio Garcia, María Lucio Garcia** y **Perpetua Lucio Garcia**. Que fueron mis piezas fundamentales para lograr unos de mis objetivos.

A mi tía **Dominga Morales Morales** por su apoyo incondicional.

A mis profesores M.C. **Eduardo Blanco Contreras**, Dr. **Jesús Vásquez Arroyo** y la Dra. **Alejandra Cabrera Rodríguez**. Que fueron participe de mi formación académica.

Por últimos, a todos mis amigos y amigas que me brindaron su apoyo incondicional en cuanto más lo necesitaba en aquel momento de soledad a mis compañeros; **Gamaliel Chino Cecilio, José Luis Barragán Loya, Victoria Hernández Eddy, María del Rosario López Solano, Carlos Rafael Cerra Mata, Germán Casanova Ramos, Manuel López Astudillo, Lenin Misael López, Leticia Guadalupe Castro Martínez** y **Laura Regina Mejía Macías**. Muchas gracias a cada uno de ustedes, sin sus palabras tan alentadoras, no se hubiera hecho realidad este sueño tan anhelado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Historia del maíz	3
2.1.1. Importancia del maíz en México.	4
2.1.2. Factores limitantes en la productividad de maíz	5
2.1.3. Característica del cultivo de maíz.	6
2.1.4. Principales países productores	7
2.2. Principales plagas y sus características en el cultivo de maíz.	8
2.2.1. Plagas superficiales	9
2.2.1.1 Nombre común: gusano cogollero del maíz u oruga militar tardía.	9
Nombre científico: <i>Spodoptera frugiperda</i> . (Lepidoptera: Noctuidae).	9
2.2.1.2 Nombre común: Gusano elotero.	12
Nombre científico: <i>Helicoverpa zea</i> . (Lepidoptera: Noctuidae).	12
2.2.1.3 Nombre común: Barrenador del tallo.....	15
Nombre científico: <i>Diatraea saccharalis</i> . (Lepidoptera: Crambidae)	15
2.2.1.4 Nombre común: Pulgón verde del maíz.....	17
Nombre científico: <i>Rhopalosiphum maidis</i> . (Hemiptera: Aphidae).	17
2.2.2. Plagas rizófagas	18
2.2.2.1 Nombre común: Gusano cortador u gusano trozador.....	18
Nombre científico: <i>Agrotis spp.</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	18
2.2.2.2. Nombre común: Gallina ciega.	21

Nombre científico: <i>Phyllophaga</i> ssp. (Coleoptera: Melolonthinae).....	21
2.2.2.3. Nombre común: Gusano de alambre.	23
Nombre científico: <i>Agriotes</i> spp. (Coleoptera: Elatidae)	23
2.3. Manejo Integrado de Plagas (MIP).....	25
2.3.1. Control químico.....	25
2.3.2. Control Mecánico.....	26
2.3.3. Control biológico	26
2.4. La agroecología.	32
2.5. MAP (Manejo Agroecológico de Plagas).....	33
2.5.1 Cambio o transformación racional humana	33
2.5.2 Diseño de la plantación.....	34
2.5.3 Rotación de cultivos	36
2.5.4. Incremento de la biodiversidad.....	37
2.5.5. Aplicaciones físicas (talcos, agua de vidrio, caldo de ceniza, entre otros)	38
2.5.6. Monitoreo de la biodiversidad y sus controladores.....	39
2.5.7. Prácticas consideradas para el manejo agroecológico de plagas en maíz.	41
III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1 Búsqueda y rastreo de datos sobre “control biológico de plagas para el periodo 2018-2022.	42
3.2 Ordenamiento de los enemigos naturales de las principales plagas del maíz, mencionadas en los documentos recuperados.	42
3.3 Actualización y distribución de la investigación sobre los enemigos naturales de las plagas del maíz.	42
IV. RESULTADOS.....	43
4.1 Filtración y rastreo de la información con relación al “control biológico de plagas en maíz” durante el periodo 2018-2022.....	43
4.2 Relación de enemigos naturales detectados para las plagas del maíz.....	44
4.2.1 Depredadores.....	44
4.2.2. Parasitoides.....	46

4.2.3. Entomopatógenos	48
4.3 Registros recientes (5 años) de los enemigos naturales de plagas en maíz “a nivel mundial”	50
4.3. 1. Años de publicación de las investigaciones	50
4.3.2 Países en donde se realizaron las investigaciones	51
V. DISCUSIÓN	52
VI. CONCLUSIÓN	60
VII. LITERATURA CITADA	61
ANEXOS	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de crecimiento en sus dos categorías: Vegetativo y reproductivas (Ritchie <i>et al.</i> , 1992; citado por: Marcial, 2017).....	7
Figura 2. Área cosechada y producción de maíz. Principales países en 2020 (Yepes, 2023).....	8
Figura 3. Ciclo reproductivo de <i>S. frugiperda</i> . Se muestra el tiempo que tarda en desarrollar cada una de sus etapas con base en (Trujano, 2021).....	9
Figura 4. A) Huevos, B) Larvas, C) Pupa, D) Adulto de <i>S. frugiperda</i> (Estrada, 2022).	10
Figura 5. A. Daño en las hojas, B. Daños en las hojas y cogollos, C. Daños en la mazorca provocados por las larvas de <i>S. frugiperda</i> en maíz (Estrada, 2022).	12
Figura 6. Ciclo biológico de <i>Helicoverpa Zea</i> con base en (Rivera, 2022).....	13
Figura 7. Daños ocasionados por <i>Helicoverpa Zea</i> con base en (Rivera, 2022).	14
Figura 8. A) Huevos, B) Larva, C) Pupa y D) Adultos de <i>D. saccharalis</i> en el maíz (Estrada, 2022).....	15
Figura 9. Daño provocado por larvas de <i>D. Saccharalis</i> en el tallo de maíz (Estrada, 2022).	16
Figura 10. A. Ninfa, B. Adulto de <i>R. maidis</i> (Estrada, 2022).....	17
Figura 11. Daños provocados por <i>R. maidis</i> en el maíz. A. Enrollado de la hoja, B. Fumagina con base en (Estrada, 2022).	18
Figura 12. Ciclo biológico de <i>Agrotis spp.</i> , en el cultivo de maíz con base en (Estrada, 2022).	19
Figura 13. Daño provocado por la larva de <i>Agrotis spp.</i> , en el tallo de la planta de maíz (Estrada, 2022).	20
Figura 14. A. Huevo, B. Larva, C. Pupa, D. Adultos de <i>Phyllophaga spp.</i> (Estrada, 2022).	21
Figura 15. Daño provocado por <i>Phyllophaga spp.</i> , en el cultivo de maíz (Estrada, 2022).	22
Figura 16. A. Huevo, B. Larva, C. Pupa, D. Adultos de <i>Agriotes spp.</i> , con base en (DGSV-CNRF, 2020; Bienvenido <i>et al.</i> , 2020; Sufyan <i>et al.</i> , 2014).....	23
Figura 17. Vista panorámica del cultivo de maíz dañado por <i>Agriotes ssp.</i> , con base en (DGSV-CNRF, 2020).	24
Figura 18. Larva de crisopa atacando un pulgón (A) y Coccinélido que se alimenta de un pulgón (B) con base en (Cuchi <i>et al.</i> , 2020).....	27

Figura 19. A. Hembra de <i>Aphenus mali</i> parasitoidizando a <i>Eriosoma lanigerum</i> y B. Hembra de <i>Aphidius sp.</i> , parasitoidizando un pulgón. Con base en (Cucchi <i>et al.</i> , 2020).	28
Figura 20. A) Larvas de un parasitoide gregario saliendo de su hospedero (larva de mariposa); B) avispa parasitoide de la familia Pteromalidae; avispa parasitoide de la familia Brachonidae (Rios-Casanova, 2011).	29
Figura 21. A. Distribución de la planta en tresbolillo (equidistancia entre plantas), B. Distribución de la planta en marco real o cuadrado (misma distancia en hileras y columnas) y C. Distribución de la planta en forma de rectángulo (distancias diferentes entre hileras y columnas). Con base en (Prieto <i>et al.</i> , 2016).	34
Figura 22. Distribución de la planta en forma irregular (Prieto <i>et al.</i> , 2016).	35
Figura 23. Esquema para la rotación de cultivos (Suquilanda V., M. B. 1995; citado por: Brechelt, 2004).	36
Figura 24. Prácticas que estimulan el control de plagas y enfermedades (©FAO/TECA, 2016).	37
Figura 25. Año de publicación de las investigaciones.....	50
Figura 26. Países de origen de las investigaciones.	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Etapas vegetativas y reproductivas del cultivo de maíz (Marcial, 2017).	6
Cuadro 2: Fuente del rastreo de las informaciones en base al control biológico de plagas en maíz 2018-2022.	43
Cuadro 3: Depredadores registrados como enemigos naturales de cinco plagas de maíz.....	44
Cuadro 4: Relación de parasitoides registrados como enemigos naturales de cinco de las siete principales plagas de maíz.	46
Cuadro 5: Registro de los 31 entomopatógenos detectados para seis plagas de maíz.	48
Cuadro 6: Enemigos naturales de plagas de maíz registrados en documentos técnico-científicos publicados en el periodo 2018-2022.	49
Cuadro 7: Año de publicación de las investigaciones.....	50
Cuadro 8: Países de origen de las investigaciones.....	51
Cuadro 9: Especies de depredadores de las principales plagas de <i>Zea mays L.</i> encontrados a partir del periodo 2018-2022.	53
Cuadro 10: Especies de parasitoides de las principales plagas de <i>Zea mays L.</i> encontrados en el periodo 2018-2022.	54
Cuadro 11: Diversidad de especies de bacterias entomopatógenas y géneros bacterianos registrados como controladores de las principales plagas de maíz.....	56
Cuadro 12: Diversidad de especies de hongos entomopatógenos encontrados para el control de las principales plagas en maíz.	56
Cuadro 13: Diversidad de especies de nematodos entomopatógenos registrados como controladores de las principales plagas en maíz.	57
Cuadro 14: Diversidad de virus entomopatógenos encontrados como controladores de las principales plagas de maíz.	58
Cuadro 15: Registros que incrementan los reportes de especies depredadores y parasitoides, en las plagas de maíz.	59

RESUMEN

El maíz es el cereal de mayor importancia al nivel mundial, debido a que se utiliza como fuente de alimentos para los humanos y animales, además es importante mencionar que en la industria es utilizado para la fabricación de biocombustible y alimentos procesados. El uso indiscriminado de plaguicidas o insecticidas en las prácticas convencionales para erradicar las plagas superficiales y rizófagas en su cultivo, han traído consigo desequilibrio en el ecosistema afectando los enemigos naturales nativos, así mismo, ocasionan resistencias a plagas. Por lo tanto, es importante considerar el control biológico, como herramienta cercana al manejo agroecológico de plagas (MAP). El presente estudio, tuvo como objetivo determinar la diversidad de enemigos naturales, como parte del manejo de las principales plagas en maíz, para promover su manejo agroecológico. Se utilizó el motor de búsqueda Google Académico, así como también, bases de datos como Pubmed y Springer Link, usando las palabras clave “Control biológico de plagas en maíz” tanto en español como en inglés. Mediante una exhaustiva revisión de documentos recuperados, se fueron capturando las especies cuando fue posible, o los géneros en otros casos, para tener un inventario general de los enemigos naturales. Se obtuvo un total de 79 documentos recuperados, en donde se logró un listado de 137 registros entre géneros y especies de enemigos naturales en el manejo de las principales plagas del maíz, en esta biodiversidad de agentes, destacan los parasitoides con 66 registros. Cabe mencionar que algunos organismos actúan como reguladores múltiples, atacando a varias plagas. Todo esto, basado en la recopilación de documentos en los últimos cinco años.

Palabras clave: Enemigos naturales, Plagas de maíz, Control biológico, Manejo agroecológico, Biodiversidad, Maíz

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), se ha posicionado en el tercer lugar en producción al nivel mundial, detrás del arroz y trigo (SADER, 2021). Se cultiva en al menos 164 países a nivel mundial (Ayala, 2022). En los países desarrollados, se utiliza como fuente de forrajes para el ganado, materia prima para la industria, fabricación de biocombustible y, por último, grano para la alimentación humana (Gabriel *et al.*, 2022). Se pronóstica que la producción mundial de maíz para el año 2030, se obtendrá un aumento de 161 Mt hasta alcanzar los 1.330 Mt, con los mayores incrementos en USA (50 Mt), China (32 Mt), Brasil (24 Mt) y Argentina (6 Mt) (OECD/FAO, 2022).

El cultivo de maíz en México, es representativo en la parte socioeconomica y cultural. Su productividad se divide en dos partes fundamentales, maíz blanco destinado al consumo humano y maíz amarillo para la industria para la fabricación de alimentos balanceados en la producción pecuaria (Muñoz *et al.*, 2022). El sistema de monocultivo de maíz, a partir de la revolución verde pasó a ser un paradigma de modernización para los campesinos y productores, aplicando este método de manera exitosa, sin considerar los costos socioambientales (Sanchez, 2021). Además, los agricultores usan los plaguicidas para combatir insectos y enfermedades asegurando una mayor productividad (León, 2015).

Sin embargo, dichas prácticas además del beneficio que se menciona, también ocasionan daños ambientales y enfermedades humanas, tales como; el cáncer, el linfoma, las anomalías reproductivas, los trastornos endocrinos y los problemas neurológicos, entre otros padecimientos, cuando son usados de manera excesiva. El aumento de plagas y su resistencia a los plaguicidas, se debe al contacto con sustancias químicas o sintéticas en el ambiente, mediado por la actividad humana y contaminando agua, tierra e inclusive animales, con lo cual se multiplican las afectaciones de la vida en nuestro planeta, todo ello

debido a un cambio en el proceso de equilibrio existente (León, 2015). Así mismo, con el uso de plaguicidas a mediano y largo plazo, es probable que se manifiesten síntomas de intoxicación aguda en los campesinos, expuesto al producto químico para control de plagas (Rodríguez *et al.*, 2020).

Finalmente, el manejo agroecológico de plagas surge como un método de manejo preventivo, con el cual se pretenden disminuir las causas, que pueden incrementar la presencia de una determinada plaga en los cultivos, en lugar de aplicar medidas correctivas que tienen como objetivo eliminar los síntomas, pero no las causas de la sobrepoblación de una plaga (Ramos, 2017). Tomando en cuenta que un sistema diversificado se aumentan las interacciones y ello permite la abundancia y diversidad de enemigos naturales de los insectos plaga, obteniendo una estabilidad productiva, que presentan rendimiento por unidad de trabajo y energía (Altieri & Nicholls, 2004).

Por lo anterior, consideramos necesaria una revisión de concepto de manejo agroecológico de plagas con sus principales acciones para promover la sanidad productiva del maíz.

1.1. OBJETIVO

Determinar la diversidad de enemigos naturales como parte del manejo de las principales plagas en maíz, para promover su manejo agroecológico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia del maíz

El maíz (*Zea mays* L.), surgió aproximadamente entre los años 8 000 y 600 AC en Mesoamérica (México y Guatemala), el estudio demuestra que es proveniente de dos parentescos, de maíz silvestres y teocintle silvestre, que de acuerdo a la evolución y modificación de la especie fue manipulada por el hombre para mejorar su estructura genética. Durante los años 70's la idea más aceptada era de maíz silvestre como ancestro de la forma doméstica. A partir de los años 80 la teoría más sostenida en este sentido es la del teocintle como progenitor del maíz. México es el centro primario de diversidad genética y la Zona Andina el secundario, donde el cultivo del maíz ha tenido una rápida evolución (Acosta, 2009).

La cruce de los maíces procedente de Sudamérica a Mesoamérica, han enriquecido el intercambio, al igual que la hibridación con sus parentescos silvestres llamado "teosintes" favoreciendo el sistema de milpa durante décadas. El intercambio de saberes para el manejo de los cultivos, favoreció la selección de variedades de la misma, la cual es distribuida por todo Mesoamérica con una estimación en casi 60 variedades y subvariedades de maíces, pero aún, el debate del estudio genético muestra el proceso de continuidad evolutiva que pareciera imposible de definir una sola; las diferencias se mantienen, por tanto, debido a la intervención del hombre. Los nombres comunes de maíces constituyen una verdadera constelación, con inmensas variaciones regionales; palomero, arrocillo amarillo, chapalote, nal-tel, olotón, cónico, reventador, tehua, tabloncillo, jala, comiteco, tepecintle, olotillo, tuxpeño, chalqueño, bolita, perla, pepitilla, zapalote grande y celaya, entre otros nombres, que reciben en las diferentes lenguas indígenas (Carrillo-Trueba, 2009).

El maíz es una gramínea anual originaria de las Américas introducida en Europa en el siglo XVI (Vásquez & Vásquez, 2011). De acuerdo, a la biología reproductiva del cultivo de maíz, la planta posee estructuras florales monoicas. Las flores estaminadas se forma en la espiga (panoja) y, las pistiladas en un brote a la mitad del tallo. La polinización es llevada a cabo cuando el polen es viable o fértil de las flores estaminadas, se transfiere de la panoja a los estigmas u órganos receptores de polen de las flores pistiladas. El viento es el agente principal polinizador en la polinización libre o no controlada de la planta de maíz. Típicamente la fecundación de casi el 95% de los óvulos de un brote ocurre mediante polinización cruzada, y el 5% restante por autofecundación (Poehlman y Allen, 2003; citado por: Pinedo *et al.*, 2009).

2.1.1. Importancia del maíz en México.

En México, el maíz es el grano de mayor importancia por múltiples razones. Ya que se destaca para la alimentación y culturalmente es un elemento importante de identidad nacional. Para las pequeñas y medianas comunidades campesinas que aún cultivan el maíz nativo de forma tradicional, éste, no solo simboliza la unión con ancestros, dioses y sabiduría milenaria, sino también, es un producto que permite el sustento familiar de forma económico. En el caso para consumo humano, el maíz es aprovechado de forma nixtamalizado, fue y en algunas regiones continúa siendo el pilar de la alimentación (Guerrero, 2022). Cuando hablamos de la importancia cultural nos referimos a la productividad de maíz para la alimentación humana y animal, en forma no industrial. Basándose en las tradiciones alimenticias desde épocas prehispánicas, “además de ser el grano básico para la alimentación, el maíz se asocia con otros cultivos, los ciclos rituales anuales, las economías, las creencias, las distintas formas de organización en la vida cotidiana y del trabajo”. Que aún en la actualidad, esta cosmovisión sigue siendo importante para algunos grupos campesinos, particularmente entre los pueblos originarios de México (Jácome, 2008).

Para la industria el maíz es el insumo clave que abarcan desde la alimentación humana y animal. Pero también, es utilizada para otros fines que, se destinan para las elaboraciones de bebidas gaseosas, papel, química, plásticos o biocombustibles (Vélez, 2009).

2.1.2. Factores limitantes en la productividad de maíz

Para el concepto de plaga, existen múltiples definiciones, según la FAO (1990), la define “cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales” (Rio & Salazar, 2023). Los insectos plagas, son uno de las principales limitantes en la productividad del cultivo de maíz, que provocan daño en el crecimiento y por ende reduce el rendimiento. Una de las plagas más comunes de este cultivo es el gusano cogollero *Spodoptera fugiperda* (J.E. Smith) y *Heliothis zea* (Boddie), (Lepidóptera: Noctuidae) siendo el que mayor presencia tiene en las plantas de maíz (Hernández-Trejo *et al.*, 2019). Así mismo participan arvenses y enfermedades causadas por hongos y virosis como agentes causales que también reducen el rendimiento del cultivo. (Presello *et al.*, 2022).

El cambio climático es otros de los factores ambientales más preocupante, debido a que provoca reducción de los rendimientos y/o perdidas de cosechas (Vega *et al.*, 2022). La planta de maíz también es muy sensible al estrés hídrico (Mayol *et al.*, 2014). El cual, repercute directamente en la productividad y la calidad del grano para los productores (Ayala-Garay *et al.*, 2013).

2.1.3. Característica del cultivo de maíz.

Habitualmente la fenología se divide en dos grandes periodos que son: etapa de crecimiento vegetativo y etapa reproductiva. En la etapa vegetativa comprende desde la germinación hasta que se visualice la hoja bandera, esta etapa finaliza con el crecimiento del tallo donde se destaca el llenado de la flor masculina. La etapa Vegetativa (V) se divide en V1, V2, V3 y Vn; donde se muestra la última hoja desplegada, así mismo, al llegar en la VT la planta alcanza su máxima altura iniciándose con la producción de polen (Floración masculina). La etapa reproductiva se da en la fase de la floración, iniciándose con la aparición de la flor masculina (espiga) hasta que aparezcan la cabellera (estigma) floración femenina, esta fase termina cuando el polen llega a la maduración y al unirse con el estigma se efectuará la polinización y posteriormente el grano entra en maduración (Martinez, 2020; Marcial, 2017).

Cuadro 1: Etapas vegetativas y reproductivas del cultivo de maíz (Marcial, 2017).

VE	Germinación y emergencia	Etapas vegetativas
V1	Primera hoja	
V2	Segunda hoja	
V3	Tercera hoja	
sV(n)	Enésima hoja	
VT	Floración masculina	
R1	Floración femenina	Etapas reproductivas
R2	Grano acuoso	
R3	Grano lechoso	
R4	Grano masoso	
R5	Grano dentado	
R6	Madurez fisiológica	

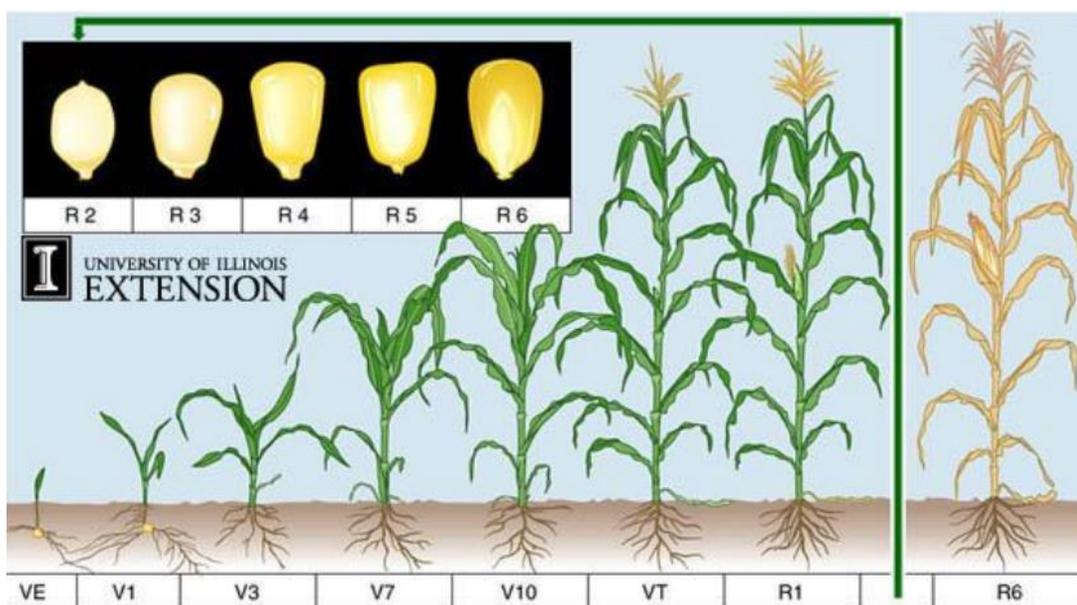


Figura 1. Etapas de crecimiento en sus dos categorías: Vegetativo y reproductivas (Ritchie *et al.*, 1992; citado por: Marcial, 2017).

2.1.4. Principales países productores

De acuerdo, con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO), en el año 2020 se produjeron alrededor de 1.13 mil millones de toneladas de maíz al nivel mundial. Los cinco principales países productores de maíz en el mundo son Estados Unidos, China, Brasil, Argentina y Ucrania (Figura 1), en conjunto, representan más del 70% de la producción mundial de maíz. Estados Unidos es el mayor productor de maíz del mundo, con una producción anual de alrededor de 360 millones de toneladas, seguido China con aproximadamente 270 millones de toneladas y Brasil con alrededor de 100 millones de toneladas (Erazo *et al.*, 2020; Citado por: Carcelén, 2023).

