

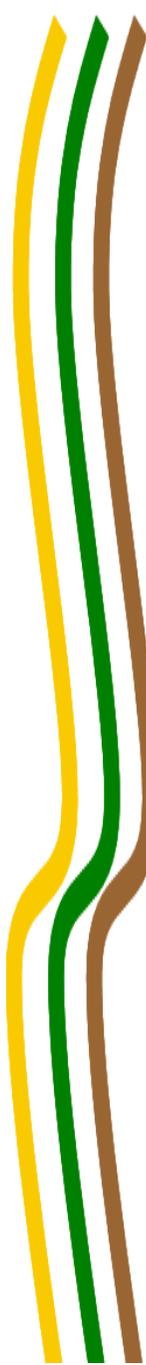


*“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis



**Manejo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)
y sus efectos sobre variables agroecológicas y
contaminación microbiana, Masaya, 2019**

Autor

Ing. Harold Iván Argüello Chávez

Asesor

Dr. Arnulfo Monzón Centeno

**Managua, Nicaragua
Noviembre, 2020**



*“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Manejo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)
y sus efectos sobre variables agroecológicas y
contaminación microbiana, Masaya, 2019**

Autor

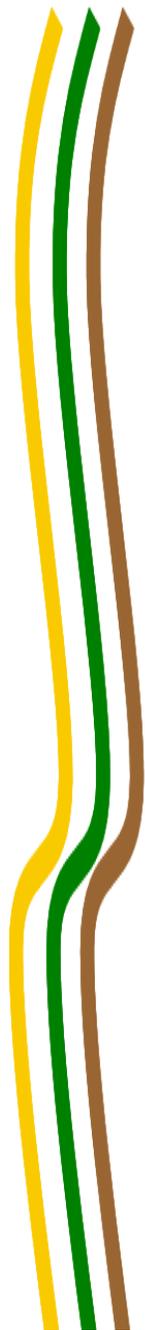
Ing. Harold Iván Argüello Chávez

Asesor

Dr. Arnulfo Monzón Centeno

Tesis para optar al Título de Maestría
Profesionalizante en Gestión de Medidas Sanitarias y
Fitosanitarias

**Managua, Nicaragua
Noviembre, 2020**



Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito parcial para optar al título profesional de:

Maestría Profesionalizante en Gestión de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias

Miembros del Tribunal Examinador

Dr. Edgardo Jiménez

Presidente

MSc. Isaías Sánchez

Secretario

MSc. Ivania Zeledón Castro

Vocal

Lugar y Fecha: Managua, Nicaragua, 27 de Noviembre del 2020

DEDICATORIA

A Zoila Elisa y Harlim Beatriz.....

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida.

A la Facultad de Agronomía y al Departamento de Protección Agrícola y Forestal de la Universidad Nacional Agraria por su apoyo en la realización de este trabajo.

Al Dr. Arnulfo Monzón por su apoyo y aportes importantes a la investigación.

Al MSc. Lic. Isaías Sánchez por su colaboración en los análisis microbiológicos.

A Walter Ramírez por su colaboración en la etapa de campo.

Muy agradecido.

SECCIÓN	INDICE DE CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA		i
AGRADECIMIENTO		ii
INDICE DE CONTENIDO		iii
INDICE DE CUADROS		v
INDICE DE FIGURAS		vi
INDICE DE ANEXOS		vii
RESUMEN		viii
ABSTRACT		ix
I. INTRODUCCIÓN		1
II. OBJETIVOS		4
2.1 Objetivo general		4
2.2 Objetivos específicos		4
III. MARCO DE REFERENCIA		5
3.1 Conceptos de manejo		5
3.2 Riesgos a la inocuidad en la producción de pepino		6
3.3 Plagas y enfermedades del cultivo del pepino		6
3.4 Alternativas de manejo del cultivo de pepino		9
3.5 Descomposición de la materia orgánica		10
3.6 Los polinizadores en el pepino		12
3.7 Contaminación microbiana en la fruta de pepino		12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS		14
4.1 Ubicación del estudio		14
4.2 Diseño metodológico		14
4.3 Muestreo de plagas insectiles, benéficos y enfermedades fungosas		15
4.4 Muestreo de descomposición de materia orgánica		16
4.5 Muestreo de polinizadores		17
4.6 Muestreo para contaminación microbiana de fruta		18
4.7 Variables a evaluar		18
4.9 Análisis de datos		19

V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1	Incidencia de plagas insectiles, artrópodos benéficos y enfermedades fungosas	20
5.2	Descomposición de materia orgánica	24
5.3	Fluctuación poblacional de polinizadores	26
5.4	Contaminación microbiana	29
VI.	CONCLUSIONES	31
VII.	RECOMENDACIONES	44
VIII.	LITERATURA CITADA	44
VIII.	ANEXOS	55

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Descripción de los tratamientos	15
2	Tasas de descomposición de materia orgánica	25
3	Índices de diversidad en el cultivo de pepino	27
4	Resultados de análisis microbiológico de frutas de pepino	29

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Fluctuación poblacional de <i>A. gossypii</i> por tratamiento en el cultivo de Pepino, El Plantel, 2019	20
2	Fluctuación poblacional de insectos plagas. A) <i>B. tabaci</i> , B) <i>F. occidentalis</i> , C) <i>D. hyalinata</i> y D) <i>D. nitidalis</i> por tratamiento en el cultivo de pepino en la Finca El Plantel, 2019	21
3	Población total de insectos: (A) plagas, (B) artrópodos benéficos en el cultivo de Pepino, El Plantel, 2019	22
4	Incidencia de enfermedades fungosas por fecha por tratamiento en el cultivo de Pepino. A). <i>Pseudoperonospora cubensis</i> ; B). <i>Botrytis</i> sp.	23
5	Porcentajes de pérdida de peso de hojarasca de <i>C. dentata</i> en el tiempo por tratamiento, Finca El Plantel, 2019	24
6	Peso total (g) de hojarasca de <i>C. dentata</i> perdido para cada tratamiento	25
7	Fluctuación poblacional de insectos polinizadores capturados en trampas Moericke por tratamiento en el cultivo de pepino, El Plantel, 2019	26
8	Total de insectos polinizadores capturados en trampas Moericke por tratamiento en el cultivo de pepino, El Plantel, 2019	27
9	Ordenes de insectos capturados en el cultivo de pepino.	28

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Descripción de los tratamientos	56
2	Plano de campo	59
3	ANDEVA de medidas repetidas en el tiempo de pérdida de peso de hojarasca	60
4	Comparación de medias (Tukey) de peso de hojarasca por tratamiento, El Plantel	60
5	Prueba de Friedman y contraste de rangos con mínima diferencia significativa para tasas de descomposición de materia orgánica	60
6	Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para colonia de <i>A. gossypii</i> por tratamiento	61
7	Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para adultos de <i>B. tabaci</i> por tratamiento	61
8	Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para adultos de <i>F. occidentalis</i> por tratamiento	62
9	Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para <i>P. cubensis</i>	62
10	Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para <i>Botrytis</i> por tratamiento	64
11	Dinámica poblacional de artrópodos benéficos por tratamiento en el cultivo de pepino: a) <i>Polybia</i> , b) <i>Colonus</i> , c) <i>Crysopa</i> y c) <i>Cycloneda</i>	66
12	Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para <i>Polybia</i> por tratamiento	66
13	Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para <i>Crysopa</i> por tratamiento	67

RESUMEN

La producción de pepinos (*Cucumis sativus* L.) en el país está a cargo principalmente de pequeños agricultores. El manejo inadecuado del cultivo puede tener impactos ambientales negativos, deteriorando la calidad de los agroecosistemas y la inocuidad. El uso continuo de fertilizantes sintéticos y plaguicidas residuales en la producción de pepinos puede tener efecto negativo en la diversidad biológica del suelo y poblaciones de polinizadores importantes para la calidad de cosecha. Con el propósito de evaluar el efecto del manejo del cultivo sobre variables agroecológicas y la contaminación microbiana del pepino, se realizó este estudio entre los meses de enero y mayo del 2019, con tres tratamientos en el centro experimental El Plantel a campo abierto. Los tratamientos evaluados fueron manejo con buenas prácticas agrícolas (BPA), manejo orgánico y manejo convencional. Las variables evaluadas fueron descomposición de materia orgánica (Tigüilote, litterbags), incidencia de plagas, benéficos y enfermedades fungosas (muestreo directo), polinizadores (trampas Moericke) y contaminación microbiana en la fruta (indicadores de coliformes y *Salmonella* sp./unidades formadoras de colonias). Los resultados indican que el tratamiento convencional presenta las medias más bajas para las poblaciones de plagas importantes en el cultivo. El mayor número de polinizadores se presentó en el tratamiento convencional. El tratamiento BPA presenta la menor cantidad de UFC. El índice de diversidad y tasas de descomposición de materia orgánica fueron mayores para el tratamiento orgánico. En conclusión, esta investigación encontró que la descomposición de la materia orgánica medida en el tiempo está influenciada por el tipo de manejo del cultivo de pepino; los tratamientos evaluados consiguen efecto sobre la incidencia de algunas plagas y enfermedades observadas. Además, el tipo de manejo del cultivo tiene efecto sobre la diversidad asociado a los polinizadores; inclusive, se encontró que el tipo de mercado influye sobre la contaminación microbiana en la fruta de pepino.

Palabras claves: Orgánico, Buenas Prácticas Agrícolas, Convencional, Agroecosistema, Contaminación microbiana.

