

**MÁSTER PROPIO EN AGROECOLOGÍA, SOBERANÍA
ALIMENTARIA, ECOLOGÍA URBANA Y COOPERACIÓN
AL DESARROLLO RURAL**

**Evaluación del asocio de los cultivos de maíz *Zea mays*, frijol
Phaseolus vulgaris y ayote *Cucurbita argyrosperma*, en el
enfoque del sistema milpa maya ancestral, para el
mantenimiento de la biodiversidad natural que permita el
control biológico del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*.**

CURSO 2021 – 2022

Alumno: Andrés Guillermo García García

Tutora: Estrella Marina Hernández-Suárez

Tutora externa: Ana Piedra-Buena Díaz

El Salvador, octubre 2022

Evaluación del asocio de los cultivos de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y ayote (*Cucurbita argyrosperma*), en el enfoque del sistema milpa maya ancestral, para el mantenimiento de la biodiversidad natural que permita el control biológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

RESUMEN

El sistema ancestral milpa fue una práctica agrícola muy implementada en nuestro país El Salvador, pero la modernización y la tecnificación la dejaron en el olvido. Actualmente es una propuesta muy poco conocida, y ante su desconocimiento y complejidad se pretende desarrollar una investigación al respecto. Con ella se pretende contribuir a asentar las bases del retorno de la práctica de un sistema milenario. La experiencia es muy poca por el cambio radical de la forma de trabajar de los agricultores. El sistema milpa fue sustituido por el monocultivo cuando la revolución verde invadió nuestro país, ya que el asocio de los cultivos les impide poder usar libremente herbicidas, maquinaria, fertilizantes, y pesticidas. Al haber permitido la erosión de este conocimiento ancestral, la información actual con respecto a la milpa solo es por comentarios donde las personas expresan como sus antepasados lo hacían, mientras que en la literatura se encuentra muy poco al respecto.

Para desarrollar esta investigación se pretende evaluar la asociación de los tres cultivos principales (maíz, frijol y ayote), y determinar cómo el incremento de la biodiversidad favorece la intervención de los agentes controladores de la plaga clave del cultivo del maíz, el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

Palabras clave: milpa, triada, biodiversidad, gusano cogollero.

Autor: Andrés Guillermo García García

El Salvador, La Libertad, octubre de 2022

Tutor: Estrella Marina Hernández Suárez

Cotutor: Ana Piedra Buena Díaz

Yo, Andrés García autorizo el acceso y divulgación del presente documento.

ACEPTACIÓN DEL TUTOR/A

Nombre: Estrella M. Hernández-Suárez. **NIF:** 45445718H. **Cargo y procedencia:** Investigador principal, Unidad de Protección Vegetal, Instituto de Investigaciones Agrarias. **Correo electrónico:** ehernand@icla.es.

El tutor/a debe ser profesor/a del Máster Propio en Agroecología, Soberanía Alimentaria, Ecología Urbana y Cooperación al Desarrollo Rural de la Universidad de La Laguna.

ACEPTA:

ser tutor/a de D. Andrés Guillermo García García, estudiante del Máster Propio en Agroecología, Soberanía Alimentaria, Ecología Urbana y Cooperación al Desarrollo Rural de la Universidad de La Laguna en el curso académico 2021/ 2022, con el tema: Evaluación del asocio de los cultivos de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y ayote (*Cucurbita argyrosperma*) en el enfoque del sistema milpa maya ancestral, para el mantenimiento de la biodiversidad natural que permita el control biológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)..

Carlos Castilla
Director del máster

HERNANDEZ
SUAREZ ESTRELLA
MARINA -
45445718H

Firmado digitalmente
por HERNANDEZ
SUAREZ ESTRELLA
MARINA - 45445718H
Fecha: 2022.06.06
12:05:27 +02'00'

Fdo.: Estrella M. Hernández-Suárez
Tutor/a

Fecha: 06 de junio de 2022



Firma estudiante



Cátedra Cultural de Agroecología
Antonio Bello
Universidad de La Laguna

**Máster Propio en Agroecología, Soberanía Alimentaria,
Ecología Urbana y Cooperación al Desarrollo Rural**

SOLICITUD DE INCLUSIÓN DE COTUTOR/A DE TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Nombre: Andrés Guillermo García García, estudiante del Máster Propio en Agroecología, Soberanía Alimentaria, Ecología Urbana y Cooperación al Desarrollo Rural de la Universidad de La Laguna, con tutor/a de su trabajo de fin de máster: Prof. Estrella Hernández.

SOLICITA:

La inclusión de: **D./Dña. Ana Piedra-Buena Díaz**, como cotutor/a del *trabajo de fin de máster*.

El tutor/a debe ser profesor/a del Máster Propio en Agroecología, Soberanía Alimentaria, Ecología Urbana y Cooperación al Desarrollo Rural de la Universidad de La Laguna.

Carlos Castilla
Director del máster

Fdo.: Ana Piedra-Buena Díaz
Cotutora

Fecha: 10/06/2022

Firma estudiante

AGRADECIMIENTOS.

El presente trabajo investigativo agradezco principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la sabiduría y fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis tutoras maestra Estrella Hernández y Ana Piedra, sin ustedes y sus virtudes, su paciencia y constancia en este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Ustedes formaron parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesite; por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones.

Sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis excelentes profesores, en especial a Mery Jaizme, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional. Su semilla de conocimientos germinó en el alma y el espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

A Rosa Mary, coordinadora del máster quien siempre estuvo apoyando a pesar de los días u horarios, sin duda una guía excelente para todos en este máster y culminar con éxito mis estudios.

A la Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sostenible "FIAES" por otorgarme la media beca y poder darme esta oportunidad de realizar mis estudios.

Todo el trabajo realizado fue posible gracias al apoyo incondicional de Jacqueline de García, mi esposa, que estuvo a mi lado en los momentos difíciles apoyándome y animando a luchar y seguir siempre adelante.

Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amados padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de haberlos elegido como mis padres y que están a mi lado en este momento tan importante, mi madre Rosa María García una mujer de gran ejemplo que sus palabras de ánimo nunca faltaron y a mi padre Luis Antonio Dubón "QEPD", que te fuiste a medio camino de este logro, pero siempre tus palabras estuvieron presentes. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

ÍNDICE

Objetivo e interés del trabajo	1
ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.	2
¿Qué es la milpa MAYA?	2
La milpa un ejemplo de sistema holístico	3
¿Por qué desapareció esta técnica milenaria?.....	7
La milpa y su vínculo con la seguridad alimentaria nutricional (SAN)	8
METODOLOGÍA.....	9
Localización del ensayo	9
Siembra del cultivo.....	10
Diseño experimental y toma de datos	11
Resultados y discusión	16
CONCLUSIONES	27
ANEXOS	28
Anexo 1. Primer resultado placa amarilla.	28
Anexo 2. Primer resultado placa azul.....	28
Anexo 3. Segundo resultado placa amarilla.....	30
Anexo 4. Segundo resultado placa azul.	31
Anexo 5. Tercer resultado placa amarilla.....	32
Anexo 6. Tercer resultado placa azul.	33
Anexo 7. Cuarto resultado placa amarilla.	34
Anexo 8. Cuarto resultado placa azul.....	35
Anexo 9. Quinto resultado placa amarilla.....	36
Anexo 10. Quinto resultado placa azul	37
Anexo 11. Sexto resultado placa amarilla.....	37
Anexo 12. Sexto resultado placa azul.....	39
Anexo 13. Resumen por grupo funcional en placas amarillas	40

Anexo 14. Resumen por grupo funcional en placas azules	40
Anexo 15. Cronograma de actividades llevadas a cabo para el desarrollo del presente trabajo	41
Anexo 16. Insumos utilizados en el manejo del tratamiento monocultivo y sistema milpa	42
Anexo 17. Cosecha de ayote	43
REFERENCIAS.....	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sistema milpa donde los cultivos principales son el maíz (<i>Zea mays</i>) y la yuca (<i>Manihot esculenta</i>).....	3
Ilustración 2. Sistema milpa donde el cultivo principal es el frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	3
Ilustración 3. Sistema milpa donde el cultivo principal es el ayote (<i>Cucurbita argyrosperma</i>)....	3
Ilustración 4. Diversidad de material genético nativo de maíz (<i>Zea mays</i>).	4
Ilustración 5. Efectos del manejo del agroecosistema y prácticas culturales asociadas con diversidad de enemigos naturales y abundancia de insectos plaga.	5
Ilustración 6. Tratamiento 0 monocultivo (izquierda) y tratamiento 1 sistema milpa (derecha).	12
Ilustración 7. Siembra de frijol en el sistema milpa (izquierda) y sistema milpa 12 días germinado el frijol (derecha).	12
Ilustración 8. Tratamiento 0 (izquierda) y tratamiento 1 (derecha) 40 días DDS del maíz.....	13
Ilustración 9. Trampas de muestreo en el tratamiento 0 de color amarilla a la izquierda y azul a la derecha.....	13
Ilustración 10. Trampas adhesivas cromotrópicas de muestreo en el tratamiento 1, amarilla a la izquierda y azul a la derecha.	13
Ilustración 11. Trampas de muestreo en la primera recolección a la izquierda el tratamiento cero y a la derecha el tratamiento uno.	14
Ilustración 12. Segundo cambio de las trampas para muestreo.....	14
Ilustración 13. Colocación de trampas con feromona en el tratamiento 0.	15
Ilustración 14. Colocación de la trampa con feromona en el tratamiento 1.	15
Ilustración 15. Colocación de nuevo papel trampa para muestreo usando la misma feromona.	16
Ilustración 16. Porcentaje por grupo funcional del total de insectos encontrados en la placa amarilla del T0.....	19
Ilustración 17. Porcentaje por grupo funcional del total de insectos encontrados en la placa amarilla del T1.....	20
Ilustración 18. Porcentaje por grupo funcional del total de insectos encontrados en la placa azul del T0.....	21
Ilustración 19. Porcentaje por grupo funcional del total de insectos encontrados en la placa azul del T1.....	22
Ilustración 20. Gráfico comparativo de ambos tratamientos por grupo funcional de insectos.	23

Ilustración 21. Gráfico comparativo de ambos tratamientos por grupo funcional de insectos .	24
Ilustración 22. Gráfica comparativa de los adultos de cogollero en ambos tratamientos.	25
Ilustración 23. Frutos tiernos de ayote cosechados del tratamiento de sistema milpa.	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidades de insectos por cada tratamiento en cada repetición de las placas adhesivas amarillas.	17
Tabla 2. Densidades de insectos por cada tratamiento en cada repetición de las placas adhesivas azules.	17
Tabla 3. Media y desviación estándar por grupo funcional en la placa amarilla.	18
Tabla 4. Media y desviación estándar por grupo funcional en la placa azul.	18
Tabla 5. Total de insectos en el tratamiento 0 en la placa amarilla.	19
Tabla 6. Total de insectos en el tratamiento 1 en la placa amarilla.	20
Tabla 7. Total de insectos en el tratamiento 0 en la placa azul.	21
Tabla 8. Total de insectos en el tratamiento 1 en la placa azul.	22
Tabla 9. Total de insectos por grupo funcional en ambos tratamientos de la placa amarilla. ...	23
Tabla 10. Total de insectos por grupo funcional en ambos tratamientos de la placa azul.	24
Tabla 11. Resultados del muestreo del adulto de cogollero.	25
Tabla 12. Primer resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.	28
Tabla 13. Clasificación por grupo funcional del 1° amarillo.	28
Tabla 14. Primer resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.	28
Tabla 15. Clasificación por grupo funcional del 1° azul.	29
Tabla 16. Segundo resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.	30
Tabla 17. Clasificación por grupo funcional del 2° amarillo.	30
Tabla 18. Segundo resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.	31
Tabla 19. Clasificación por grupo funcional del 2° azul.	31
Tabla 20. Tercer resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.	32
Tabla 21. Clasificación por grupo funcional del 3° amarillo.	32
Tabla 22. Tercer resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.	33
Tabla 23. Clasificación por grupo funcional azul.	33

Tabla 24. Cuarto resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.....	34
Tabla 25. Clasificación por grupo funcional del 4° amarillo.....	34
Tabla 26. Cuarto resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.....	35
Tabla 27. Clasificación por grupo funcional del 4° azul.....	35
Tabla 28. Quinto resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.....	36
Tabla 29. Clasificación por grupo funcional del 5° amarillo.....	36
Tabla 30. Quinto resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.....	37
Tabla 31. Clasificación por grupo funcional del 5° azul.....	37
Tabla 32. Sexto resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.....	37
Tabla 33. Clasificación por grupo funcional del 6° amarillo.....	38
Tabla 34. Sexto resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.....	39
Tabla 35. Clasificación por grupo funcional del 6° azul.....	39
Tabla 36. Total de insectos encontrados por grupo funcional en las placas amarillas.....	40
Tabla 37. Total de insectos encontrados por grupo funcional en placas azules.....	40
Tabla 38. Cronograma de actividades.....	41
Tabla 39. Insumos utilizados en el tratamiento 0.....	42
Tabla 40. Insumos utilizados en el manejo del tratamiento 1.....	42

Objetivo e interés del trabajo

La revolución verde trajo consigo la implementación de los sistemas intensivos (monocultivos), y con ello la erradicación de la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas, lo cual ha repercutido en el aumento de las plagas y enfermedades. El sistema milpa es un sistema de producción agrícola desarrollado en Mesoamérica por los ancestros mayas y náhuatl, el cual consiste en un complejo sistema de producción en el que se combinan hasta 30 especies vegetales diferentes, cultivados en el mismo espacio y tiempo.