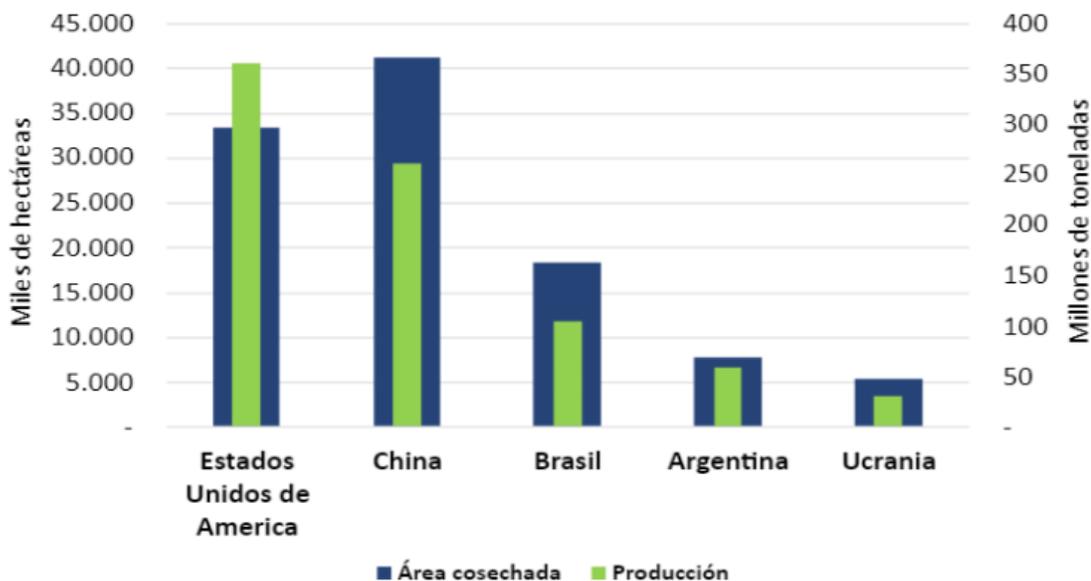


Figura 2. Área cosechada y producción de maíz. Principales países en 2020 (Yepes, 2023).

2.2. Principales plagas y sus características en el cultivo de maíz.

El cultivo de maíz en el mundo, reportan entre otras las siguientes especies de insectos plaga: “*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Diatraea saccharalis* (Fabricius), *Mocis latipes* (Guenée), *Sesamia nonagriodes* (Lefebvre, 1827), *Ostrinia nubilalis* (Hubner, 1796), *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805), *Hylemya platura* (Meigen, 1826), *Nicentrus testaceipes* (Champion, 1908), *Mythimna unipuncta* (Haworth, 1809), *Diabrotica virgifera* (LeConte, 1868), *Chaetocnema pulicaria* (F. E. Melsheimer, 1880), *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc., *Agrotis ípsilon* (Hufnagel, 1766), *Macroductylus spp.*, *Melanoplus spp.*, *Schistocerca spp.*, *Sphenarium spp.*, *Frankiniella sp.*, *Elasmopalpus angustellus* (Blanchard), *Melanotus spp.* y *hopalosiphum maidis*” (Fitch, 1856; y Santiago, 2019 en Estrada, 2022). Se presentan en seguida las siete especies, más perjudiciales para el cultivo maíz en México (Campos, 2018; SAGARPA Y SENASICA, 2015).

2.2.1. Plagas superficiales

2.2.1.1 Nombre común: gusano cogollero del maíz u oruga militar tardía.

Nombre científico: *Spodoptera frugiperda*. (Lepidoptera: Noctuidae).

Descripción:

El ciclo biológico de esta especie puede extenderse de acuerdo a las condiciones de temperatura, es decir durante el verano puede concretar su ciclo en 30 días, en cambio durante el otoño-inverno, puede llegar a un letargo de entre 80-90 días. Que, por ende, en áreas tropicales *S. frugiperda* tiene la capacidad de sobrevivir todo el año y presentar aumentos de fluctuaciones poblacional (Trujano, 2021).

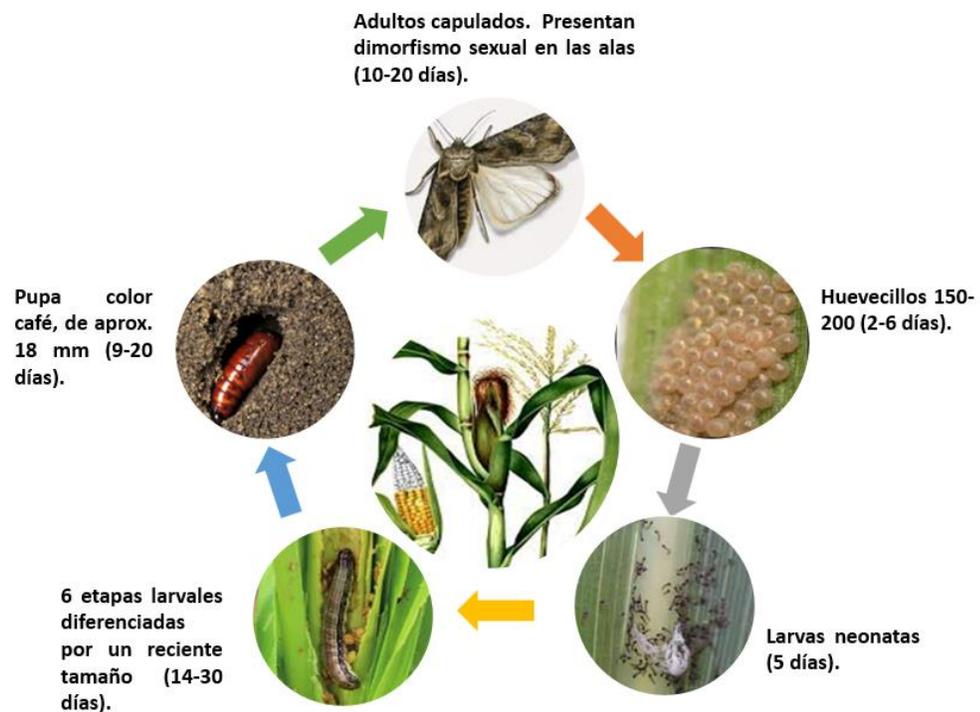


Figura 3. Ciclo reproductivo de *S. frugiperda*. Se muestra el tiempo que tarda en desarrollar cada una de sus etapas con base en (Trujano, 2021).

El gusano cogollero presenta tipo de metamorfosis compleja: en cuatros etapas reproductivas desde huevo, larva, pupa y adulto (Figura 4). (Jiménez, 2017).



Figura 4. A) Huevos, B) Larvas, C) Pupa, D) Adulto de *S. frugiperda* (Estrada, 2022).

Huevo: Los huevos se pueden observar a la simple vista las cuales se caracterizan por poseer forma circular globosas con tamaño de 0,3 mm de altura y 0,4 mm de diámetro; de coloración rosada (Cano, 2019). La palomilla adulta femenina oviposita de 100 a 200 huevecillos por cada copula, en la noche comúnmente en el envés de las hojas de las plantas de maiz, en la parte baja de las mismas (de la mitad hacia al ápice), las cuales es cubierta con escamas de su cuerpo para brindarle protección (García-Gutiérrez *et al.*, 2012; Trujano, 2021). En donde, cabe recalcar que una polilla o mariposa tiene la capacidad en ovipositar hasta 1500 huevos durante todo su ciclo de vida (Estrada, 2022; García-Gutiérrez *et al.*, 2012). Así mismo, el periodo de eclosión va de 2 a 3 días (Cano, 2019).

Larva: La etapa larval pasan por 6 a 7 estadios (Cano, 2019). Las larvas jóvenes son de color verde-amarillo con rayas longitudinales claras y una cabeza oscura, las larvas grandes son de color marrón grisáceo oscuro, con tres líneas longitudinales más claras, de unos 3,5 cm de largo, y tienen líneas en la cabeza que forman la letra "Y" cuando se ven desde el dorso del insecto y en el último segmento del abdomen tienen cuatro puntos negros en forma de trapecoide (García-Gutiérrez *et al.*, 2012). Cabe recalcar que conforme avanzan

el desarrollo larval se devoran entre ellos mismos es por eso que en el cogollo, en sus últimos instares, logramos encontrar 1 o 2 larvas (Cano, 2019). Que, por ende, esta atapa tiene su desarrollo promedio entre 14-30 días (Trujano, 2021).

Pupa: Son capsulas o capullos de coloración café que tienen una longitud de 25 a 30 mm y un diámetro de 15 a 18 mm. Que por lo general se puede encontrar en el suelo (Cano, 2019). Es decir, en esta última etapa larval construyen una galería en el suelo a una profundidad de 2.5 cm para la formación de pupa (Trujano, 2021). Que, sin embargo, rara vez se puede posicionar entre las hojas del huésped en algunas ocasiones, esta etapa tiene una durabilidad que va de 9 a 13 días (Jiménez, 2017).

Adulto: Es una palomilla que tiene mayor actividad nocturna, tiene una dimensión de 32-38 mm, las hembras poseen las alas delanteras de forma uniforme con color gris a pardo-gris; en el caso de los machos poseen característica de pardos claros, con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro de las alas, con representación traseras blancas (Jiménez, 2017). En esta etapa presenta una supervivencia promedio de 10- 21 días, la cual, es capaz de recorrer a grandes distancias (Cano, 2019).

Daño: En las plantas de maíz, el gusano cogollero ataca durante el desarrollo vegetativo, ya que las larvas al eclosionar se alimentan de su capa de envoltura y enseguida empiezan a alimentarse del tejido foliar (Figura 5 A). Al inicio del segundo o tercer estadio ya están alimentándose del cogollo y hacen perforaciones en las hojas tiernas (Figura 5 B). Este ataque al meristemo de crecimiento ocasiona un daño característico, como una fila de perforaciones que se conoce como “daño en ventana”. Si continua el proceso de daño hasta los últimos estadios larvales, que son más voraces, pueden provocar la defoliación completa de la planta desde el suelo, principalmente por la noche. Así mismo, las larvas consumen los granos y elotes tiernos del maíz (Figura 5 C). Cuando hablamos de manera general el gusano cogollero ocasiona daños

como trozador de plantas, defoliador y masticador de granos. Si no se controla, la infestación masiva puede llevar a una disminución del rendimiento entre 13 a 60 % de la productividad, por la pérdida del follaje y al retraso o inhibición de la floración (Castellanos *et al.*, 2015; citado por: Estrada, 2022).

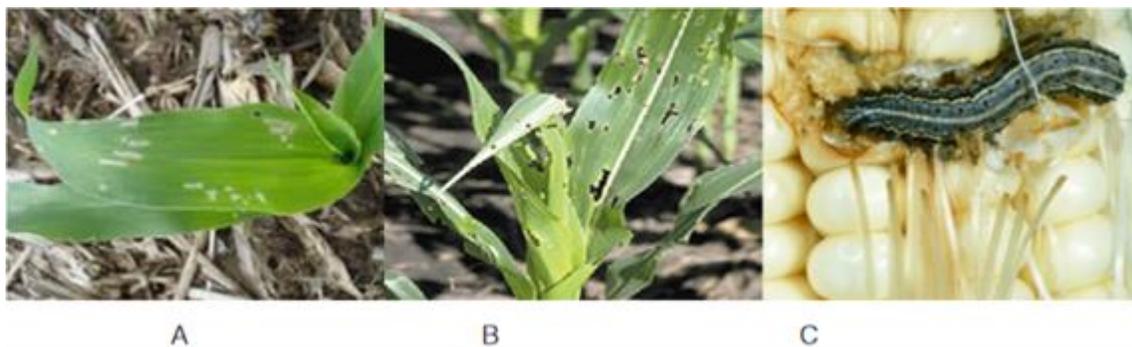


Figura 5. A. Daño en las hojas, B. Daños en las hojas y cogollos, C. Daños en la mazorca provocados por las larvas de *S. frugiperda* en maíz (Estrada, 2022).

2.2.1.2 Nombre común: Gusano elotero.

Nombre científico: *Helicoverpa zea*. (Lepidoptera: Noctuidae).

Descripción:

El ciclo biológico de esta especie para desarrollarse va entre los 37-86 días (Rivera, 2022). La cual, presenta una metamorfosis completa; huevo, larva, pupa y finalmente adulto (Figura 6) (Jiménez, 2017).



Figura 6. Ciclo biológico de *Helicoverpa Zea* con base en (Rivera, 2022).

Huevo: Presenta una coloración blanco cremoso y se tornan negros antes de la eclosión de las larvas, se caracteriza por poseer forma esférica y estrías longitudinales desde la base hasta el ápice (Estrada, 2022). Los huevos llegan a tener un diámetro menor a 1mm (Jiménez, 2017). Esta etapa tiene una durabilidad de 2 a 6 días (Figura 6) (Rivera, 2022).

Larva: Presenta 6 estadios larvales, son de color pardo claro, crema o verde, con rayas amarillas o rojas longitudinales y puntos negros, con pelos; cuando las larvas están maduras llegan a medir 4 cm de largo (Jiménez, 2017). Cabe recalcar que en el tercer estadio larvales presentan hábitos de canibalismos, es decir, que se alimentan entre ellos mismos y los que logran sobrevivir se alimentan de los granos en formación (García-Gutiérrez *et al.*, 2012). La cual, tiene un periodo de 13 a 47 días (Figura 6) (Rivera, 2022).

Pupa: Normalmente se desarrollan en el suelo a una profundidad de 3 a 20 cm (Jiménez, 2017). Las larvas al momento de pupar, tienden a perforar las hojas que envuelven al elote y se dejan caer al suelo, las pupas son de tipo cubierto

de 2 cm de longitud y de color café claro. Este estado dura de 10 a 16 días (Figura 6) (Rivera, 2022).

Adulto: Son palomilla que llegan a medir alrededor de 2.5 cm de largo y 3.8 cm de extensión alar, los machos son de color café claro y tienen dos manchas oscuras en las alas, en cambio, en las hembras el color de las alas es más oscuro que va desde un color café cobrizo y con muestran de pigmentación transversal. Una hembra adulta puede ovipositar entre 800 y 2000 huevos durante su ciclo reproductivo (Guzmán-Prada *et al.*, 2018). Así mismo los adultos tienden a tener actividad durante la noche y generalmente suelen migrar hacia climas templados y cálidos, ya que en el frío no tienen la capacidad de adaptarse y desarrollarse correctamente (Cerezo, 2022). Finalmente, esta etapa adulta dura un periodo de 12 a 17 días (Figura 6) (Rivera, 2022).

Daño: Esta plaga afecta el cultivo de maíz en su estado fenológico durante la floración y fructificación (Rivera, 2022). Las larvas recién emergidas se introducen al ápice del elote, alimentándose de los estigmas y de granos en su estado lechoso, en donde pueden generar pérdidas en el rendimiento, que van desde el 30% a 50% dependiendo del grado de infestación (Figura 7) (Rivera, 2022). Así mismo, las perforaciones de la panoja y acumulación de las excretas de las larvas, favorecen la pudrición del elote por hongos y bacterias (Estrada, 2022). Por otro lado, sirven de entrada a organismos como hongos, bacterias, gorgojos y otros insectos (Jiménez, 2017).



Figura 7. Daños ocasionados por *Helicoverpa Zea* con base en (Rivera, 2022).

2.2.1.3 Nombre común: Barrenador del tallo.

Nombre científico: *Diatraea saccharalis*. (Lepidoptera: Crambidae)

Descripción:

El ciclo biológico de *D. Saccharalis*., para su desarrollo completo es de 40-50 días, y después de dos semanas, el adulto emerge para reiniciar el ciclo nuevamente. Se caracterizan por poseer metamorfosis completa que pasan por huevo, larva, pupa y adulto (Figura 8.) (Lezaun, 2020).



A)

B)

C)

D)

Figura 8. A) Huevos, B) Larva, C) Pupa y D) Adultos de *D. saccharalis* en el maíz (Estrada, 2022).

Huevo: Son ovaladas y aplastadas, semejantes a escamas, cuando es recién ovipositada son transparentes de coloración amarillo verdoso (Figura 8 A) (Castro, 2021). Que por ende también presentan coloraciones blanco-amarillento (Estrada, 2022). Conforme avanza la incubación el huevo se oscurece dejando atrás la coloración blanca. La cual tiene un periodo de 4 a 5 días. (Lezaun, 2020).

Larva: Presenta 6 estadios larvales, con coloraciones inicial blanca cremosa y finalmente color marrón oscuro (Estrada, 2022). Las larvas recién eclosionadas del huevo miden de 2.5 a 3.5 mm y en su completo estado de desarrollo de 30 a 35mm (Figura 8 B), el estado larval dura aproximadamente 28 a 35 días (Castro, 2021).

Pupa: La pre- pupa ocurre en dos días mientras que las pupas pueden durar de 10 a 15 días (Estrada, 2022). Varía su coloración de café-claro a café-oscuro, dependiendo de la proximidad al momento de emerger los adultos (Figura 8 C) (Castro, 2021).

Adulto: Son mariposa que presenta coloración beige, en donde los machos son ligeramente más oscuros que las hembras (Figura 8 D) (Estrada, 2022). Posee una longitud alar de 15-20 mm, con actividad nocturna en especial la hembra, prefiere la noche para ovipositar con un alcance de 500 huevos. Este estado adulto tiene una duración de 4 a 8 días (Coello, 2022).

Daños: En plantas jóvenes, las larvas al eclosionar se alimentan de las hojas y en el caso del estado vegetativo avanzado pueden introducirse entre las vainas foliares y el tallo, ocasionando el desprendimiento, pudrición o secado de las hojas. Inclusive, larvas más desarrolladas perforan el tallo (Figura 9). De esta manera el barrenador produce daño fisiológico ya que disminuye el flujo de agua y nutrientes de la planta, así mismo se puede ocasionar un daño mecánico comenzando con la fractura del tallo y hasta la caída de espigas, lo que conlleva la pérdida en los rendimientos de los cultivos (Estrada, 2022). Esta plaga es el causante de las pérdidas totales medias de un 21% de la producción de maíz, con presencia desde la siembra hasta la cosecha (Lezaun, 2020).



Figura 9. Daño provocado por larvas de *D. Saccharalis* en el tallo de maíz (Estrada, 2022).

2.2.1.4 Nombre común: Pulgón verde del maíz.

Nombre científico: *Rhopalosiphum maidis*. (Hemiptera: Aphidae).

Descripción:

Es una plaga de cuerpo blando, que presentan variedades de colores, el más común es el verde pálido y de tamaño que van de 1.2 a 2.1 mm. Las hembras se reproducen asexualmente mediante partenogénesis cuando las temperaturas son óptimas (23-26 °C), alcanzando su máxima reproducción en primavera y verano. Así mismo tienen la capacidad en seguir reproduciéndose durante todo el año de manera asexual, cuando las condiciones son favorables. Pero en invierno se reproduce de manera sexual (Castro, 2021).

Las hembras procrean entre 40 a 60 ninfas en vez de huevo, con un periodo que conlleva del 20 hasta 30 días. Las ninfas recién nacidas (Figura 10 A) y los adultos (Figura 10 B) dependen de la savia del cultivo para su alimentación (Estrada, 2022). Poseen aparato bucal con pico o estilete, que les sirve para perforar los tejidos y extraer la savia en las plantas (Reyes, 2015). Mientras la población es baja, permanece dentro del cogollo y, conforme se incrementa la población se va presentando en todas las partes de la planta (Estrada, 2022). Algunos adultos tienen la capacidad de desarrollar alas que les facilita emigrar a otras plantas (Reyes, 2015).

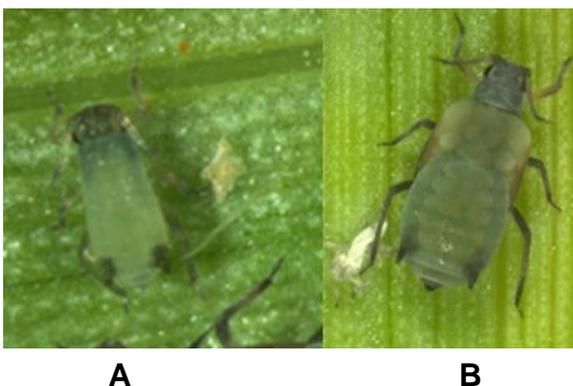


Figura 10. A. Ninfa, B. Adulto de *R. maidis* (Estrada, 2022).

Daños: Las ninfas y los adultos succionan la savia de las hojas, brotes, tallos y espigas de la planta de maíz, ocasionando daños directos, que provocan marchitamiento, enrollado de las hojas y retardo del desarrollo de las plantas jóvenes (Figura 11 A). Así mismo, excretan una sustancia azucarada que favorece la aparición del hongo saprófago (fumagina) que perjudica la fotosíntesis de la planta (Figura 11 B) (Estrada, 2022; Castro, 2021), y que son considerados como transmisores de virosis (Estrada, 2022).

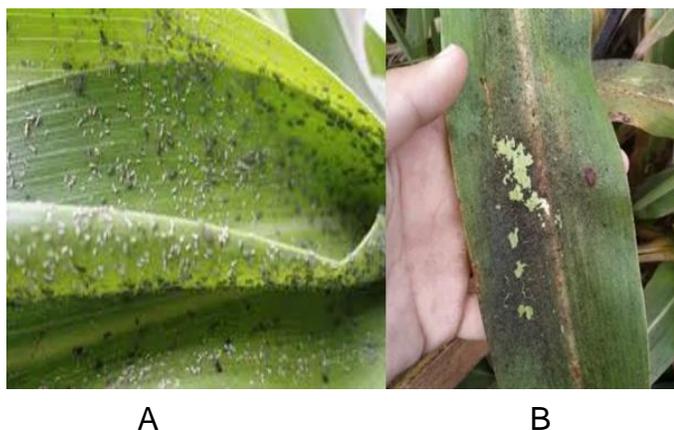


Figura 11. Daños provocados por *R. maidis* en el maíz.
A. Enrollado de la hoja, B. Fumagina con base en
(Estrada, 2022).

2.2.2. Plagas rizófagas

2.2.2.1 Nombre común: Gusano cortador u gusano trozador

Nombre científico: *Agrotis spp.* (Lepidoptera: Noctuidae)

Descripción:

El ciclo biológico de estos insectos representa una metamorfosis completa que pasan por huevo, larva, pupa y adulto. Su ciclo de vida se acorta en verano y en los meses de invierno se alarga por las bajas temperaturas (García, 2013). Las hembras colocan sus huevecillos en el envés de las hojas, en el suelo o en la base de la planta (Estrada, 2022).

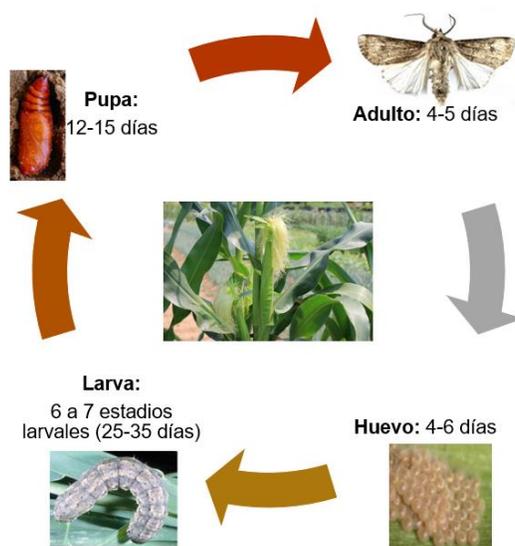


Figura 12. Ciclo biológico de *Agrotis spp.*, en el cultivo de maíz con base en (Estrada, 2022).

Huevo: Son esféricos con estrías y de color blanquecino que tiene un periodo de incubación que oscila de 4 a 6 días (Figura 12) (Estrada, 2022).

Larva: Presentan coloraciones grises oscuro o terroso, cabeza ligeramente pequeña con relación a su cuerpo, llegan a medir hasta 60mm en su completo desarrollo (Castro, 2021). Pasan por 6 a 7 estadios larvales con un periodo de 25 a 35 días de acuerdo a las variaciones de la temperatura (Figura 12) (Estrada, 2022). Permanecen enterradas en el suelo o debajo de las plantas y residuos en el día, poseen actividad nocturna para alimentarse (Delgado, 2019).

Pupa: Se forma en suelo a pocos centímetros de profundidad y tiene un periodo de fase pupal que va entre 12 a 15 días (Figura 12). La pupa posee una coloración castaño rojizo (Estrada, 2022), la cual llega a medir 22 mm (Castro, 2021).

Adulto: Es una mariposa que posee alas anteriores oscuras con una banda clara paralela y próxima al margen externo, las alas posteriores son más claras.