ABSTRACT

The production of cucumbers (*Cucumis sativus* L.) in Nicaragua is carried out mainly by small farmers using conventional management methods. Improper crop management, particularly the misuse of synthetic pesticides and fertilizers can have severe negative impacts on the ecosystems and public health. Effects on pollinators, pests, natural enemies and other agroecological effects such as soil biodiversity can also be observed. The purpose of this research was to evaluate the effect of crop management on the agroecology and microbial contamination of cucumber; the study was carried out from January to May 2019. Three crop managements systems, Good Agricultural Practices, Organic Management and Conventional Management were evaluated at the El Plantel Experimental Center in the open field production system. The variables evaluated were decomposition of organic matter, incidence of pests, fungal diseases, biodiversity of pollinators and microbiological contamination in fruits. For comparison purposes, cucumber fruits were obtained from markets and evaluated for microbial contamination. Organic matter decomposition was measured by litterbags method, pests and fungal diseases were evaluated by visual sampling, Moericke-type traps were used for pollinators and microbial contamination by *Salmonella* and coliforms was measured by indirect counting in petri dishes. The results showed that the lowest pest populations and the largest number of pollinators occurred in conventional management; the lowest microbial contamination evaluated as colonies forming units was observed in good agricultural practices management. The rate of diversity and organic matter decomposition rates were higher for organic treatment. In conclusion, this research found that the breakdown of organic matter measured over time is influenced by the type of management of the cucumber crop; the treatments evaluated influence the incidence of some pests and diseases. In addition, the type of crop management influences the diversity associated with pollinators. Microbial contamination in fruits obtained from markets was as high as such observed in organic management.

Keywords: Organic, Good Agricultural Practice, Conventional, Agroecosystem, Microbial contamination.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) ha ocupado un espacio muy importante dentro de los huertos de las familias agricultores, esto se debe a la demanda constante por parte de la población, representando una alternativa de producción para el agricultor nicaragüense, principalmente para mercado interno. En Nicaragua el cultivo del pepino ha formado parte de los huertos de los agricultores desde hace muchos años, constituyéndose como parte de la dieta de las familias. Alrededor de 30 mil productores se dedican a la actividad hortofrutícola, con un área de 42,813 manzanas, establecidas en pequeñas explotaciones, cuyo destino es principalmente al mercado interno (Morán y Valle, 2012).

El pepino es un vegetal de consumo común y se encuentra disponible en los mercados todo el año (Ibarra, 2011). El pepino es un rubro relativamente con menor costo de inversión, su ciclo productivo es corto y la productividad de los cultivares es atractiva. Las áreas de siembra de mayor tamaño se ubican en los departamentos de Jinotega, Matagalpa y Estelí, en donde se cultivan al año entre 320 a 400 ha aproximadamente (Elizabeth, 2015).

La producción de pepinos en el país está a cargo principalmente de pequeños agricultores, quienes han tenido más experiencia con el manejo convencional del cultivo, el cual se caracteriza por preparación mecánica del suelo, riego por goteo, manejo de malezas con herbicidas y uso de plástico mulch; fertilización y manejo fitosanitario químico calendarizado, y en algunos casos en producción escalonada con siembras en todo el año (Blandón, Blandón, y Fernández, 2014). Aunque la producción de pepino ha sido mayoritariamente convencional, algunos de estos pequeños agricultores han tenido experiencias con el manejo orgánico y manejo con buenas prácticas agrícolas (BPA). Estas experiencias de manejo han sido promovidas principalmente por la demanda de los supermercados. En cuanto al manejo orgánico se ha caracterizado por el uso de labranza mínima del suelo, manejo mecánico de maleza, fertilización orgánica a base de lombrí humus o compost o bocashi y manejo fitosanitario a base de plantas o caldos (Morán y Valle, 2012). El manejo con BPA además de incluir algunas prácticas usadas en manejo convencional promueve labores que inciden en el aseguramiento de la inocuidad, usando productos fitosanitarios específicos y con base a muestreos; limpieza de agua, de trabajadores de campo, de producto

cosechado, de equipos de transporte y acopio, registro de actividades de limpieza y manejo, entre otras [Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA), 2014.]

El manejo inadecuado del cultivo puede tener impactos agroecológicos y ambientales negativos, deteriorando así la calidad de los agroecosistemas. De acuerdo con lo reportado por Vargas, Alvarez, Guigón, Cano y García (2019), al analizar el impacto del manejo convencional del cultivo de cucúrbitas en varias localidades de México, se encontró que algunos fungicidas a diferencia de insecticidas generan más impacto negativo en el ambiente dado que la frecuencia de uso es hasta dos veces mayor. Martins Barbosa (2018), afirma que el manejo tradicional del cultivo de Cucúrbitas tiene un mayor impacto en los polinizadores, disminuyendo la diversidad de abejas, debido al uso excesivo de plaguicidas, siendo urgente promover otro tipo de alternativas de manejo para garantizar la continuidad de estos cultivos.

La producción de pepinos hacia mercados preferenciales como supermercados, aunque representa una mejor oportunidad de negocio, dado que la variabilidad de precios disminuye, no deja de ser un reto para los pequeños agricultores, porque deben de garantizar, además de suministro de productos ininterrumpidamente, que la calidad e inocuidad del producto no disminuya con el tiempo. Esto exige que las fincas productoras de pepino fresco establezcan áreas de producción escalonadamente y un sistema de gestión de la inocuidad. El manejo del cultivo de pepino experimenta mayor actualización tecnológica en la producción bajo ambientes protegidos; aunque las áreas productivas con invernaderos o casas mallas son relativamente reducidas, se utilizan programas de nutrición específicos a base de fuentes solubles, con sustratos especiales, productos fitosanitarios específicos e híbridos partenocárpicos (Cajina y Velásquez, 2016; Cruz y Centeno, 2017).

El manejo de la calidad de agua, uso abonos orgánicos foliares y edáficos no tratados, cosecha de frutas contaminadas, ingredientes activos con efectos en población de polinizadores, suelos con mayor cantidad de patógenos y menor cantidad de materia orgánica (Motzke, Tschardtke, Wanger y Klein, 2015), entre otros son aspectos que al presentar deficiencias en su manejo (Duarte y Escalante, 2013), aumentan el riesgo de ofrecer productos potencialmente peligrosos para los consumidores y menor sostenibilidad productiva en el corto y largo plazo.

Dado que el pepino es un producto de consumo fresco, los aspectos relacionados a la calidad e inocuidad son de gran importancia. La inocuidad de este cultivo está determinada principalmente por el manejo que se da al cultivo en su etapa de producción primaria [Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN), 1998.]

Esta investigación tiene el propósito de analizar los efectos a corto plazo del manejo del cultivo de pepino sobre el agroecosistema o ambiente y la contaminación microbiana en condiciones de la finca El Plantel, Masaya.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del manejo del cultivo sobre variables agroecológicas y la contaminación microbiana del cultivo de pepino establecido en condiciones de campo abierto en el Plantel.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de tres tipos de manejo del cultivo de pepino sobre variables agroecológicas como incidencia de plagas y enfermedades fungosas del cultivo, descomposición de materia orgánica en el suelo e insectos polinizadores.
- Determinar el grado de contaminación microbiana de la fruta de pepino cultivado con tres tipos de manejo, con respecto a la contaminación en frutas colectadas en tres mercados de Managua.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Conceptos de manejo

El concepto de manejo convencional:

Es un sistema de producción agropecuario basado en el alto consumo de insumos externos al sistema productivo natural, como energía fósil, abonos químicos sintéticos y pesticidas. La agricultura convencional no toma en cuenta el medio ambiente, sus ciclos naturales, ni el uso racional y sostenible de los recursos naturales [Enciclopedia colaborativa de la red cubana, (EcuRed), 2016, pág. s/n.]

El manejo orgánico:

Es un sistema de cultivo de una explotación agrícola autónoma basada en la utilización óptima de los recursos naturales, sin emplear productos químicos sintéticos u organismos genéticamente modificados (OGM), ni para abono ni para combatir las plagas, ni para cultivos, logrando de esta forma obtener alimentos orgánicos a la vez que se conserva la fertilidad de la tierra y se respeta el medio ambiente, todo ello de manera sostenible, equilibrada y mantenible (EcuRed , 2016, pág. s/n).

En un sentido más amplio, el manejo orgánico:

Es un sistema holístico de producción que promueve y mejora la salud del agroecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos y la actividad biológica del suelo, prefiriendo el uso de prácticas de manejo dentro de la finca al uso de insumos externos a la finca, tomando en cuenta que condiciones regionales requieren de sistemas adaptados a las condiciones locales (Codex Alimentarius, 1999, pág. s/n).

Las buenas prácticas agrícolas (BPA) son:

Un conjunto de normas, principios y recomendaciones técnicas aplicadas a las diversas etapas de la producción agrícola, que incorporan el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y el Manejo Integrado del Cultivo (MIC), cuyo objetivo es ofrecer un producto de elevada calidad e inocuidad con un mínimo impacto ambiental, con bienestar y seguridad para el consumidor y

los trabajadores y que permita proporcionar un marco de agricultura sustentable, documentado y evaluable [Food and Agriculture Organization (FAO), 2015, pág. s/n.]

3.2 Riesgos a la inocuidad en la producción de pepino.

Los riesgos de contaminación en la producción de pepino están asociados a las características del manejo del cultivo. El cultivo de pepino es de ciclo corto (80 a 120 días), esto exige que su crecimiento e incidencia de plagas y enfermedades sea observado constantemente. Las decisiones de manejo por lo tanto deben ser constantes, después de la formación de hojas verdaderas y del inicio de la generación de guías, el crecimiento de las plantas es continuo.

Las labores de campo como el tutorado y amarre deben realizarse al menos una vez por semana hasta la cosecha; las aplicaciones tanto de fertilizantes foliares y de productos fitosanitarios que se aplican dos hasta tres veces por semana; la cosecha temprana de frutas que inicia a partir de la quinta o sexta semana después del trasplante, la manipulación de frutas, hojas, tallos y flores producto del muestreo constante de plagas y enfermedades, el uso de fertilizantes orgánicos a base de estiércol aplicado al suelo y al follaje en diferentes momentos al cultivo; esto expone el cultivo a mayor manipulación de los trabajadores y por ello aumenta significativamente el riesgo de contaminación al producto (CFSAN, 1998).