La columna vertebral de la milpa ancestral lo constituyen los cultivos de maíz, frijol y ayote, conocida como la triada mesoamericana o, por los pueblos mayas, como “las tres hermanas”. Es un arreglo complementario perfecto desde el punto de vista agronómico por el aporte de nitrógeno que da el frijol, el soporte aéreo que brinda el maíz y la cobertura a ras de suelo que proporciona el ayote, guardando humedad y evitando el crecimiento de otras hierbas no deseadas. Desde el punto de vista nutricional es de gran importancia para la población por el aporte de carbohidratos del maíz, la proteína del frijol y las vitaminas del ayote. Además, supone un importante impacto ambiental positivo porque genera un microclima que permite una mayor absorción y cosecha de agua hacia los mantos acuíferos, por ende, retención de humedad. Además, evita la erosión y reduce la contaminación de los recursos naturales como suelo, agua, aire, volviéndola más resiliente al cambio climático y restaurando o incrementando la fertilidad del suelo. En el aspecto económico, la forma convencional de manejo de la milpa genera otros ingresos a diferencia del monocultivo, con la venta de los productos de los otros cultivos.

A esta columna vertebral del sistema se le suman el desarrollo simultáneo de otras especies hortícolas que la hacen cumplir perfectamente con el principio de la diversificación y que cada agricultor puede establecer según su necesidad o condiciones.

El objetivo de este trabajo es evaluar la asociación de los tres cultivos principales (maíz, ayote y frijol) y determinar cómo el incremento de la biodiversidad favorece la intervención de los agentes controladores de la plaga clave del cultivo de maíz, el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Para ello se estableció un ensayo en condiciones reales de cultivo con una parcela en sistema milpa y otra en monocultivo como convencionalmente lo hacen ahora los agricultores, y se comparará la diversidad de insectos capturados en las trampas colocadas en cada parcela.

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

¿Qué es la milpa MAYA?

El vocablo milpa deriva del náhuatl *milli*, parcela sembrada, y *pan*, encima o en, por lo que literalmente significa, “lo que se siembra encima de la parcela” (Linares y Bye, 2011, p. 9). La milpa maya es un sistema tradicional de cultivo itinerante, el cual hace un uso eficiente de los recursos naturales vitales para la agricultura entre los que se encuentran el agua, la radiación solar, el suelo, los nutrientes y el espacio, entre otros (Mijangos-Cortés et al., 2019, p. 180).

En Yucatán, la milpa maya es un fenómeno cultural y tecnológico de aprovechamiento de los recursos naturales que tiene dos acepciones: a) la parcela, donde se cultivan especies anuales, donde el maíz es la principal; y b) el sistema de manejo y aprovechamiento de la selva (Méndez, 2015).

Según la FAO (2004, como se citó en (Gutiérrez-Carbajal et al., 2019) desde el inicio de la agricultura, los agricultores, pescadores, pastores y pobladores han aprovechado la diversidad genética mediante la selección de plantas y animales para adecuarse a las condiciones ambientales y satisfacer sus necesidades alimentarias.

Según (Alpuche Álvarez et al., 2019) la milpa son policultivos en los que predominan el maíz *Zea mays*, el frijol *Phaseolus spp.* y la calabaza de semilla *Cucurbita spp.*, además de hortalizas como chayote *Sechium edule*, yuca *Manihot esculenta* y chaya *Cnidocolus chayamansa*.

La diversidad es tan grande que permitió a nuestros ancestros jugar con todos los materiales genéticos disponibles en ese momento, los cuales no estaban contaminados con pesticidas y el campesino cuidaba como un gran tesoro. Por eso no existe un solo tipo de milpa, depende de las características de suelo, clima, de las especies disponibles, de las tradiciones y saberes locales [...], cada milpa tiene particularidades propias, por lo que no hay una milpa sino muchas (Lozada Aranda & Ponce Mendoza, 2016). Podemos observar algunos ejemplos en las siguientes ilustraciones 1, 2 y 3.



Ilustración 1. Sistema milpa donde los cultivos principales son el maíz (Zea mays) y la yuca (Manihot esculenta).
Fuente: Propia (agricultor del cantón Los Rosales, municipio de Cuisnahuat, departamento de Sonsonate, El Salvador).



Ilustración 2. Sistema milpa donde el cultivo principal es el frijol (Phaseolus vulgaris).
Fuente: Propia (agricultor del cantón Los Rosales, municipio de Cuisnahuat, departamento de Sonsonate, El Salvador).



Ilustración 3. Sistema milpa donde el cultivo principal es el ayote (Cucurbita argyrosperma).
Fuente: Propia (agricultor del cantón Los Rosales, municipio de Cuisnahuat, departamento de Sonsonate, El Salvador).

La milpa un ejemplo de sistema holístico

La milpa tiene como fundamento la diversidad, tanto de especies como de variedades de maíz, así como la convivencia y respeto del hombre a la naturaleza (Gastélum y Rocha, 2021).

La milpa fue una invención de Mesoamérica, y las plantas que la integran tradicionalmente son el maíz, el frijol y la calabaza, conocidas como la “tríada mesoamericana”: el maíz una especie con alrededor de sesenta razas nativas (ilustración 4), el frijol con cinco especies y diversas razas, la calabaza con cuatro especies y algunas razas. Junto a esto tres cultivos principales, se asocia una amplia variedad de plantas cultivadas que han sido introducidas de otras culturas (chiles, tomates, plátano, yuca, pepino, melón, sandía, entre otras) y silvestres (chaya, papaya, verdolaga, etc.) utilizadas como alimento, condimento, plantas medicinales, así como especies de animales adaptados a vivir en este agroecosistema (Linares y Bye, 2011, p. 9).

En la milpa, la siembra simultánea de distintas variedades de maíz nativo en asociación con otros cultivos, las prácticas de labranza mínima y la nula presencia de agroquímicos han mantenido una muy alta diversidad de animales, plantas y microorganismos en el suelo del ecosistema. Así, en la milpa se favorecen interacciones ecológicas, todo lo contrario, al modelo de la revolución verde, donde los monocultivos y los efectos negativos del desarrollo de las tecnologías intensivas en los sistemas agrícolas que han generado diversos desequilibrios ecológicos que han favorecido la aparición de nuevos organismos nocivos (Matienzo Brito et al., 2015).



Ilustración 4. Diversidad de material genético nativo de maíz (Zea mays).
Fuente: (Mijangos-Cortés et al., 2019, p. 181)

Uno de los principales impactos sobre la pérdida de biodiversidad se deriva de la conversión de tierra natural o seminatural en suelo para uso agrícola, de la introducción de especies exóticas invasoras y de la existencia de plagas y enfermedades (FAO, 2018, p. 9). En respuesta a todo este problema se vuelve un reto poder desarrollar diseños agrícolas complejos que permitan adoptar prácticas que favorezcan el manejo de organismos plagas, reduciendo los daños provocados por estos, así como también la disminución de los insumos externos, permitiendo un manejo adecuado de la biodiversidad para integrar procesos holísticos que contribuyan al control de las

plagas. Y el asocio de cultivos cumple con esta característica por qué, según Tamayo Ortiz & Alegre Orihuela (2022): los principales beneficios de la asociación de cultivos sobre sus componentes individuales en el manejo de plagas y enfermedades son: (i) reducción de insectos nocivos; (ii) mayor presencia de enemigos naturales; y (iii) disminución en población de patógenos que causan enfermedades en las plantas (ilustración 5).

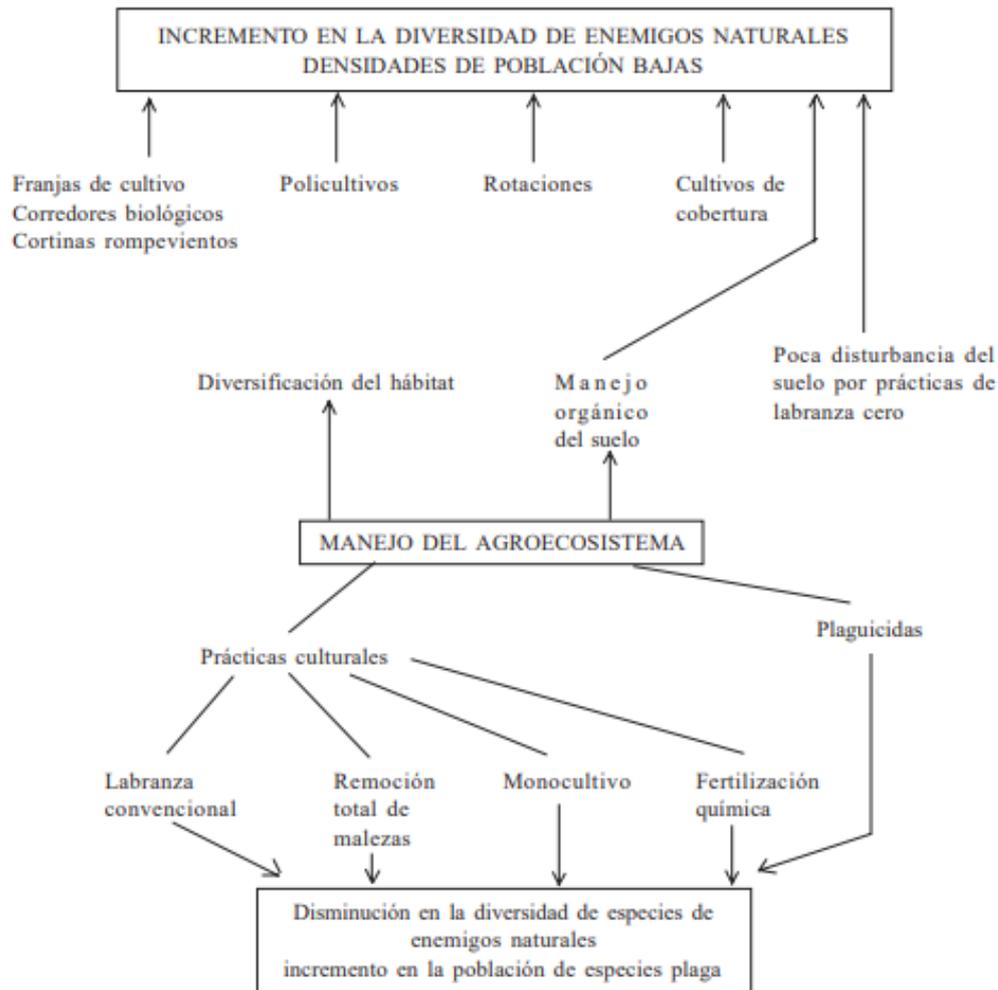


Ilustración 5. Efectos del manejo del agroecosistema y prácticas culturales asociadas con diversidad de enemigos naturales y abundancia de insectos plaga.