Los adultos requieren de 4 a 5 días para madurar sexualmente y ovipositar (Figura 12) (Estrada, 2022).

Daño: Los gusanos cortadores, ocasionan daños en las raíces y cuello de las plántulas de maíz, durante el día permanecen escondidos debajo de la superficie del suelo cerca de las plántulas, se reconoce por su coloración grisácea y al ser molestados se envuelve en sí mismo (Figura 13) (Toribio, 2019). En la cual, durante sus estadios larvales poseen actividades nocturnas para su alimentación en donde al momento de salir en la superficie destruyen la base del tallo. Es considerado como plaga secundaria más devastadora durante el periodo de sequía (Mora, 2020). Una hembra adulta tiene la capacidad de ovipositar entre 1300 a 2000 huevos a nivel suelo protegidos por los rastros del cultivo cosechado, luego de 20 a 30 días nacen los huevos y las larvas desarrollan lentamente hasta fines de invierno, época en que aceleran su desarrollo causando el máximo daño entre los meses de septiembre, octubre y al principio de noviembre (Vélez, 2009).



Figura 13. Daño provocado por la larva de *Agrotis spp.*, en el tallo de la planta de maíz (Estrada, 2022).

2.2.2.2. Nombre común: Gallina ciega.

Nombre científico: *Phyllophaga* ssp. (Coleoptera: Melolonthinae)

Descripción:

El ciclo biológico de los insectos del género *Phyllophaga* puede completarse en un periodo de 1 a 2 años, dependiendo de las especies y de las condiciones climáticas. Representan una metamorfosis completa que pasan por cuatro etapas huevo, larva, pupa y finalmente adultos (Cruz-Esteban *et al.*, 2021).



Figura 14. A. Huevo, B. Larva, C. Pupa, D. Adultos de *Phyllophaga* spp. (Estrada, 2022).

Huevo: Tienen forma ovalada y posteriormente son esférico, su color es blanco perla (Figura 14 A), tienen un periodo de incubación de aproximadamente 8 días (Estrada, 2022).

Larva: Presenta 3 estadios larvales son de color blanco, cabeza café y poseen tres pares de patas; la parte superior del cuerpo es tersa y brillante, la parte superior es de color oscuro (Figura 14 B). Llegan a medir de 5 a 7 cm de largo dependiendo la especie. Este periodo sucede aproximadamente de 9-10 meses (Cruz-Esteban *et al.*, 2021).

Pupa: Presenta una cámara pupal elaborada con tierra y excretas que favorecen la protección de la pupa, esto sucede de 2 a 3 semanas (Figura 14 C)

(Estrada, 2022). Es el periodo en la cual la larva sufre una metamorfosis para llegar a adulto (Cruz-Esteban *et al.*, 2021).

Adulto: Las hembras se introducen al suelo y ovipositan 50 huevos aproximadamente, cerca de las raíces de las plantas. Son activos durante la noche, emergen del suelo y se alimentan de las hojas de arbustos y arboles donde ocurren el apareamiento (Estrada, 2022). Los adultos son escarabajos de forma ovalada y alargada, que miden de 15 a 18 mm de longitud; presentan un color rojizo a café oscuro; antena de tipo lamelado, los últimos tres segmentos aplastados y alargados hacia un lado (Figura 14 D) (DGSV-CNRF, 2020).

Daños: Sucede en el tercer estadio larval, donde las larvas devoran las raíces de la planta de maíz y de otras arvenses presentes en el cultivo (Estrada, 2022). Cuando el daño de la raíz es severo pueden llegar a matar la planta y afectar de manera muy significativa el rendimiento del cultivo con infestación del 40 % (Corrales *et al.*, 2017). Se distingue por la caída de la planta que, generalmente, ocurre en el llenado y secado del grano, por lo que las mazorcas se pudren al estar en contacto con la humedad del suelo (Figura 15). Si en dado caso el daño ocurre en la fase de espiga, ni siquiera llega a formar la mazorca (Estrada, 2022).



Figura 15. Daño provocado por *Phyllophaga spp.*, en el cultivo de maíz (Estrada, 2022).

2.2.2.3. Nombre común: Gusano de alambre.

Nombre científico: *Agriotes spp.* (Coleoptera: Elatidae)

Descripción:

Las especies del género *Agriotes* presentan una metamorfosis completa que va desde huevo, larva, pupa y finalmente adulto (Bienvenido *et al.*, 2020). Su ciclo de vida varía dependiendo de las condiciones climáticas, es decir, que pueden llegar a durar de 2 a 5 años aproximadamente (DGSV-CNRF, 2020). Por lo tanto, son muy sensible a las altas temperaturas y al ambiente seco (Ramírez, 2022).

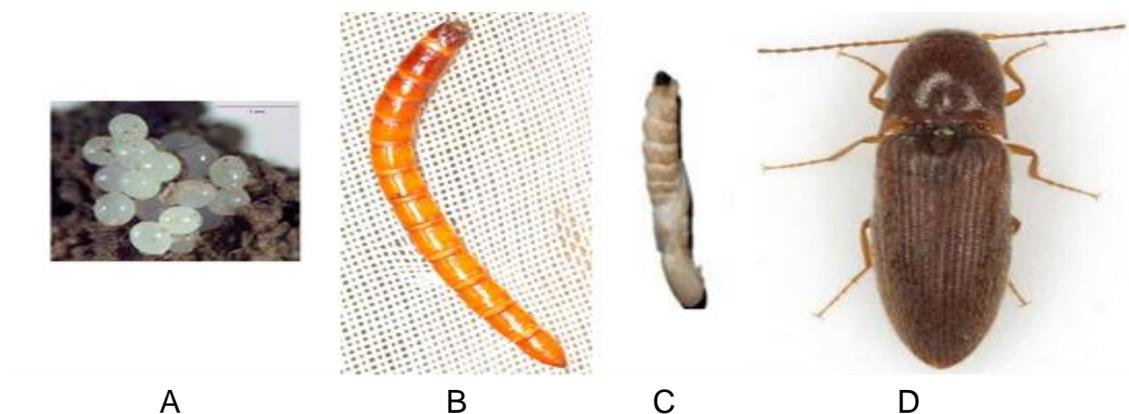


Figura 16. A. Huevo, B. Larva, C. Pupa, D. Adultos de *Agriotes spp.*, con base en (DGSV-CNRF, 2020; Bienvenido *et al.*, 2020; Sufyan *et al.*, 2014).

Huevo: Las hembras escarabajos escarban en el suelo para depositar sus huevos (DGSV-CNRF, 2020), la cual, tiene forma esféricos y de coloración blanco (Figura 16 A), de unos 0,5 mm de diámetro que normalmente se encuentran depositado bajo tierra en pequeños paquetes, entre las raíces del hospedero. Cabe recalcar que una hembra adulta puede opositar de 100 a 200 huevos en la trayectoria de su vida (Bienvenido *et al.*, 2020). Este proceso de incubación tiene un periodo de un mes y medio (Duran y Balduque, S/f).

Larva: Son de forma delgadas, cilíndricas y segmentadas (DGSV-CNRF, 2020). Posee color marrón claro-amarillento, en la cual llegan a medir de 2 a 3 cm de largo (Aucancela, 2020), con cuerpo cilíndrico, estrecho, muy quitinizado y

segmentado por anillos totalmente visible (Figura 16 B) (Bienvenido *et al.*, 2020). Este periodo larval varía de 2 a 5 años (DGSV-CNRF, 2020).

Pupa: Son pequeñas de menor longitud y más hinchadas que las larvas, pálidas e inmóviles (Figura 16 C) (Bienvenido *et al.*, 2020).

Adulto: Son escarabajos con cuerpo delgado, alargado y algo plano, presentan coloración café a negro la cual llegan a medir 0.5 a 2 cm, se caracteriza por poseer caparazón y par de alas fuerte he flexible, que le permite desplazarse y amortiguar el golpe. La cabeza y el tórax se ajustan cercanamente contra las cubiertas de las alas, como mecanismo de protección en la parte posterior del abdomen (DGSV-CNRF, 2020). Además, presentan antenas filiformes (forma de pelo) y dos espinas en la parte posterior del pronoto (porción delantera dorsal del tórax (Figura 16 D) (Bienvenido *et al.*, 2020)

Daño: Durante todos sus estadios larvales tienden a ser activo, alimentándose de semillas recién germinadas, raíces y plántulas, provocando el marchitamiento o muerte en el cultivo de maíz (DGSV-CNRF, 2020). Las señales de daño provocado por *Agriotes spp.* son áreas sin plántula o plántula marchitas y en caso en la planta desarrollada provoca la caída (Figura 17) (Bautista *et al.*, 2022). Este insecto-plaga típico del suelo aparece especialmente al comienzo del ciclo vegetativo del maíz (Páliz & Mendoza, S/F).



Figura 17. Vista panorámica del cultivo de maíz dañado por *Agriotes spp.*, con base en (DGSV-CNRF, 2020).

2.3. Manejo Integrado de Plagas (MIP).

El manejo integrado de plagas es un concepto amplio, proviene de un sistema que maneja las poblaciones plaga, mediante el uso de diversas técnicas, de una forma compatible, todo con el fin en disminuir dichas poblaciones y mantenerlas por debajo de los niveles de daño económico. Las practicas empleadas son los métodos químicos, culturales, físicos, etológicos, genéticos y biológicos con el propósito de disminuir las pérdidas económicas (Rodríguez, 2023).

2.3.1. Control químico

El control químico de plagas es un método que consistes en el uso de agroquímicos para debilitar, interrumpir o prevenir el crecimiento de poblaciones plagas. Las sustancias más empleadas es el uso de pesticidas en la cual se le conoce como “insecticidas” de acuerdo a su efectividad, son destinado exclusivamente para los insectos plagas, así mismo se destacan el uso de herbicidas y fungicidas para otros aspectos de controles (Infoagro, 2020).

Algunas de los insecticidas empleadas mediante aspersiones o espolvoraciones para control de plaga, se destacan las siguientes; Servin, Dipterex, Lannate, Acephate, Bifentrina, Carbarilo, Clorpyrifos, Cyflutrin, Deltametrina, Lambda Cyalotrina, Malatión y Permetrina, aunque se prefiere el empleo de plaguicidas bioracionales como Azadiractina, aceites hortícolas, jabón insecticida, Piretrinas y Spinosad que por ende las dosis varían según el tipo de producto empleado para el control de dichas plagas (Martinez *et al.*, 2021).

Cabe mencionar que el uso de plaguicidas se ha convertido en el método más común debido a su rapidez y efectividad en el control de plagas, enfermedades y arvenses, no obstante, estos traen consigo complicaciones ambientales, agroecológicas y sobre todo la salud, entre estos tenemos: aumento en las

resistencias de plagas, contaminaciones del ambientes, intoxicaciones agudas y crónicas del ser humano (Jiménez, 2009), así mismo causan intoxicaciones de animales silvestres (Martinez *et al.*, 2021) y afecta colateralmente a los enemigos naturales creando un desequilibrio ecológico (Ruiz *et al.*, 2021).

2.3.2. Control Mecánico

El control mecánico de plagas consiste en remover y destruir los insectos plagas, así mismo los órganos de plantas infestados. Pero también incluye la exclusión de los insectos y otros animales por medio de barreras, refugios artificiales y entre otros dispositivos (Luque, 2019). Algunas de los métodos empleados en dichas prácticas del manejo se encuentra el uso de herramientas de labranza, atrayentes con feromonas, asoleo del suelo e inundación de la misma (Sinfuentes, 2015; citado por: Valencia, 2020).

2.3.3. Control biológico

El control biológico es el uso de enemigos naturales (predadores, parasitoides, antagonistas y entomopatógenos), para controlar las poblaciones de organismos perjudiciales (plagas) (Valdivieso, 2011; citado por: Cueva, 2022), a nivel que no causen daños económicos (Estay, 2021). Se ha reportado la presencia de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. exiguum* Pintos y Platner, así como *Telenomus remus* Nixon, como parasitoides de gusano elotero en México (González-Maldonado *et al.*, 2023).

Los depredadores o predadores, son organismos que se alimentan de organismos denominado presas, que en su mayoría son de menor tamaño que sus depredadores (Zelaya-Molina *et al.*, 2022). Las especies de insectos más utilizados con hábito de depredador para el control biológico pertenecen a los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Diptera y Neuroptera. Los depredadores se presentan de las siguientes maneras de atacar a sus adversarios, con hábitos

alimenticios que va desde masticadores, como por ejemplo las larvas y los adultos de crisopas, coccinélidos (Figura 18) y carábidos, así mismo, se destacan los succionadores siendo las ninfas y los adultos de las chinches, larvas de sírfidos, cecidòmidos, y los arácnidos (Greco & Rocca, 2020). Se clasifican con habito “polifago”, u “oligófagos”, pero en su mayoría son depredadores generalistas, poseen una extensa variedad de insectos presas, y son autónomos en su estado de desarrollo sea inmaduro o adulto (Aguirre, 2023).

De tal manera, que la subsistencia, durabilidad y la reproducción de los depredadores es afectado por la calidad de dietas adquiridas. Que, por ende, muchas especies de depredadores poseen hábitos alimenticios omnívoros, donde en sus estados inmaduros o adultos son caníbales, así mismo consumen néctar, sustancias azucaradas que excretan los hemípteros que se alimentan de floema e incluso en los tejidos vegetales (Greco & Rocca, 2020).

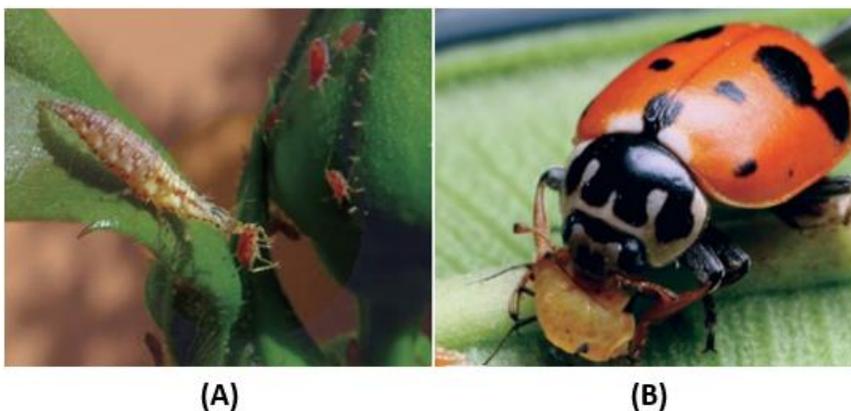


Figura 18. Larva de crisopa atacando un pulgón (A) y Coccinélido que se alimenta de un pulgón (B) con base en (Cuchi *et al.*, 2020).

Los parasitoides, son organismos que generalmente atacan organismos del mismo tamaño, se desarrollan dentro y fuera del organismo de interés, que en su mayoría de la plaga afectada muere al ser atacado (Zelaya-Molina *et al.*, 2022). Construyen un numeroso grupo de insectos holometábolos, es decir, que presentan una metamorfosis completa con los estados de huevo, larva, pupa y

adulto, las cuales necesitan para reproducir parasitar de manera obligatoria sean artrópodos, arácnidos e insectos, denominado hospedero (Luna, 2020).

Las especies de insectos parasitoides más representativos pertenecen a los órdenes Hymenoptera (abejas, avispas (Figura 20 B y C) y hormigas) y Diptera (mosca), así mismo, se encuentran otros grupos de insectos como Coleoptera (Algunas especies de escarabajos) y Lepidoptera (mariposas y palomillas), entre otros (Godfray, 1994; citado por: Rios-Casanova, 2011). Se clasifican según sea el tipo de desarrollo y comportamiento que tienen: aquellos que se alimentan y se desarrollan al interior del hospedero se le conoce como endoparasitoides (Brochero *et al.*, 2022) , algunos de ellos son *Aphelinus mali* y *Aphidius platensis* (Figura 19 A) (Hymenoptera, Aphelinidae) que parasitan las ninfas y adultos de pulgones (Cucchi *et al.*, 2020); mientras que los ectoparasitoides se alimentan sobre el hospedero (Brochero *et al.*, 2022), como por ejemplos: microhimenópteros parasitoides de cochinillas, *Aphytis lingnanensis* y *A. melinus* (Hymenoptera, Aphelinidae) parasitan a *Aonidiella aurantii* “cochinilla roja australiana” y a *Aspidiotus nerii* (= *A. hederae*) “cochinilla blanca de la hiedra”, entre otras (Cucchi *et al.*, 2020).

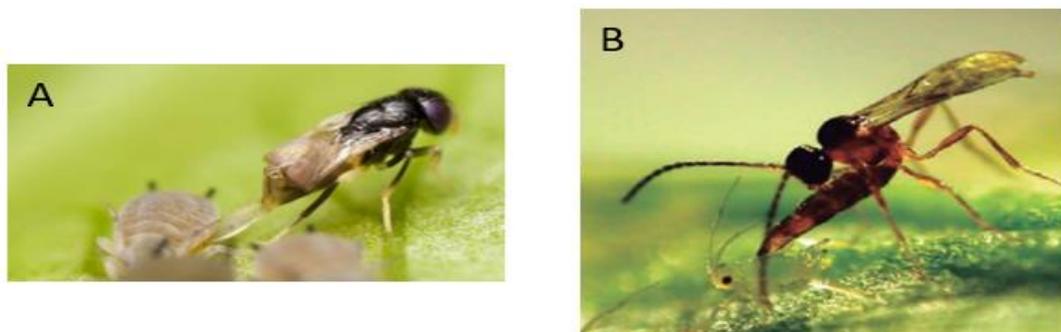


Figura 19. A. Hembra de *Aphenus mali* parasitoidizando a *Eriosoma lanigerum* y B. Hembra de *Aphidius sp.*, paratoidizando un pulgón. Con base en (Cucchi *et al.*, 2020).

Sin embargo, aquellas especies que ovipositan un solo huevo por cada hospedero se le denomina parasitoides solitarios y en cambio, las especies que

ovipositan varios huevos se le denominan agrarios (Figura 20A). Estos insectos pueden atacar y parasitar huevos, larvas, pupas o ninfas del hospedero (plagas) (Brochero *et al.*, 2022). Es importante mencionar que cuando los parasitoides llegan a estados adultos se alimentan del néctar y polen de las flores, y a veces tienden a comportarse como depredadores, al picar y consumir el fluido del hospedero al momento de oviscapto (Luna, 2020). Se define que los adultos son de vida libre en donde se destaca que la principal actora de localizar y parasitar al hospedero mediante ataque directo o bien dejando los huevecillos en el entorno es la hembra (Waage y Greathead, 1989; citado por: Ramírez & Cicero, 2012).



Figura 20. A) Larvas de un parasitoide gregario saliendo de su hospedero (larva de mariposa); B) avispa parasitoide de la familia Pteromalidae; avispa parasitoide de la familia Brachonidae (Rios-Casanova, 2011).

Los entomopatógenos, son microorganismos capaces de causar alguna enfermedad al insecto plaga, conduciéndolo a muerte después de un corto periodo de incubación. Existen varios tipos, entre ellos, bacterias, hongos, nematodos y virus (García y González, 2013; citado por: Pacheco *et al.*, 2019).

Las **bacterias entomopatógenas** más usadas para el control de plagas y enfermedades, se encuentran las siguientes especies; *Bacillus thuringiensis* y *Lysinibacillus sphaericus*, debido a su mayor potencialidad en la producción de sustancias tóxicas y enzimáticas (Sauka & Benintende, 2020).

Hongos entomopatógenos, han demostrado ser efectivos para el control biológico de plagas siendo *Beauveria bassiana* el que más se conoce, y que se encuentra de forma natural en el ambiente (suelo) (Litwin *et al.*, 2023), su modo de acción es por contacto, actuando en los diferentes estadios de insectos plaga. Donde las conidias, son las unidades infectivas, que se introduce al cuerpo del insecto, ocasionándole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio y excretorio. Es decir, los insectos enfermos dejan de alimentarse y posteriormente muerte en un trascurso de 3 a 5 días, dependiendo de la virulencia y estadio del insecto (Rivas, 2020; Arcela & Junior, 2023). Esta enfermedad se llega a apreciar con estructura algodonosa y polvosa de color blanco conocida como “muscardina blanca” (Palacio, 2021). Existen varios tipos de hongos entomopatógenos entre los más utilizados al nivel mundial, para el control de organismos plagas, se destacan; *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Isarea fumosorosea* y *Hirsutella thompsonii* que pueden llegar a afectar a un sinnúmero de insectos plagas de diferentes órdenes (Gómez *et al.*, 2014).

Así mismo, también se usan **nematodos entomopatógenos** que pertenecen a las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae, en el programa de control biológico debido a su capacidad para causar la muerte a insectos plagas en 48 horas, cabe recalcar que trabajan en consorcios con las bacterias entomopatógenas siendo los géneros *Xenorhabdus* o *Photorhabdus*, las que tienen una relación simbiótica con los géneros de nematodos *Steinernema* y *Heterorhabditis*, el mecanismo, consiste en que los nematodos ingresan a través de las aperturas naturales del insecto, por la boca, ano o espiráculos (Orificios para respirar) para luego en el interior del hospedero, liberan a la bacteria

simbiótica, la cual se encargara de matar a los insectos infestados (Uribe *et al.*, 2020).

Por último, están el uso de **virus entomopatógenos** que son las entidades patogénicas intracelulares. Están compuestos de ácido nucleico que puede ser el ADN o ARN con cadena doble o sencilla, entre ambos compuestos mencionados. Las familias más comunes de los virus son Baculoviridae (virus de poliedrosis nuclear que se usan para Lepidóteros e Hymenóptero), Reovidae (virus de poliedrosis citoplasmática que afecta a Lepidópteros y Dípteros) y Poxviridae (virus entomopox que se usa para Lepidópteros y Coleópteros). De los virus entomopatógenos más utilizados, se encuentran los baculovirus para fine de control biológico, ya que, tiene un rango de hospedantes limitados a algunas especies de Lepidópteros, Coleópteros, Dípteros, Hymenópteros y Tricópteros (Badii & Abreu, 2006; Muttis & Micieli, 2021).

De acuerdos, a las categorías de las clasificaciones de los enemigos naturales para el control biológico, se establecen tres métodos: clásico (agente de control biológico introducido para la regulación de plagas a largo plazo), aumentativo (aumento de la abundancia de especies de enemigos naturales presentes en el área a través de liberaciones inundativas o inoculativas) y conservativo (implementación de medidas de manejo del hábitat para proporcionar protección y aumentación de los enemigos naturales para mejorar su efectividad) (Zelaya-Molina *et al.*, 2022).

La presencia de eventos ambientales desfavorables y el uso excesivo de plaguicidas químicos-sintéticos, alteran negativamente las poblaciones de enemigos naturales. Se estima que por el uso de los plaguicidas en los últimos 10 años hay una disminución del 41 % de los insectos a nivel mundial, esto incluye por supuesto, a los controladores naturales altamente expuestos a las sustancias toxicas del uso de plaguicidas en los agroecosistemas (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019).

Por lo tanto, en el caso de los microorganismos entomopatógenos, también poseen varias limitaciones entre ellas los factores ambientales que suelen reducir su eficiencia, como es el caso de *Bacillus thuringensis*, que es afectado por la radiación solar, otra limitación es el tiempo que tarda el microorganismo en causar la muerte, como es el caso del granulovirus, este virus suele causar la muerte del insecto en un periodo entre los 12-25 días y en este caso del *granulovirus*, es afectado por la luz ultravioleta que causa inactivación perjudicando la replicación del ADN (Guerra-Luran *et al.*, 2021).

2.4. La agroecología.

La agroecología es un enfoque de la agricultura más ligados al entorno natural y más sensible socialmente, se define como base para mantener la biodiversidad en la agricultura para acceder a una productividad sostenible (Altieri, 1999; citado por: Araujo, 2014). También se puede considerar como una alternativa de manejo para un ecosistema particular o agroecosistema, tomando en cuenta los fenómenos ecológicos dentro del acampo de cultivo, tales como relaciones depredador-presa o competencia de cultivos-arvences, ciclos de nutrientes, comensalismo, entre otros (Araujo, 2014; Vera *et al.*, 2020).

Por otra parte, la visión del enfoque sistémico, sucede cuando el agricultor adopta el manejo agroecológico, promoviendo un sistema integral y diversificado, en el cual se interrelaciona la biodiversidad benéfica, que contribuye a la autorregulación ecológica, la eficiencia energética y la económica.