3.3 Plagas y enfermedades del cultivo del pepino

El cultivo de pepino es atacado por diversos problemas fitosanitarios, entre los que sobresalen las plagas artrópodos y los patógenos. Las plagas artrópodos más importantes son *Bemisia tabaci* Gennadius, 1889; *Aphis gossypii* Glover, 1877; *Diaphania hyalinata* Linnaeus, 1767; *D. nitidalis* Stoll, 1781 y *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895. Los patógenos de suelo importantes son *Rhizoctonia solani* Kühn 1858, *Pythium* Van Der Plaats-Niterink, 1981, *Fusarium* Link Ex Grey, 1821 y *Sclerotium rolfsii* Sacc; los hongos de follaje *Pseudoperonospora cubensis* (Berkeley y MA Curtis) Rostovzev, *Alternaria cucumerina* (Ellis y Everh). J.A. Elliott, (1917) y *Botrytis* Pers.; bacterias *Pseudomonas* Van Hall, 1914 y Nematodo como *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood (Argüello, Lastres y Rueda, 2007).

De acuerdo con Caballero (1994), *Bemisia tabaci* Gennadius en la región centroamericana existen al menos 20 especies de moscas asociadas a 14 géneros diferentes. Las más importantes son el

género *Bemisia* Gennadius y *Trialeurodes* Westwood. Existen al menos dos tipos de *B. tabaci* identificadas en Nicaragua (Caballero, 1994), pero la especie más importante es *B. tabaci* por la transmisión de virus en chiltoma y tomate. En pepino uno de los daños por este vector es la disminución de la capacidad fotosintética de las hojas, debido a que el insecto se alimenta intensivamente de la savia de la planta, su excremento es alto en azúcar, al depositarlo sobre la superficie de la hoja, crece fumagina que es un hongo que afecta la recepción de luz en las hojas. *B. tabaci* Gennadius también es importante como vector de virus, principalmente de los Geminivirus; los Crinivirus al género *Trialeurodes* Westwood, 1856 (Argüello y Lastres, 2012).

A. gossypii Glover se alimentan de la savia elaborada de las plantas y también facilitan crecimiento de fumagina. El mayor daño que pueden producir *A. gossypii* Glover es debido a su comportamiento como vector de Potyvirus de manera semi persistente (virus del mosaico del pepino “*Cucumber mosaic virus* CMV”). Por lo general, esta plaga tiene muchos enemigos naturales que mantienen baja la población (Aguilar y Bogantes, 1991).

F. occidentalis Pergande es un insecto cuyo manejo debe estar enmarcado en una estrategia integrada, combinando diferentes métodos de control (Bustillo, 2009). Se debe acudir a prácticas culturales como la colocación de bandas de plástico azules con adhesivos, para realizar un seguimiento de las poblaciones de adultos (Carrizo, 1998), y diversificación de los cultivos con plantas que puedan servir de refugio a la fauna benéfica. El uso de insecticidas piretroides presenta dificultades en el control de *F. occidentalis* Pergande debido a su comportamiento y al modo de acción de contacto de estos ingredientes activos, ya que las ninfas se encuentran refugiadas en el follaje, y el adulto tiene una gran movilidad (López da Silva et al. 2003); esta situación se complica más por su rápida capacidad de adquirir resistencia a este tipo de ingredientes activos (Argüello, Lastres y Rueda, 2007).

Gusanos de las cucúrbitas *D. hyalinata* Linnaeus y *D. nitidalis* Stoll, son el complejo de plaga que más afectan en la sanidad de las hojas, las guías, flores y frutos; son considerados la plaga insectil más dañina, debido a su hábito alimenticio. Las larvas de *D. hyalinata* Linnaeus. se alimentan principalmente de las hojas, causando defoliación, pero puede atacar muy levemente yemas, brotes, flores, tallos y frutos. Es una plaga importante, que afecta directamente a las frutas y en algunos casos se afecta guías (Jiménez y Rodríguez, 2014; Argüello, Lastres y Rueda, 2007). *D. nitidalis* Stoll sus las larvas jóvenes emigran hasta las puntas de crecimiento de las plantas y cuando la

planta madura, hasta las flores y frutos. Las larvas mayores taladran las frutas a menudo entran a través de la cicatriz de abscisión de las flores que está cerca del suelo. La presencia de larvas en frutas se reconoce por un agujero o varios que exudan un excremento color naranja. Las larvas cuando minan fuertemente las frutas provocan su caída, pudrición y pérdida de valor en el mercado (Jiménez y Rodríguez, 2014). Otras plagas artrópodas que afectan al cultivo de pepino y que pueden llegar a ser de importancia tanto por el daño que causan y el manejo son *Melittia cucurbitae* Harris 1828 y *Liriomyza sativae* Blanchard. (King y Saunders, 1984; Zitter et al, 2004).

Los principales hongos que afectan las raíces del cultivo de pepino son *Pythium* Van Der Plaats-Niterink, 1981, *Rhizoctonia solani* Kühn 1858 y *Fusarium* Link Ex Grey, 1821; los que afectan las hojas son *Pseudoperonospora cubensis* (Berkeley y MA Curtis) Rostovzev y *Podosphaera fuliginea* (Schltdl.) U. Braun & S. Takam., (2000) (antes *Sphaerotheca fuliginea*) y en menor intensidad afectando flores y frutas por *Botrytis cinerea* Pers. (Elad, 1988; Segarra, Casanova, Borrero, Avilés y Trillas, 2007).

Mal del Talluelo (*Pythium* sp y *Rhizoctonia* sp.) es una enfermedad que daña las raíces de las plantas recién trasplantadas o emergidas, principalmente cuando las condiciones de humedad del suelo son altas debido a encharcamientos, mal drenaje, compactación y exceso de riego. Aunque la progresión de la enfermedad depende de la cantidad de inóculo inicial del hongo (mono cíclico), las plántulas que sobreviven a la primera etapa de ataque del cultivo, si no son protegidas pueden sufrir una muerte lenta posteriormente (Argüello, Lastres y Rueda, 2007).

Fusarium sp. causa marchitamiento en las plantas afectándoles las raíces de una forma agresiva, también puede presentarse atacando fruta formando cicatrices cafesosas que revientan dejando surcos o ranuras en la cáscara de la fruta y que mantienen moho de color rosado, pudiendo ser una causa importante de rechazo de fruta para mercado (Argüello, Lastres y Rueda, 2007).

Mildiú veloso (*P. cubensis*) es una enfermedad fungosa que afecta las hojas del pepino y puede aparecer en cualquier etapa del cultivo. El mecanismo de infección del patógeno es sistémico y no local; y requiere sólo de la humedad del rocío para iniciar la infección y tiene comportamiento policíclico, es decir en cualquier etapa de su fenología puede causar daños, por esta razón es que *P. cubensis* provoca daños importantes al cultivo de pepino. Mildiú polvoso o *Podosphaera* sp. es una enfermedad fungosa agresiva, que en una variedad de pepino susceptible es capaz de dañar

todas las hojas de una planta en un periodo de 7 días [Diversificación Económica Rural de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID RED), 2007]

Los tipos de manejo de plagas artrópodas y patógenas que predominan en la actualidad son el manejo convencional, manejo integrado de plagas (MIP), manejo orgánico y manejo ecológico (Vásquez y Pérez, 2001; Casanova et al, 2001). El manejo convencional del cultivo ha resultado efectivo para reducir los problemas de plagas (Jiménez, 2009), a pesar de que se argumenta que provoca daño a los consumidores y al ambiente (Mena y Couoh, 2015). Uno de los efectos colaterales del manejo convencional de plagas, en el que se usan plaguicidas sintéticos principalmente, es la destrucción de los organismos del suelo, así como la alteración de las propiedades de éste. Una cualidad muy importante del suelo sano y que puede ser afectada por los agroquímicos es la descomposición de la materia orgánica y la subsecuente mineralización acelerada de los nutrientes afectando a largo plazo la fertilidad de este (Guadarrama, Mejia, y Ramírez, 2018). Por lo anterior, desde hace algunos años se trabaja en la búsqueda de nuevas alternativas de manejo químico de plagas, entre los que sobresale el uso de bioplaguicidas microbianos.

3.4 Alternativas de manejo del cultivo de pepino

El uso de bioplaguicidas o el control microbiano para Damalaspis y Eleftherohorinos (2011), es uno de los métodos alternativos de manejo de plagas que tienen menos impacto en fuentes subterráneas y superficiales de aguas, degradación química de los suelos de labranza, pérdida de integridad física de las partículas del suelo, supresión de poblaciones de organismos benéficos y poblaciones resistentes.

Entre los plaguicidas microbianos sobresalen aquellos elaborados a base de hongos, principalmente del orden Hipocreales, tales como: *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* antes *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae* (Monzón, 2001; Motta y Murcia, 2011).

B. bassiana (Bals y Vuils), es quizás el hongo entomopatógeno más estudiado a nivel mundial (Castillo et al, 1995). Se ha evaluado contra más especies de insectos que otros hongos, se conocen cerca de 500 hospederos para este hongo (Alves, 1986). También se ha evaluado contra huevos y ninfas de *Bemisia tabaci* donde ha mostrado diferentes grados de patogenicidad; por ejemplo,

Estrada y Pavón (2012) reportan que ocasiona bajo porcentaje de mortalidad en huevos; en algunos estudios se ha encontrado porcentaje de mortalidad de hasta el 96.5% en ninfas (Espinel et al, 2008).

B. bassiana coloniza el insecto penetrando sus hifas por entre los pliegues de los terguitos y tejido conector de segmentos del abdomen y extremidades. El hongo para infestar un insecto necesita tener contacto con la superficie de éste, así es que el modo de acción es de contacto. Una vez penetrada las hifas afectan los órganos internos llevándolo a una muerte lenta pero segura (Pucheta, Flores, Rodriguez y de la Torre, 2006).

Metarhizium anisopliae (Metchnikoff) Sorokin, produce micelio de color blanco a amarillo sobre todas las partes del cuerpo del hospedero, produciendo posteriormente una capa de conidias de color verde gris (Méndez, 1997). Se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, siendo aislado fácilmente del suelo donde puede sobrevivir por períodos prolongados, también ha sido aislado de una gran variedad de insectos, siendo utilizado en programas de control de plagas a nivel mundial. Ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversos órdenes. Algunas plagas que son afectadas por este hongo son la salivita de la caña de azúcar (*Aeneolamia varia*) y chinches plagas de diversos cultivos. Los insectos muertos por este hongo son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente tiene color blanco, pero se torna verde cuando el hongo esporula (Monzón, 2001).