Fuente: (Altieri & Nicholls, 2000)

Según Altieri & Nicholls (2000) la diversificación de agroecosistemas generalmente resulta en el incremento de oportunidades ambientales para los enemigos naturales, y consecuentemente, en el mejoramiento del control biológico de plagas [...] Estudios realizados han mostrado que, a través del aumento de la diversidad de plantas en monocultivos anuales, es posible efectuar cambios en la diversidad del hábitat, lo que a su vez favorece la abundancia y efectividad de los enemigos naturales. Esta información puede ser usada para diseñar sistemas de cultivos

combinados que incrementen la diversidad y la abundancia de depredadores y parásitos, resultando así en niveles de plagas más bajos que en los monocultivos correspondientes.

De acuerdo con Lozada Aranda & Ponce Mendoza (2016) en este sistema agrícola se aprovechan plantas que crecen de manera natural, principalmente especies herbáceas conocidas como "quelites" (por ejemplo, verdolagas, quintoniles, huazontle, nabos, romeritos, entre otras) [...], arbustos y árboles que proporcionan frutos, fibras o semillas de interés local o regional. [...] La interacción de una gran cantidad de especies convierte a la milpa en un ecosistema donde se aprovechan de manera complementaria los diferentes recursos en el sistema (agua, luz, suelo). En este ecosistema se favorecen interacciones ecológicas benéficas (control biológico de insectos, fertilidad del suelo y polinización). En general, una mayor diversidad de plantas conlleva a una mayor diversidad de herbívoros, y esto a su vez determina una mayor diversidad de depredadores y parásitos [...] Aparentemente, mientras más diverso el agroecosistema y mientras más tiempo esta diversidad permanece inalterada, más nexos internos se desarrollan para promover mayor estabilidad en las comunidades de insectos (Altieri & Nicholls, 2000, p. 172-231).

La milpa permite preservar la agrobiodiversidad, ya que las milpas son patrimonio cultural y biológico de enorme valor. Al realizar este tipo de asocio de cultivos se conserva la diversidad propia del ecosistema de ese lugar, al mismo tiempo que los conocimientos de los agricultores y de muchas generaciones. Como señalan Beltrán del Río Abundis et al. (2021) la milpa, es sin duda una muestra de la agrobiodiversidad que a lo largo de milenios el hombre ha manipulado sosteniblemente para sobrevivir (p. 7).

En Mesoamérica específicamente se asentaron comunidades con gran éxito en la agricultura, debido a que se encontraron en este territorio una gran diversidad de flora y fauna, así como disponibilidad de agua dulce, condiciones climáticas y ambientales favorables, lo cual facilitó el establecimiento de la milpa mesoamericana y el traspatio (Colunga García Marín et al., 2010). Todas las características que tiene el sistema milpa lo convierte hoy en día en una alternativa ante el problema climático, ya que un sistema que se adaptaría muy bien a las condiciones adversas, a la vez que es también muy resiliente porque “la actividad milpera involucra el cultivo de algunas especies vegetales y una serie de actividades silvoagropecuarias que giran en torno a esta actividad, tales como el aprovechamiento forestal, faunístico, apicultura y el huerto familiar” (Mijangos-Corés et al., 2019, p. 180). Pero no solo es una alternativa para las condiciones climáticas, sino también para la crisis alimentaria que se puede llegar a vivir por la pérdida de alimentos a raíz de las adversidades climáticas en los cultivos más susceptibles, como

los monocultivos, o aquellos bajo el enfoque de la revolución verde que son los que más se establecen a nivel mundial.

En la naturaleza existen enemigos naturales del gusano cogollero que pueden ser parasitoides, depredadores y entomopatógenos, según (García et al., 1990) que atacan en los diferentes estadios del gusano cogollero, como por ejemplo: *Ichneumonidae*, *Scelionidae*, *Braconidae*, *Eulophidae*, *Tachinidae*, *Vespidae*, *Pentatomide*, entre otros.

La protección que este asocio de cultivos ejerce sobre el suelo, al integrar cultivos de diversas formas de crecimiento, tanto vertical como horizontal, y de denso follaje, evita la erosión. El suelo no es fácil de restaurar y de manera natural tarda cientos de años, por lo que no se puede dar el lujo de perderlo. Además, esta asociación también permite mayor filtración de agua a los mantos acuíferos, lo que significa mayor retención de este vital líquido en el suelo, por lo que el cultivo se vuelve resiliente. El suelo y el agua son recursos de gran valor, que el ser humano a descuidado por completo. Su descontaminación y restauración no son fáciles, y por eso es importante desarrollar una agricultura sostenible.

¿Por qué desapareció esta técnica milenaria?

Nuestro continente ha sufrido diversos impactos que han afectado la cultura. El primer gran impacto fue la colonización, ya que traían definido cuáles eran sus objetivos al encontrar tierra firme y si esta estaba habitada, como lo menciona Quijano (2000) Reprimieron tanto como pudieron [...] las formas de producción de conocimiento de los colonizados, sus patrones de producción de sentidos, su universo simbólico, sus patrones de expresión y de objetivación de la subjetividad. La represión en este campo fue conocidamente más violenta, profunda y duradera entre los indios de América ibérica, a los que condenaron a ser una subcultura campesina, iletrada, despojándolos de su herencia intelectual objetivada (p. 210).

La modernización del campo promovida por la revolución verde en los años sesenta condujo a que muchos agricultores y productores usaran maquinaria y agroquímicos para producir los cultivos. A través de esto se pudo aumentar la productividad agrícola implementando sistemas intensivos como los monocultivos, aumentando así también de manera parcial los ingresos económicos, pero las consecuencias ambientales asociadas fueron muy negativas como la contaminación de ríos, la deforestación, la pérdida de la biodiversidad, por mencionar las más importantes. De acuerdo con Zizumbo et al. (2014, como se citó en Gutiérrez-Carbajal et al. 2019), en los últimos cincuenta años se ha modificado radicalmente la distribución y diversidad de especies destinadas a la alimentación, perdiéndose más del 80%, debido principalmente a los procesos de desplazamiento de variedades tradicionales o criollas por mejoradas y a la

eliminación de la población silvestre progenitora. Se ha observado que en los avances de la producción y tecnificación agrícola no se ha considerado la erosión de la diversidad biológica (p. 2).

Por última se puede mencionar el efecto de la modernización, que ha conducido a todos los países al crecimiento de infraestructuras, maquilas, empresas tecnológicas, que demandan una gran cantidad de mano de obra y va ganando territorio, desplazando así los cultivos. Muchas tierras que antes eran utilizadas para cultivar son destinadas para construcción de viviendas o fábricas, sin importar el daño ambiental que se pueden generar con los desechos contaminantes que producen en sus procesos, sin importar si son suelos clase I. Esto hace que exista migración de la población adulta y de los jóvenes a las ciudades y se genere abandono de sus comunidades de origen (Mijangos-Cortés et al., 2019). En particular, la población masculina en edad productiva encuentra como mejor alternativa el trabajo asalariado no agrícola, cuya consecuencia ha sido el abandono del sistema milpa (Gutiérrez-Carbajal et al., 2019, p. 4).

La milpa y su vínculo con la seguridad alimentaria nutricional (SAN)

El sistema milpa como práctica agrícola ancestral maya ilustra y da un panorama real de que es la seguridad alimentaria nutricional (SAN), porque permite integrar en la dieta de las familias diversidad de alimentos sanos y nutritivos, que de manera equilibrada y completa satisfacen los requerimientos nutricionales del ser humano.

De acuerdo con Beltrán del Río et al., (2021), la milpa es el eje de la alimentación, el cual brinda energía y aporta aminoácidos esenciales. Además, es acompañado con siembras de frijoles («muní» y «tekómari»), los cuales complementan los aminoácidos de maíz, para formar proteínas completas. La calabaza («bachí») brinda vitaminas y minerales al consumir las flores y los frutos tiernos, así como grasas al ingerir las semillas tostadas [...]. Los quelites aportan vitaminas y minerales a la dieta y así complementan la alimentación familiar (p. 8).

Este sistema milpa era una forma propia de la cultura mesoamericana que, con años de experiencia empírica, fue creando conocimientos que llevó a reconocerlo como un sistema que le permitía la supervivencia. Esto ha mantenido que en las zonas rurales siempre se tenga la costumbre de sembrar diversidad de plantas, muchas de estas utilizadas para tratamientos medicinales en las personas, los animales y las plantas, otras siguen siendo parte de la dieta alimenticia, permitiendo así que la diversidad de los recursos genéticos sea la base de la agricultura y alimentación. Su conservación es esencial para su continuidad, misma que provee de productos a la humanidad y proporciona seguridad alimentaria y nutricional (Gutiérrez-Carbajal et al., 2019, p. 2).

Estudios recientes evidencian que la salud, la alimentación y el bienestar de los seres humanos se relacionan directamente con la diversidad de los sistemas agrícolas utilizados para garantizar la seguridad alimentaria nutricional (SAN) (Gutiérrez Carbajal, et al., 2019). Este sistema milpa que practica los principios agroecológicos contribuye en gran manera a la seguridad alimentaria de las familias de escasos recursos, ya que diversifica la dieta en el hogar, en vez de crear costes externos, crea beneficios externos al disminuir la erosión del suelo, la contaminación de los mantos acuíferos, la salud de los trabajadores, la biodiversidad, entre otros, pudiendo generar más ingresos al también vender esos otros productos obtenidos de la misma parcela.

Existen estudios que hacen hincapié en que la salud, la alimentación y el bienestar de los seres humanos y otras especies en el planeta dependen de una variedad de bienes y servicios de los ecosistemas, donde los sistemas agrícolas que son ricos en biodiversidad ofrecen una variedad de alimentos que pueden ser utilizados para aumentar la SAN y mejorar la nutrición por la diversificación de la dieta (Toledo et al., 2008). La milpa produce una diversidad de alimentos que han posibilitado una dieta balanceada al ser humano. Igualmente, proporciona beneficios incosteables para el ambiente, la biodiversidad, la cultura y la organización social en el trabajo agrícola basándose en fuentes de energía natural que involucran la acción del hombre, el manejo de herramientas simples y el fuego (Linares et al., 2010). Por eso es importante valorizar esta práctica ancestral, que la modernización está desvinculando cada día más de las manos campesinas, con las prometedoras y falsas promociones de las producciones que le hacen al modelo de la revolución verde, que oculta todo el daño que le hace a la seguridad alimentaria de todos los que la practican, estableciendo en las familias una dieta basada en muy pocos alimentos. En resumen, la biodiversidad es necesaria para la seguridad alimentaria de la población.

METODOLOGÍA

Localización del ensayo

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado en las instalaciones de la Escuela Nacional de Agricultura “Roberto Quiñónez”, San Andrés, Ciudad Arce, La libertad, El Salvador, en los meses de junio a septiembre de 2022.

San Andrés se caracteriza por ser una zona muy agrícola que posee suelos clase I. Tiene la ventaja de poder cultivar en todo el año por la disponibilidad de agua que posee, ya que es parte del distrito de riego y puede también aprovecharse agua de mantos acuíferos subterráneos. Históricamente siempre ha sido productor de hortalizas, frutas y granos básicos. El cultivo de

maíz siempre se ha desarrollado para su comercialización en elote y esto lo vuelve una zona muy vulnerable por la incidencia de plagas y enfermedades que constantemente los agricultores están luchando por controlar.

Tanto el tratamiento “0” que corresponde al monocultivo y el tratamiento “1” que corresponde al sistema milpa tienen de ancho 6 metros y de largo 10 metros, ambos en suelos franco-arenosos, a una altitud de 460 msnm, rodeado de cultivos de hortalizas, frutas y granos básicos, principalmente maíz. La incidencia de plagas y enfermedades en este lugar es muy fuerte por la historia del lugar y son tierras que constantemente están siendo utilizadas por la disponibilidad de agua que se posee.

Siembra del cultivo

Se desarrollaron 2 parcelas determinadas como tratamientos:

Tratamiento 0: monocultivo de maíz.

El manejo en este tratamiento ha sido el que normalmente utilizan los agricultores donde preparan la semilla con fungicidas para siembra, aplicaciones de insecticidas/fungicidas, fertilizaciones a base de fertilizantes sintéticos. El manejo fue convencional, como normalmente lo hace un agricultor, a 70 cm entre surco y 20 cm entre planta, una planta por postura (anexo 16, tabla 39).

Tratamiento 1: sistema milpa maya.