A través de este enfoque, se puede lograr reducir paulatinamente las poblaciones de los organismos nocivos, recuperar la fertilidad del suelo y la biodiversidad que habita en el sistema, entre otros beneficios que se fueron perdiendo a causa de la agricultura convencional (Vázquez, 2013). Así, el

aumento de la biodiversidad en la fincas permite disminuir la incidencia de agentes nocivos en los cultivos o en nuestros animales (Lezcano-Fleires *et al.*, 2020).

2.5. MAP (Manejo Agroecológico de Plagas)

Se define al manejo agroecológico de plagas (MAP), como un diseño o rediseño de la plantación, la planificación de rotaciones de cultivos, el manejo diversificado del suelo y entre otras prácticas preventivas de la sanidad, con el fin de combatir sobrepoblaciones de insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias, virus, otros microorganismos y arvenses (Cucchi, 2020). Es decir, que el MAP a través de estrategia holística, integra todos los elementos que repercuten en el origen y el combate de una plaga, para lo cual, “promueve la restauración de la biodiversidad funcional y aplica alternativas de manejo que no generan impactos indeseables para los productores, los consumidores y el ambiente” (SADER, 2021A). Entonces tenemos que una planeación de la intervención puede mejorar el equilibrio entre poblaciones y evitar que crezcan demasiado, para causar daño.

2.5.1 Cambio o transformación racional humana

De acuerdo a lo anterior, tiene que promoverse un cambio en la visión de las transformaciones humanas de los ecosistemas, donde los movimientos de pueblos originarios, campesinos y ecologistas, inspirados en la agroecología, buscan promover la soberanía alimentaria, sistemas alimentarios justos, alianza entre productores y consumidores, asociación renovada entre ecosistemas naturales agrícolas y urbanos, la soberanía tecnológica e innovación atento a los derechos humanos (De Marchi *et al.*, 2022).

Esto nos indica que la agroecología, también debe surgir a partir del reconocimiento y la valoración del saber almacenado por los pueblos originarios y campesinos, para producir alimentos sanos, frescos, variados y abundantes.

Que, desde luego, la acción de los movimientos sociales la ha ido convirtiendo en un elemento central de propuesta de un nuevo modelo agrario de producción (Araujo, 2014).

2.5.2 Diseño de la plantación

De acuerdo con (Prieto *et al.*, 2016), señalan que el diseño de la plantación es la forma de distribución de las plantas en el terreno, que se puede emplear de forma sistémico o regular y aleatorio o irregular.

El diseño sistémico o regular: En este proceso sigue un patrón de distribución en el terreno en condiciones uniforme, sin presencia de vegetaciones. Su arreglo sistemático puede permitir el uso de maquinarias que faciliten las preparaciones del suelo, laboreos en plantación y mantenimientos, así como en los cultivos posteriores siendo las limpias o aclareos, aclareos, podas y cosecha. Esta estrategia se fomentada para las plantaciones industriales, comercial o de producción. La cual, se destaca tres formas de distribución en el terreno siendo la de tresbolillo (Figura 21 A), marco real o cuadrado (Figura 21 B) y rectangular (Figura 21 C).

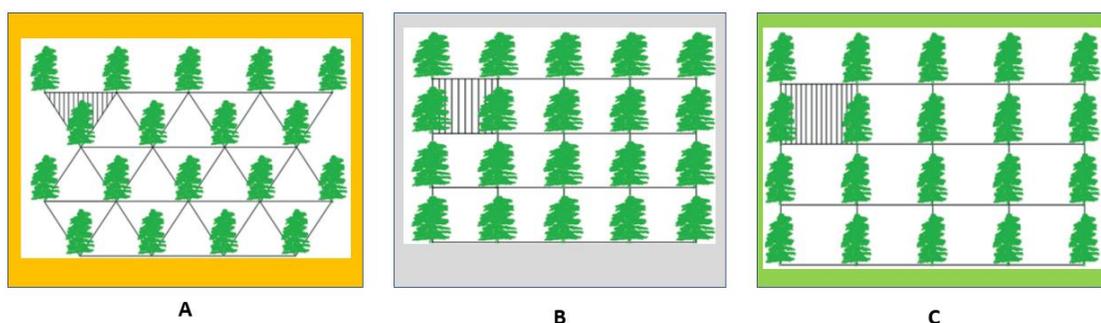


Figura 21. A. Distribución de la planta en tresbolillo (equidistancia entre plantas), B. Distribución de la planta en marco real o cuadrado (misma distancia en hileras y columnas) y C. Distribución de la planta en forma de rectángulo (distancias diferentes entre hileras y columnas). Con base en (Prieto *et al.*, 2016).

El diseño aleatorio o irregular: No sigue ningún patrón determinado para la plantación. Es decir, se aplica en terreno no uniforme, que cuenta con vegetación competitiva y suelo somero o pedregoso, consiste en imitar la regeneración natural y es viable para fines de conservación, protección o recreación. Este diseño permite la densidad de plantación y variedades de especies (Figura 22).



Figura 22. Distribución de la planta en forma irregular (Prieto *et al.*, 2016).

Sin embargo, si hablamos de un rediseño del agroecosistema, es pertinente fomentar la estrategia de conservación de enemigos naturales de plagas, ya que ello, contribuye a incrementar la actividad reguladora como resultado de la acción conjunta de las diferentes especies que cohabitan, entre ellos los agentes de control biológico que se liberan o aplican a través en los programas aumentativos (Matienzo *et al.*, 2019; citado por: Vázquez *et al.*, 2022).

Es importante mencionar que en el rediseño del sistema productivo es la última etapa en el proceso de conversión agroecológica y consiste en pasos prácticos para deshacerse del monocultivo y así también reducir su vulnerabilidad ecológica, mediante el restablecimiento de la biodiversidad agraria a nivel de campo y de paisaje (Nicholls *et al.*, 2017).

2.5.3 Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es una práctica empleada para evitar la degradación de los suelos, ya que, permite una adecuada distribución de los nutrientes en él, aumentando la productividad (Godínez & Schwentesius, 2023). Así mismo, permite el control de plagas y enfermedades, debido a que los cultivos son cambiantes en el terreno, la cual, interrumpe el ciclo del organismo por falta del cultivo huésped desde una visión tradicional (Tombé *et al.*, 2022). De acuerdo, a lo mencionado anteriormente, se puede decir que la rotación de cultivos consiste en la plantación sucesiva de diferentes cultivos en el mismo terreno (Figura 23). Este proceso de las rotaciones es opuesto al cultivo continuo y pueden ir de 2 a 5 años de tardío. Normalmente el agricultor es el que determinan los tipos de cultivos que desea emplear en su terreno para que forme parte de su rotación (Brechelt, 2004).

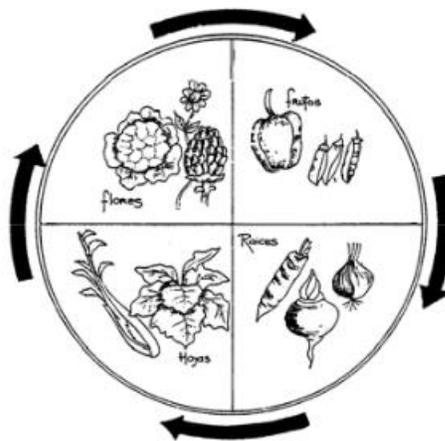


Figura 23. Esquema para la rotación de cultivos (Suquilanda V., M. B. 1995; citado por: Brechelt, 2004).

La rotación de cultivos fue considerada uno de los pilares de la agricultura antes del auge de los agroquímicos posterior a la segunda guerra mundial. En la actualidad, existen investigaciones que destacan que la rotación de cultivos

brinda beneficios visibles en la biodiversidad de un sistema (Rouanet *et al.*, 2005; Silvia *et al.*, 2015; citado por: Godínez & Schwentesius, 2023).

2.5.4. Incremento de la biodiversidad

El incremento de la biodiversidad contribuye significativamente a regular las poblaciones de organismos vivos mediante la modificación de la calidad del recurso alimentario de los organismos plagas (mecanismos bottom-up) y mediante la multiplicación de enemigos naturales que controlan las poblaciones (mecanismos top-down) (Flores & Sarandón, 2014; citado por: Gravanago, 2023).

Esta práctica se puede llevar a cabo mediante el uso de las siguientes estrategias: rotaciones de cultivos, manejos de policultivos, empleo de abono verdes o cultivos de coberturas (Figura 24), y en caso de los sistemas agroforestales se aplican la estrategia mediante bordes, cercas y manejo de la vegetación espontánea. Todos esto se relaciona a través de una diversidad cultural en base a los conocimientos de los agricultores (Flores & Sarandón, 2014).

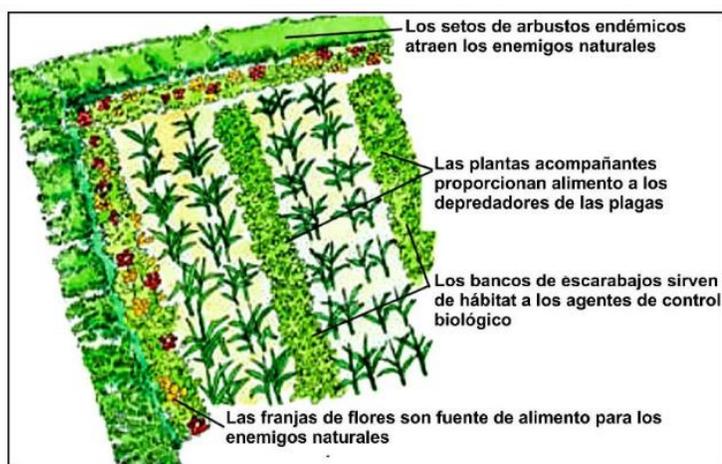


Figura 24. Prácticas que estimulan el control de plagas y enfermedades (©FAO/TECA, 2016).

2.5.5. Aplicaciones físicas (talcos, agua de vidrio, caldo de ceniza, entre otros)

Consisten en métodos alternativos en el control de plagas, mediante uso de medios físicos de manera directa e indirectamente, con el objeto en destruir a los insectos, comenzando con la modificación del ambiente, la cual, creará una condición desfavorable que repercutirán sus funciones vitales (Martínez, 2010). Es decir, se aprovechan de algún agente físico como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodismo y radiaciones electromagnéticas, que resultan letales para los insectos (Domínguez & Gómez, 2022).

Para establecer dicha práctica en los métodos físicos para el control de plagas, la condición se modifica con la intención de que los insectos dejen de ser una amenaza para el cultivo agrícola (Santana, 2022). Algunas de las prácticas que se puede emplear como alternativas en base en las aplicaciones físicas se puede considerar las siguientes:

Uso de polvo: Son insecticidas formulados como polvos llevan como diluyentes: talcos, arcillas, carbonato de calcio y tierra de diatomeas. Normalmente los polvos son formulados a concentraciones entre 1 y el 10 % (Morales *et al.*, 1999).

Caldo de ceniza: Es un producto líquido alternativo, cuya función es combatir plagas y enfermedades de los cultivos. Al hacer la preparación resulta ser económico debido a que es fácil de conseguir los insumos (Claros *et al.*, 2010).

Caldos minerales: Son productos naturales que se usan para prevenir y controlar algunas enfermedades, así mismo repelan los insectos. Además, es de fácil disolución y asimilables para los microorganismos, que ayudan a mantener el equilibrio natural. Los tipos de caldos son; viscosos, bordelés, sulfocálcico y ceniza (Claros *et al.*, 2010).

Agua de vidrio: Es una solución alcalina con un pH de 12, que se emplea en la agricultura, como: fungicida, insecticida y nutriente orgánico; fortalece la inmunología vegetal ante el ataque por plagas o enfermedades, pero también agobios por heladas y sequías. El agrado de alcalinidad (pH) que alcanza permite deshidratar huevecillos de insectos de cuerpo blando, además impide el crecimiento de hongos (SADER/INIFAP, 2021).

2.5.6. Monitoreo de la biodiversidad y sus controladores

La estabilidad o armonía de la comunidad natural no es estándar, ya que, se comporta de manera dinámica debido a que ante cualquiera perturbación en una o más poblaciones propicia reacciones y reajustes en las otras hasta llegar a obtener una estabilidad del ecosistema (Morales *et al.*, 1999).

El monitoreo de la biodiversidad se puede realizar en los diferentes niveles de organización biológica, dependiendo del objeto de estudio, así mismo el monitoreo es un método utilizado para conocer cómo es que van cambiando las especies y ecosistemas en el transcurso del tiempo (Moreno *et al.*, 2001; citado por: Cortés, 2022). En un sistema productivo agrícola existen varios desafíos para identificar aquellos componentes claves de la biodiversidad entre ellas se encuentran mantener los procesos naturales o ciclos, monitorear y evaluar diversas prácticas y tecnologías agrícolas sobre estos componentes.

Sin embargo, es de suma importancia considerar que los polinizadores, enemigos naturales, lombrices y microorganismos del suelo, entre otros, son componentes claves de la biodiversidad que juegan importantes roles ecológicos, por medio de los procesos como: introgresión genética, control natural, ciclaje de nutrientes, desintegración, entre otros (Torres, 2021).

Por ejemplo, a través de la habitabilidad ambiental, con la intervención, se puede generar una serie de servicios de hábitat, incrementando la

biodiversidad, a partir de una zona al momento de expandir el área de la frontera, que actúen como corredor ecológico y permitiendo a su vez a que los mantos acuíferos recuperen su dinámica natural. Al aumentar el número de especies nativas en el área y eliminar las especies exóticas, nos pueden mejorar los suelos, incrementado los aportes de materia orgánica y así mismo reducir la erosión. Sin embargo, con el aumento de bosque, árboles frutales y cultivos, coadyuva a un mayor secuestro de CO₂, auxiliado a todos tipos de agroecosistema ante el cambio climático (Gugel, 2021).

De acuerdo con (Vázquez, 2007), señala que el manejo agroecológico de plagas posee varias características fundamentales entre las que destacan las siguientes:

- Fomentar el modelo de desarrollo endógeno, para el manejo de plagas al nivel del sistema productivo o parcela.
- Dar prioridad a las prácticas agronómicas que tienen efecto preventivo o causa sobre la incidencia de plagas.
- Implementar la conservación de la diversidad biológica, Ya sean, existente en el sistema productivo o introducido.
- Fomentar las participaciones de los técnicos o extensionistas y el agricultor, así como la comunidad agraria en los diferentes procesos.
- Crear un modelo de educación participativa que permitan las preparaciones técnicas de agricultores. De acuerdo, con la necesidad de entender las problemáticas y poder dar soluciones bajo sus condiciones particulares.
- Crear innovaciones de manera contextualizada (adaptativas); es decir, sustituir el viejo modelo de las transferencias tecnológicas.

2.5.7. Prácticas consideradas para el manejo agroecológico de plagas en maíz.

En el caso del gusano cogollero de maíz se acude al uso de feromonas sexuales, cabe destacar que esta práctica proviene del manejo integrado de plagas (Álvarez & Borja, 2022). Así mismo, se usan bioles y plantas repelentes (Garcés, 2021), entomopatógenos, extractos vegetales o biorracionales; uso de productos de bajo impacto; la diversificación de cultivos y el control biológico esto es aplicable para otros tipos de plagas en el cultivo de maíz (SADER, 2021B).

Como se puede observar, hay muchas estrategias que pueden aplicarse, para la regulación de las poblaciones de insectos, este documento destaca la importancia de los enemigos naturales asociados a las plagas de maíz, para su manejo agroecológico, por lo tanto se recopiló lo que hasta ahora se ha publicado en este sentido, para los últimos cinco años.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Búsqueda y rastreo de datos sobre “control biológico de plagas para el periodo 2018-2022.

Se utilizó el motor de búsqueda Google Académico, además, bases de datos como Pubmed y Springer Link, usando las palabras clave “Control biológico de plagas en maíz” tanto en español como en inglés. Se considero que esas investigaciones, son vinculante con el manejo agroecológico de sobrepoblaciones en agroecosistemas, mediante la acción de la biodiversidad (Vázquez, 2013); se tomó en cuenta cada uno de los enemigos naturales asociados al cultivo del maiz, mencionados en las revistas arbitradas que se encontraron disponibles para su descarga.

3.2 Ordenamiento de los enemigos naturales de las principales plagas del maíz, mencionadas en los documentos recuperados.

Se realizo un análisis detallado de los documentos recuperados, posteriormente se elaboró una base de datos a nivel género y especie cuando fue señalado, tomando en cuenta los enemigos naturales para el control de las siete plagas consideradas de mayor importancia para el cultivo del maiz. Se ordenaron de acuerdo a sus mecanismos de acción en: depredadores, parasitoides y entomopatógenos (Arias, 2022).

3.3 Actualización y distribución de la investigación sobre los enemigos naturales de las plagas del maiz.

Con la finalidad de obtener la información más reciente, a nivel mundial, solo se consideraron documentos el periodo de 5 (cinco) años, 2018- 2022 (Coutiño-Puchuli *et al.*, 2023). Para detectar el número de publicaciones por año. También se registraron las procedencias de las investigaciones, por país.

IV. RESULTADOS

4.1 Filtración y rastreo de la información con relación al “control biológico de plagas en maíz” durante el periodo 2018-2022

Mediante el rastreo de la información, con las palabras clave “control biológico de plagas en maíz” con el motor de búsqueda Google académico se encontraron 16,400 resultados de investigaciones disponibles, de los cuales, sólo se recuperaron 26 documento, correspondiendo al 0.16 %. Mediante el uso de las palabras clave en inglés “biological pest control in corn”. Se revisaron las siguientes bases de datos; Pubmed, localizando 337 investigaciones y recuperando 42 (12.46%) y en el caso de Springer Link se ubicaron 2,312 resultados, recuperando solo 11 documentos (0.48%)

De esta manera a partir de un total de 19,049 documentos reportados, sólo se recuperaron un total de 79 (0.41%), para establecer los enemigos naturales de las plagas en el control biológico del maíz (Cuadro 2).

Cuadro 2: Fuente del rastreo de las informaciones en base al control biológico de plagas en maíz 2018-2022.

Recuperación de documentos		Palabras clave	Total de Documentos encontrados 2018-2022	No. Documentos recuperados
Motor de búsqueda	Google Académico	“Control biológico de plagas en maíz”	16,400	26 (0.16 %)
Bases de datos	Pubmed	“Biological pest control in corn”	337	42 (12.46%)
	Springer Link	“Biological pest control in corn”	2,312	11 (0.48%)
Totales			19,049	79 (0.41%)

4.2 Relación de enemigos naturales detectados para las plagas del maíz.

En los cuadros del 3 al 5, se muestra la diversidad de enemigos naturales registrados a nivel mundial para las principales plagas de maíz, en base a los materiales publicados y con respecto a las siete plagas referidas como importantes en dicho cultivo, se mencionan a continuación por grupos de actividad antagonica, recordando que se tomó como base los documentos de los últimos cinco años, periodo 2018-2022.

4.2.1 Depredadores

Se registra un total de 40 especies de depredadores como antagonicos de cinco de las siete plagas consideradas de mayor importancia para el cultivo de maíz (Cuadro 3). Estos son para el caso de plagas superficiales, en tanto que para el gusano cortador, que es un rizófago, solo se detectaron dos depredadores, que también están incluidos en los cuarenta anteriores. Se agregan en un cuadro anexo.

Cuadro 3: Depredadores registrados como enemigos naturales de cinco plagas de maíz.

Enemigos naturales	Plagas superficiales			
	Gusano Cogollero	Gusano Elotero	Barrenador del tallo	Pulgón verde
<i>Hippodamia convergens</i>	X		X	X
<i>Cycloneda sanguinea</i>	X		X	X
<i>Castolus tricolor</i>	X		X	
<i>Polistes sp.</i>	X		X	
<i>Harmonia axyridis</i>	X			
<i>Orius sauteri</i>	X			
<i>Coleomegilla maculata</i>	X	X		
<i>Doru lineare</i>	X			
<i>Doru taeniatum</i>	X			
<i>Zelus nugax</i>	X			
<i>Nabis capsiformis</i>	X			
<i>Cheilomenes sexmaculata</i>	X			
<i>Scymnus limbaticollis</i>	X			
<i>Alograpta piurana</i>	X			
<i>Orius insidiosus</i>	X	X		

<i>Chrysoperla externa</i>	X			
<i>Doru luteipes</i>	X			
<i>Orius similis</i>	X			
<i>Podisus nigrispinus</i>	X			
<i>Zelus leucogrammus</i>	X		X	X
<i>Chrysoperla carnea</i>	X			X
<i>Episyrphus balteatus</i>	X			
<i>Podisus maculiventris</i>	X			
<i>Euthyrhynchus floridanus</i>	X			
<i>Labiduria riparia</i>	X			
<i>Enborellia spp.</i>	X			
<i>Chrysoperla asseralis</i>	X			X
<i>Aknisus sp.</i>	X			
<i>Podisus spp.</i>	X			
<i>Euchistus sp.</i>	X			
<i>Blennius sp.</i>	X			
<i>Nabis punctipennis</i>	X	X		
<i>Oxyopes salticus</i> Hentz	X			
<i>Lycosidae spp.</i>	X			
<i>Gnaphosidae spp.</i>	X	X		
<i>Oxyopes salticus</i>		X		
<i>Hentz Lycosidae spp.</i>		X		
<i>Euplectrus sp.</i>			X	
<i>Hemerobius sp.</i>				X
<i>Allograpta exótica</i>				X

Cuadro 3. Complemento de especies depredadoras de plaga rizófaga.

Enemigos naturales	Plagas rizófagas
Depredadores	Gusano cortador
<i>Labiduria riparia</i>	X
<i>Enborellia spp.</i>	X

4.2.2. Parasitoides

En el siguiente cuadro se presentan las 66 especies de parasitoides encontrados para cinco de las siete plagas referidas como importantes en el cultivos de maíz (Cuadro 4). Así mismo, en un cuadro anexo , se integra otra especie más de parasitoide para una plaga rizófaga.

Cuadro 4: Relación de parasitoides registrados como enemigos naturales de cinco de las siete principales plagas de maíz.

Enemigos naturales	Plagas superficiales			
	Gusano cogollero	Gusano elotero	Barrenador del tallo	Pulgón verde
<i>Trichogramma sp.</i>	X	x		
<i>Telenomus spp.</i>	X		x	x
<i>Telenomus remus</i>	X			
<i>Trichogramma spp.</i>	X	x	x	
<i>Chelonus insulares</i>	X	x		
<i>Trichogramma atopovirilia</i>	X			
<i>Trichogramma pretiosum</i>	X		x	
<i>Chelonus insulares</i>	X			
<i>Trichogrammatoidea sp.</i>	X			
<i>Campoletis sonorensis</i>	X			
<i>Euplectrus sp.</i>	X			x
<i>Dissomphalus spp.</i>	X			
<i>Exasticolusfuscicornis Cameron</i>	X			
<i>Ophion spp.</i>	X			
<i>Archytas spp.</i>	X			
<i>Winthenia spp.</i>	X			
<i>Archytas peliventri</i>	X	x		
<i>Lespesia achyppivora</i>	X	x		
<i>Eucelatoria sp.</i>	X	x		
<i>Rogas spp.</i>	X	x		
<i>Eniscospilus merdarius</i>	X	x		
<i>Meteorus arizonensis</i>	X			
<i>Meteorus laphygmae</i>	X			
<i>Chelonus sonorensis</i>	X		x	
<i>Microchelonus cautus</i>	X			
<i>Chelonus cautus</i>	X			
<i>Coccygidium luteum</i>	X			
<i>Cotesia marginiventris</i>	X			
<i>Pristomerus spinator</i>	X			

<i>Lespesia sp.</i>	X			
<i>Cotesia icipe</i>	X			
<i>Aphelinidae sp.</i>	X			
<i>Eiphosoma sp</i>	X			
<i>Aleiodes laphygmae</i>	X			
<i>Ophion flavidus</i>	X			
<i>Euplectrus platyhypenae</i>	X			
<i>Archytas marmoratus</i>	X			
<i>Ichneumonidae spp.</i>	X			
<i>Archytas sp.</i>		x		
<i>Sarcophagidae spp.</i>		x		
<i>Cotesia flavipes</i>			x	
<i>Apanteles deplanatus</i>			x	
<i>Apanteles diatraeae</i>			x	
<i>Macrocentros prolificus</i>			x	
<i>Digonogastra kimballi</i>			x	
<i>Digonogastra solitaria</i>			x	
<i>Paratheresia spp.</i>			x	
<i>Palpozenillia spp.</i>			x	
<i>Metagonistylum minense</i>			x	
<i>Parathesia claripalpis</i>			x	
<i>Lydella minense</i>			x	
<i>Siphosturmia rafaeli</i>			x	
<i>Lixophaga diatraea</i>			x	
<i>Euplectrus sp.</i>			x	
<i>Telenomus spp.</i>				
<i>Anagrus sp.</i>				x
<i>Aphydius matricariae</i>				x
<i>Aphidius sp.</i>				x
<i>Clasterocerus sp.</i>				x
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>				x
<i>Binodoxys communis</i>				x
<i>Aphelinus albipodus</i>				x
<i>Pachyneuron aphidis</i>				x
<i>Phaenoglyphis villosa</i>				x
<i>Syrphophagus taeniatus</i>				x
<i>Asaphes suspensus</i>				x

Cuadro 4. Especie de parasitoide que actúa en plaga rizófaga de maíz.