3.5 Descomposición de la materia orgánica

La materia orgánica presente en los suelos agrícolas y en general, son el resultado de años de procesos de descomposición activa de la masa vegetal en la que se combinan partes aéreas y raíces de vegetales, orina, heces y restos de animales, todo junto sintetizado y descompuesto por las plantas y población microbiana (Marqués, 2013). La disponibilidad de materia orgánica en suelos agrícolas tiene efectos positivos en diferentes aspectos, entre mayor es la cantidad de materia orgánica mejor es la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), mejora la estabilidad de acidez (pH de 6,8 a 7.0), aumenta la retención de humedad, facilita la movilidad de las raíces de los cultivos, mejora la aireación, el contenido y la disponibilidad de nutrientes (Benzing, 2001).

La descomposición de la hojarasca y/o residuos vegetales a corto y mediano plazo, implica una acción directa por los organismos detritívoros aumentando el área de suelo cubierta por materia orgánica en descomposición. Posteriormente los microorganismos aprovechan para convertir ese sustrato en una capa de residuos vegetales más fina, lo cual facilita la descomposición química incorporándose finalmente al medio suelo (Marqués, 2013). A nivel agronómico, existe un gran interés en conocer con anticipación la velocidad de descomposición de la materia orgánica de un suelo determinado. Este indicador ofrece información directa e indirecta sobre el potencial de la calidad de este.

La relación entre: textura, humedad, cantidad de microorganismos y acidez presente en el suelo favorece directamente la dinámica del tiempo en que la materia orgánica llega a ser descompuesta. La tasa de descomposición de la materia orgánica en el tiempo está en función del volumen de materia orgánica depositada en el suelo. Entre mayor sea el tiempo de requerido para la descomposición menor será la tasa, y viceversa. El cálculo de la tasa de descomposición de la materia orgánica se realiza midiendo la diferencia de los pesos de la hojarasca con relación al tiempo.

Para monitorear la descomposición de la materia orgánica en los suelos, se ha utilizado la técnica llamada “litterbags” o bolsas de hojarasca (Graça, Bärlocher y Gessner, 2005), la cual consiste en colocar una cantidad de hojas con peso inicial en una bolsa plástica en forma de malla con calado de hasta 0,5 mm de tamaño, enterrarla en la zona de estudio y definiendo períodos estándares para desenterrar, tomando como referencia de estudio y análisis los pesos remanentes de cada par de muestras desenterradas o lo que se conoce como medición de pérdida de peso de hojarasca.

Se han usado modelos matemáticos complejos para describir y proyectar la descomposición de la materia orgánica usando diferentes tipos de materiales vegetales y en diferentes ambientes. Se ha estimado la tasa de descomposición de la materia orgánica en ríos y en suelos (Rebella, 2013; Villavicencio, 2012; Lozano, 2007; Bärlocher, 2005).

Otro impacto agroecológico asociado al manejo convencional, particularmente al uso de plaguicidas, es la destrucción progresiva de poblaciones de polinizadores; el cambio de uso del suelo, que acompaña el manejo convencional en el cultivo de café, muestra una disminución importante comparativamente, de la población de polinizadores viéndose más afectadas las zonas

registradas con manejo intensivo del suelo (Mérida, 2010). Entre los principales insectos polinizadores están los órdenes Hymenóptera, Díptera, Lepidóptera y Coleóptera (Sociedad Española de Entomología, 2012).

3.6 Los polinizadores en el pepino

El cultivo de pepino presenta una característica particular en cuanto a la formación y fecundación de flores que es común en las plantas de la familia Cucurbitácea. Las flores del pepino no son flores que se puedan auto fecundar, son flores monoicas es decir que presentan un solo género, no obstante, tanto las flores femeninas y las masculinas están insertas en la misma guía de crecimiento. Las flores femeninas suelen aparecer después de las flores masculinas y pasan abiertas un período de tiempo corto. Las flores femeninas requieren de al menos cinco visitas de polinizadores para ser efectivamente fecundadas; poca carga de polen en flores fecundadas causa frutas deformes afectando así su calidad comercial (Reche, 1995).

Para las variedades de pepino cuyos frutos no son partenocárpicos, el cuidado de la población de polinizadores es necesario para conseguir frutas de primera calidad. La buena polinización asegura que la cantidad de semillas dentro de la fruta con crecimiento normal sea suficiente. El número de semillas dentro del fruto depende de la carga de polen que reciba la flor femenina durante el proceso de polinización. En las variedades partenocárpicas el fruto comienza a crecer sin que la polinización sea efectiva dado que las frutas no presentan semillas (USAID RED, 2007).

Además del impacto agroecológico del uso de plaguicidas, estos afectan severamente la inocuidad de los productos agrícolas. Así mismo el manejo del cultivo puede incidir directamente en la contaminación microbiana de los productos agrícolas, principalmente de los vegetales de consumo fresco (Del puerto, Suárez, y Palacio, 2014; Garcicuño, 2011; Mogollón, Vera, y Martínez, 2015; Puig et al, 2013; Arias y Antillón, 2000; Rivera, Rodríguez, y López, 2009).

3.7 Contaminación microbiana en la fruta de pepino

El pepino se consume en ensaladas frescas, como ingrediente en preparados con pan y carnes, en menor frecuencia se consume en forma de jugos mezclado con otros vegetales y en conservas ya sea en encurtidos o en salmuera. En general, el consumo de pepino es principalmente fresco. Esto lo hace un vegetal de alto riesgo para la salud de los consumidores, por lo que presencia de

coliformes en la fruta provocaría eventualmente daños al organismo (Monge, Chinchilla y Reyes, 1996).

De acuerdo con Duarte y Escalante (2013), el pepino puede ser contaminado por bacterias o coliformes y protozoarios como *Cryptosporidium* sp (Monge, Chinchilla y Reyes, 1996; Rahman, Talukder, Hossain, Mahomud y Islam, 2014). Las bacterias del grupo Coliformes se caracterizan por ser gram negativo, no esporógenas, aerobias o anaerobias facultativas y fermentan lactosa de 44.5 °C a 45.5 °C en 48 horas. Este grupo está integrado por *Escherichia* sp., *Citrobacter* sp., *Klebsiella* sp. y *Enterobacter* sp. Las bacterias de este grupo, en su mayoría no están asociadas al intestino de humanos y animales homeotermos, y se les denomina coliformes totales, a excepción de *Escherichia coli* que representa a los coliformes fecales o coliformes termoresistentes (Madigan, Martinku y Parker, 1997).

Las vías de contaminación de coliformes a la fruta del pepino, en general depende de las condiciones de las áreas de cultivo. Estas pueden ser por contacto de la fruta con el suelo, deposiciones de pájaros en la fruta, manipulación durante las actividades de tutorio, corte, o manejo en general, aunque la vía de mayor relevancia es por el agua de riego, de fumigación o lavado de la fruta (CFSAN, 1998).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El trabajo se realizó en la unidad experimental El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 30, carretera Tipitapa-Masaya en la comunidad Los Zambrano, Masaya, con coordenadas geográficas a 12° 06' 24'' y 12° 07' 30'' latitud norte y 86° 04' 46'' y 86° 05' 87'' longitud oeste (Hernández, 2016,) posee una superficie de 270 mz, se encuentra a una altura de 96 m.s.n.m. y a 42 km de distancia de la capital Managua, presentando un clima que se caracteriza por ser tropical de sabana, con temperaturas promedios de 28.34° C y con precipitaciones pluviales anuales que oscilan entre los 1200 y 1400 mm anuales, vientos con velocidades promedios de 2 ms y humedad relativa promedio de 70% [Instituto Nicaragüense de Estudios territoriales (INETER), 2015.]. Los suelos de la finca El Plantel están caracterizados por pendientes leves menores de 15 %, las texturas varían de franco arenosas a arcillosos de origen volcánico. En general los suelos son profundos y bien drenados, con una fertilidad aceptable (López y González, 2011).

4.2 Diseño metodológico

Se estableció ensayo con diseño experimental no estructurado, que consistió en tres parcelas separadas a 80 m equidistantes, cada parcela fue de 500m² (25 m x 20 m) con una dimensión total de 1500 m². En cada parcela se seleccionaron al azar estaciones de muestreo para monitoreo de las variables en estudio. La variedad utilizada en el estudio fue Tropicano, se utilizó un método de siembra de trasplante y se hizo a los 16 días después de establecidas las bandejas de 128 pilones. Las plantas se establecieron a 1.5 m entre surco y 0.4 m entre planta. Cada parcela consistió en 15 surcos de 18 metros de longitud, para un total de 45 plantas por surco, 675 plantas por tratamiento, con población total de 2,025 plantas.

Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron tres manejos: buenas prácticas agrícolas (BPA), orgánico y convencional, cada uno con diferentes actividades de manejo (Cuadro 1 y Anexo 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Labores	Tratamientos		
	BPA (T1)	Orgánico (T2)	Convencional (T3)
Preparación de suelo	Mecanizada	Mecanizada	Mecanizada
Desinfección de suelo	Orgánico	Orgánico	Químico
Fertilización	Químicos, basado en análisis de suelo, soluble, granulado base y foliar	Orgánico al suelo y foliar	Químicos, basado en análisis de suelo
Manejo fitosanitario	Basado en muestreo, químico + orgánico, rotación de ingredientes activos	Orgánico, calendarizado	Químico, calendarizado
Manejo de arvenses	Químico y manual	Manual	Químico, calendarizado
Cosecha	Manual/Desinfectada	Manual/No desinfectada	Manual/No desinfectada
Acopio	Cajillas desinfectadas	Cajillas no desinfectadas	Cajillas no desinfectadas

4.3 Muestreo de plagas insectiles, benéficos y enfermedades fungosas

El muestreo de insectos y enfermedades se realizó mediante un muestreo aleatorizado sistemático, para ello se escogieron al azar cinco estaciones por parcela, conformadas por cuatro plantas, para un total de 20 plantas por parcela, en cada fecha de muestreo. Se utilizó un muestreo visual, observando en el haz y el envés de tres hojas del estrato central y dos terminales de guía por planta. Los insectos plagas que se incluyeron en el monitoreo fueron adultos de *Bemisia tabaci*; colonias de *Aphis gossypii*; adultos de *Frankliniella occidentalis*; larvas de *Diaphania hyalinata* y *D. nitidalis*. Los artrópodos benéficos incluidos fueron adultos de *Cycloneda* sp. (Mariquita), *Crysopa* sp. (León de afido) y *Colonus* sp. (Araña) y *Polybia* sp. (Avispa). Para enfermedades se monitoreó la incidencia de *Pseudoperonospora cubensis* y *Botrytis* sp.