En esta parcela se sembró ayote 10 días antes de sembrar el maíz a un distanciamiento de 4 m por 2 m, y 3 semanas después de sembrado el maíz se sembró la leguminosa a un distanciamiento de 30 cm a cada lado del surco del maíz y a 20 cm entre planta, como se observa en la ilustración 7. El distanciamiento del maíz fue de 100 cm entre surco y 30 cm entre planta. El maíz sembrado era un material criollo conocido como cheyen, el ayote no pertenecía a una variedad específica, pero era el comercializado principalmente en estado tierno como verdura para diferentes comidas, y el frijol fue el conocido como frijol mono, frijol mica o frijol de castilla. Existe un frijol específico para este sistema llamado frijol de milpa, pero la disponibilidad de semilla es muy poca y por la misma situación del monocultivo casi se ha perdido, siendo muy pocos los agricultores que aún la conservan.

El manejo en este tratamiento fue agroecológico, donde la semilla se cubrió con harina de roca previo a la siembra, se hicieron aplicaciones de fertilizantes foliares a base del biofermento

supermagro, además dos abonadas con bokashi, una a los 8 días de nacido y otra a los 15 días de la primera. Se realizaron aplicaciones de tierra al cogollo cada 15 días (anexo 16, tabla 40).

Diseño experimental y toma de datos

En este ensayo se comparan 2 tratamientos: el tratamiento 0, que es el monocultivo de maíz manejado como acostumbra actualmente los agricultores, con pesticidas, y se compara con el tratamiento 1 que es el sistema milpa maya, un método ancestral que busca darle sostenibilidad al suelo.

Los tratamientos no tuvieron repeticiones, ya que durante el período de la investigación me ausenté 20 días por razones de estudio (fase presencial del máster), lo que afectó el desarrollo del cultivo. Sin embargo, se realizaron repeticiones de muestreos en cada tratamiento con fechas diferentes, y son las que se muestran en el siguiente apartado.

Se desarrollaron muestreos de poblaciones de insectos utilizando placas adhesivas cromotrópicas para evaluar la población que se desarrolla en cada tratamiento y comparar la biodiversidad y si esta influye en el control de la plaga principal del maíz que es el gusano cogollero. Se efectuaron 6 muestreos de cada tratamiento en diferentes fechas. A la vez, se estimó la población de cogollero adulto utilizando una placa adhesiva con feromona, con 3 repeticiones en cada tratamiento, siendo éstas las unidades experimentales a medir.

Según (Marquina & Camacho, 2010) para monitorizar se colocan trampas cromotrópicas reticuladas engomadas en las bandas, pasillos, puertas, ventanas e intercaladas en el cultivo de forma aleatoria; las de color amarillo se utilizarán para el monitorizado de mosca blanca, submarino, pulgones alados y trips, y las de color azul que son prácticamente específicas de trips. Desgraciadamente también capturarán auxiliares, pero al menos proporcionan información sobre su presencia. Para detectar la actividad sexual de los machos lepidópteros se colocan trampas de tipo delta, polilleros o trampas de agua con feromonas impregnadas en dispersores o difusores de diferentes tipos, como caucho, polietileno, etc.

El Cabildo Insular de Tenerife en el 2020 también menciona en su informe interno sobre la solicitud de colaboración del Servicio de Sanidad Vegetal del Gobierno de Canarias hacia el Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife en la prospección de *S. frugiperda* en Tenerife aportando las feromonas y trampas delta y por el Cabildo de Tenerife fue aportado el personal necesario para dicha prospección, con el objetivo de determinar presencia o ausencia de este insecto en los diferentes municipios.

En el ensayo, las placas adhesivas cromotrópicas se colocaron en cada tratamiento por 6 días buscando que quedaran al centro de la parcela, se recogían y protegían utilizando papel film para evitar la contaminación y no alterar las muestras, rotuladas para no confundirlas. Se llevaban a un lugar adecuado para su respectivo conteo utilizando un estereoscopio, aunque es posible usar también una lupa de 10x. Los insectos se contaban en cada recogida, clasificándolos por familias.

Las placas adhesivas con feromona se colocaron cada 15 días al centro de cada tratamiento, y al ser recogidas se protegían con papel film para evitar su contaminación, se trasladaban al laboratorio para hacer su conteo lo más pronto posible, determinando el número de adultos de cogollero. La placa adhesiva se cambiaba por una nueva; después de 15 días utilizando la misma feromona se ponía una nueva feromona.

A continuación, ilustramos el diseño del ensayo que constaba de dos tratamientos (ilustración 6 y 8):



Ilustración 6. Tratamiento 0 monocultivo (izquierda) y tratamiento 1 sistema milpa (derecha).



Ilustración 7. Siembra de frijol en el sistema milpa (izquierda) y sistema milpa 12 días germinado el frijol (derecha).



Ilustración 8. Tratamiento 0 (izquierda) y tratamiento 1 (derecha) 40 días DDS del maíz.

Se realizó en cada parcela la colocación de trampas adhesivas de colores amarillo y azul (ilustración 9 y 10) para el muestreo de plagas secundarias y poblaciones de enemigos naturales. Estas se colocaron al centro de la parcela a una altura de 30 cm de la planta la primera colocación y se fueron subiendo según la altura de la planta.



Ilustración 9. Trampas de muestreo en el tratamiento 0 de color amarilla a la izquierda y azul a la derecha.



Ilustración 10. Trampas adhesivas cromotrópicas de muestreo en el tratamiento 1, amarilla a la izquierda y azul a la derecha.

Cada 5 días se recogían las trampas para proceder a la identificación de los insectos capturados y conteo en laboratorio. En el momento de su recolección se envolvieron en plástico para evitar la contaminación durante el camino como se aprecia en la ilustración 11. En cada cambio de trampas, las trampas nuevas se colocaban a la altura correspondiente para estar por encima del dosel del cultivo, como se ve en la ilustración 12.



Ilustración 11. Trampas de muestreo en la primera recolección a la izquierda el tratamiento cero y a la derecha el tratamiento uno.



Ilustración 12. Segundo cambio de las trampas para muestreo.

Se colocaron también trampas con feromona (ilustración 13-14) para monitorear la población del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, una en cada parcela.



Ilustración 13. Colocación de trampas con feromona en el tratamiento 0.



Ilustración 14. Colocación de la trampa con feromona en el tratamiento 1.

Las trampas se recogían y cambiaban cada 15 días, manteniendo la misma feromona (ilustración 15). Puesto que la feromona tiene un efecto de 30 días y se cambió en el segundo muestreo, aunque sólo se hicieron 3 muestreos de este tipo, ya que luego la planta llegó a la etapa de floración. Las diferentes trampas se analizaron con ayuda de un entomólogo para la identificación y conteo de los insectos capturados.

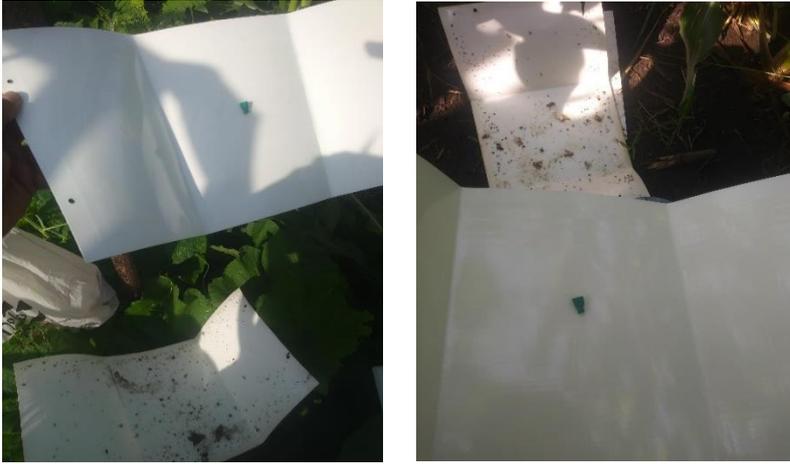


Ilustración 15. Colocación de nuevo papel trampa para muestreo usando la misma feromona.

Resultados y discusión

En total el ensayo duró aproximadamente 3 meses. Se tomaron los datos del número de insectos por familia en cada placa adhesiva cromotrópica, tanto de color amarillo como del azul, los cuales se presentan en los anexos del 1 al 12. A partir de estos datos, se han elaborado tablas resumen para las 6 repeticiones que se hicieron en diferentes fechas, agrupando los valores por grupo funcional (parasitoides, depredadores, fitófagos y otros) donde se calculó el promedio por repetición y la desviación estándar del número de individuos (tablas 3 y 4) y también la densidad relativa de cada grupo (tablas 1 y 2). Se calculó el número total por placa de cada tratamiento y de cada color, para poder calcular la densidad relativa por grupo funcional (n/N), dividiendo así el total del grupo funcional (n) entre el total encontrado en la placa (N). Se calculó también la sumatoria para el global del ensayo por grupo funcional, utilizando las 6 repeticiones de cada tratamiento, y lo podemos observar en la tabla 6 para la placa amarilla y en la tabla 7 para la placa azul.

Tabla 1. Densidades de insectos por cada tratamiento en cada repetición de las placas adhesivas amarillas.

Grupo funcional	# muestreo	1°		2°		3°		4°		5°		6°	
	Fecha/2022	07-13/07		13-19/07		19-25/07		25-31/07		31/07 al 05/08		05 al 11/08	
	Tratamiento	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1
Parasitoides		0,05184	0,00000	0,00000	0,00000	0,05160	0,00000	0,00000	0,00000	0,04348	0,00000	0,00000	0,00000
Depredadores		0,03672	0,05745	0,01408	0,14936	0,00712	0,00319	0,03614	0,09677	0,02174	0,04657	0,05676	0,10224
Fitófagos		0,05184	0,01702	0,12207	0,08561	0,02847	0,00799	0,12530	0,08333	0,01398	0,00259	0,07838	0,07983
Varios		0,85961	0,92553	0,86385	0,76503	0,91281	0,98882	0,83855	0,81989	0,92081	0,95084	0,86486	0,81793

Nota: En la tabla anterior se muestra la densidad de insectos por grupo funcional para cada tratamiento en cada muestreo realizado cada 6 días con las placas adhesivas cromotrópicas amarillas, calculado con la fórmula (n/N) , donde n es el número de insectos por grupo funcional y N el número total encontrado en la placa.

Tabla 2. Densidades de insectos por cada tratamiento en cada repetición de las placas adhesivas azules.

Grupo funcional	# muestreo	1°		2°		3°		4°		5°		6°	
	Fecha/2022	07-13/07		13-19/07		19-25/07		25-31/07		31/07 al 05/08		05 al 11/08	
	Tratamiento	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1
Parasitoides		0,00083	0,00091	0,00000	0,00000	0,00088	0,00297	0,00000	0,00000	0,00168	0,00216	0,00000	0,00000
Depredadores		0,00166	0,00454	0,00000	0,02559	0,00088	0,00495	0,00000	0,03298	0,00168	0,00288	0,00725	0,03616
Fitófagos		0,00911	0,00181	0,13408	0,21024	0,02279	0,04946	0,10622	0,08913	0,02949	0,04245	0,03986	0,13491
Varios		0,98674	0,99274	0,86592	0,75868	0,97371	0,94263	0,89378	0,87790	0,96714	0,95252	0,92754	0,82893

Nota: En la tabla anterior se muestra la densidad de insectos por grupo funcional para cada tratamiento en cada muestreo realizado cada 6 días con las placas adhesivas cromotrópicas azul, calculado con la fórmula (n/N) , donde n es el número de insectos por grupo funcional y N el número total encontrado en la placa.

Tabla 3. Media y desviación estándar por grupo funcional en la placa amarilla.

Grupo funcional	# muestreo	1°		2°		3°		4°		5°		6°		Total		Promedio		Desviación estándar	
	Fecha/2022	07-13/07		13-19/07		19-25/07		25-31/07		31/07 al 05/08		05 al 11/08							
	Tratamiento	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1
Parasitoides		24	0	0	0	29	0	0	0	28	0	0	0	81	0	13,50	0,000	14,88	0,00
Depredadores		17	27	3	82	4	2	15	72	14	36	21	73	74	292	12,33	48,67	7,26	31,80
Fitófagos		24	8	26	47	16	5	52	62	9	2	29	57	156	181	26,00	30,17	14,68	28,05
Varios		398	435	184	420	513	619	348	610	593	735	320	584	2356	3403	392,67	567,17	145,23	120,082

Nota: En la tabla se muestra el número de insectos encontrados por grupo funcional en cada placa adhesiva cromotrópica amarilla colocada cada 6 días, así mismo el total de las 6 repeticiones, el promedio y la desviación estándar para ambos tratamientos.