Enemigos naturales	Plagas rizófagas
Parasitoides	Gusano cortador
<i>Ichneumonidae spp.</i>	X

4.2.3. Entomopatógenos

En el siguiente cuadro se presentan los 31 registros detectados; entre géneros y especies de los entomopatógenos, que regulan seis de las siete principales plagas del maíz. Cabe señalar que tres son plagas superficiales y tres son rizófagas, como se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 5: Registro de los 31 entomopatógenos detectados para seis plagas de maíz.

Enemigos naturales	Plagas superficiales		
	Gusano cogollero	Gusano elotero	Barrenador del tallo
Entomopatógeno			
Bacterias:			
<i>Bacillus thuringiensis</i>	X		
<i>Bacillus subtilis</i>	X		
<i>Pseudomonas sp.</i>			
<i>Xenorhabdus</i>			X
<i>Photorhabdus</i>			X
Hogos:			
<i>Metarhizium anisopliae</i>	X		
<i>Beauveria bassiana</i>	X		
<i>Metarhizium rileyi</i>	X		
<i>Nomuraea rileyi</i>	X		
<i>Lecanicillium lecanii</i>	X		
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	X		
<i>Metarhizium spp.</i>	X		
<i>Metarhizium robertsii</i>	X		
<i>Metarhizium brunneum</i>	X		
Nematodos:			
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	X		
<i>Steinernema carpocapsae</i>	X		
<i>Heterorhabditis sp.</i>	X		
<i>Steinernema diaprepesi</i>	X		
<i>Heterorhabditis indica</i>	X	X	
<i>Rhabditis blumi</i>	X		

<i>Acrobelloides camberenensis</i>	X		
<i>Steinernema riobrave</i>	X		
<i>Ovomermis sinensis</i>	X		
<i>Steinernema abbasi</i>		X	
<i>Steinernema minutum</i>		X	
<i>Steinernema tami</i>		X	
Virus:			
<i>Baculovirus</i>	X		
<i>Nucleopoliedrovirus</i>	X		
<i>Granulovirus</i>	X		
<i>Nucleopolyhedrovirus</i>	X		

Cuadro 5. Entomopatógenos en plagas rizófagas del maíz.

Enemigos naturales	Plagas de rizófagas		
	Gusano cortador	Gallina ciega	Gusano de alambre
Entomopatógenos			
Bacteria:			
<i>Pseudomonas sp.</i>		X	
Hongos:			
<i>Beauveria bassiana</i>		X	
<i>Metarhizium brunneum</i>			X
Nematodos:			
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Steinernema carpocapsae</i>	X		

En seguida se presentan los números totales de enemigos naturales registrados en los 79 documentos seleccionados para el manejo de las siete principales plagas de maíz. A manera de síntesis, destacando la biodiversidad de Parasitoides (66), Depredadores (40) y Entomopatógenos (31) (Cuadro 6).

Cuadro 6: Enemigos naturales de plagas de maíz registrados en documentos técnico-científicos publicados en el periodo 2018-2022.

Enemigos naturales de plagas de maíz	Núm. encontrados
Depredadores	40
Parasitoides	66
Entomopatógenos	31
Total	137

4.3 Registros recientes (5 años) de los enemigos naturales de plagas en maíz “a nivel mundial”.

4.3. 1. Años de publicación de las investigaciones

A continuación, se observan los años en que fueron encontrados los documentos de la investigación.

Cuadro 7: Año de publicación de las investigaciones.

Año	Núm. de investigaciones
2018	10
2019	15
2020	20
2021	17
2022	17
Total	79

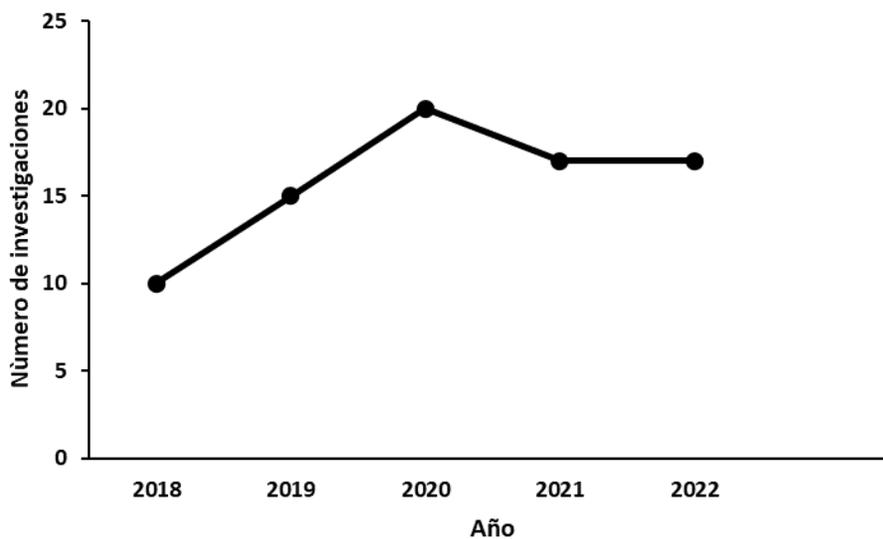


Figura 25. Año de publicación de las investigaciones

De acuerdo en el cuadro 4 y figura 26, muestran que en el año 2020 se recopiló mayor información con un total de 20 documentos, seguido del año 2021-2022 se recopilaron 17 documentos y finalmente en los años anteriores hubo una escasez de investigaciones, la cual, en el año 2019 sólo se obtuvieron 15 documentos y 10 documentos durante el año 2018. Todo relacionado con los enemigos naturales de plagas en maíz.

4.3.2 Países en donde se realizaron las investigaciones

A continuación, se detallan los países en donde se realizaron las investigaciones y posteriormente se registra los datos.

Cuadro 8: Países de origen de las investigaciones.

Nombre del país	Núm. de investigaciones
México	21
Paraguay	1
Reino Unido	2
Cuba	4
Filipinas	1
Colombia	4
Turquía	2
Perú	8
África	5
Brasil	6
Guatemala	1
Ecuador	7
Bolivia	1
Kenia	1
Argentina	1
Eslovenia	1
China	6
India	3
Honduras	1
Estados Unidos	2
Suiza	1
Total	79

De acuerdo en el cuadro 5 y figura 27, se puede apreciar que México obtuvo un mayor número de investigación con un total 21 documentos, en seguida está el país de Perú con 8 documentos, Ecuador con 7 documentos y entre los países Brasil y China con un margen de 6 documentos encontrados, finalmente existen diversos países con cifras menores a 5 documentos recopilados a nivel mundial.

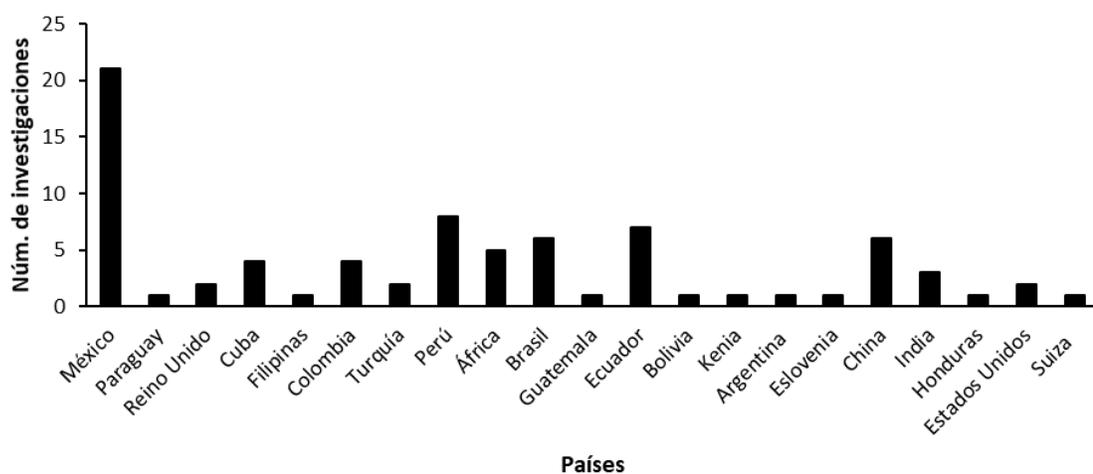


Figura 26. Países de origen de las investigaciones.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a la búsqueda de información, para el manejo agroecológico de plagas se consideró que el manejo de la biodiversidad propuesta por (Vázquez, 2013), se aproxima al control biológico de las mismas, por lo cual se utilizaron estas como palabras clave; y seleccionando luego los artículos que contenían enemigos naturales (Cueva, 2022), como base para el análisis de la información.

En relación al listado de especies que se comportan como enemigos naturales de las principales plagas del maíz, se obtuvieron un total de 137 especies y/o

géneros, lo que abona al manejo de la biodiversidad, desde cualquier ángulo, como lo propone (Vázquez, 2013). Pero el conocimiento especializado que representan todos los materiales y autores que se registran en los 79 documentos analizados, ofrece un panorama holístico, importante para el proceso agroecológico y su manejo de sobrepoblaciones. Como puede observarse en los siguientes cuadros (9, 10, 11, 12, 13 y 14).

Cuadro 9: Especies de depredadores de las principales plagas de *Zea mays L.* encontrados a partir del periodo 2018-2022.

Plagas	Especies de depredadores	Autores
Plagas superficiales		
Gusano cogollero del maíz u oruga militar tardía: <i>Spodoptera frugiperda</i> . (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Hippodamia convergens</i>	(Castro, 2021; Maggio <i>et al.</i> , 2022; Nuñez, 2021).
	<i>Cycloneda sanguínea</i>	(Castro, 2021; Nuñez, 2021).
	<i>Castolus tricolor</i> <i>Polistes sp.</i>	(Castro, 2021).
	<i>Harmonia axyridis</i> <i>Orius sauteri</i>	(Di <i>et al.</i> , 2021).
	<i>Coleomegilla maculata</i>	(Hernandez-Trejo <i>et al.</i> , 2018; Nuñez, 2021).
	<i>Doru lineare</i>	(Barceló, 2020; Rojas, 2021).
	<i>Doru taeniatum</i>	(Rojas, 2021).
	<i>Zelus nugax</i> , <i>Nabis capsiformis</i> , <i>Cheilomenes sexmaculata</i> , <i>Scymnus limbaticollis</i> , <i>Alograpta piurana</i> y <i>Orius insidiosus</i>	(Nuñez, 2021).
	<i>Chrysoperla externa</i>	(Nuñez, 2021; Pérez <i>et al.</i> , 2019).
	<i>Doru luteipes</i>	(Maggio <i>et al.</i> , 2022)
	<i>Orius similis</i>	(Zeng <i>et al.</i> , 2021).
	<i>Podisus nigrispinus</i>	(Alva <i>et al.</i> , 2020).
	<i>Zelus leucogrammus</i>	(Burgos, 2020).
	<i>Chrysoperla carnea</i>	(Hernandez-Trejo <i>et al.</i> , 2018; Lindao, 2021; Triana, 2021).
	<i>Episyrrhus balteatus</i>	(Li, & Wu, 2022)
	<i>Podisus maculiventris</i> y <i>Euthyrhynchus floridanus</i>	(Perier <i>et al.</i> , 2022).
	<i>Labiduria riparia</i> , <i>Enborellia spp.</i> , <i>Chrysoperla asseralis</i> , <i>Aknisus sp.</i> , <i>Podisus spp.</i> , <i>Euchistus sp.</i> , <i>Blennius sp.</i> , <i>Nabis punctipennis</i> , <i>Oxyopes salticus</i> Hentz, <i>Lycosidae spp.</i> y <i>Gnaphosidae spp.</i>	(Trujillo, 2019)
Gusano elotero <i>Helicoverpa zea</i> .	<i>Orius insidiosus</i> y <i>Coleomegilla maculata</i>	(Salazar <i>et al.</i> , 2021)

(Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Nabis punctipennis</i> , <i>Oxyopes salticus</i> , <i>Hentz Lycosidae spp.</i> y <i>Gnaphosidae spp.</i>	(Trujillo, 2019).
Barrenador del tallo: <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Cambridae)	<i>Zelus leucogrammus</i>	(Burgos, 2020).
	<i>Hippodamia convergens</i> , <i>Cycloneda sanguinea</i> , <i>Euplectrus sp.</i> , <i>Castolus tricolor</i> y <i>Polistes sp.</i>	(Castro, 2021).
Pulgón verde del maíz: <i>Rhopalosiphum maidis</i> . (Hemiptera: Aphidae)	<i>Zelus leucogrammus</i>	(Burgos, 2020).
	<i>Hippodamia convergens</i> , <i>Cycloneda sanguinea</i> y <i>Chrysoperla carnea</i>	(Rojas, 2021).
	<i>Hemerobius sp.</i> <i>Hippodamia convergens</i> , <i>Allograpta exótica</i> y <i>Chrysoperla asseralis</i>	(Trujillo, 2019).
Plagas de rizófagas		
Gusano cortador u gusano trozador: <i>Agrotis spp.</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Labiduria riparia</i> y <i>Enborellia spp.</i>	(Trujillo, 2019)

Cuadro 10: Especies de parasitoides de las principales plagas de *Zea mays L.* encontrados en el periodo 2018-2022.

Plagas	Especies de parasitoides	Autores
Plagas superficiales		
Gusano cogollero del maíz u oruga militar tardía: <i>Spodoptera frugiperda</i> . (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Trichogramma sp.</i>	(Beltrán, 2021; Udayakumar <i>et al.</i> , 2021).
	<i>Telenomus spp.</i>	(Burgos, 2020).
	<i>Telenomus remus</i>	(Barceló, 2020; Canico <i>et al.</i> , 2020; Hernández-Trejo <i>et al.</i> , 2019; Kenis <i>et al.</i> , 2019; Laminou <i>et al.</i> , 2020).
	<i>Trichogramma spp</i>	(Canico <i>et al.</i> , 2020; Rivera, 2022).
	<i>Chelonus insularis</i>	(Barceló, 2020; Hernandez-Trejo <i>et al.</i> , 2018; Hernández-Trejo <i>et al.</i> , 2019; García <i>et al.</i> , 2022 A; García <i>et al.</i> , 2022 B; López, 2019; Orozco, 2019; Padilla, 2020; Rivera, 2022).
	<i>Trichogramma atopovirilia</i>	(Jaraleño-Teniente <i>et al.</i> , 2020).
	<i>Trichogramma pretiosum</i>	(Jaraleño-Teniente <i>et al.</i> , 2020; Sousa <i>et al.</i> , 2021).
	<i>Chelonus insulares</i>	(García <i>et al.</i> , 2022A; Jaraleño-Teniente <i>et al.</i> , 2020).
	<i>Trichogrammatoidea sp.</i>	(Laminou <i>et al.</i> , 2020).
	<i>Campoletis sonorensis</i>	Barreto, 2018; García, 2020; Hernandez-Trejo <i>et al.</i> , 2018; Rivera, 2022).
	<i>Euplectrus sp.</i>	(Burgos, 2020).

	<i>Dissomphalus spp.</i> , <i>Exasticolusfuscicornis</i> Cameron, <i>Ophion spp.</i> , <i>Archytas spp.</i> , y <i>Winthenia spp.</i>	(Cabral-Antúnez <i>et al.</i> , 2018).
	<i>Archytas peliventri</i>	(García <i>et al.</i> , 2022 A; García <i>et al.</i> , 2022 B).
	<i>Lespesia achyppivora</i>	(García <i>et al.</i> , 2022 B; Rivera, 2022).
	<i>Eucelatoria sp.</i>	(García <i>et al.</i> , 2022 A; García <i>et al.</i> , 2022 B).
	<i>Rogas spp.</i>	(García <i>et al.</i> , 2022 A; García <i>et al.</i> , 2022 B).
	<i>Eniscospilus merdarius</i>	(García <i>et al.</i> , 2022 A; García <i>et al.</i> , 2022 B).
	<i>Meteorus arizonensis</i>	(González-Maldonado <i>et al.</i> , 2020; González, 2019).
	<i>Meteorus laphygmae</i>	(González-Maldonado <i>et al.</i> , 2020; López, 2019).
	<i>Chelonus sonorensis</i>	(González, 2019; López, 2019).
	<i>Microchelonus cautus</i>	(González, 2019).
	<i>Chelonus cautus</i>	(González, 2019; Rivera, 2022).
	<i>Coccygidium luteum</i>	(Koku <i>et al.</i> , 2019).
	<i>Cotesia marginiventris</i>	(López, 2019; Perier <i>et al.</i> , 2022).
	<i>Pristomerus spinator</i>	(López, 2019; Orozco, 2019; Rivera, 2022).
	<i>Lespesia sp.</i>	(López, 2019).
	<i>Cotesia icipe</i>	(Mohamed <i>et al.</i> , 2021).
	<i>Aphelinidae sp.</i> , y <i>Eiphosoma sp</i>	(Orozco, 2019).
	<i>Aleiodes laphygmae</i> , <i>Ophion flavidus</i> , <i>Euplectrus platyhypenae</i> y <i>Archytas marmoratus</i>	(Rivera, 2022).
	<i>Ichneumonidae spp.</i>	(Trujillo, 2019).
Gusano elotero: <i>Helicoverpa zea</i> . (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Archytas peliventri</i> , <i>Lespesia achyppivora</i> , <i>Chelonus insularis</i> , <i>Rogas spp.</i> y <i>Eniscospilus merdarius</i>	(García <i>et al.</i> , 2022 B).
	<i>Eucelatoria sp.</i>	(García <i>et al.</i> , 2022 B; Rivera, 2022).
	<i>Trichogramma sp.</i>	(Hernández-Trejo <i>et al.</i> , 2019).
	<i>Trichogramma spp.</i>	(Rivera, 2022; Trujillo, 2019).
	<i>Archytas sp.</i>	(Rivera, 2022).
	<i>Sarcophagidae spp.</i>	(Trujillo, 2019).
Barrenador del tallo: <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Cambridae)	<i>Telenomus spp.</i>	(Burgos, 2020).
	<i>Trichogramma spp.</i>	(Correa, 2019; Trujillo, 2019).
	<i>Chelonus sonoriensis</i>	(Correa, 2019).
	<i>Trichogramma pretiosum</i>	(Páliz, 2020).
	<i>Cotesia flavipes</i> , <i>Apanteles deplanatus</i> , <i>Apanteles diatraeae</i> , <i>Macrocentrus prolificus</i> , <i>Digonogastra kimballi</i> ,	(Correa, 2019).

	<i>Digonogastra solitaria</i> , <i>Paratheresia spp.</i> , <i>Palpozenillia spp.</i> , <i>Metagonistylum minense</i> , <i>Parathesia claripalpis</i> , <i>Lydella minense</i> , <i>Siphosturmia rafaeli</i> y <i>Lixophaga diatraea</i>	
	<i>Euplectrus sp.</i>	(Burgos, 2020).
Pulgón verde del maíz: <i>Rhopalosiphum maidis</i> . (Hemiptera: Aphidae)	<i>Telenomus spp.</i> y <i>Euplectrus sp.</i>	(Burgos, 2020).
	<i>Anagrus sp.</i>	(García <i>et al.</i> , 2022 B).
	<i>Aphydus matricariae</i>	(Nuñez, 2021).
	<i>Aphidius sp.</i> y <i>Clasterocerus sp.</i>	(Trujillo, 2019).
	<i>Lysiphlebus testaceipes</i> , <i>Binodoxys communis</i> , <i>Aphelinus albipodus</i> , <i>Pachyneuron aphidis</i> , <i>Phaenoglyphis villosa</i> , <i>Syrphophagus taeniatus</i> y <i>Asaphes suspensus</i>	(Zhang <i>et al.</i> , 2020).
Plagas de rizófagas		
Gusano cortador u gusano trozador: <i>Agrotis spp.</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Ichneumonidae spp.</i>	(Trujillo, 2019).

Cuadro 11: Diversidad de especies de bacterias entomopatógenas y géneros bacterianos registrados como controladores de las principales plagas de maíz.

Plagas	Bacterias Entomopatógenas	Autores;
Plagas superficiales		
Gusano cogollero: <i>Spodoptera frugiperda</i> . (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	(Carbajal, 2019; Gómez <i>et al.</i> , 2020; Jaén, 2020; Soares <i>et al.</i> , 2019; Silva <i>et al.</i> , 2022; Sathyan <i>et al.</i> , 2022; Zanga, 2020).
	<i>Bacillus subtilis</i>	(Carbajal, 2019).
Barrenador del tallo: <i>Diatraea saccharalis</i> (Lepidoptera: Crambidae)	Géneros	
	<i>Xenorhabdus</i> y <i>Photorhabdus</i>	(Ünal <i>et al.</i> , 2022).
Plagas rizófagas		
Gallina ciega: <i>Phyllophaga ssp.</i> (Coleoptera: Melolonthinae)	Género	
	<i>Pseudomonas sp.</i>	(Arrivillaga, 2019).

Cuadro 12: Diversidad de especies de hongos entomopatógenos encontrados para el control de las principales plagas en maíz.

Plagas	Hongos Entomopatógenos	Autores;
--------	------------------------	----------

Plagas superficiales		
Gusano cogollero del maiz u oruga militar tardía: <i>Spodoptera frugiperda.</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Metarhizium anisopliae</i>	(Akutse <i>et al.</i> , 2020; Carbajal, 2019; Hernández-Trejo <i>et al.</i> , 2019; Leyva, 2018; Jaén, 2020; Ortiz-García <i>et al.</i> , 2018; Pacheco <i>et al.</i> , 2019; Russo <i>et al.</i> , 2020).
	<i>Beauveria bassiana</i>	(Akutse <i>et al.</i> , 2020; Carbajal, 2019; Idrees <i>et al.</i> , 2022; Jaén, 2020; Ortiz-García <i>et al.</i> , 2018; Pacheco <i>et al.</i> , 2019; Russo <i>et al.</i> , 2020).
	<i>Metarhizium rileyi</i>	(Barros <i>et al.</i> , 2021; Grijalba <i>et al.</i> , 2018; Gómez-Valderrama <i>et al.</i> , 2022; Pérez, <i>et al.</i> , 2018).
	<i>Nomuraea rileyi</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	(Pacheco <i>et al.</i> , 2019).
	<i>Metarhizium spp.</i>	(Lira <i>et al.</i> , 2020; Pascagaza, 2020).
	<i>Metarhizium robertsii</i>	(Russo <i>et al.</i> , 2020).
Plagas de rizófagas		
Gallina ciega: <i>Phyllophaga ssp.</i> (Coleoptera: Melolonthinae)	<i>Beauveria bassiana</i>	(Dávila-Orozco <i>et al.</i> , 2021).
Gusano de alambre: <i>Agriotes spp.</i> (Coleoptera: Elatidae)	<i>Metarhizium brunneum</i>	(Razinger <i>et al.</i> , 2020).

Cuadro 13: Diversidad de especies de nematodos entomopatógenos registrados como controladores de las principales plagas en maíz.

Plagas	Nematodos entomopatógenos	Autores;
Plagas superficiales		
Gusano cogollero del maiz u oruga militar tardía: <i>Spodoptera frugiperda.</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	(Calle, 2019; Gaibor & Rizzo, 2021; Saltos, 2021).
	<i>Steinernema carpocapsae</i>	(Gaibor & Rizzo, 2021; Pascagaza, 2020; Fallet <i>et al.</i> , 2022; Patil <i>et al.</i> , 2022).
	<i>Heterorhabditis sp.</i> , <i>Steinernema diaprepesi</i>	(Espinoza y Pupuche, 2022).
	<i>Heterorhabditis indica</i>	(Patil <i>et al.</i> , 2022).
	<i>Rhabditis blumi</i> , <i>Acrobeloides camberenensis</i> y <i>Steinernema riobrave</i>	(Leyva, 2018).
	<i>Ovomermis sinensis</i>	(Sun <i>et al.</i> , 2020).