Los áfidos se cuantificaron como colonias a partir de la observación de 3 o más ninfas o adultos juntos en un mismo punto en el envés de la hoja; se inició a partir de los primeros 8 días después del trasplante. La incidencia de mosca blanca se cuantificó observando en el envés de las hojas el

número de adultos de *B. tabaci*. Este muestreo se realizó con frecuencia semanal, a partir de la primera semana después del trasplante. Los muestreos se realizaron en horas tempranas de la mañana. La evaluación de *F. occidentalis* se hizo registrando el número de adultos presentes en el haz y envés de cada hoja y en dos extremos apicales por planta a partir de los primeros 14 días después del trasplante. Se utilizó una lupa manual de 10x para observar y cuantificar a los adultos de *F. occidentalis*. *Diaphania* sp. se cuantificó el número de las larvas observando el envés de las hojas a partir de la primera semana después del trasplante; para *D. nitidalis* se observaron a partir del inicio de la floración y el cuajado de frutos. La cuantificación de artrópodos benéficos observados en las plantas muestreadas se realizó a partir de los primeros 15 días después del trasplante.

El muestreo de enfermedades fungosas se hizo cuantificando el número de plantas con presencia de alguna lesión de *P. cubensis* y *Botrytis* sp. a partir de los primeros 15 días después del trasplante. El porcentaje de incidencia se calculó utilizando la fórmula propuesta por (James, 1974):

$$Incidencia = \frac{\text{Número de plantas enferma}}{\text{Número de plantas evaluadas}} \times 100$$

4.4 Muestreo de descomposición de materia orgánica

La descomposición de materia orgánica se estimó de forma indirecta mediante un método gravimétrico. El peso obtenido de la muestra en cada período evaluado (60, 90 y 120 días) fue restado del peso inicial, obteniendo el peso diferencial en gramos y convertido a porcentaje, en tres períodos, de 0 a 60 días, de 0 a 90 y de 0 a 120 días. Se utilizó bolsas de malla plástica de acuerdo con el método de litterbags o bolsas de hojarascas modificado a partir de Bärlocher (2005). Se seleccionaron hojas de Tigüilote (*Cordia dentata*) por ser una especie predominante en el área del experimento. Se colectaron manualmente hojas de aproximadamente el mismo tamaño, se pesó 40 g de hoja y se colocaron en bolsas de cedazo plástico color verde (25 mesh o 0,28 mm), de 17 cm de largo y 15 cm de ancho. En cada parcela se colocaron 12 bolsas de hojas, enterradas a 10 cm de profundidad en puntos seleccionados al azar. Para fines de medición, se tomaron muestras de las hojas y se secaron al horno en dos períodos de 24 horas a 100 °C, para determinar el peso seco equivalente a los 40 g de peso fresco inicial.

Para fines de muestreo, en cada medición del grado de descomposición de la materia orgánica, se extrajeron cuatro bolsas de cada parcela por cada fecha de medición, a los 60, 90 y 120 días después de enterradas. Después de obtenidas las muestras fueron lavadas cuidadosamente con agua, se secaron en ambiente de laboratorio y se pesaron en balanza digital, se obtuvo el peso fresco y el peso seco que no varía (16 horas a 100 °C en dos períodos de 8 horas); posteriormente se obtuvo la diferencia de peso con respecto al peso inicial. El valor del peso se calculó en porcentaje. Se tomó la siguiente fórmula para el cálculo de la tasa de descomposición de materia orgánica:

Tasa de descomposición de M. O = $\frac{P1-P2}{T2-T1}$, donde

P1: es el peso inicial (g) de la muestra de hojarasca.

P2: es el peso final (g) de muestra de hojarasca.

T1: tiempo inicial (días).

T2: tiempo final (días).

El valor de porcentaje de descomposición de materia orgánica en función de cada tiempo se proyectó en una regresión lineal simple, tomando los valores del tiempo (días) en la abscisa y los de porcentaje de diferencia de peso en la ordenada. De cada ecuación de regresión se tomó el valor de sus componentes: (a) intercepto, (b) pendiente y el R² correspondiente. El valor de la pendiente fue el valor de la tasa de descomposición asociado a cada regresión.

4.5 Muestreo de polinizadores

Se realizó muestreo de insectos polinizadores dos veces por semana, utilizando trampas tipo Moericke modificadas (Moericke, 1955; Bonet, 2016). Las trampas Moericke consisten en platos plásticos de colores específicos (verde, amarillo y azul) con agua y detergente (Corro, Cambra y Santos, 2017; Riquiac, 2018; Meneses y Amador, 1990). En este caso se utilizaron vasos plásticos de 200 ml de colores verde, azul y amarillo. Los vasos fueron asegurados con tornillos a una estaca de 1.20 m de altura, colocando un vaso de cada color en cada estaca, asegurando la misma altura en cada parcela. En cada vaso se vertió 80 ml de una solución con detergente al 1% reemplazándola cada 2 días. En cada parcela se colocaron cuatro trampas Moericke. Los insectos atrapados en cada trampa fueron colectados en vasos de vidrio tipo Gerber con alcohol al 70% y fueron debidamente rotulados para su posterior identificación. Se registró el número de insectos capturados por parcela por día en las trampas tipo Moericke, registrando el número de individuos por cada orden.

Siguiendo la metodología sugerida por Moreno (2001), se calculó el índice de Equidad o Índice de Shannon-Wiener por tratamiento basado en la fórmula: $H' = -\sum p_i \ln p_i$. El índice de Shannon-Wiener mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección.

4.6 Muestreo para contaminación microbiana de fruta

Se colectaron muestras de frutas en el campo, mercados y supermercados. En el campo se tomó una muestra de seis frutos de calidad comercial, por tratamiento durante el cuarto corte de cosecha. Cada fruta se tomó con guantes látex, se colocaron individualmente en bolsas plásticas de ziplock y se trasladaron en un termo con hielo al laboratorio para su análisis.

Para el muestreo de frutas en canal de distribución, se tomaron muestras de frutas de pepino de supermercados y mercado municipal. Se seleccionaron tres supermercados y tres puestos de vendedores del mercado Mayoreo de la ciudad de Managua. Las muestras fueron tomadas a primera hora de apertura de estos para evitar seleccionar fruta contaminada por manipulación en estante o canasto. Para la toma de la fruta, se usaron guantes látex, bolsas ziplock. De cada establecimiento se tomaron 6 frutas al azar. Cada fruta fue puesta individualmente en una bolsa de ziplock rotulado y ubicada en un termo con hielo para su traslado y análisis. El análisis microbiológico de las frutas de pepino lo realizó el Laboratorio de Microbiología de la UNA, y consistió en determinar la presencia por medio del conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) de coliformes totales, coliformes fecales, mesófilos totales y *Salmonella* sp.

4.7 Variables a evaluar

Incidencia de plagas insectiles, insectos benéficos y enfermedades fungosas: Colonias de *Aphis gossypii*, adultos de *B. tabaci*, adultos de *F. occidentalis*, larvas de *D. hyalinata* y *D. nitidalis*, adultos de *Cycloneda* sp, adultos de *Crysopa* sp, adultos de *Colonus* sp., adultos de *Polybia* sp.; porcentaje de incidencia *P. cubensis* y *Botrytis* sp.

Descomposición de materia orgánica: Peso final y tasa de descomposición de materia orgánica

Diversidad de polinizadores: índice de Shannon-Wiener

Contaminación microbiana de fruta: Unidades formadoras de colonia (UFC) de coliformes totales, coliformes fecales, mesófilos totales y *Salmonella* sp.

4.9 Análisis de datos

Los datos se ordenaron con el software Excel y se procesaron en INFOSTAT Versión estudiantil y SAS (versión 9.1). Previo al análisis se realizaron pruebas de normalidad mediante la prueba Shapiro-Wilks con muestras $n \leq 50$ y Kolmogorov-Smirnov con $n \geq 50$. Se realizaron análisis de medidas repetidas en el tiempo por medio de un ANDEVA y comparación de medias con Tukey. Para el análisis no paramétrico se aplicó la prueba de Kruskal Wallis y se usó la comparación de a pares como prueba post hoc. Se comparó la índice diversidad de Shanon-Weiner por tratamiento. Para los datos contaminación microbiana se realizaron análisis descriptivos usando el número de UFC.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Incidencia de plagas insectiles, artrópodos benéficos y enfermedades fungosas

El número de colonias de áfidos osciló entre 6 y 295 y el comportamiento de esta plaga fue similar en los tres tratamientos, observando un incremento desde los 30 días, a partir de esa fecha el número de colonias fue mayor en el tratamiento orgánico (Figura 1). El ANDEVA indica que hay diferencias significativas por tratamiento para colonias de áfidos ($p < 0.0001$) (Anexo 6). El tratamiento BPA desde la tercera fecha presentó mayor población, a partir de los 40 dds la población incrementó en casi seis veces comparativamente con el tratamiento convencional. La comparación de rangos posterior a la prueba con Kruskal Wallis, indica que el tratamiento convencional presenta los valores más bajos (Anexo 6).