Tabla 4. Media y desviación estándar por grupo funcional en la placa azul.

Grupo funcional	# muestreo	1°		2°		3°		4°		5°		6°		Total		Promedio		Desviación estándar	
	Fecha/2022	07-13/07		13-19/07		19-25/07		25-31/07		31/07 al 05/08		05 al 11/08							
	Tratamiento	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1
Parasitoides		1	1	0	0	1	3	0	0	2	3	0	0	4	7	0,67	1,17	0,82	1,47
Depredadores		2	5	0	14	1	5	0	37	2	4	2	26	7	91	1,17	15,17	0,98	13,62
Fitófagos		11	2	24	115	26	50	70	100	35	59	11	97	177	423	29,50	70,50	21,90	41,95
Varios		1191	1094	155	415	1111	953	589	985	1148	1324	256	596	4450	5367	741,67	894,50	470,48	333,14

Nota: En la tabla se muestra el número de insectos encontrados por grupo funcional en cada placa adhesiva cromotrópica azul colocada cada 6 días, así mismo el total de las 6 repeticiones, el promedio y la desviación estándar para ambos tratamientos.

Mediante los totales por tratamiento se muestran los resultados por grupos funcionales para observar de una mejor manera la densidad de éstos con respecto al total de los insectos encontrados en todo el periodo. Se muestran en la tabla 5 y la ilustración 16 para el monocultivo (T0) y en la tabla 6 y la ilustración 17 para el sistema milpa (T1), para la placa amarilla. Para la placa azul podemos observar los valores para el T0 en la tabla 7 y la ilustración 18, y para el sistema milpa en la tabla 8 y la ilustración 19.

Tabla 5. Total de insectos en el tratamiento 0 en la placa amarilla.

Tratamiento	Monocultivo
Parasitoides	81
Depredadores	74
Fitófagos	156
Varios	2356

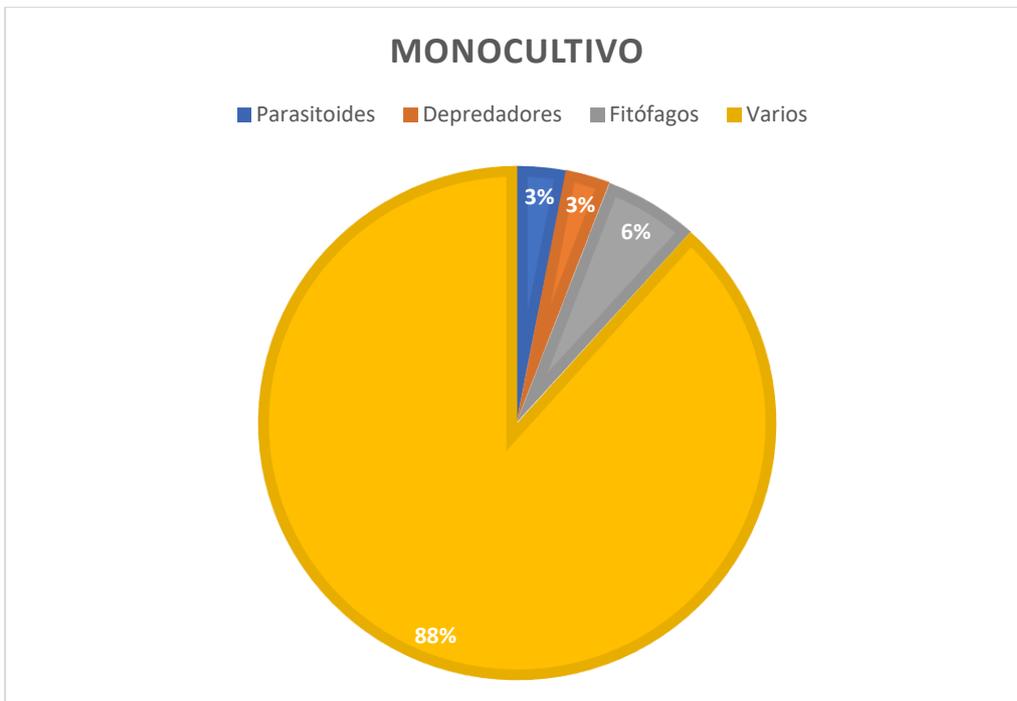


Ilustración 16. Porcentaje por grupo funcional del total de insectos encontrados en la placa amarilla del T0.

Los resultados obtenidos en las placas amarillas para el monocultivo (T0), se observa que se encontraron insectos pertenecientes a los cuatro grupos funcionales.

Tabla 6. Total de insectos en el tratamiento 1 en la placa amarilla.

Tratamiento	Sistema milpa
Parasitoides	0
Depredadores	292
Fitófagos	181
Varios	3403

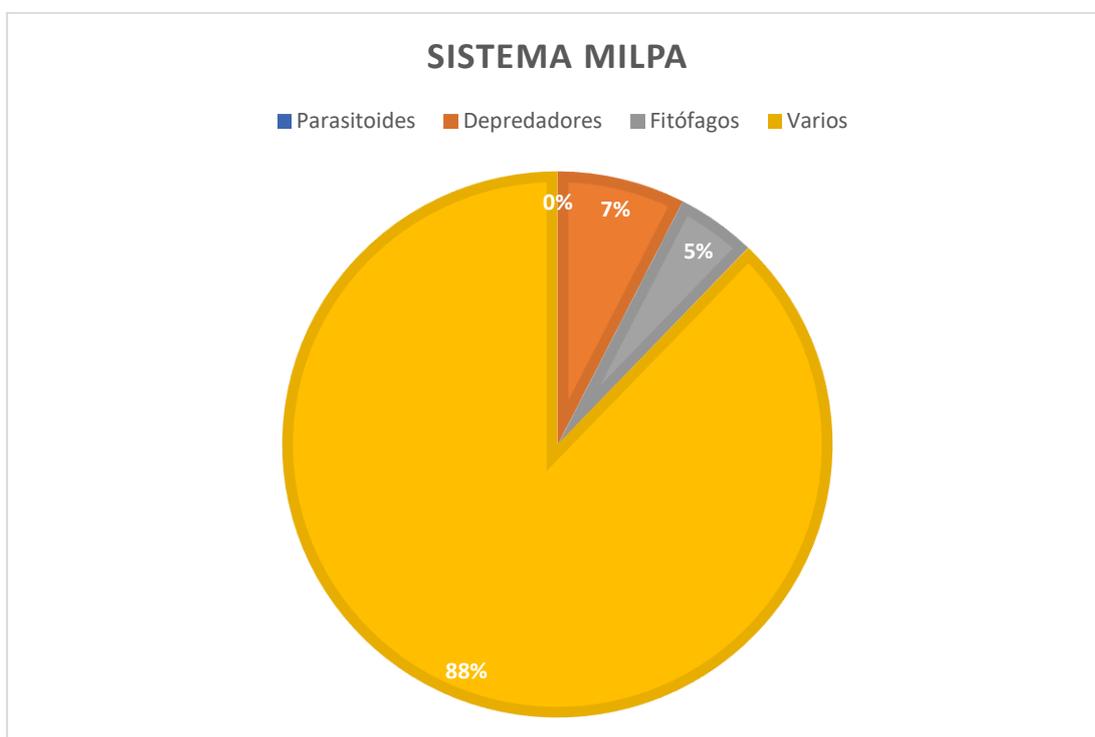


Ilustración 17. Porcentaje por grupo funcional del total de insectos encontrados en la placa amarilla del T1

Los resultados obtenidos en las placas amarillas para el sistema milpa muestran una mayor cantidad de insectos por grupo funcional, a excepción de los parasitoides que no se encontraron.

Tabla 7. Total de insectos en el tratamiento 0 en la placa azul.

Tratamiento	Monocultivo
Parasitoides	4
Depredadores	7
Fitófagos	177
Varios	4450

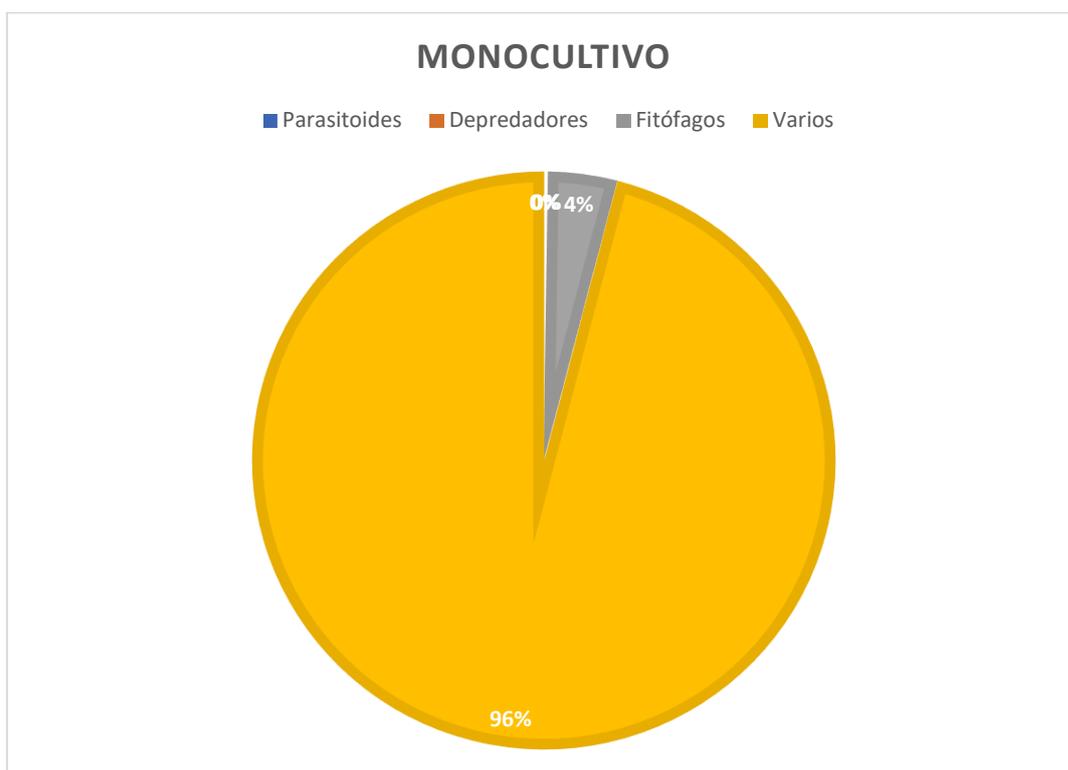


Ilustración 18. Porcentaje por grupo funcional del total de insectos encontrados en la placa azul del T0

Los resultados obtenidos en las placas azules siempre muestra población de insectos de todos los grupos funcionales, pero en menor cantidad.