Gusano elotero: <i>Helicoverpa zea</i> . (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Steinernema abbasi</i> , <i>Steinernema minutum</i> , <i>Steinernema tami</i> y <i>Heterorhabditis indica</i>	(Caoili <i>et al.</i> , 2018).
Plagas de rizófagas		
Gusano cortador u gusano trozador: <i>Agrotis spp.</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> y <i>Steinernema carpocapsae</i>	(Yuksel & Canhilal, 2018).

Cuadro 14: Diversidad de virus entomopatógenos encontrados como controladores de las principales plagas de maíz.

Plagas	Virus entomopatógenos	Autores;
Plagas superficiales		
Gusano cogollero del maíz u oruga militar tardía: <i>Spodoptera frugiperda</i> . (Lepidoptera: Noctuidae)	Baculovirus	(Hernández, 2022; Lei <i>et al.</i> , 2020; Villamizar, <i>et al.</i> , 2018; Zanella- Sáenz <i>et al.</i> , 2022).
	Nucleopoliedrovirus	(García-Gómez <i>et al.</i> , 2021; Lei <i>et al.</i> , 2020; Popham <i>et al.</i> , 2021; Stinguel <i>et al.</i> , 2022).
	Granulovirus y Nucleopolyhedrovirus	(Cuartas-Otálora <i>et al.</i> , 2019).

En la complejidad del agroecosistema de maíz, convergen interacciones benéficas que permean a través del control biológico mediante la depredación de las plagas más importantes, por ello su estudio es importante para inventariar su diversidad (Nuñez, 2021 y Trujillo, 2019). Por otra parte, las especies de parasitoides también se involucran en la regulación de dichas sobrepoblaciones y aquí emergen los estudios de otra fase de la biodiversidad (Correa, 2019 y Zhang, *et al.*, 2020). En el siguiente cuadro se observa el incremento de la biodiversidad de enemigos naturales, cuyo estudio continuara precisando especies y sus interacciones.

Cuadro 15: Registros que incrementan los reportes de especies depredadores y parasitoides, en las plagas de maíz.

Autores/Reguladores	Depredadores	Parasitoides	Total
Nuñez, 2021	10	1	11
Trujillo, 2019	21	6	27
Correa, 2019	0	15	15
Zhang <i>et al.</i> , 2020	0	7	7

Por otra parte, la distribución espacial y temporal de los trabajos detectados, como aportadores al listado de los enemigos naturales, en el primer caso se refiere a los territorios que ocupan los 21 países y para la distribución temporal se acotó a los últimos 5 años, solo para darnos una idea de este manejo y su aproximación a la propuesta agroecológica.

VI. CONCLUSIÓN

En correspondencia con el objetivo, se registró la diversidad de enemigos naturales enlistando un total de 137 entre géneros y/o especies, el que destacan los parasitoides con 66 registros, para el control de las siete plagas referidas como importantes en el cultivo de maíz, todos ellos con base en la recopilación de 79 documentos científicos, de los últimos cinco años.

Así mismo, también se registraron organismos que regulan más de una sobrepoblación del maíz, por ejemplo, en el caso de los depredadores nos encontramos con las siguientes especies; *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguínea* y *Zelus leucogrammus*, que atacan al gusano cogollero, barrenador del tallo y pulgón verde. Lo mismo ocurre en algunos parasitoides y entomopatògenos, en general.

Al proponer esta investigación documental, se inició con la idea del manejo agroecológico de plagas, lo que de inicio coincide con el control biológico, fundamentado en la biodiversidad, que promueven las prácticas agroecológicas, y pone en evidencia esta opción como respuesta al daño del reduccionismo.

Con lo registrado, la investigación sugiere como prioridad invitar a futuros investigadores, seguir sumando al uso de enemigos naturales, incrementando la biodiversidad de especies nativas, como lo propone del manejo agroecológico de plagas en el cultivo de maíz. Y también, en el futuro atender y observar el desarrollo de trabajos con organismos generalistas para el control de más de una plaga del maíz.

VII. LITERATURA CITADA

- Acosta, R.** (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos tropicales*, 30(2), 113-120.
- Aguirre, M. A. V.** (2023). Manejo integrado de Dione juno (Cramer, 1779) (Lepidoptera; Nymphalidae) en el cultivo de *Passiflora edulis*. [Trabajo de titulación, componente práctico del Examen de Carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo]. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo - Los Ríos - Ecuador. 9-12 p.
- Akutse, K. S., Khamis, F. M., Ambele, F. C., Kimemia, J. W., Ekesi, S., & Subramanian, S.** (2020). Combining insect pathogenic fungi and a pheromone trap for sustainable management of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 177, 107477. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107477>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I.** (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2): 65-83.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I.** (2004). Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. *MIAPA* (73). Costa Rica. P.8-20.
- Alva, D., Calderón, C., & Pisfil, K. G.** (2020). Ciclo biológico y capacidad predadora de *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) en larvas de *Spodoptera frugiperda* (WALKER, 1857), *S. eridania* (CRAMER, 1782) Y *Galleria sp.* (LINNAEUS, 1756) En condiciones de laboratorio. *Ecología Aplicada*, 19(2), 103. <https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1561>
- Álvarez, S. M. E., & Borja, S. N. Y.** (2022). Fluctuación poblacional del gusano Cogollero *Spodoptera Frugiperda* (J. E. Smith), en tres subsistemas de maíz, en la Vereda Puerto Nuevo, municipio Fuente de Oro, Meta. [Tesis

de licenciatura]. Universidad de Pamplona – Facultad de Ciencias Agrarias. 40-63 p. Repositorio Hulago Universidad de Pamplona. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/3083>

Araujo, E. G. (2014). “Caracterización y evaluación de la asociación y rotación de policultivos de maíz y hortalizas en la parroquia San Joaquín de la provincia del Azuay”. [Tesis de maestría]. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca – Ecuador. 211 p.

Arcela, F., & Junior, D. (2023). Efecto de dos concentraciones de *Beauveria bassiana* Bálamo y *Metarhizium anisopliae* Metschnikoff en el control de *Dione juno* Cramer. [Tesis de licenciatura]. UNS. Nuevo Chimbote – Perú. 13-25 p.

Arias, L. D.M. (2022). “Revisión de las bases bibliográficas sobre nematodos entomopatógenos y predadores, en relación a captura, aislamiento y propagación Salache-CEYPA 2021-2022. [Proyecto de investigación]. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga-Ecuador. 16-17 p.

Arrivillaga, C. E. A. (2019). Bacterias entomopatógenas como agentes de control biológico de larvas de escarabajos del género *Phyllophaga* de importancia económica en Guatemala. [Trabajo de graduación presentado para optar al grado académico de licenciado en biología]. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 23-31 p.

Aucancela, P. J. P. (2020). “Efectos de programas de fertilización edáfico-foliar más microorganismos eficientes en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.), Cantón Alfredo Baquerizo Moreno”. [Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo para la obtención del título de ingeniero agrónomo]. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo - Los Ríos - Ecuador. 8-9 p.

- Ayala, M. G.** (2022). Análisis de la variación en caracteres cuantitativos en una población panmíctica de maíz. [Tesis de maestría]. Facultad de Ciencias Agropecuarias- UAEM. Cuernavaca, Morelos. 6-21 p.
- Ayala-Garay, A. V., Schwentesius-Rindermann, R., De la O-Olán, M., Preciado-Rangel, P., Almaguer-Vargas, G., & Rivas-Valencia, P.** (2013). Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, Vol.10 (4), 386-393 p.
- Badii, M. H., & Abreu, J. L.** (2006). Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *Daena: International Journal of Good Conscience*. 1(1) : 82-89 p.
- Barceló, A. M.** (2020). Percepción de los productores de maíz (*Zea mays, Lin.*) sobre sus plagas claves: Principales aspectos agroecológicos en área agrícolas de Venezuela. Editorial Universitaria (Cuba).
- Barreto, B. O.** (2018). Respuesta del parasitoide *Campoletis sonorensis* a los factores ambientales en relación con su eficiencia de control biológico sobre el herbívoro *Spodoptera frugiperda* en maíz. [Tesis doctoral]. UNAM. Morelia, Michoacán. 23- 96 p.
- Barros, S. K. A., de Almeida, E. G., Ferreira, F. T. R., Barreto, M. R., Lopes, R. B., & Pitta, R. M.** (2021). Field efficacy of *Metarhizium rileyi* applications against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Neotropical Entomology*, 50, 976-988 p.
- Bautista, R. C., Andres, E. O. D., & Ramos, V. D.** (2022). “Evaluación de híbridos de maíz en el Valle del Mezquital, Hidalgo”. [Tesis de licenciatura]. Instituto Tecnológico de Comitancillo. San Pedro Comitancillo, Oax. 33-42 p.
- Beltrán, A. D. B.** (2021). Eficiencia de *Trichogramma sp* en el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*) Var. O híbrido

Hércules en San Marco, Santa Elena [Previo a la obtención de título de ingeniero agropecuario]. UPSE.

- Benítez, O. B.** (2022). Influencia de los factores climáticos en la producción de maíz en México. https://www.depfe.unam.mx/especializaciones/revista/3-2-2022/03_EAE_Benitez-Lopez_2022.pdf (04, junio, 2022).
- Bienvenido, C., Calderón, E., Aguirrebengoa, M., Quinto, J., Wong, M. E., & del Pino, M.** (2020). La plaga del gusano del alambre (*Agriotes spp.*) en cultivos de importancia económica en Andalucía. Junta de Andalucía. IFAPA. Málaga.1-31 p. DOI: 10.13140/RG.2.2.22243.07204
- Bover-Felices, K., & Suárez-Hernández, J.** (2020). Contribución del enfoque de la agroecología en el funcionamiento y estructura de los agroecosistemas integrados. *Pastos y Forrajes*, 43(2), 102-111 p.
- Brechelt, A.** (2004). Manejo ecológico de plagas y enfermedades. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL). República Dominicana. 14-15 p.
- Brochero, H. L., Tombé, M. L. A., Peraza, A. R., Santamaría, M., Camelo, R. A., Tamayo, Y. L., Vaca-Uribe, J. L., Páez, A. Y., Pérez, J., & Cordero, R. J. P.** (2022). Insectos en la comunidad Misak: Resguardo de Guambia, Cauca, Colombia. Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá. Bogotá. Pp. 94-99. ISBN - 978-958-505-095-2 / ISBN en Línea - 978-958-505-095-2.
- Burgos, M. T. J.** (2020). “Evaluación de la dinámica poblacional de *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* y *Dalbulus maidis* en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) durante la época seca en cinco localidades del cantón Mocache”. [Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo – Los Ríos – Ecuador. 39-46 p.

- Cabral- Antúnez, C. C.,** Garcete, B., Montiel-Cáceres, R. I., Gonzalez-Vega. A. B., Cárdenas, S. R., Armoa, N., & Ramírez, de López. M. B. (2018). Parasitismo Natural de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), en cuatro departamentos de Paraguay. *Intropica*, 13(2), 130–136 p. DOI: <https://doi.org/10.21676/23897864.2655>
- Calle, Y. H.** (2019). Patogenicidad de Heterorhabditis bacteriophora Poinar en larvas de *Spodoptera frugiperda* en maíz. *Peruvian Agricultural Research*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.51431/par.v1i1.477>
- Campos, P. O.** (2018). Comportamiento fenotípico de variedades sintéticas de maíz (*Zea mays L.*) resistente al carbón de la espiga (*Sporisorium reilianum*). [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas municipio de Toluca, Méx. 16-17 p.
- Canico, A.,** Mexia, A., & Santos, L. (2020). First report of native parasitoids of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Mozambique. *Insects*, 11(9), 615 p. Doi:10.3390/insects11090615
- Cano, J. F.** (2019). Uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), en el cultivo de maíz (*Zea mays*). [Trabajo de titulación como requisito previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo]. UTB. Babahoyo-Los Ríos-Ecuador. 10-13 p.
- Caouli, B. L.,** Latina, R. A., Sandoval, R. F. C., & Orajay, J. I. (2018). Molecular identification of entomopathogenic nematode isolates from the *Philippines* and their biological control potential against lepidopteran pests of corn. *Journal of Nematology*, 50(2), 99-110 p. DOI: 10.21307/jofnem-2018-024
- Carbajal, S. K. K.** (2019). Uso de entomopatógenos en el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*) en

el CIFO-UNHEVAL - Huánuco, 2019. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco – Perú. 71-123 p.

- Carcelén, O. B. M.** (2023). Importancia de los hongos micorrizos en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays*) en el Ecuador. [Trabajo de titulación componente práctico del examen de carácter complejo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de ingeniero agropecuario]. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo - Los Ríos – Ecuador. 4-7 p.
- Carrillo-Trueba, C.** (2009). El origen del maíz. Naturaleza y cultura en Mesoamérica. Ciencias, 92(092).
- Castro, M. Y. A.** (2021). “Dinámica poblacional de los principales insectos plagas asociados al maíz con relación a las fases fenológicas del cultivo”. [Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma]. UTEQ. Quevedo- Ecuador. 27-35 p.
- Cerezo, N. H.** (2022). Aplicación de bioles enriquecidos para el manejo de insectos plagas en maíz (*Zea mays L.*), durante las etapas vegetativas “Mariscal Sucre”. [Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de ingeniero agrónomo]. UAE. Milagro- Ecuador. 27-28 p.
- Claros, R. J., Chungara, A. A., & Zeballos, F. G.** (2010). Manual de elaboración de productos naturales para la fertilidad de suelos y control de plagas y enfermedades: experiencias en la zona biocultural subcentral Waca Playa, Tapacarí. AGRUCO. Cochabamba. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/agruco/20170929043449/pdf_546.pdf
- Coello, C. E.** (2022). Control del Barrenador del Tallo *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) de Caña de Azúcar (*Saccharum*

officinarum L.): Revisión de Literatura. [Proyecto Especial de Graduación]. EAPEZ. Honduras. 11-13 p.

- Corrales, J., Villalobos, K., Vargas, A., Rodríguez, J.A., & González, A. (2017).** Principales plagas de maíz blanco de artrópodos en el cultivo de en Costa Rica. 2da ed. Guía ilustrada de artrópodos adultos, en campo y grano almacenado. 88 Pp. ISBN: 978-9930-9575-0-9
- Correa, M. A. (2019).** Especies de parasitoides del barrenador neotropical del maíz *Diatraea lineolata* (Lepidoptera: Crambidae). [Tesis de maestría]. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Cortés, F. F. (2022).** Diversidad de mamíferos medianos y grandes en el Ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit. [Tesis de licenciatura]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. 7-10 p.
- Coutiño-Puchuli, A. E., Peña-Borrego, M. D., & Infante-Jiménez, Z. T. (2023).** Estudio bibliométrico sobre biofertilizantes en México durante el período 2015-2020. *Terra Latinoamericana*, 41, 1-14. e1449. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1449>
- Cruz-Esteban, S., Garay-Serrano, E., & Rojas, J. (2021).** Una gallina ciega, pero voraz. <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000006069.pdf> (11, agosto, 2023).
- Cuartas-Otálora, P. E., Gómez-Valderrama, J. A., Ramos, A. E., Barrera-Cubillos, G. P., & Villamizar-Rivero, L. F. (2019).** Bio-Insecticidal potential of Nucleopolyhedrovirus and Granulovirus mixtures to control the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Viruses*, 11, 684 p. <https://doi.org/10.3390/v11080684>
- Cucchi, N. J. A., Gonzale, M. F., Mendoza, G. B., & Becerra, V. C. (2020).** Control biológico. En N. J. A. Cucchi (Eds.), *Agricultura sin plaguicidas*

sintéticos: manejo agroecológico de plagas en cultivos argentinos. (pp. 201-253). INTA. Argentina. ISBN 978-987-8333-26-7 (digital)

Cueva, F. D. (2022). El uso del control biológico como estrategia de responsabilidad social en la agroexportación peruana: el caso del espárrago. *Revista De Gestão E Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, 13(3), 1160–1188 p. <https://doi.org/10.7769/gesec.v13i3.1396>

Dávila-Orozco, G., Cruz-Salazar, B., & Ruiz-Montoya, L. (2021). How does the application of *Beauveria bassiana* and compost on corn crops affect the survival and genetic diversity of *Phyllophaga obsoleta* (Coleoptera: Melolonthinae)? *Environmental Entomology*, 50(5), 1227-1240 p. <https://doi.org/10.1093/ee/nvab054>

De Marchi, M., Diantini, A., & Pappalardo, S. E. (2022). Drones and Geographical Information Technologies in Agroecology and Organic Farming Contributions to Technological Sovereignty. CRC Press. European, Union. Pp.1-6. ISBN: 978-0-367-14638-2 (hbk). DOI: 10.1201/9780429052842

Delgado, E. V. (2019). “Manejo y control de *Agrotis ipsilon* en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en el barrio El Tejar, ciudad de Ibarra”. [Trabajo de licenciatura]. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 6-16 p.

DGSV-CNRF. (2020). Gallinas Ciegas *Phyllophaga spp.* (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae) y *Cyclocephala spp.* (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae). SaderSenasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México, 21 p.

DGSV-CNRF. (2020). Gusanos de alambre. *Agriotes spp.* (Coleoptera: Elateridae). SaderSenasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-

Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México, 16 p.

- Di, N., Zhang, K., Xu, Q., Zhang, F., Harwood, J. D., Wang, S., & Desneux, N.** (2021). Predatory ability of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae) for suppression of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*, 12(12), 1063 p.
- Domínguez, C. J. N., & Gómez, M. I. T.** (2022). Evaluación morfológica y fenológica de siete genotipos de habichuela arbustivos (*Phaseolus Vulgaris L*), en Fusagasugá Cundinamarca. [Tesis de licenciatura]. Universidad de Cundinamarca. Fusagasugá, Cundinamarca. 16-18 p.
- Duran, J. E., & Balduque, M. R.** (S/f). Plagas del maíz. Hojas divulgadoras. Archivo (PDF). Consultado el día 11 de junio del 2023. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1983_13.pdf
- Erika, G., Hurst, M., Ibarra, J. E., Jurat-Fuentes, J. L., & Jackson, T.** (2018). Bacterias entomopatógenas en el control biológico de insectos. En A. M. Cotes (Eds.), *Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros* (pp. 303-317). AGROSAVIA. Mosquera, Colombia.
- Espinoza, P. L. E., & Pupuche, A. M.** (2022). Efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad e infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) de la familia Steinernematidae y Heterorhabditidae, en larvas de *Spodoptera frugiperda*, en laboratorio. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú. 20-33 p.
- Estay, S. A.** (2021). Bases ecológicas para el manejo de plagas. Universidad Católica de Chile. 133 –153 Pp. ISBN digital 978-956-14-2834-8

- Estrada, M. E.** (2022). Principales insectos plaga del maíz (*Zea mays, L.*) en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 182-191 p. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- ©**FAO/TECA.** (2016). Manejo de plagas y enfermedades en la agricultura orgánica. <https://teca.apps.fao.org/teca/pt/technologies/8629> (19, junio, 2023).
- Fallet, P., De Gianni, L., Machado, R.A.R., Bruno, P., Bernal, J.S., Karangwa, P., Kajuga, J., Waweru, B., Bazagwira, D., Degen, T., Toepfer, S., & Turlings, T. C. T.** (2022). Comparative screening of Mexican, rwandan and commercial entomopathogenic nematodes to be used against invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Insects*, 13, 205. <https://doi.org/10.3390/insects13020205>
- Flores, C., & Sarandón, S.** (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina. Capítulo 13: 342-375 p. ISBN 978-950-34-1107-0
- Gabriel, J. L., Martín-Lammerding, D., Allende-Montalbán, R., del Mar Delgado, M., & Rodríguez-Martín, J. A.** (2022). Análisis de la producción de maíz en España. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 14(1).
- Gaibor, O. W. F., & Rizzo, A. P. F.** (2021). Evaluación de la viabilidad en campo de dos entomonematodos *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) y *Steinernema carpocapsae* (Weiser) y determinación de la concentración para el control de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en maíz. [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Garcés, A.** (2021). Efecto insecticida de plantas aromáticas en combinación con dos tipos de biol en algunas plagas del cultivo de maíz. *Manglar*, 18(4), 381-388 p.

- García, G. M. T., Rodríguez, C. L. I., Rodríguez, J. M. M., & Fernández, C. Y.** (2022 A). Policultivos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* (J Smith) y la entomofauna benéfica asociada en el maíz (*Zea mays L.*). Revista de la Universidad del Zulia, 13(37), 262-276. DOI: <http://dx.doi.org/10.46925//rdluz.37.17>
- García, G. M. T., Rodríguez-Coca, L.I., Fernández, C. Y., Rodríguez, J. M. M., & Gil, U. Z.** (2022 B). Biodiversidad de insectos en sistemas de policultivos de maíz (*Zea mays L.*). Ecosistemas 31(3): 2400. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2400>
- García-Gómez, G., Real-Santillán, R. O., Larsen, J., Pérez, L. L., de la Rosa, J. I. F., Pineda, S., & Martínez-Castillo, A. M.** (2021). Maize mycorrhizas decrease the susceptibility of the foliar insect herbivore *Spodoptera frugiperda* to its homologous *nucleopolyhedrovirus*. Pest Management Science, 77(10), 4701-4708 p.
- García, H. M. O.** (2020). "Efecto de la edad del parasitoide *Campoletis sonorensis* en su desempeño sobre *Spodoptera frugiperda*". [Proyecto presentado como requisito para obtener el título de ingeniero en agronomía]. Instituto Tecnológico del Valle de Morelia. Morelia, Mechoacán. 23-29 p.
- García, G. A.** (2013). "Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz amiláceo blanco". Guía Técnica. Agrobanco. Urcos-Quispicanchi- Cusco Perú. 10-17 p.
- García-Gutiérrez, C., González-Maldonado, M. B., & Cortez-Mondaca, E.** (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. Ra Ximhai, 8(3), 57-71 p.
- Godínez, B. G., & Schwentesius, R. R.** (2023). Tianguis Orgánico Chapingo, una experiencia de éxito sin uso de glifosato. Revista Latinoamericana De Difusión Científica, 5(9), 65-89 p. <https://doi.org/10.38186/difcie.59.06>

- Gómez, I.,** Ocelotl, J., Sánchez, J., Aguilar-Medel, S., Peña-Chora, G., Lina-García, L., Bravo, A., & Soberón, M. (2020). *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab domain III β -22 mutants with enhanced toxicity to *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Appl Environ Microbiol*, 86(22): e01580-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.01580-20>.
- Gómez, M. H.,** Zapata, G. A., Torres, del A. E., & Tenorio, C. M. (2014). Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos. Laboratorio de entomopatógenos SCB-SENASA. Perú. Pp. 6-9. Citado el día 11 de julio del 2023. Recuperado en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2017/09/Manual-de-Producci%C3%83%C2%B3n-y-Uso-de-Hongos-Entomopat%C3%83%C2%B3genos.pdf>
- Gómez-Valderrama, J.,** Cuartas-Otálora, P., Espinel-Correal, C., Barrera-Cubillos, G., & Villamizar-Rivero, L. (2022). Fungal and viral entomopathogens as a combined strategy for the biological control of fall armyworm larvae in maize. *CABI Agriculture and Bioscience*, 3(1), 24 p. <https://doi.org/10.1186/s43170-022-00094-7>
- González Maldonado, M.,** García-González, F., Ahuja, M. D. L., Chaírez-Hernández, I., & Flores-Villegas, M. (2023). Microhymenoptera parasitoids of corn earworm in maize at Durango, México. *Southwestern Entomologist*, 47, 887-894. <https://doi.org/10.3958/059.047.0412>
- González, M. M. B.** (2019). Delimitación morfológica y genética de especies de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* J. E Smith 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) en la región maicera de Durango, México. [Tesis doctoral]. Instituto Politécnico Nacional.
- González-Maldonado, M. B.,** Coronado-Blanco, J. M., & Lomeli-Flores, J. R. (2020). Nuevos registros de braconidos (Hymenoptera: Braconidae) parasitoides de gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Durango, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 46(2), 1-5 p. <https://doi.org/10.25100/socolen.v46i2.8435>

- Gravanago, E. A.** (2023). Sistematización de experiencias agroecológicas estudio de caso en un sistema familiar ganadero del partido de San Vicente. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de La Plata. 19-24 p. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/150118>
- Greco, N. M., & Rocca, M.** (2020). Depredadores. En L. A. Polack., R. E. Lecuona y S. N. López (Eds.), Control biológico de plagas en horticultura: experiencias argentinas de las últimas tres décadas (pp. 33-50). Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola–IMYZA–CICV y A-CNIA. Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987-8333-43-4
- Grijalba, E. P., Espinel, C., Cuartas, P. E., Chaparro, M. L., & Villamizar, L. F.** (2018). *Metarhizium rileyi* biopesticide to control *Spodoptera frugiperda*: Stability and insecticidal activity under glasshouse conditions. *Fungal biology*, 122(11), 1069-1076 p. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.08.010>
- Guerra-Luran, E. J., y Acero-Godoy, J.** (2021). Principales microorganismos entomopatógenos de *Tecia solanivora* y sus mecanismos de acción. *Revista Tecnología en Marcha*. 34(2): 137-146 p. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i2.4981>
- Guerrero, G. J.** (2022). La lucha por el maíz: movimientos sociales agrarios en México y sus documentos de resistencia, 2013-2020 (Doctoral dissertation).
- Gugel, B. C.** (2021). Estudio de viabilidad de naturación urbana y su potencial en la Ciudad de Madrid y aplicación piloto en el Parque Lineal del Manzanares. [Tesis de maestría]. Universidad Politécnica de Madrid. 78-79 p.
- Gutiérrez, J. G., Aguilera, L. I., & González, C. E.** (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, 15(46), 51-87 p.