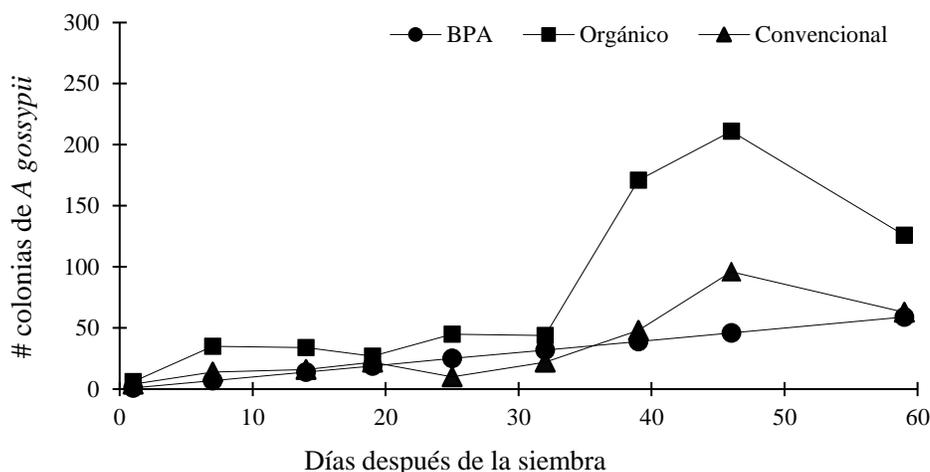


Figura 1. Fluctuación poblacional de *A. gossypii* por tratamiento en el cultivo de Pepino, El Plantel, 2019.

Las poblaciones de *B. tabaci*, *F. occidentalis*, *D. hyalinata* y *D. nitidalis* (Figura 2: A, B, C y D, respectivamente) presentaron un comportamiento similar en el tiempo en todos los tratamientos, a excepción de *F. occidentalis* para el tratamiento BPA que presentó mayor incidencia desde la quinta hasta la octava fecha de muestro. Para el caso de *B. tabaci*, el ANDEVA presenta diferencias significativas ($p = 0.0399$) y la comparación de rangos indica que el tratamiento convencional registró los valores más bajos (Figura 3A, Anexo 7).

El ANDEVA realizado a la población de *F. occidentalis* indica que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.0001$). El tratamiento convencional presentó la menor población (Figura 3B, Anexo 8).

La incidencia de *Diaphania* sp. fue mayor en la última fecha de muestreo para todos los tratamientos. El ANDEVA realizado para *D. hyalinata* y para *D. nitidalis* no presentó significancia. El tratamiento convencional y BPA presentaron las medias más bajas para *D. hyalinata* (1.64) y *D. nitidalis* (0.89), respectivamente (Figura 2C y 2D, Figura 3A).

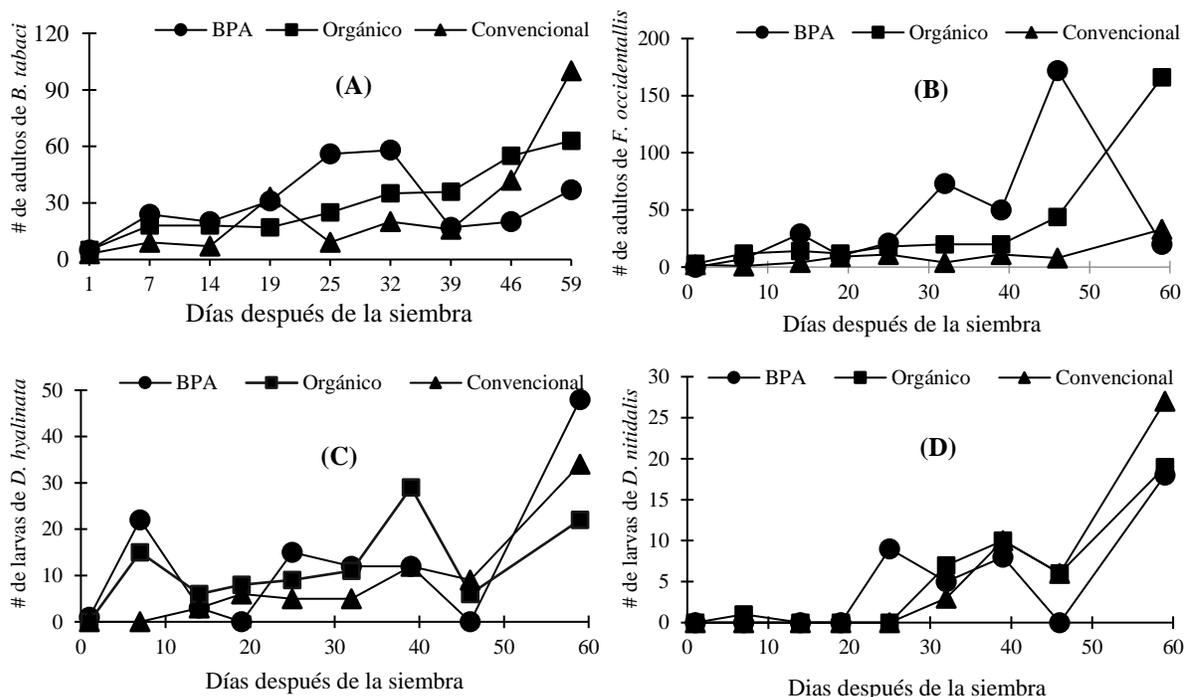
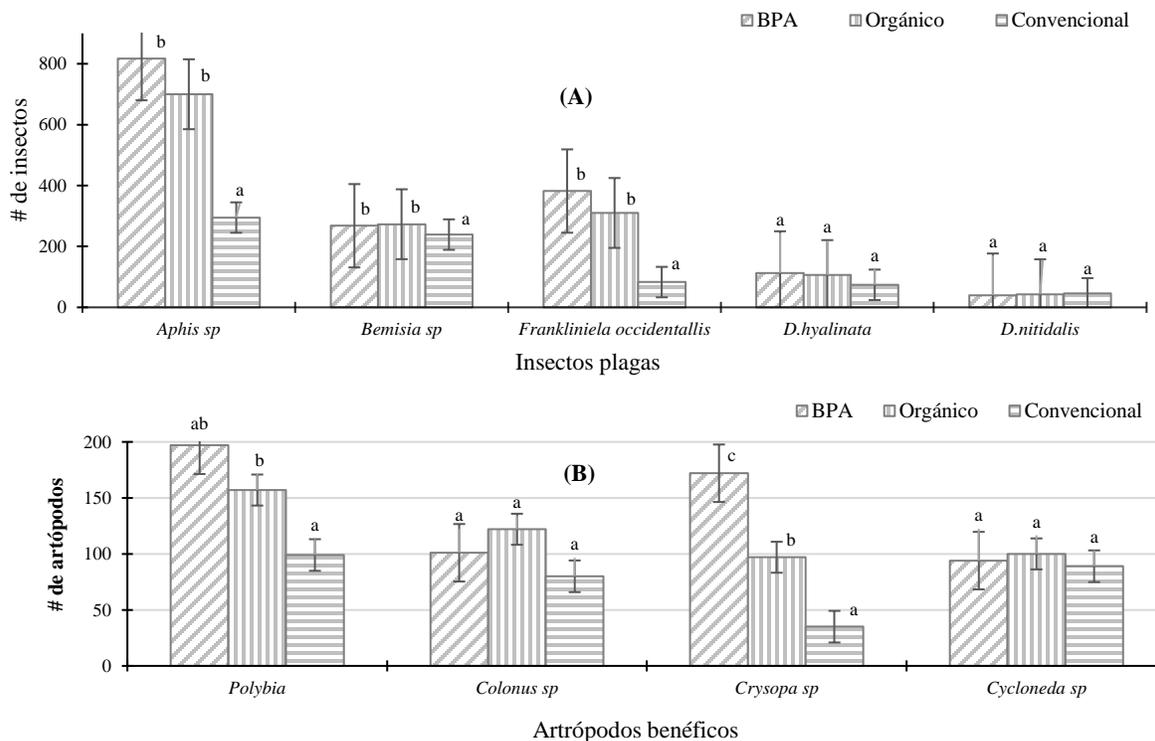


Figura 2. Fluctuación poblacional de insectos plagas. A) *B. tabaci*, B) *F. occidentalis*, C) *D. hyalinata* y D) *D. nitidalis* por tratamiento en el cultivo de pepino en la Finca El Plantel, 2019.

El comportamiento de las poblaciones de artrópodos benéficos en el cultivo de pepino fue similar para los tratamientos orgánico y convencional. Las poblaciones de *Polybia* y *Crysopa* presentaron mayor población en al menos dos fechas de muestreo para el tratamiento BPA (Figura 3B y Anexos 12 y 13). El ANDEVA para ambas poblaciones, indica que hubo diferencias significativas ($p=0.0217$ y 0.0001). La comparación de rangos para ambas variables indica que el tratamiento convencional registra los valores más bajos. El ANDEVA para las poblaciones de *Colonus* y *Cycloneda* no presentó diferencias entre los tratamientos (Figura 3B).



Rangos con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 3. Población total de insectos: **(A)** plagas, **(B)** artrópodos benéficos en el cultivo de Pepino, El Plantel, 2019.

García et al (2009) afirman que las plagas insectiles se pueden convertir en la principal limitante en la producción de hortalizas orgánicas. La dinámica de los insectos plagas registrada para este estudio indica que el tratamiento convencional basado en el uso de ingredientes activos sintéticos, presenta las menores poblaciones, resultados similares obtuvo Vaquedano, (2006) al comparar el efeto de insecticidas sintéticos y entomopatógenos sobre la dinámica de poblaciones plagas en el cultivo de pepino, en el valle de Comayagua, Honduras, determinó que los insecticidas sintéticos fueron más eficientes en reducir poblaciones de insectos chupadores (mosca blanca y afidos), los entomopatogenos (*Beauveria* y *Metarhizium*) fueron eficientes y con menor costo para manejar poblaciones de plagas en estado de larvas. De acuerdo con Sánchez y Ponce (20105) el uso de insecticidas sintéticos también muestra más reducción en la poblacion de los insectos benéficos. Adly (2015) al comparar el efecto del manejo de plagas con organismos biológicos e insecticidas en cultivo de pepino bajo invernadero argumenta que aunque el pulgón y la mosca blanca se han

controlado con éxito mediante el control químico, la aplicación de insecticidas ha llevado a un aumento de la resistencia a los insecticidas.