Tabla 8. Total de insectos en el tratamiento 1 en la placa azul

Tratamiento	Sistema milpa
Parasitoides	7
Depredadores	91
Fitófagos	423
Varios	5367

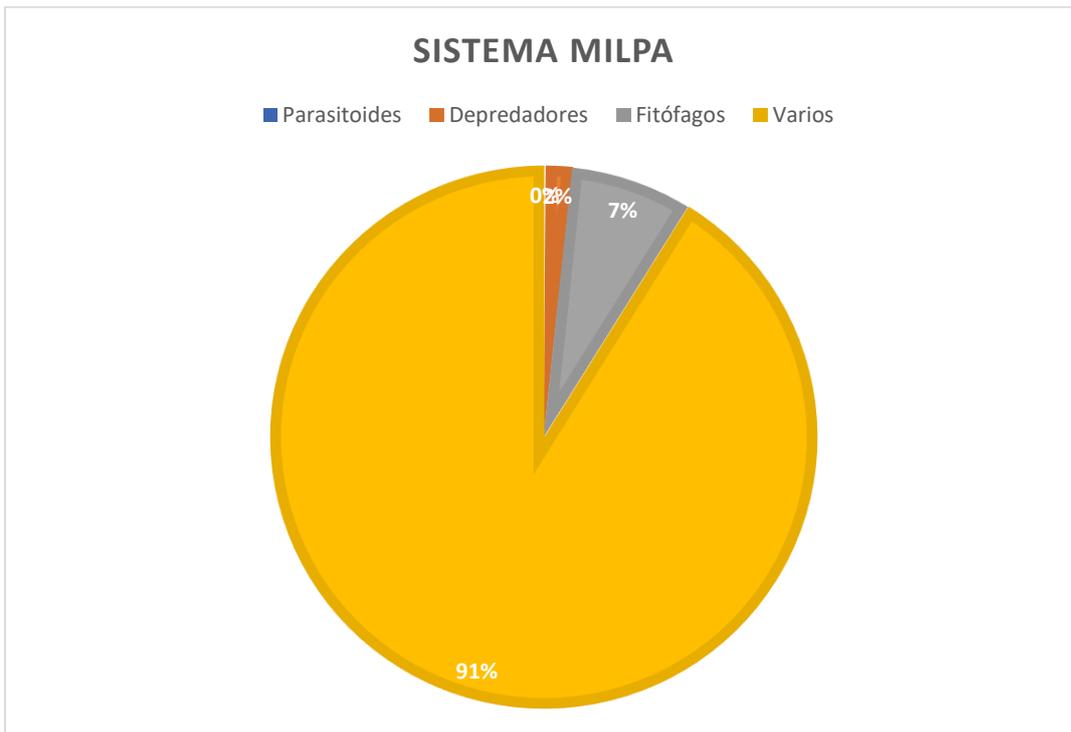


Ilustración 19. Porcentaje por grupo funcional del total de insectos encontrados en la placa azul del T1

Los resultados obtenidos en las placas azules para el sistema milpa muestran una mayor cantidad de insectos capturados en todos los grupos funcionales.

Tabla 9. Total de insectos por grupo funcional en ambos tratamientos de la placa amarilla.

Tratamiento	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	81	0
Depredadores	74	292
Fitófagos	156	181
Varios	2356	3403

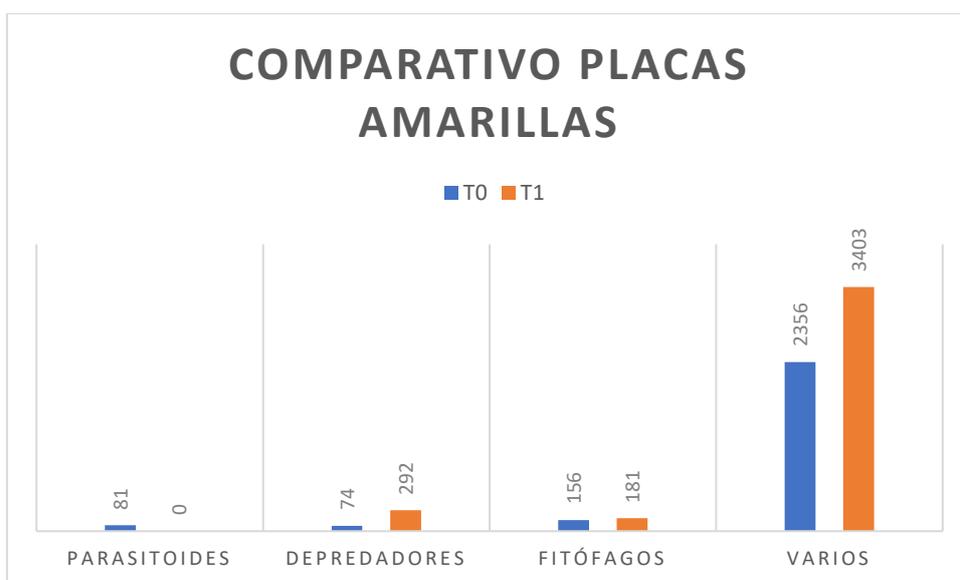


Ilustración 20. Gráfico comparativo de ambos tratamientos por grupo funcional de insectos.

Los resultados comparativos obtenidos en las placas amarillas muestran que en el sistema milpa la cantidad de insectos capturados fue mayor en todos los grupos funcionales, a excepción de los parasitoides, que no se encontraron en este tratamiento, mientras que en el monocultivo sí se obtuvieron parasitoides.

Tabla 10. Total de insectos por grupo funcional en ambos tratamientos de la placa azul.

Tratamiento	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	4	7
Depredadores	7	91
Fitófagos	177	423
Varios	4450	5367

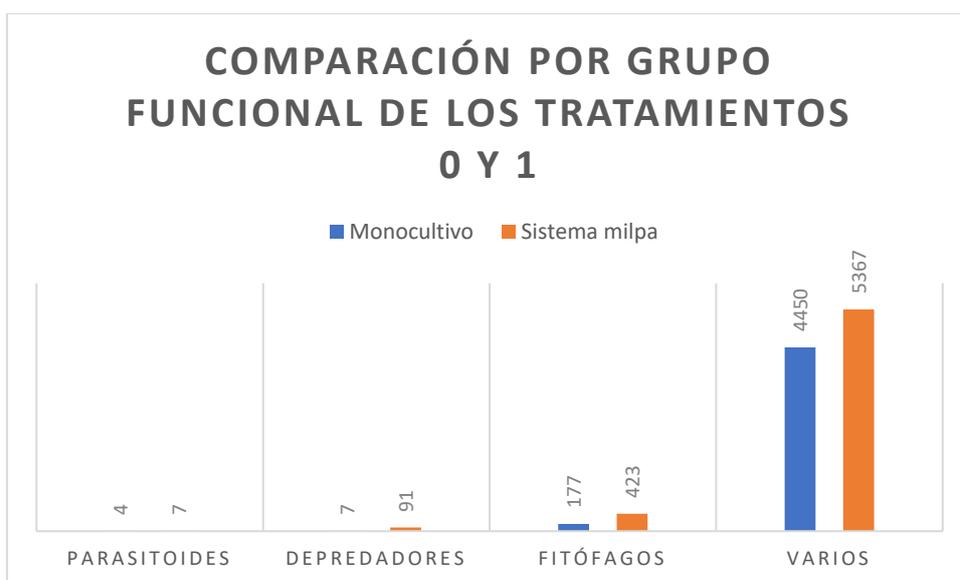


Ilustración 21. Gráfico comparativo de ambos tratamientos por grupo funcional de insectos

Los resultados obtenidos en las placas azules nuevamente muestran al ser comparados los dos tratamientos, una mayor cantidad de insectos capturados para el sistema milpa. La tendencia siempre sobre el sistema milpa es que se captura mayor cantidad de insectos debido a la biodiversidad en este tratamiento.

Los resultados del monitoreo del adulto del cogollero con trampas adhesivas con feromona se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados del muestreo del adulto de cogollero.

Tratamiento	Adulto de cogollero					
	1° muestra 07-22/07/2022	2° muestra 22/07 05/08/2022	3° muestra al 05- 19/08/2022	Total	Promedio	Desviación estándar
Monocultivo (T0)	5	6	5	16	5,33	0,57
Sistema milpa (T1)	3	3	2	8	2,66	0,58

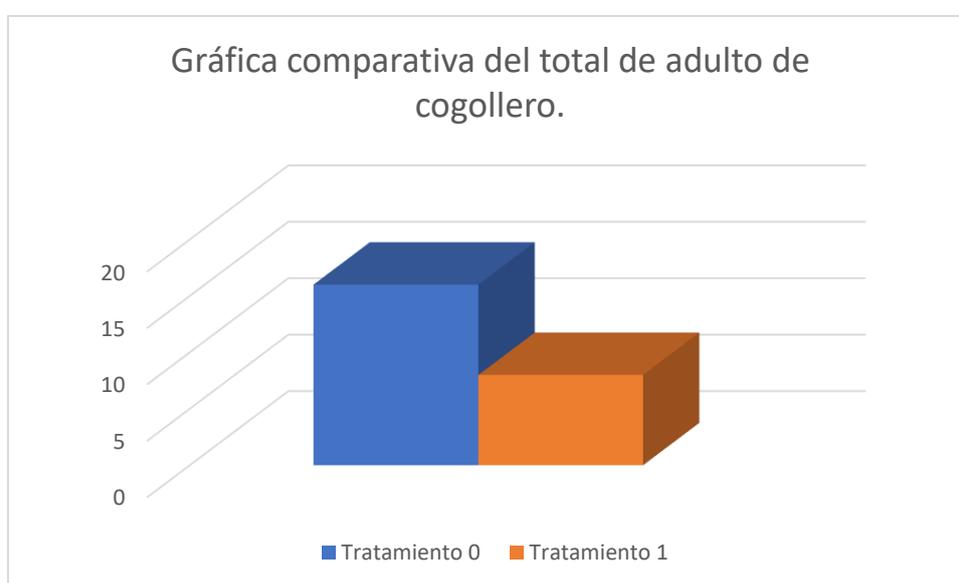


Ilustración 22. Gráfica comparativa de los adultos de cogollero en ambos tratamientos.

Los resultados obtenidos en las placas adhesivas con feromona sexual en el desarrollo de la investigación para el gusano cogollero muestran un incremento del doble en el monocultivo. Al establecer el cultivo de maíz en sistema milpa se ve una tendencia a la baja en la población del gusano cogollero.

Los resultados parecen indicar un claro incremento en la reducción de la plaga en los sistemas de milpa con respecto a los monocultivos. En este aspecto, es importante mencionar que el ensayo se llevó a cabo en la época lluviosa, cuando la mayoría de los agricultores a nivel nacional tradicionalmente establecen sus cultivos de maíz. Por ello, se pensó que la incidencia del gusano cogollero hubiera sido mayor en el sistema milpa, ya que no recibía aplicaciones de insecticidas. Sin embargo, no fue así, lo cual se atribuye a la biodiversidad de los cultivos asociados en este sistema, ya que en las muestras arrojaron datos de parasitoides de las familias Ichneumonidae,

Tachinidae y Sarcophagidae, y depredadores como Vespidae, que según (García et al., 1990) son reconocidos como parasitoides y depredadores de *Spodoptera frugiperda*. A pesar de que fueron nada más que dos cultivos extras los que intervinieron se observó un incremento en la abundancia de insectos de los diferentes grupos, y una disminución de la población de la plaga principal del maíz, el gusano cogollero.

Esta investigación sugiere que la biodiversidad por medio del sistema milpa tiene un impacto favorable en el incremento de la biodiversidad: en las 6 repeticiones de ambos tratamientos con la placa amarilla el sistema milpa superó en la mayoría de los grupos funcionales, excepto en el grupo de parasitoides, mientras que en los resultados totales de las placas azules el sistema milpa superó en todos los grupos funcionales al monocultivo. Esto parece haber influido sobre la población de cogollero, puesto que en el sistema milpa las capturas de la plaga fueron la mitad que, en el monocultivo, a pesar de que en este último se usó insecticida.

Aunque las plagas que afectan a los otros dos cultivos no estaban contempladas como variables de este estudio, se observaron efectos positivos sobre el cultivo de ayote incluido en el sistema milpa. Los frutos cosechados de ayote estaban completamente sanos, cuando éste es un cultivo que, establecido en monocultivo, suele estar también afectado por un lepidóptero, *Diaphania* sp., que perfora los frutos en estado tierno, dañándolos totalmente o afectando su calidad, y en consecuencia, impidiendo su comercialización (anexo 17, ilustración 23).

Puesto que estos resultados se han obtenido en una superficie pequeña de cultivos, se consideran preliminares, y sería importante repetir un ensayo similar en una muestra más amplia, en varias repeticiones, en diferentes épocas del año y en diferentes localidades del país, así como también incrementar la biodiversidad vegetal en el sistema milpa.

CONCLUSIONES

Este trabajo final de máster tuvo como objetivo evaluar la asociación de los tres cultivos principales (maíz, ayote y frijol) y determinar si el incremento de la biodiversidad favorece la intervención de los agentes controladores de la plaga clave del cultivo de maíz, el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Para ello se estableció un ensayo en condiciones reales de cultivo con una parcela en sistema milpa y otra en monocultivo como hacen ahora los agricultores, y se comparó la diversidad de insectos capturados en las trampas colocadas en cada parcela a través de muestreos por medio placas adhesivas cromotrópicas y el uso de feromona sexual para el gusano cogollero. Así fue posible agrupar los insectos capturados por grupos funcionales, como: parasitoides, depredadores, fitófagos y varios.