- Guzmán-Prada, D. A.,** Rodríguez-Chalarca, J. y Valencia-Cataño, S. J. 2018. Identification of lepidoptera larval stages a maize pest. CIAT publication No. 473. (CIAT), Cali, Colombia. 48 p.
- Hernández, A. J.** (2022). Bioinsecticidas virales en el control biológico de plagas: una alternativa amigable para el control de insectos. Revista Jovenes en la Ciencia. Universidad de Guanajuato. Disponible en: <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/7120>
- Hernández-Trejo, A.,** Estrada Drouaillet, B., Rodríguez-Herrera, R., García Giron, J. M., Patiño-Arellano, S. A. A., & Osorio-Hernández, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays L.*). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10(4), 803-813 p. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1665>
- Hernandez-Trejo, A.,** Osorio-Hernández, E., Lopez-Santillan, J., Rios, C., Varela Fuentes, S. E., & Rodriguez, R. (2018). Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11, 9-14 p.
- Idrees, A.,** Afzal, A., Abdul, Q. Z., & Li, J. (2022). Bioassays of *Beauveria bassiana* Isolates against the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. Fungi, 8, 717 p. <https://doi.org/10.3390/jof8070717>
- Infoagro.** (2020). Manejo integral de plagas. <https://mexico.infoagro.com/manejo-integral-de-plagas-control-biologico-y-control-quimico/> (25, junio, 2023).
- Jácome, A. G.** (2008). El maíz: planta portentosa. Iberofórum. Revista de Ciencias Sociales de La Universidad Iberoamericana, 3(5), 1-17.
- Jaén, M. Y. A.** (2020). "Evaluación de tres bioinsecticidas entomopatógenos para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del cultivo de maíz (*Zea mays*), en condiciones controladas" [Proyecto de investigación

previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

- Jaraleño-Teniente, J.**, Lomeli-Flores, J. R., Rodríguez-Leyva, E., Bujanos-Muñiz, R., & Rodríguez-Rodríguez, S. E. (2020). Egg Parasitoids Survey of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in Maize and Sorghum in Central México. *Insects*, 11(3), 157 p. <https://doi.org/10.3390/insects11030157>
- Jiménez, E. S.** (2017). Manejo agroecológico de los principales insectos plagas de cultivos alimenticios de Nicaragua. UNA. Managua, Nicaragua. 58 p. ISBN 978-99924-1-029-5
- Jiménez, M. E.** (2009). "Métodos de control de plagas". Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp 71-123.
- Kenis, M.**, Du Plessis, H., Van den Berg, J., Ba, M. N., Goergen, G., Kwadjo, K. E., Baoua, I., Tefera, T., Buddie, A., Cafà, G., Offord, L., Rwomushana, I., & Polaszek, A. (2019). *Telenomus remus*, a candidate parasitoid for the biological control of *Spodoptera frugiperda* in Africa, is already present on the continent. *Insects*, 10(4), 92 p. <https://doi.org/10.3390/insects10040092>
- Koku, A. L.**, Adjei, M. S., Attuqueye, C. V., Beseh, P., Glikpo, R., Rwomushana, I., Day, R., & Kenis, M. (2019). Evidence of leaf consumption rate decrease in fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, larvae parasitized by *Coccygidium luteum*. *Insects*, 10(11), 410 p. <https://doi.org/10.3390/insects10110410>
- Laminou, S. A.**, Ba, M. N., Karimoune, L., Doumma, A., & Muniappan, R. (2020). Parasitism of locally recruited egg parasitoids of the fall armyworm in Africa. *Insects*, 11(7), 430. DOI:10.3390/insects11070430
- Lei, C.**, Yang, J., Wang, J., Hu, J., & Sun, X. (2020). Molecular and biological characterization of *Spodoptera frugiperda* multiple *nucleopolyhedrovirus*

field isolate and genotypes from China. *Insects*, 11, 777 p.
doi:10.3390/insects11110777

- León, M. J.** (2015). Uso de plaguicidas en producción de arroz de la provincia del Guayas: reducción de costos, rentabilidad económica, disminución del daño al medio ambiente. Período 2010–2013 (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas).
- Leyva, H. H. A.** (2018). Formulación y evaluación de microencapsulados y pellets a base de hongos y nemátodos entomopatógenos para el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). [Tesis doctoral]. Instituto Politécnico Nacional. Guasave, Sinaloa, México. P: 38-101.
- Lezaun, J.** 2020. Barrenador del tallo “*Diatraea saccharalis*” Plaga principal del maíz y otras gramíneas. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/barrenador-del-talodiatraea-saccharalis> (11, agosto, 2023).
- Lezcano-Fleires, J.C., T. Miranda-Tortoló., L. Lamela-López., I.L. Montejo-Sierra., K. Oropesa-Casanova., O. Alonso-Amaro., I. Mendoza., & R. León-Hidalgo.** (2020). Evaluación de la biodiversidad en el manejo agroecológico de plagas en una entidad productiva de Matanzas. *Pastos y Forrajes*, 43 (4), 293-303 p.
- Li, H., & Wu, K.** (2022). Bidirectional Predation Between Larvae of the Hoverfly *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) and the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of economic entomology*, 115(2), 545-555 p.
- Lindao, S. E. R.** (2021). Efectividad de *Chrysoperla carnea* en el control de *Spodoptera frugiperda* en el maíz en Río Verde, Santa Elena. [Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de ingeniero agropecuario]. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

- Lira**, A. C., Mascarín, G. M., & Delalibera, J. Í. (2020). Microsclerotia production of *Metarhizium* spp. for dual role as plant biostimulant and control of *Spodoptera frugiperda* through corn seed coating. *Fungal Biol*, 124(8), 689–699 p. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2020.03.011>
- Litwin**, A., Mironenka, J., Bernat, P., Soboń, A., & Różalska, S. (2023). Accumulation of pyrethroids induces changes in metabolism of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*-Proteomic and lipidomic background. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 249: 114418. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2022.114418>
- López**, M. A. (2019). Parasitismo natural y evaluación de la persistencia del *nucleopoliedrovirus* (sfmnpv) del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) en suelos del Norte de Sinaloa. [Tesis doctoral]. IPN. Guasave, Sinaloa México. P: 105-115.
- López**, M., (2003). El cultivo de maíz en México y la contribución del fitomejorador para favorecer la autosuficiencia. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Vol. VII(12), 595-604 p.
- López-Olguín, J. F. (2018). Efecto de extractos vegetales y hongos entomopatógenos para el control de *Spodoptera frugiperda*, Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivo de maíz. *Entomología mexicana*, 5, 136-140 p.
- Luna**, M. G. (2020). Parasitoides. En L. A. Polack., R. E. Lecuona y S. N. López (Eds.), *Control biológico de plagas en horticultura: experiencias argentinas de las últimas tres décadas* (pp. 89-107). INTA. URL: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/8925>
- Luque**, M. M. C. (2019). Evaluación del servicio ambiental de los murciélagos insectívoros como alternativa de controladores biológicos de plagas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en las comunidades de Palca, Tahuapalca

y Huaricana en el Departamento de la Paz. [Tesis de licenciatura]. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia .19-24 p.

- Maggio**, D. H., Rossetti, V. Z., Santos, L. M. A., Carmezini, F. L., & Corrêa, A. S. (2022). A Molecular Marker to Identify *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) DNA in Predators' Gut Content. *Insects*, 13, 635.
- Marcial**, M. D. J. (2017). Determinación de variables agronómicas del cultivo de maiz mediante imágenes obtenidas desde un vehículo aéreo no tripulado (vant). [Tesis]. IMTA. Jiutepec, Morelos. 3-4 p.
- Martínez**, M. E. E. (2022). Principales insectos plaga del maíz (*zea mays*, l.) en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), Article 3.
- Martinez**, M. I., Carrillo, A. D. M., del Palacio, M. M., Ordaz, D. L. A., Domínguez, C. P. A., & Flores, V. M. Y. (2021). Los defoliadores del pino (Diprionidae) en México y su control. *Foresta Veracruzana*, 23(1), 25-32 p.
- Martinez**, R. G. N. (2020). Heterosis en cuatro poblaciones sintéticas de maiz amiláceo (*Zea mays* L.) evaluado en la Sierra Central del Perú. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional del Centro del Perú. El Mantaro, Jauja – Perú. 6 p
- Martínez**, N. (2010). Manejo integrado de plagas: una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y salud*, 8(1), 073-082 p.
- Mayol**, R. M., Giancola, S. I., Lavecini, M. V., Aiassa, J. F., Acuña, D. O., Rabaglio, M. D., & Da Riva, M. D. (2014). Causas que afectan la adopción de tecnología en productores de yerba mate en la provincia de Misiones: enfoque cualitativo. Ediciones INTA. Buenos Aires. 74 p. ISBN: 978-987-521-548-1.
- Mohamed**, S. A., Wamalwa, M., Obala, F., Tonnang, H. E. Z., Tefera, T., Calatayud, P. A., Subramanian, S., & Ekesi, S. (2021). A deadly

encounter: Alien invasive *Spodoptera frugiperda* in Africa and indigenous natural enemy, *Cotesia icipe* (Hymenoptera, Braconidae). Plos one, 16(7), e0253122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253122>

Mora, J. A. (2020). Manejo agroecológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) Ventanas - Los Ríos. Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. UAE. Guayaquil- Ecuador. 24-26 p.

Morales, S. J., Gutiérrez, F., Díaz, F., Pereira, C., González, R., & Valera, N. (1999). Manual de entomología económica. Material didáctico preparado de acuerdo al programa de Entomología Económica. 13 p.

Muñoz, I. M., Osorio, E. Y. R., Herrera, J. S. A., & David, L. L. (2022). Ruta turístico-gastronómica entre México y Colombia basada en sus productos endémicos: maíz y frijol iucma-uaem. TURPADE. Turismo, Patrimonio y Desarrollo, (12).

Muttis, E., & Micieli, M. V. (2021). Virus entomopatógenos. En C. Cristina., L. Lastra., y J. J. García (Eds.), Patología de Insectos: Metodologías y técnicas de laboratorio. Un aporte al trabajo experimental. (pp. 23-33). Universidad Nacional de la Plata. ISBN: 978-950-34-2022-5

Nascimento, P. T., Fadini, M. A. M., Rocha, M. S., Souza, C. S. F., Barros, B. A., Melo, J. O. F., & Valicente, F. H. (2021). Olfactory response of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to volatiles induced by transgenic maize. Bulletin of Entomological Research, 111(6), 674-687 p.

Nicholls, C. I. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Ciencias y Tecnología. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 282 p. ISBN 978-958-714-186-3

- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vázquez, L. L. (2015).** Agroecología: principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1):61-72 p.
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vázquez, L. L. (2017).** Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61–72 p.
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741>
- Nuñez, R. C. F. (2021).** “Evaluación de las principales plagas y sus controladores biológicos en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el centro de producción agrícola Facultad de Agronomía – UNP - 2018. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú. 28-72 p.
- OECD/FAO. (2022).** OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031. <https://doi.org/10.1787/f1b0b29c-en>. (11, agosto, 2023).
- Orozco, P. O. A. (2019).** Comunidades de parasitoides asociados a cultivo de maíz y su impacto en *Spodoptera frugiperda*. [Tesis de maestría]. ITC. Conkal, Yucatán, México. 19-29 p.
- Pacheco, H. M, de Lourdes., Reséndiz, M. J. F., & Arriola, P. V. J. (2019).** Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(56), 4-32 p.
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>
- Padilla, C. E. (2020).** Enemigos naturales del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae), en razas de maíces oaxaqueños. [Tesis de maestría]. Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. 43-47 p.
- Palacio, D. E. J. (2021).** Autodiseminación de hongos entomopatógenos endémicos de Aguascalientes para el control de *Bactericera cockerelli* en

jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Jesús María, Ags. 31-36 p.

- Páliz, M. E. V.** (2020). "Control biológico del gusano barrenador del tallo de maíz (*Diatraea saccharalis*) empleando *Trichogramma pretiosum*". [Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo – Los Ríos – Ecuador. 29-35 p.
- Páliz, S. V. N., & Mendoza, J. R.** (S/F). Plagas del maiz (*Zea mays*). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20%28Paliz%29%20Comunicaic%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20sin%20n%C3%BAmero.pdf> (11, junio, 2023).
- Pascagaza, P. A. F.** (2020). Evaluación in vitro de *Metarhizium spp.* y *Steinernema carpocapsae* BC como agentes de control biológico del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) [Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de microbiólogo industrial y biólogo]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Patil, J., Linga, V., Vijayakumar, R., Subaharan, K., Navik, O., Bakthavatsalam, N., Hanuman, M. P., & Sekhar, J.** (2022). Biocontrol potential of entomopathogenic nematodes for the sustainable management of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Pest Manag Sci*, 78(7): 2883-2895 p. <https://doi.org/10.1002/ps.6912>
- Pérez, E., Neira, M., & Calderón, C.** (2019). Ecological alternatives for the control of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in the dent corn crops. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 541-550 p. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.11>

- Pérez, Á. S., Méndez, G. A., Débora, D. B. N., Magallanes, T. M. A., Chávez, M. J. A., & Domínguez, R. Y. (2018).** First report of a new Isolate of *Metarhizium rileyi* from maize fields of Quivicán, Cuba. *Indian J Microbiol*, 58 (2): 222-226 p. <https://doi.org/10.1007/s12088-018-0721-5>
- Perier, J.D., Haseeb, M., Kanga, L.H.B., Meagher, R.L., & Legaspi, J.C. (2022).** Intraguild Interactions of three biological control agents of the fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) in Florida. *Insects*, 13(9), 815 p. <https://doi.org/10.3390/insects13090815>
- Pinedo, R., Collado, L., Arias, L., & Shagarodsky, T. (2009).** Importancia del maíz, frijol, pallar y chile en agroecosistemas tradicionales del trópico húmedo de Cuba, México y Perú. Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú, 31-45 p.
- Popham, H. J., Rowley, D. L., & Harrison, R. L. (2021).** Differential insecticidal properties of *Spodoptera frugiperda* multiple nucleopolyhedrovirus isolates against corn-strain and rice-strain fall armyworm, and genomic analysis of three isolates. *Journal of Invertebrate Pathology*, 183, 107561. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2021.107561>
- Presello, D. A., Giménez, F. J., & Ferraguti, F. J. (2022).** La producción de maíz en Argentina. *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías*, 14(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573>
- Prieto, R. J. A., Hernández, D. J. C., Goche, T. J. R., Olivias, G. J. M., Hernández, S. J., Luján, A. C., Anton, W. C., & Aldrete, A. (2016).** Factores que influye en la supervivencia y crecimiento de las reforestaciones. En J. A. Prieto & J. R. Goche (Eds.), *Las reforestaciones en México problemática y alternativas de solución*. (pp. 37-39). UJED. Durango, México. ISBN: 978-607-503-186-6
- Ramírez, D. A. (2022).** Área foliar y rendimiento de dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo cultivo en invernadero [Tesis de

licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Universitario “El Cerrillo”, Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México.17-18 p.

Ramírez, R. R., & Cicero, J. L. (2012). Insectos parasitoides: una perspectiva multitrófica. En M. Huerta., y L. P. Castro (Eds.), *Interacciones ecológicas* (pp. 113-1135). CUCBA-UdeG. ISBN: 978-607-450-590-0

Ramos, F., (2017). Logra un control sustentable con el manejo agroecológico de plagas. <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/logra-un-control-sustentable-con-el-manejo-agroecologico-de-plagas/> (01, junio, 2022).

Razinger, J., Praprotnik E., & Schroers, H. J. (2020). Bioaugmentation of entomopathogenic fungi for sustainable Agriotes larvae (Wireworms) management in maize. *Front. Plant Sci.* 11:535005. doi: 10.3389/fpls.2020.535005

Reyes, C. (2015). Pulgón del cogollo-*Rhopalosiphum maidis*. *Revista de agricultura.* <https://panorama-agro.com/?p=649> (27, abril, 2022).

Rio, J. del, & Salazar, D. (2023). Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas: “SINAVIMO”. <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/8297>. <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/8573>

Ríos-Casanova, L. (2011). ¿Qué son los parasitoides?. 20 ciencias. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_2/PDF/05_Que_SonParasitoides.pdf (04, julio, 2023).

Rivas, P. V. M. (2020). Efecto del control biológico del hongo *Beauveria bassiana* sobre el insecto *Planococcus citri*, en condición in vitro - Región Lambayeque, 2020. [Tesis de licenciatura]. Universidad de Lambayeque. Chiclayo – Perú. 11 p.

Rivera, A. D. (2022). Identificación de parasitoides y niveles de parasitismo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) y *Helicoverpa zea* (BODDIE)

(Lepidoptera: Noctuidae) en el agroecosistema del maíz. (Tesis doctoral). UJED. Gómez, Palacio, Durango. 28-29 p.

Rodríguez, C. J. N. (2023). Determinación de la dosis más efectiva de aceite de neem y jabón líquido potásico en el control de *Pulvinaria psidii* en Cajamarca. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú. 18-21 p.

Rodríguez, M. K., Zavaleta, D., Torres, H., Reyes, L., & Bernardino, H. U. (2020). Uso de plaguicidas e intoxicaciones agudas en la población rural de San Baltazar Chichicápam, Oaxaca, México. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica*, 13(2), 616-629 p.

Rojas, A. (2021). Diagnóstico y efecto de extractos vegetales sobre insectos asociados al cultivo de maíz (*Zea mays*) en Cuautinchán, Puebla. [Tesis de licenciatura]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Ruiz, J. K. Z., Osorio, O. R., Hernández, H. L. U., Ochoa, F. A. A., Silva, V. R., & Mendez, Z. G. (2021). Acaricidal activity of plant extracts against the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 80(1):33-39 p.

Russo, M. L., Jaber, L. R., Scorsetti, A. C., Vianna, F., Cabello, M. N., & Pelizza, S. A. (2020). Effect of entomopathogenic fungi introduced as corn endophytes on the development, reproduction, and food preference of the invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Pest Science*. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01302-x>

SADER. (2021A). Manejo Agroecológico de Plagas: equilibrio, sustentabilidad y salud humana. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/manejo-agroecologico-de-plagas-equilibrio-sustentabilidad-y-salud-humana> (24, junio, 2023).

- SADER.** (2021B). La identificación temprana, primera barrera contra plagas y enfermedades del maíz. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-identificacion-temprana-primera-barrera-contra-plagas-y-enfermedades-del-maiz> (04, junio, 2022).
- SADER/INIFAP.** (2021). Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737329/2_Agua_de_Vidrio.pdf (20, junio, 2023).
- SAGARPA Y SENASICA.** (2015). Plagas rizófagas de maíz. Campaña manejo fitosanitario de maíz. <https://www.cesavem.mx/img/fitosanariodelmaiz/maiz.pdf> (11, Septiembre, 2023).
- Salazar, I. Y. C. H., Paucarmayta, D. A. A. M., Cabello, D. G. G. C., & Paucarmayta, M. M. H. M.** (2021). Efectos del Comportamiento de dos enemigos naturales para reducir poblaciones de (*Heliothis zea*) en el cultivo de Maíz Choclo. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(2), Article 2. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.1625
- Saltos, J. C. R.** (2021). Evaluación del nemátodo entomopatógeno (*Heterorhabditis bacteriophora*) para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) [Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de ingeniero agrónomo]. Universidad Agraria del Ecuador.
- Sanchez, D. S.** (2021). Juventudes rurales ante el contexto agroindustrial del monocultivo de maíz en Cuquío, Jalisco, México. Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial, (19): 76-96 p.
- Sánchez-Bayo, F., & K.A. Wyckhuys** (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. Biological Conservation, 232: 8-27 p. doi:10.1016/j.biocon.2019.01.020

- Santana, H. A. A.** (2022). Sistema de seguimiento del movimiento de larvas de escarabajo por medio de sensores magnéticos ante estímulos eléctricos y sonoros. [Tesis de maestría]. CINVESTAV del IPN. Ciudad de México. 24-27 p.
- Sathyan, T., Jayakanthan, M., Mohankumar, S., Balasubramani, V., Kokiladevi, E., Ravikesavan, R., Kennedy, J. S., & Sathiah, N.** (2022). Genome profiling of an indigenous *Bacillus thuringiensis* isolate, T405 toxic against the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Microb Pathog*, 173 (Pt A), 105820. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105820>
- Sauka, D., & Benintende, G.** (2020). Bacterias entomopatógenas. En L. A. Polack., R. E. Lecuona., & S. N. López (Eds.), *Control biológico de plagas en horticultura experiencias argentinas de las últimas tres décadas.* (pp. 217–226). Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola–IMYZA–CICV y A-CNIA. Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987-8333-43-4
- Silva, de C. K., Alves, L.N., Martins, M. S., Ubiraci, G. P. L., & Hercos, V. F.** (2022). Toxicity of *Bacillus thuringiensis* Strains to Six Lepidopteran Pests of Brazilian Agricultural Landscape. *Neotrop Entomol*, 51: 869–876 p. <https://doi.org/10.1007/s13744-022-00996-1>
- Soares, F. C., Nunes, L. A. R., Sebastião, I., & Aparecida, D. J.** (2019). Synergism of the *Bacillus thuringiensis* Cry1, Cry2, and Vip3 Proteins in *Spodoptera frugiperda* Control. *Appl Biochem Biotechnol*, 188(3): 798-809 p. <https://doi.org/10.1007/s12010-019-02952-z>.
- Sousa, T. C. D. S., Leite, N. A., & Sant'Ana, J.** (2021). Responses of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to rice and corn plants, fed and oviposited by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical entomology*, 50(5):697-705 p. <https://doi.org/10.1007/s13744-021-00876-0>

- Stinguel, P., Paiva, C. E. C., Zuim, V., Azevedo, A. C. T., Valicente, F. H., & Dos Santos Júnior, H. J. G. (2022).** Optimization of In Vivo Production of *Spodoptera frugiperda* multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV). *Neotrop Entomol*, 51(1): 122–132 p. <https://doi.org/10.1007/s13744-021-00917-8>
- Sufyan, M., Neuhoff, D., & Furlan, L. (2014).** Larval development of *Agriotes obscurus* under laboratory and semi-natural conditions. *Bulletin of Insectology*, 67 (2): 227-235 p. <http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol67>
- Sun, B., Li, F., He, X., Cao, F., Bandason, E., Shapiro-Ilan, D., Ruan, W., & Wu, S. (2020).** First report of *Ovomermis sinensis* (Nematoda: Mermithidae) parasitizing fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in China. *Journal of nematology*, 52, e2020-50. DOI: 10.21307/jofnem-2020-050
- Tombé, M. A., Peraza, A. R., & Brochero, H. (2022).** Insectos y Arácnidos en la Cosmogonía Misak. En H. L. Brochero., L. A. Tombé., A. R. Peraza., M. Santamaria., R. A. Camelo., Y. L. Tamayo., J. L. Vaca-Uribe., A. Y. Páez., J. Pérez & J. P. Cordero (Eds.), *Insectos en la comunidad Misak: Resguardo de Guambia, Cauca, Colombia.* (pp. 90-92). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. http://bienestar.bogota.unal.edu.co/pgp/Publicaciones/polom_misak_uto/polom_misak.html
- Toro, A. M. P. (2014).** “Las prácticas agrícolas y su relación con la certificación de productos limpios de la Provincia de Tungurahua”. [Trabajo de Investigación]. Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador. 17-20 p.
- Torres, V. L. A. (2021).** Transición agroecológica de sistemas tradicionales/indígenas de arroz (*Oryza sativa* L.) y plantas medicinales en la Comarca Ngäbe-Buglè, Panamá. [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 15-17 p.