La incidencia de *P. cubensis* presentó en general la misma tendencia para los tratamientos evaluados. La incidencia de la enfermedad aumentó en todos los tratamientos a partir de los 25 dds. El tratamiento orgánico y el tratamiento convencional presentaron la mayor (15%) y menor (11%) incidencia, respectivamente (Figura 4A). El ANDEVA para la incidencia de *P. cubensis* presentó diferencias significativas ($p < 0.0001$). El tratamiento BPA presentó la mayor incidencia, sin embargo, en la misma categoría estadística se ubica el tratamiento orgánico, ambos registran la mayor incidencia de la enfermedad para las dos últimas fechas de muestreo (Anexo 9).

El ANDEVA para incidencia de *Botrytis* presentó diferencias significativas ($p < 0.0001$). El tratamiento BPA presentó los valores más altos (Figura 4B). El tratamiento BPA y el orgánico presentaron los valores más altos para las dos últimas fechas de muestreo (Anexo 10).

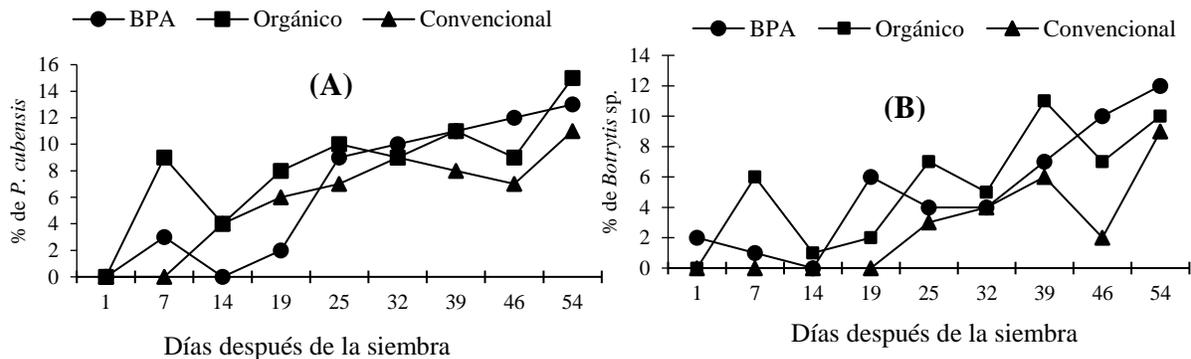


Figura 4. Incidencia de enfermedades fungosas por fecha por tratamiento en el cultivo de Pepino. **A).** *Pseudoperonospora cubensis*; **B).** *Botrytis* sp.

González, Holguín y Ciego de Avila (1992) evaluaron el efecto de ingredientes activos sintéticos mediante pruebas de eficacia biológica, para el manejo de *P. cubensis* en pepino, encontraron que el tratamiento químico con relación al testigo, presentó los niveles de incidencia más bajos. Sánchez, Tún, Pinzón, Valerio y Zavala (2008) comparando el efecto de tratamientos sobre la intensidad del manejo del *P. cubensis* en el cultivo de melón, obtuvieron menor porcentaje de incidencia y los valores mas bajos de área bajo la curva con el uso de ingredientes activos sistémicos específicos. Carreño, Sánchez, Tarazona y Vélez (2019) realizaron monitoreo de incidencia del *P. cubensis* en plantaciones de pepino en dos localidades, en las que se aplicaron

comparativamente dos tipos manejos de cultivos (producción convencional y ecológica); encontraron que en ambas localidades se presentaron altos porcentajes de incidencia, no obstante con el manejo convencional se registraron los porcentajes de severidad mas bajos. Estas investigaciones argumentan que el uso de fungicidas sintéticos disminuye la incidencia de la enfermedad, coincidiendo con los resultados obtenidos en este trabajo. Por otro lado Alvarado, Pilalao, Torres y Torres (2019), al evaluar el uso de *Trichoderma* como organismo antagonista (en tres dosis) comparado con un ingrediente activo sintético para el control de *P. cubensis* en el cultivo de pepino en el Ecuador, encontraron que tanto el antagonista (en dosis máxima) y el sintético consiguen el mismo nivel de eficacia en el manejo para la misma enfermedad.

5.2 Descomposición de materia orgánica

La descomposición de materia orgánica a los 120 días de observación alcanzó hasta más del 90% para todos los tratamientos. Sobre esto resaltan dos aspectos importantes, el primero es que, para este tipo de prueba, la hoja de *C. dentata* es funcional, segundo los porcentajes registrados por tratamiento indican que todos presentan en general el mismo patrón de progreso (Figura 5).

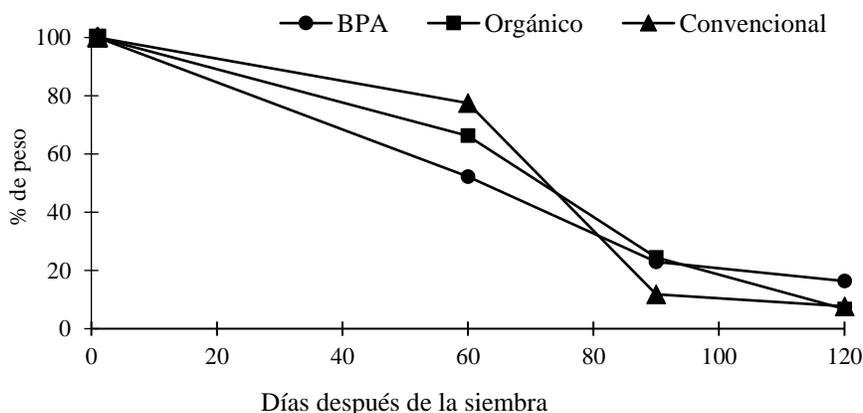
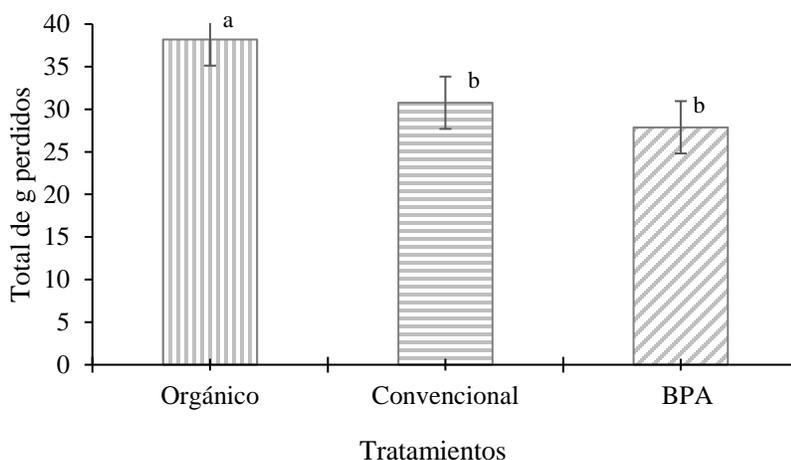


Figura 5. Porcentajes de pérdida de peso de hojarasca de *C. dentata* en el tiempo por tratamiento, Finca El Plantel, 2019.

Aunque los valores de porcentaje son similares, el ANDEVA ($n=48$; Shapiro-Wilk: $p=0.3152$) de las medidas repetidas en el tiempo muestra diferencias significativas en la interacción tiempo*tratamiento ($p=0.0007$) (Anexo 3). Esto indica que el tiempo que toma la descomposición de la materia orgánica está en dependencia del tipo de manejo. La comparación de medias presenta

que las dos últimas mediciones (90 y 120 días) para todos los tratamientos son significativamente diferentes (Anexo 4). A los 120 días el tratamiento con menor peso es el orgánico (38.19 g).



Rangos con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 6. Peso total (g) de hojarasca de *C. dentata* perdido para cada tratamiento

La comparación de las tasas de pérdida de peso por tratamiento indica que su progresión fue similar para todos los tratamientos (Cuadro 2), sin embargo, el análisis estadístico ($n=4$; Shapiro Wilks: $p=0.0118$) indica que el tratamiento orgánico es diferente estadísticamente ($p=0.0066$) al convencional y BPA (Figura 6).

Cuadro 2. Tasas de descomposición de materia orgánica

Muestra	BPA	Orgánico	Convencional
1	-0.54	-0.49	-0.40
2	-0.43	-0.32	-0.42
3	-0.64	-0.13	-0.33
4	-0.59	-0.44	-0.48

La cantidad total de materia orgánica descompuesta y la celeridad de descomposición en el suelo, registrada para los tratamientos evaluados en esta investigación, no tiene antecedentes que soporten argumentos directos de comparación. Las evaluaciones de indicadores de descomposición de materia orgánica se han realizado mayoritariamente en zonas de bosques, manglares y áreas de cultivos perennes como cafetales.

De acuerdo con Munguía, Beer, Harmand y Hagggar (2004), quienes evaluaron la tasa de descomposición de hojas de *Eucalyptus deglupta* y *Erythrina poeppigiana* utilizando la misma

técnica de litterbags usada en este experimento, con la excepción de que las bolsas fueron colocadas en la superficie del suelo en plantaciones de cafetales, determinaron que los rangos de tasas de descomposición oscilaron entre -0.16 y -0.53, rangos que están comprendidos en los valores obtenidos para *Cordia dentata*. Según Gunapala, Venette, Ferris y Scow (1998), quienes evaluaron el efecto de la materia orgánica sobre la dinámica de organismos en suelos manejados convencional y orgánicamente, en el corto plazo no registraron diferencias evidentes. La actividad microbiana en ambos suelos se modificó gradualmente en aumento para los suelos con manejo orgánico, coincidiendo con los resultados conseguidos en este experimento en el que el tratamiento orgánico presenta la descomposición de materia orgánica ligeramente superior al convencional y BPA.

5.3 Fluctuación poblacional de polinizadores

La fluctuación de población de los insectos polinizadores refleja que los tratamientos convencional y BPA registraron mayor y menor cantidad de insectos (Figura 7). La dinámica de captura de insectos polinizadores en el tiempo indica que en general existe un comportamiento similar entre los tratamientos, sin embargo, el convencional presenta un aumento entre los 70 y 91 dds.