A pesar de que la investigación se desarrolló en un periodo corto de tiempo y en dos únicos tratamientos sin repeticiones, esta aportó importantes y enriquecedores datos cuantitativos que sirvieron para comparar ambos tratamientos. Estos permiten plantear las siguientes conclusiones:

- En el sistema milpa se observa mayor abundancia de todos los grupos funcionales de insectos, a excepción de los parasitoides en las capturas con trampas amarillas.
- En el sistema con mayor diversidad vegetal, la milpa, las poblaciones de gusano cogollero fueron la mitad que las encontradas en el monocultivo, a pesar de que en este último se usaban insecticidas contra la plaga. Esto podría estar relacionado con la mayor abundancia de enemigos naturales, así como por el efecto de la diversidad vegetal, que estaría dificultando el acceso de la plaga al cultivo de maíz.
- El efecto beneficioso de la asociación de cultivos en el sistema milpa se observó también sobre el cultivo de ayote, que no mostró daños por el gusano de las cucurbitáceas (*Diaphania* spp.), que sí suelen darse en los monocultivos de ayote, aunque en este ensayo no se estableció un monocultivo de ayote para efectuar dicha comparativa (anexo8, ilustración 23).

Sería de gran interés que los resultados preliminares obtenidos en este ensayo a pequeña escala, se verificaran en un ensayo similar en una muestra más amplia, en varias repeticiones, en diferentes épocas del año y en diferentes localidades del país, evaluando también la producción de maíz bajo ambos sistemas, e incluso incrementando la biodiversidad vegetal en el sistema milpa, como se hacía tradicionalmente.

ANEXOS

Anexo 1. Primer resultado placa amarilla.

Tabla 12. Primer resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 07/07/2022

Fecha de recolección 13/07/2022

FAMILIA	NÚMERO DE INSECTOS		PLAGA/BENEFICO
	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	
Tachinidae (moscas taquinidas)	24	0	Parasitoides
Dolichopodidae (moscas metálicas)	14	25	Moscas predatoras
Cantharidae (escarabajo soldado)	2	0	Depredadores
Cicindellidae (escarabajo tigre)	1	0	Depredador
Staphelinidae (Estafilinidos)	0	2	Depredadores
Chrysomelidae (tortuguillas)	4	0	Fitófagos
Cicadellidae (chicharrita)	17	8	Fitófagos
Otitidae (moscas cebras)	2	0	Fitófagos
Eliteridae (insecto clic)	1	0	Fitófagos
Sarcophagidae (moscas carroñeras)	7	0	Moscas cadáveres
Microdípteras	391	435	Varios
Total	463	470	

Tabla 13. Clasificación por grupo funcional del 1° amarillo.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	24	0
Depredadores	17	27
Fitófagos	24	8
Varios	398	435

Anexo 2. Primer resultado placa azul.

Tabla 14. Primer resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 07/07/2022

Fecha de recolección: 13/07/2022

NÚMERO DE INSECTOS

FAMILIA	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	PLAGA/BENEFICO
Syrphidae (moscas sirfidias)	1	0	Parasitoides
Ichneumonidae	0	1	Parasitoides
Coccinellidae	1	0	Depredadores
Vespidae (abispas)	1	2	Depredador
Cantharidae (escarabajo soldado)	0	3	Depredador
Chrysomelidae (tortuguilla)	2	1	Fitófagos
Cicadellidae (chicharrita)	4	1	Fitófagos
Otitidae (moscas cebras)	4	0	Fitófagos
Elateridae (insecto clic)	2	0	Fitófagos
Curculionidae	1	0	Fitófagos
Sarcophagidae (moscas carroñeras)	0	2	Mosca de cadáveres
Microdípteras	1191	1066	Varios
Dolichopodidae (moscas metálicas)	0	20	Descomponedores
Muscidae (mosca común)	0	4	Descomponedores
Tipulidae (zancudos grua)	0	2	Descomponedores
Total	1207	1102	

Tabla 15. Clasificación por grupo funcional del 1° azul

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	1	1
Depredadores	2	5
Fitófagos	11	2
Varios	1191	1094

Anexo 3. Segundo resultado placa amarilla.

Tabla 16. Segundo resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 13/07/2022

Fecha de recolección: 19/07/2022

FAMILIA	NÚMERO DE INSECTOS		PLAGA/BENEFICO
	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	
Cicindellidae	0	3	Depredadores
Dolichopodidae	0	73	Depredador
Carabidae	0	2	Depredador
Staphelinidae	2	2	Depredador
Cantharidae (escarabajo soldado)	1	0	Depredadores
Vespidae	0	2	Depredador
Chrysomellidae	0	3	Fitófago
Curculionidae	1	0	Fitófago
Bruprestidae	1	0	Fitófago
Aphididae	2	2	Fitófago
Cicadellidae (chicharrita)	16	31	Fitófagos
Pentatomidae	0	3	Fitófago
Otitidae (moscas Cebras)	1	3	Fitófagos
Tenebrionidae	4	0	Fitófagos
Tipulidae	1	1	Fitófago
Sarcophagidae	0	4	Parásito
Muscidae	15	3	Descomponedor
Microdipteras	169	417	Varios
Total	213	549	

Tabla 17. Clasificación por grupo funcional del 2° amarillo.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	0	0
Depredadores	3	82
Fitófagos	26	47
Varios	184	420

Anexo 4. Segundo resultado placa azul.

Tabla 18. Segundo resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 13/07/2022

Fecha de recolección: 19/07/2022

FAMILIA	NÚMERO DE INSECTOS		PLAGA/BENEFICO
	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	
Dolichopodidae	0	14	Depredador
Cantharidae	0	4	Fitófago
Trips	9	87	Fitófagos
Tenebrionidae	2	3	Fitófago
Noctuidae	4	8	Fitófago
Pentatomidae	1	0	Fitófago
Tipulidae	0	1	Fitófago
Otitidae	0	2	Fitófago
Cicadellidae (chicharrita)	6	8	Fitófago
Chysomelidae	1	0	Fitófago
Sarcophagidae	1	5	Parásito
Microdipteras	147	411	Varios
Muscidae	8	4	Descomponedor
Total	179	547	

Tabla 19. Clasificación por grupo funcional del 2° azul.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	0	0
Depredadores	0	14
Fitófagos	24	115
Varios	155	415

Anexo 5. Tercer resultado placa amarilla.

Tabla 20. Tercer resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 19/07/2022

Fecha de recolección: 25/07/2022

FAMILIA	NÚMERO DE INSECTOS		PLAGA/BENEFICO
	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	
Tachinidae (moscas taquinidas)	29	0	Parasitoides
Cicindellidae (escarabajo tigre)	1	0	Depredador
Otitidae (moscas cebras)	1	0	Depredadores
Staphelinidae (Estafilinidos)	0	2	Depredadores
Cantharidae (escarabajo soldado)	2	0	Depredadores
Chrysomelidae (tortuguillas)	3	0	Fitófagos
Cicadellidae (chicharrita)	12	5	Fitófagos
Eliteridae (insecto clic)	1	0	Fitófagos
Sarcophagidae (moscas carroñeras)	7	2	moscas cadáveres
Dolichopodidae (moscas metálicas)	35	66	moscas predatoras
Microdípteras	471	551	Varios
Total	562	626	

Tabla 21. Clasificación por grupo funcional del 3° amarillo.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	29	0
Depredadores	4	2
Fitófagos	16	5
Varios	513	619

Anexo 6. Tercer resultado placa azul.

Tabla 22. Tercer resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 19/07/2022

Fecha de recolección: 25/07/2022

NÚMERO DE INSECTOS			
FAMILIA	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	PLAGA/BENEFICO
Syrphidae (moscas sirfidias)	1	0	Parasitoides
Ichneumonidae	0	2	Parasitoides
Buprestidae (barrenador)	0	1	Parasitoides
Coccinellidae	2	0	Depredadores
Vespidae (abispas)	1	1	Depredador
Cantharidae (escarabajo soldado)	0	4	Depredador
Chrysomelidae (tortuguilla)	1	1	Fitófagos
Cicadellidae (chicharrita)	7	1	Fitófagos
Otitidae (moscas cebras)	2	0	Fitófagos
Elateridae (insecto clic)	2	0	Fitófagos
Curculionidae	1	0	Fitófagos
Trips	12	48	Fitófagos
Cassinidae (tortuguitas)	1	0	Fitófagos
Sarcophagidae (moscas carroñeras)	0	2	Mosca de cadáveres
Dolichopodidae (moscas metálicas)	0	39	Descomponedores
Muscidae (mosca común)	0	3	Descomponedores
Tipulidae (zancudos grua)	0	2	Descomponedores
Microdípteras	1111	907	Varios
Total	1141	1011	

Tabla 23. Clasificación por grupo funcional azul.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	1	3
Depredadores	1	5
Fitófagos	26	50
Varios	1111	953

Anexo 7. Cuarto resultado placa amarilla.

Tabla 24. Cuarto resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 25/07/2022

Fecha de recolección: 31/07/2022

FAMILIA	NÚMERO DE INSECTOS		PLAGA/BENEFICO
	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	
Carabidae	0	1	Depredador
Dolichopodidae	12	59	Depredador
Cicindellidae	2	7	Depredadores
Vespidae	0	2	Depredador
Cantharidae (escarabajo soldado)	1	0	Depredadores
Staphelinidae	0	3	Depredador
Chrysomellidae	0	2	Fitófago
Curculionidae	1	0	Fitófago
Bruprestidae	1	0	Fitófago
Cicadellidae (chicharrita)	42	55	Fitófagos
Otitidae (moscas cebras)	2	0	Fitófagos
Tenebrionidae	3	0	Fitófagos
Aphididae	2	0	Fitófago
Tipulidae	1	0	Fitófago
Sarcophagidae	0	5	Parásito
Muscidae	12	1	Descomponedor
Microdipteras	336	609	Varios
Total	415	744	

Tabla 25. Clasificación por grupo funcional del 4° amarillo.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	0	0
Depredadores	15	72
Fitófagos	52	62
Varios	348	610

Anexo 8. Cuarto resultado placa azul

Tabla 26. Cuarto resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 25/07/2022

Fecha de recolección: 31/07/2022

FAMILIA	NÚMERO DE INSECTOS		PLAGA/BENEFICO
	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	
Dolichopodidae	0	37	Depredador
Tenebrionidae	2	1	Fitófago
Noctuidae	3	6	Fitófago
Cicadellidae (chicharrita)	2	3	Fitófago
Chysomelidae	3	1	Fitófago
Trips	54	84	Fitófagos
Cantharidae	1	1	Fitófago
Sarcophagidae	3	4	Parásito
Otitidae	2	0	Fitófago
Muscidae	0	5	Descomponedor
Microdipteras	589	980	Varios
Total	659	1122	

Tabla 27. Clasificación por grupo funcional del 4° azul.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	0	0
Depredadores	0	37
Fitófagos	70	100
Varios	589	985

Anexo 9. Quinto resultado placa amarilla

Tabla 28. Quinto resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 31/07/2022

Fecha de recolección: 05/08/2022

FAMILIA	NÚMERO DE INSECTOS		
	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	PLAGA/BENEFICO
Tachinidae (moscas taquinidas)	28	0	Parasitoides
Staphelinidae (estafilinidos)	0	2	Depredadores
Dolichopodidae (moscas metálicas)	13	34	Moscas predadoras
Cantharidae (escarabajo soldado)	0	0	Depredadores
Cicindellidae (escarabajo tigre)	1	0	Depredador
Sarcophagidae (moscas carroñeras)	2	0	Moscas cadáveres
Chrysomelidae (tortuguillas)	2	1	Fitófagos
Cicadellidae (chicharrita)	4	1	Fitófagos
Otitidae (moscas cebras)	1	0	Fitófagos
Microdípteras	593	735	Varios
Total	644	773	

Tabla 29. Clasificación por grupo funcional del 5° amarillo.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	28	0
Depredadores	14	36
Fitófagos	9	2
Varios	593	735

Anexo 10. Quinto resultado placa azul

Tabla 30. Quinto resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 31/07/2022