- Triana, S. E.** (2021). Eficiencia de *Chysoperla carnea* en control de *Spodoptera frugiperda* en el maíz en San Marcos, Provincia de Santa Elena. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria]. UPSE. La libertad. 3-36 p.
- Trujano, D.** (2021). Respuesta olfativa de larvas de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) a compuestos volátiles de dos variedades de maíz sin daño y con daño por sus conespecíficos. [Tesis de licenciatura]. UAEM. Jojutla, Morelos. 3-22 p.
- Trujillo, M. H. S.** (2019). Fluctuación poblacional de insectos fitofagos y controladores biológicos en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), variedad agrocerec. *Infinitem...*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.51431/infinitem.v9i1.530>
- Udayakumar, A., Shivalingaswamy, T. M., & Bakthavatsalam, N.** (2021). Legume-based intercropping for the management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* L. in maize. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128, 775-779 p. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00401-2>
- Ünal, M., Yüksel, E., & Canhilal, R.** (2022). Biocontrol potential of cell suspensions and cell-free supernatants of different *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* bacteria against the different larval instars of *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae). *Experimental parasitology*, 242, 108394. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2022.108394>
- Uribe, M., Muñoz, F. J. E., Y Riascos, O. D.** (2020). Los nematodos: microorganismos con múltiples funciones en los cultivos. Cartilla n. 4. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Palmira, Valle, Colombia. 13-17 p. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79507>
- Valencia, T. R. Z.** (2020). “Manejo integrado del insecto taladrador *Hypsipyla grandella* en Plantaciones Forestales de *Swietenia macrophylla*” [Tesis

de licenciatura]. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo – Los Ríos – Ecuador. 13 p.

Vásquez, M. G., & Vásquez, L. E. (2011). Obtención de Vodka a partir de dos tipos de maíz (*Zea mays*): Maíz amarillo amiláceo y maíz blanco de grano vitrio. [Tesis de licenciatura]. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. 8-45 p.

Vázquez, L. L., Fernández, E., Paredes, E., Alfonso, J., Matienzo, Y., Veitia, M., Carr, A., Ibis, E. A., y Fernández, A. (2022). Sistematización de la adopción del manejo agroecológico de plagas en Cuba. Revista de Gestión del Conocimiento y el Desarrollo Local, 9 (1): 34-51 p. agrarios urbanos. CIDISAV. P: 22-23. ISBN: 978-959-7194-13-2.

Vázquez, L.L. (2013). Manejo agroecológico de plagas. INISAV. ISBN: 978-959-7194-55-2. Pp 9-170.

Vázquez, L.L. (2007). *Capítulo 4. Prácticas agroecológicas de manejo de plagas*. Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas

Vega, I., Flores, D., Escalona, M. J., Castillo, F., & Jiménez, M. A. (2022). Tlaxcala, investigación en maíz nativo y mejorado: problemática, campos del conocimiento y nuevos retos. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 13(3), 539-551 p.

Vélez, E. A. (2009). “Biodiversidad de fitófagos y enemigos naturales asociados al cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en las fincas integrales de Jatun Paccha y Santa Clara”. [Trabajo de investigación]. Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador. 27-28 p.

Vera, F., Castro, C., Gutiérrez, X., & Váscquez, G. (2020). Alternativas agroecológicas para el control y manejo de arvenses en competencia específica con el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Revista Caribeña de Ciencias Sociales. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2020/06/arvenses-maiz.html>

- Villamizar, L., Cuartas, P., Gómez, J., Barrera, G. P., Espinel, C., & Lopez-Ferber, M. (2018).** Virus entomopatógenos en el control biológico de insectos. *HAL open science*. Recuperado en: <https://imt-mines-ales.hal.science/hal-02923906>
- Yepes, L. A. (2023).** Contexto de cadena alimentos balanceados – maíz. AGROSAVIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/37959> (11, agosto, 2023).
- Yuksel, E., & Canhilal, R. (2018).** Evaluation of local isolates of entomopathogenic nematodes for the management of black cutworm, *Agrotis ipsilon* Hufnagel (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28 (82): 1-7 p. <https://doi.org/10.1186/s41938-018-0087-3>
- Zanella-Sáenz, I., Herniou, E. A., Ibarra, J. E., Huerta-Arredondo, I. A., & Del Rincón-Castro, M. C. (2022).** Virulence and genetic characterization of six baculovirus strains isolated from different populations of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Arch Microbiol*, 204(1), 108 p. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02722-8>
- Zanga, M. N. B. (2020).** Control biológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Lepidoptera: Noctuidae) con dos concentraciones de *Beauveria bassiana* en tres variedades de maíz (*Zea mays L.*) en la estación experimental de Sapecho. [Tesis de licenciatura]. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 60-63 p.
- Zelaya-Molina, L. X., Chávez-Díaz, I. F., de los Santos-Villalobos, S., Cruz-Cárdenas, C. I., Ruíz-Ramírez, S., & Rojas-Anaya, E. (2022).** Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(SPE27), 69-79 p.
- Zeng, G., Zhi, J. R., Zhang, C. R., Zhang, T., Ye, J. Q., Zhou, L., & Ye, M. (2021).** *Orius similis* (Hemiptera: Anthocoridae): A promising candidate

predator of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 114(2), 582-589 p.

Zhang, Y., Zhao, M-C., Cheng, J., Liu S., & Yuan, H-b. (2020). Population dynamics and species composition of maize field parasitoids attacking aphids in northeastern China. *PLoS ONE*, 15(12): e0241530. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241530>

ANEXOS

Anexo 1 Base de datos de los enemigos naturales de las plagas más importantes de maíz.

Autores;	Título de estudios;	Link de acceso;	Países;
(Hernandez-Trejo <i>et al.</i> , 2018).	Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz.	https://revistagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/142/119	México 
(Barreto, 2018).	Respuesta del parasitoides <i>Campoletis sonorensis</i> a los factores ambientales en relación con su eficiencia de control biológico sobre el herbívoro <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz.	https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=d8PXDB&f=100.1.%23.a_lit:Barreto%20Barriga,%20Ornella&d=false&q=factores_.motivacionales_.asociados_.al_.delito_.de_.feminicidio&v=1&t=search_1&as=0&i=1	México 
(Cabral-Antúnez <i>et al.</i> , 2018)	Parasitismo Natural de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), en cuatro departamentos de Paraguay.	https://doi.org/10.21676/23897864.2655	Paraguay 
(Leyva, 2018).	Formulación y evaluación de microencapsulados y pellets a base de hongos y nemátodos entomopatógenos para el control del gusano cogollero del maíz <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith).	http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/28426	México 
(Ortiz-García <i>et al.</i> , 2018).	Efecto de extractos vegetales y hongos entomopatógenos para el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> , Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivo de maíz.	http://acaentmex.org/entomologia/revista/2018/CB/CB%20136-140.pdf	México 
(Grijalba <i>et al.</i> , 2018).	<i>Metarhizium rileyi</i> biopesticide to control <i>Spodoptera frugiperda</i> : Stability and insecticidal activity under glasshouse	https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.08.010	Reino Unido 

	conditions.		
(Pérez <i>et al.</i> , 2018).	First report of a new isolate of <i>Metarhizium rileyi</i> from maize fields of Quivicán, Cuba.	https://doi.org/10.1007/s12088-018-0721-5	Cuba 
(Caoili <i>et al.</i> , 2018).	Molecular identification of entomopathogenic nematode isolates from the Philippines and their biological control potential against lepidopteran pests of corn.	https://doi.org/10.21307/jofnem-2018-024	Filipinas 
(Villamizar <i>et al.</i> , 2018).	Virus entomopatógenos en el control biológico de insectos.	https://imt-mines-ales.hal.science/hal-02923906	Colombia 
(Yuksel & Canhilal, 2018).	Evaluation of local isolates of entomopathogenic nematodes for the management of black cutworm, <i>Agrotis ipsilon</i> Hufnagel (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.1186/s41938-018-0087-3	Turquía 
(Hernández-Trejo <i>et al.</i> , 2019).	Importancia del control biológico de plagas en maíz (<i>Zea mays</i> L.).	https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1665	México 
(Pérez <i>et al.</i> , 2019).	Ecological alternatives for the control of <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in the dent corn crops.	https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.11	Perú 
(Trujillo, 2019)	Fluctuación poblacional de insectos fitofagos y controladores biológicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), variedad agroceres.	https://doi.org/10.51431/infiniitum.v9i1.530	Perú 
(Kenis <i>et al.</i> , 2019).	<i>Telenomus remus</i> , a candidate parasitoid for the biological control of <i>Spodoptera frugiperda</i> in Africa, is already present on the continent.	https://doi.org/10.3390/insects10040092	África 
(López, 2019)	Parasitismo natural y	http://rdcb.cbg.ipn.mx/handl	México

	evaluación de la persistencia del nucleopoliedrovirus (sfmnpv) del gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> (SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) en suelos del Norte de Sinaloa.	e/20.500.12273/704	
(Orozco, 2019).	Comunidades de parasitoides asociados a cultivo de maíz y su impacto en <i>Spodoptera frugiperda</i> .	https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/GEN_2016-2018/Omar%20Ariel%20Orozco%20Pe%C3%B3n.pdf	México 
(González, 2019)	Delimitación morfológica y genética de especies de parasitoides de <i>Spodoptera frugiperda</i> J. E Smith 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) en la región maicera de Durango, México.	http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/26196	México 
(Koku <i>et al.</i> , 2019).	Evidence of leaf consumption rate decrease in fall armyworm, <i>Spodoptera frugiperda</i> , larvae parasitized by <i>Coccygidium luteum</i> .	https://doi.org/10.3390/insects10110410	África 
(Correa, 2019).	Especies de parasitoides del barrenador neotropical del maíz <i>Diatraea lineolata</i> (Lepidoptera: Crambidae)	http://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3428	México 
(Soare <i>et al.</i> , 2019).	Synergism of the <i>Bacillus thuringiensis</i> Cry1, Cry2, and Vip3 Proteins in <i>Spodoptera frugiperda</i> Control.	https://doi.org/10.1007/s12010-019-02952-z .	Brasil 
(Carbajal, 2019).	Uso de entomopatógenos en el control de cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el cultivo de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) en el CIFO-UNHEVAL - Huánuco, 2019.	https://hdl.handle.net/20.500.13080/5202	Perú 
(Arrivillaga, 2019).	Bacterias entomopatógenas como agentes de control biológico de larvas de escarabajos del género <i>Phyllophaga</i> de importancia económica en Guatemala.	https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/3456	Guatemala 

(Pacheco <i>et al.</i> , 2019).	Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión.	https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496	México 
(Calle, 2019).	Patogenicidad de Heterorhabditis bacteriophora Poinar en larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz.	https://doi.org/10.51431/par.v1i1.477	Perú 
(Cuartas-Otálora <i>et al.</i> , 2019).	Bio-Insecticidal potential of Nucleopolyhedrovirus and Granulovirus mixtures to control the fall armyworm <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.3390/v11080684	Colombia 
(Barceló, 2020).	Percepción de los productores de maíz (<i>Zea mays</i> , Lin.) sobre sus plagas claves: Principales aspectos agroecológicos en área agrícolas de Venezuela.	https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=GWP5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Percepci%C3%B3n+de+los+productores+de+ma%C3%ADz+(Zea+mays,+Lin.)+sobre+sus+plagas+claves:+Principales+aspectos+agroecol%C3%B3gicos+en+%C3%A1rea+agr%C3%ADcolas+de+Venezuela.&ots=nVIVk0dyV_&sig=Wb9I9Sjmif6tbTl6XS7GwfZKFIM	Cuba 
(Alva <i>et al.</i> , 2020).	Ciclo biológico y capacidad predadora de <i>Podisus nigrispinus</i> (DALLAS, 1851) en larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (WALKER, 1857), <i>S. eridania</i> (CRAMER, 1782) Y <i>Galleria sp.</i> (LINNAEUS, 1756) en condiciones de laboratorio.	https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1561	Perú 
(Burgos, 2020).	"Evaluación de la dinámica poblacional de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Diatraea saccharalis</i> y <i>Dalbulus maidis</i> en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) durante la época seca en cinco	http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6059	Ecuador 

	localidades del cantón Mocache”.		
(Canico <i>et al.</i> , 2020).	First report of native parasitoids of fall armyworm <i>Spodoptera frugiperda</i> Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Mozambique.	https://doi.org/10.3390/insects11090615	África 
(Laminou <i>et al.</i> , 2020).	Parasitism of locally recruited egg parasitoids of the fall armyworm in Africa.	https://doi.org/10.3390/insects11070430	África 
(Padilla, 2020).	Enemigos naturales del gusano cogollero, <i>Spodoptera frugiperda</i> Smith (Lepidoptera: Noctuidae), en razas de maíces oaxaqueños.	http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/498	México 
(Jaraleño-Teniente <i>et al.</i> , 2020).	Egg parasitoids survey of <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize and sorghum in Central Mexico.	https://doi.org/10.3390/insects11030157	México 
(García, 2020).	“Efecto de la edad del parasitoide <i>Campoletis sonorensis</i> en su desempeño sobre <i>Spodoptera frugiperda</i> ”.	https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/4396	México 
(González-Maldonado <i>et al.</i> , 2020).	Nuevos registros de braconidos (Hymenoptera: Braconidae) parasitoides de gusano cogollero, <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) en Durango, México.	https://doi.org/10.25100/socolen.v46i2.8435	México 
(Gómez <i>et al.</i> , 2020).	<i>Bacillus thuringiensis</i> Cry1Ab domain III β -22 mutants with enhanced toxicity to <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith).	https://doi.org/10.1128/AE M.01580-20	México 
(Jaén, 2020).	“Evaluación de tres bioinsecticidas entomopatógenos para el	http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6068	Ecuador

	control de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>), en condiciones controladas"		
(Zanga, 2020).	Control biológico del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> Lepidoptera: Noctuidae) con dos concentraciones de <i>Beauveria bassiana</i> en tres variedades de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la estación experimental de Sapecho.	http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25319	Bolivia 
(Akutse <i>et al.</i> , 2020).	Combining insect pathogenic fungi and a pheromone trap for sustainable management of the fall armyworm, <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107477	Kenia 
(Russo <i>et al.</i> , 2020).	Efect of entomopathogenic fungi introduced as corn endophytes on the development, reproduction, and food preference of the invasive fall armyworm <i>Spodoptera frugiperda</i> .	https://doi.org/10.1007/s10340-020-01302-x	Argentina 
(Lira <i>et al.</i> , 2020).	Microsclerotia production of <i>Metarhizium</i> spp. for dual role as plant biostimulant and control of <i>Spodoptera frugiperda</i> through corn seed coating.	https://doi.org/10.1016/j.funbio.2020.03.011	Brasil 
(Pascagaza, 2020).	Evaluación in vitro de <i>Metarhizium</i> spp. Y <i>Steinernema carpocapsae</i> BC como agentes de control biológico del cogollero del maíz <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	http://hdl.handle.net/10554/50272	Colombia 
(Razinger <i>et al.</i> , 2020).	Bioaugmentation of entomopathogenic fungi for sustainable <i>Agriotes</i> larvae (Wireworms) management in maize.	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33042172/	Eslovenia 
(Sun <i>et al.</i> , 2020).	First report of <i>Ovomermis sinensis</i> (Nematoda:	https://doi.org/10.21307/jofnem-2020-050	China

	Mermithidae) parasitizing fall armyworm <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) in China.		
(Lei <i>et al.</i> , 2020).	Molecular and biological characterization of <i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus field isolate and genotypes from China.	https://doi.org/10.3390/insects11110777	China 
(Nuñez, 2021).	“Evaluación de las principales plagas y sus controladores biológicos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el centro de producción agrícola Facultad de Agronomía – UNP - 2018.	http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3146	Perú 
(Castro, 2021).	“Dinámica poblacional de los principales insectos plagas asociados al maíz con relación a las fases fenológicas del cultivo”.	https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6519	Ecuador 
(Di <i>et al.</i> , 2021).	Predatory ability of <i>Harmonia axyridis</i> (Coleoptera: Coccinellidae) and <i>Orius sauteri</i> (Hemiptera: Anthocoridae) for suppression of fall armyworm <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.3390/insects12121063	China 
(Rojas, 2021).	Diagnóstico y efecto de extractos vegetales sobre insectos asociados al cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en Cuautinchán, Puebla.	https://hdl.handle.net/20.500.12371/14564	México 
(Zeng <i>et al.</i> , 2021).	<i>Orius similis</i> (Hemiptera: Anthocoridae): A promising candidate predator of <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.1093/jee/toaa318	China 
(Lindao, 2021).	Efectividad de <i>Chrysoperla carnea</i> en el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el maíz en Río Verde, Santa Elena.	https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6428	Ecuador 
(Triana,	Eficiencia de <i>Chrysoperla</i>	https://repositorio.upse.edu	Ecuador

2021).	carnea en control de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el maiz en San Marcos, Provincia de Santa Elena.	ec/handle/46000/5962	
Salazar <i>et al.</i> , 2021).	Efectos del Comportamiento de dos enemigos naturales para reducir poblaciones de (<i>Heliothis zea</i>) en el cultivo de maíz choclo.	https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.1625	Perú 
(Udayakumar <i>et al.</i> , 2021)	Legume-based intercropping for the management of fall armyworm, <i>Spodoptera frugiperda</i> L.	https://doi.org/10.1007/s41348-020-00401-2	India 
(Beltrán, 2021).	Eficiencia de <i>Trichogramma</i> sp. En el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maiz (<i>Zea mays</i>) Var. O hibrido Hércules en San Marco, Santa Elena.	https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6430	Ecuador 
(Sousa <i>et al.</i> , 2021).	Responses of <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to rice and corn plants, fed and oviposited by <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.1007/s13744-021-00876-0	Brasil 
(Mohamed <i>et al.</i> , 2021).	A deadly encounter: Alien invasive <i>Spodoptera frugiperda</i> in Africa and indigenous natural enemy, <i>Cotesia icipe</i> (Hymenoptera, Braconidae).	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253122	Africa 
(Barros <i>et al.</i> , 2021).	Field efficacy of <i>Metarhizium rileyi</i> applications against <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) in maize.	https://doi.org/10.1007/s13744-021-00903-0	Brasil 
(Dávila-Orozco <i>et al.</i> , 2021)	How does the application of <i>Beauveria bassiana</i> and compost on corn crops affect the survival and genetic diversity of <i>Phyllophaga obsoleta</i> (Coleoptera: Melolonthinae)?.	https://doi.org/10.1093/ee/nvab054	México 
Gaibor & Rizzo, 2021).	Evaluación de la viabilidad en campo de dos	https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7064	Honduras

	entomonematodos <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (Poinar) y <i>Steinernema carpocapsae</i> (Weiser) y determinación de la concentración para el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith) en maíz		
(Saltos, 2021).	Evaluación del nematodo entomopatógeno (<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>) para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.).	http://181.198.35.98/Archivos/SALTOS%20REA%20JUAN%20CARLOS.pdf	Ecuador 
(García-Gómez <i>et al.</i> , 2021).	Maize mycorrhizas decrease the susceptibility of the foliar insect herbivore <i>Spodoptera frugiperda</i> to its homologous nucleopolyhedrovirus.	https://doi.org/10.1002/ps.6511	Reino Unido 
(Popham <i>et al.</i> , 2021).	Differential insecticidal properties of <i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus isolates against corn-strain and rice-strain fall armyworm, and genomic analysis of three isolates.	https://doi.org/10.1016/j.jip.2021.107561	EE. UU 
(Maggio <i>et al.</i> , 2022).	A Molecular Marker to Identify <i>Spodoptera frugiperda</i> (JE Smith) DNA in Predators' Gut Content.	https://www.mdpi.com/2075-4450/13/7/635#	Suiza 
Li & Wu, 2022).	Bidirectional Predation Between Larvae of the Hoverfly <i>Episyrphus balteatus</i> (Diptera: Syrphidae) and the Fall Armyworm <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.1093/jee/toab268	China 
(Perier <i>et al.</i> , 2022).	Intraguild Interactions of Three Biological Control Agents of the Fall Armyworm <i>Spodoptera frugiperda</i> (JE Smith) in Florida.	https://doi.org/10.3390/insects13090815	EE. UU. 

(Rivera, 2022).	Identificación de parasitoides y niveles de parasitismo de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. SMITH) y <i>Helicoverpa zea</i> (BODDIE) (Lepidoptera: Noctuidae) en el agroecosistema del maíz.	https://www.researchgate.net/publication/365747828_IDENTIFICACION_DE_PARASITOIDES_Y_NIVELES_DE_PARASITISMO_DE_Spodoptera_frugiperda_J_E_SMITH_Y_Helicoverpa_zea_BODDIE_LEPIDOPTERA_NOCTUIDAE_EN_EL_AGROECOSISTEMA_DEL_MAIZ	México 
(García <i>et al.</i> , 2022 A).	Biodiversidad de insectos en sistemas de policultivos de maíz (<i>Zea mays</i> L).	https://doi.org/10.7818/ECOS.2400	Cuba 
(García <i>et al.</i> , 2022 B).	Policultivos para el manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J Smith) y la entomofauna benéfica asociada en el maíz (<i>Zea mays</i> L.).	http://dx.doi.org/10.46925/rdluz.37.17	Cuba 
(Silva <i>et al.</i> , 2022).	Toxicity of <i>Bacillus thuringiensis</i> Strains to Six Lepidopteran Pests of Brazilian Agricultural Landscape.	https://doi.org/10.1007/s13744-022-00996-1	Brasil 
(Sathyan <i>et al.</i> , 2022).	Genome profiling of an indigenous <i>Bacillus thuringiensis</i> isolate, T405 toxic against the fall armyworm, <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105820	India 
(Ünal <i>et al.</i> , 2022).	Biocontrol potential of cell suspensions and cell-free supernatants of different <i>Xenorhabdus</i> and <i>Photorhabdus</i> bacteria against the different larval instars of <i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.1016/j.exppara.2022.108394	Turquía 
(Idrees <i>et al.</i> , 2022).	Bioassays of <i>Beauveria bassiana</i> Isolates against the fall armyworm, <i>Spodoptera frugiperda</i> .	https://doi.org/10.3390/jof8070717	China

			
(Gómez-Valderrama <i>et al.</i> , 2022).	Fungal and viral entomopathogens as a combined strategy for the biological control of fall armyworm larvae in maize.	https://doi.org/10.1186/s43170-022-00094-7	Colombia 
(Fallet <i>et al.</i> , 2022).	Comparative screening of Mexican, rwandan and commercial entomopathogenic nematodes to be used against invasive fall armyworm, <i>Spodoptera frugiperda</i> .	https://doi.org/10.3390/insects13020205	México 
(Patil <i>et al.</i> , 2022).	Biocontrol potential of entomopathogenic nematodes for the sustainable management of <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) in maize.	https://doi.org/10.1002/ps.6912	India 
(Espinoza y Pupuche, 2022).	Efecto del Thiodicarb, Spinosad y Chlorantraniliprole en la mortalidad e infectividad de nematodos entomopatógenos (J3) de la familia <i>Steinernematidae</i> y <i>Heterorhabditidae</i> , en larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , en laboratorio.	https://hdl.handle.net/20.500.12893/10496	Perú 
(Hernández, 2022).	Bioinsecticidas virales en el control biológico de plagas: una alternativa amigable para el control de insectos.	http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/7120	México 
(Zanella-Sáenz <i>et al.</i> , 2022).	Virulence and genetic characterization of six baculovirus strains isolated from different populations of <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae).	https://doi.org/10.1007/s00203-021-02722-8	México 

(Stinguel <i>et al.</i> , 2022)	Optimization of In Vivo Production of <i>Spodoptera frugiperda</i> multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV).	https://doi.org/10.1007/s13744-021-00917-8	Brasil 
---------------------------------	--	---	---