Fecha de recolección: 05/08/2022

NÚMERO DE INSECTOS

FAMILIA	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	PLAGA/BENEFICO
Syrphidae (moscas sirfidias)	2	0	Parasitoides
Buprestidae (barrenador)	0	2	Parasitoides
Ichneumonidae	0	1	Parasitoides
Coccinellidae	2	0	Depredadores
Cantharidae (escarabajo soldado)	0	2	Depredador
Vespidae (abispas)	0	2	Depredador
Chrysomelidae (tortuguilla)	2	2	Fitófagos
Cicadellidae (chicharrita)	6	1	Fitófagos
Otitidae (moscas cebras)	7	0	Fitófagos
Elateridae (insecto clic)	3	0	Fitófagos
Trips	14	53	Fitófagos
Cassinidae (tortuguitas)	2	0	Fitófago
Curculionidae	1	0	Fitófagos
Sarcophagidae (moscas carroñeras)	0	3	Mosca de cadáveres
Dolichopodidae (moscas metálicas)	0	34	Descomponedores
Muscidae (mosca común)	0	5	Descomponedores
Tipulidae (zancudos grua)	0	1	Descomponedores
Microdípteras	1148	1284	Varios
Total	1187	1390	

Tabla 31. Clasificación por grupo funcional del 5° azul.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	2	3
Depredadores	2	4
Fitófagos	35	59
Varios	1148	1324

Anexo 11. Sexto resultado placa amarilla

Tabla 32. Sexto resultado comparativo de la identificación de la trampa amarilla en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 05/08/2022

Fecha de recolección: 11/08/2022

FAMILIA	NÚMERO DE INSECTOS		PLAGA/BENEFICO
	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	
Dolichopodidae	19	67	Depredador
Carabidae	1	0	Depredador
Cicindellidae	0	2	Depredadores
Cantharidae (escarabajo soldado)	1	0	Depredadores
Staphelinidae	0	1	Depredador
Vespidae	0	3	Depredador
Chrysomellidae	1	3	Fitófago
Pentatomidae	1	0	Fitófago
Curculionidae	1	0	Fitófago
Cicadellidae (chicharrita)	18	47	Fitófagos
Otitidae (moscas cebras)	1	4	Fitófagos
Tenebrionidae	4	0	Fitófagos
Aphididae	2	1	Fitófago
Tipulidae	1	0	Fitófago
Sarcophagidae	0	2	Parásito
Muscidae	10	4	Descomponedor
Microdipteras	310	580	Varios
Total	370	714	

Tabla 33. Clasificación por grupo funcional del 6° amarillo.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	0	0
Depredadores	21	73
Fitófagos	29	57
Varios	320	584

Anexo 12. Sexto resultado placa azul

Tabla 34. Sexto resultado comparativo de la identificación de la trampa azul en el tratamiento 0 y 1.

Fecha de colocación: 05/08/2022

Fecha de recolección: 11/08/2022

FAMILIA	NÚMERO DE INSECTOS		PLAGA/BENEFICO
	MONOCULTIVO	SISTEMA MILPA	
Dolichopodidae	2	26	Depredador
Trips	7	71	Fitófagos
Cicadellidae (chicharrita)	4	5	Fitófago
Cantharidae	0	3	Fitófago
Chysomelidae	1	0	Fitófago
Tenebrionidae	1	2	Fitófago
Tipulidae	0	1	Fitófago
Otitidae	1	1	Fitófago
Noctuidae	3	6	Fitófago
Sarcophagidae	1	8	Parásito
Muscidae	7	3	Descomponedor
Microdipteras	249	593	Varios
Total	276	719	

Tabla 35. Clasificación por grupo funcional del 6° azul.

Grupo funcional	Monocultivo	Sistema milpa
Parasitoides	0	0
Depredadores	2	26
Fitófagos	11	97
Varios	256	596

Anexo 13. Resumen por grupo funcional en placas amarillas

Tabla 36. Total de insectos encontrados por grupo funcional en las placas amarillas.

Grupo funcional	# muestreo	1°		2°		3°		4°		5°		6°		Total		Promedio	
	Fecha/2022	07-13/07		13-19/07		19-25/07		25-31/07		31/07 al 05/08		05 al 11/08					
	Tratamiento	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1
Parasitoides		24	0	0	0	29	0	0	0	28	0	0	0	81	0	13,5	0
Depredadores		17	27	3	82	4	2	15	72	14	36	21	73	74	292	12,33	48,67
Fitófagos		24	8	26	47	16	5	52	62	9	2	29	57	156	181	26	30,17
Varios		398	435	184	420	513	619	348	610	593	735	320	584	2356	3403	392,67	567,17

Anexo 14. Resumen por grupo funcional en placas azules

Tabla 37. Total de insectos encontrados por grupo funcional en placas azules.

Grupo funcional	# muestreo	1°		2°		3°		4°		5°		6°		Total		Promedio	
	Fecha/2022	07-13/07		13-19/07		19-25/07		25-31/07		31/07 al 05/08		05 al 11/08					
	Tratamiento	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1
Parasitoides		1	1	0	0	1	3	0	0	2	3	0	0	4	7	0,67	1,17
Depredadores		2	5	0	14	1	5	0	37	2	4	2	26	7	91	1,17	15,17
Fitófagos		11	2	24	115	26	50	70	100	35	59	11	97	177	423	29,5	70,5
Varios		1191	1094	155	415	1111	953	589	985	1148	1324	256	596	4450	5367	741,67	894,5

Anexo 15. Cronograma de actividades llevadas a cabo para el desarrollo del presente trabajo

Tabla 388. Cronograma de actividades.

MES	mayo				junio				Julio				agosto				septiembre				octubre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración de protocolo de investigación	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x												
Preparación del terreno	x	x	x	x																				
Siembra de ayote				x																				
Siembra de maíz					x																			
Siembra de frijol								x																
Colocación de trampa con feromona									x		x		x											
Recolección de trampa con feromona											x		x		x									
Colocación de trampas amarillo y azul									x	x	x	X	X											
Recolección de trampas amarillo y azul										x	x	X	X	x										
Identificación de insectos										x	x	X	X	x										
Tabulación de datos															x	x	x	x	x	x	x	x		
Elaboración documento final															x	x	x	x	x					
Entrega documento final																								x

Anexo 16. Insumos utilizados en el manejo del tratamiento monocultivo y sistema milpa

Tabla 39. Insumos utilizados en el tratamiento 0.

MONOCULTIVO			
Actividad	Nombre comercial	Ingrediente activo	DDS
Control de plagas	Blindage 60 FS	imidacloprí + thiodicar	tratador de semilla
	coragen 20 SC	clorantraniliprole	7 y 20 DDS
	Exalt 60 SC	spinetoran	7-14 y 21 DDS
Control de enfermedades	amistar xtra 28 SC	42riazol + storbirulina	35 DDS
Fertilización	1° fertilización	18-46-0	a la siembra
	2° fertilización	15-15-15	23-25 DDS

Tabla 40. Insumos utilizados en el manejo del tratamiento 1.

SISTEMA MILPA			
Actividad	Nombre comercial	Ingrediente activo	DDS
Empanizado de semilla	Harina de roca	Piedra molida	Tratamiento de semilla
fertilización	bokashi	materia orgánica diversa	8 - 20 y 35 DDS
control de plagas	tierra al cogollo	Tierra	cada 8 días
foliares	biofertilizante	supermagro	cada 8 días

Anexo 17. Cosecha de ayote



Ilustración 23. Frutos tiernos de ayote cosechados del tratamiento de sistema milpa.

REFERENCIAS

- [FAO], O. d. (2018). *Agricultura Sostenible y Biodiversidad. Un vínculo indisociable*. FAO:
<https://www.fao.org/3/i6602s/i6602s.pdf>
- [FAO], O. d. (s.f.). *El futuro de la agricultura depende de la biodiversidad*.
- Alpuche Álvarez, Y. A., Ochoa Gaona, S., Monzón Alvarado, C. M., & Cortilla Villar, S. (agosto de 2019). *Modernización agrícola y valoración sociocultural de los servicios ecosistémicos en paisajes mayas del sureste de México*.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1667-782X2019000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2000). *AGROECOLOGÍA. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*.: <http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>
- Beltrán del Río Abundis, A., Linares Mazarie, E., & Bye Boettler, R. (noviembre de 2021). *La milpa rarámuri en las gorditas chihuahuenses. Guisados tradicionales e innovadores*.
<https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15853.pdf>
- CABILDO, TENERIFE. «PROSPECCIÓN DE Spodoptera frugiperda EN CULTIVOS DE MILLO EN TENERIFE». Tenerife, octubre de 2020.
- Colunga-GarcíaMarín, P., Zizumbo-Villarreal, D., May, P., Martínez, C., & Mijangos, C. (2010). *Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica Genetic Resources and Crop Evolution*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-009-9521-4>
- «Garcia-1999-IPM-of-Spodoptera-frugiperda.pdf». Accedido 18 de octubre de 2022.
<https://www.cabi.org/wp-content/uploads/Garcia-1999-IPM-of-Spodoptera-frugiperda.pdf>.
- Gastélum, G., & Rocha, J. (05 de marzo de 2021). *La milpa como modelo para el estudio de la microbiodiversidad e interacciones planta-bacteria*.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2020000100209#f1
- Gutiérrez Carbajal, M. G., Magaña Magaña, M. A., Zizumbo Villareal, D., & Ballina Gómez, H. (15 de agosto de 2019). *Diversidad agrícola y seguridad alimentaria nutricional en dos*

localidades Mayas de Yucatán. . <http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v29/2007-9621-au-29-e1996.pdf>

Gutiérrez-Carbajal, M., Magaña-Magaña, M., Zizumbo-Villareal, D., & Ballina-Gómez, H. (15 de agosto de 2019). *Diversidad agrícola y seguridad alimentaria nutricional en dos localidades Mayas de Yucatán*. *Acta Universitaria* 29, e1996: <http://doi.org/10.15174.au.2019.1996>

Linares, E., & Bye, R. (1 de julio de 2011). *Haciendo Milpa. La protección de las semillas y la agricultura campesina*. ¡La milpa no solo es maíz!: <file:///C:/Users/AndresGarcia/Downloads/18.3LibroHaciendoMilpa.pdf>

Linares, E., Bye, R., & Álvarez, E. (17 de julio de 2010). *La Jornada del Campo*. <https://www.jornada.com.mx/2010/07/17/campus.html>

Lozada Aranda, M., & Ponce Mendoza, A. (2016). *La Milpa*. . Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO): <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/sistemas-productivos/milpa>

Marquina, Julio, Francisco Camacho-Ferre, y Luis Miguel Torres-Vila. *Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos. Prácticas culturales para una agricultura sostenible*, 2010.

Matienzo Brito, Y., Alfonso-Simonett, J., Vázquez Moreno, L., De la Masa Arias, R., Matamoros Torres, M., Díaz Finalé, Y., . . . Porras González, A. (1 de enero-abril de 2015). *Diversidad de grupos funcionales de la fauna edáfica y su relación con el diseño y manejo de tres sistemas de cultivos*. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209146971005.pdf>

Méndez, R. M. (2015). *LA MILPA MAYA YUCATECA EN EL SIGLO XVI: EVIDENCIAS ETNOHISTÓRICAS Y CONJETURAS*. México.

Mijangos-Cortés, J. O., Sima-Góm, J. L., & Ku-Pech, E. M. (12 de septiembre de 2019). *Revalorizando a la milpa maya en Yucatán: Incremento de la capacidad productiva*. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2019/2019-09-12-Mijangos-Sima-Ku-Pech-Revalorizando-a-la-Milpa-Maya.pdf

Quijano, A. (julio de 2000). *Colonialidad del poder, eurocentrismo*. <https://www.uv.mx/jose-marti/files/2018/08/Anibal-Quijano-Colonialidad-del-poder.pdf>

Tamayo Ortiz, C., & Alegre Orihuela, J. (enero-junio de 2022). *Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable*.

http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-88502022000100002#redalyc_653869372002_ref52

Toledo, V., Barrera, N., García, E., & Alarcón, P. (mayo de 2008). *Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México)*.
https://www.researchgate.net/publication/286939832_Multiple_use_and_biodiversity_within_the_Mayan_communities_of_Yucatan_Mexico