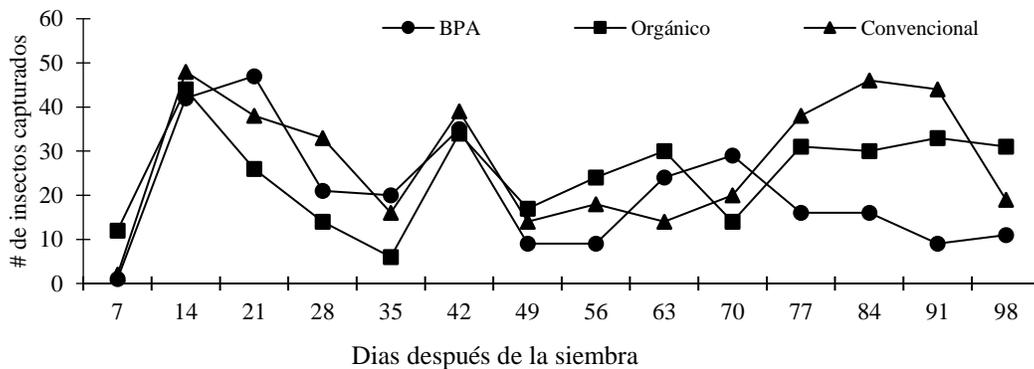


Figura 7. Fluctuación poblacional de insectos polinizadores capturados en trampas Moericke por tratamiento en el cultivo de pepino, El Plantel, 2019.

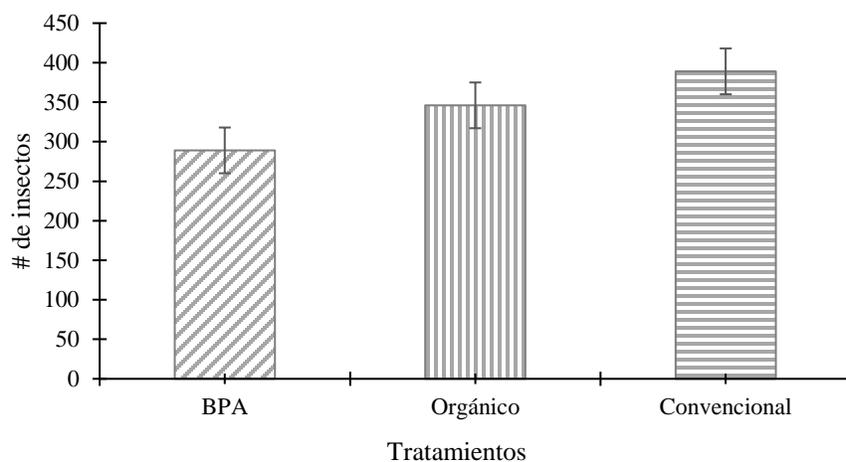


Figura 8. Total de insectos polinizadores capturados en trampas Moericke por tratamiento en el cultivo de pepino, El Plantel, 2019.

El registro de insectos polinizadores indica que el grupo de Hymenopteros fue el más numeroso y activo en cuanto a la función polinizadora, seguido por insectos del orden Coleóptera (Figura 9). Aunque el mayor número total de insectos capturados se encontró en el tratamiento convencional, el índice Shannon-Wiener fue más alto en el orgánico (Cuadro 3).

Cuadro 3. Índices de diversidad en el cultivo de pepino

Índices	Tratamientos		
	BPA	orgánico	convencional
Número total de individuos (n)	301	374	413
Número total de ordenes (S)	7	7	7
Diversidad alfa de Shannon-Wiener (H')	0.561	0.608	0.578

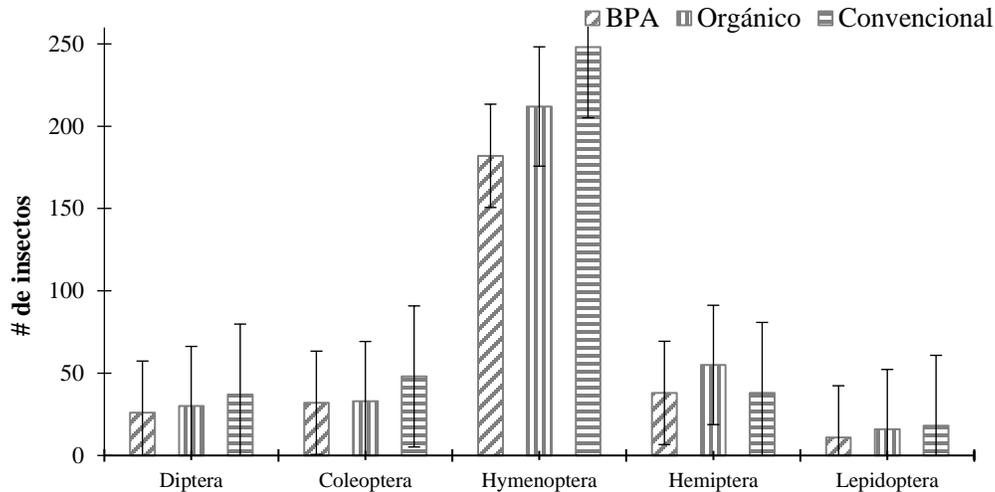


Figura 9. Ordenes de insectos capturados en el cultivo de pepino.

Vera (2018); Armijo y Zambrano (2019), estudiando el efecto del manejo convencional y el manejo agroecológico, con y sin uso de abejas, encontraron que el manejo convencional y el uso de abejas polinizadoras obtuvieron mejores indicadores de calidad de cosecha (número, tamaño y peso de frutos) en el corto plazo, estos resultados coinciden con este experimento ya que el manejo convencional a corto plazo no disminuye la población de polinizadores. Martínez y Merlo (2014) sostienen que la presencia de los polinizadores nativos, es decir abejas sin aguijón o meliponas juegan un papel importante en la polinización natural de cultivos como tomates, chiles, aguacates y cucurbitáceas. La presencia de estas abejas favorece el incremento en el número de semillas y amarre de frutos de chile en invernadero. Botías y Sánchez (2018) al igual que Bartomeus y Bosch (2018), al realizar un análisis del potencial de daño de los plaguicidas sobre los polinizadores, argumentan que las modalidades de afectación pueden ser varias, especificando que los insecticidas, y particularmente los neonicotinoides activan los receptores nicotínicos de acetilcolina. Esta exposición genera sobre estimulación del sistema nervioso, la exposición a dosis mínimas provoca convulsiones y pueden causar la muerte del insecto en el mediano plazo. Las concentraciones de ingrediente activo acumuladas en el polen y la miel al ser bajas no provocan efecto a corto plazo (agudo), pero si provocan daños a largo plazo (crónicos) sobre las poblaciones de abejas. Aunque el monitoreo de las poblaciones de polinizadores en esta investigación presenta la mayor población con el tratamiento convencional, el tiempo observado fue solo de 97 días.

5.4 Contaminación microbiana

El análisis de contaminantes microbianos de la fruta de pepino indica que 88.9% y el 77.8% de las muestras fueron positivas para *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. respectivamente. El tratamiento BPA y el supermercado # 3 resultaron negativo para *E. coli* y *Salmonella* sp. El tratamiento orgánico presentó la mayor carga de mesófilos totales.

Cuadro 4. Resultados de análisis microbiológico de frutas de pepino

Muestra	Coliformes totales (UFC/25g)	Coliformes fecales (UFC/25g)	Mesófilos totales (UFC/25g)	<i>Salmonella</i> sp.
Mercado local				
Vendedor # 1	1*10 ⁴	8.8*10 ³	2.3*10 ³	Positivo
Vendedor # 2	2.5*10 ⁴	1.6*10 ⁴	1.6*10 ⁵	Positivo
Vendedor # 3	8.2*10 ⁴	2.1*10 ⁴	2.6*10 ⁵	Positivo
Supermercados				
Supermercado # 1	1.5*10 ⁴	1.0*10 ⁴	2.4*10 ⁶	Positivo
Supermercado # 2	2.2*10 ⁴	1.3*10 ⁴	7*10 ⁴	Positivo
Supermercado # 3	9*10 ³	1*10 ³	6*10 ³	Negativo
Parcelas				
BPA	0	0	4.2*10 ⁵	Negativo
Orgánico	2*10 ⁴	1.9*10 ⁴	4.7*10 ⁷	Positivo
Convencional	7.2*10 ⁴	2.3*10 ⁴	5.1*10 ⁵	Positivo

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la UNA

Castro et al. (2006) analizaron la calidad microbiológica de 170 muestras de ensaladas mixtas de vegetales frescos (todas incluían pepino) ofrecidas en restaurantes, fondas y mercados, encontraron que casi el 95% de las muestras analizadas presentaron cantidades altas de coliformes totales y fecales, incluyendo presencia de *E. coli*. Farromeque, León y Ayala (2011) al cuantificar las UFC presente en fresa, melón, lechuga y rábano ofertadas en mercados locales, encontraron que las fresas y lechugas presentaron mayor cantidad de coliformes fecales. Estos resultados coinciden con los obtenidos en este estudio para las muestras de pepino tomadas del mercado Mayoreo de Managua. Simmons et al (2020), evaluando la persistencia de *Salmonella* sp. con base a inoculaciones hechas en las flores y las raíces sobre plantas de pepino, encontraron que al estar presente en las flores eventualmente se trasladaban a la fruta. *Salmonella* a los siete días después de inoculada logró diseminarse al tallo en al menos 8% de las plantas. Estos resultados son congruentes con los obtenidos en este experimento, dado que la presencia de *E. coli* y *Salmonella*

sp. asociado al tratamiento orgánico se atribuye a las aplicaciones de lombri humus edáfico y en biol aplicado de manera foliar durante el ciclo del cultivo.

VI. CONCLUSIONES

Los tipos de manejo evaluados y el tipo de mercado tienen efecto sobre la contaminación microbiana en la fruta de pepino.

La descomposición de la materia orgánica medida mediante la pérdida de peso, a través del tiempo, está influenciado por el tipo de manejo del cultivo.

El tipo de manejo del cultivo de pepino tiene efecto sobre la dinámica de algunas de las plagas, enfermedades fungosas y diversidad de insectos polinizadores.

VII. RECOMENDACIONES

Promover el desarrollo de investigaciones longitudinales para continuar analizando el comportamiento de bioindicadores en los agroecosistemas para mejorar la producción de vegetales sanos sosteniblemente.

VIII. LITERATURA CITADA

- Adly, D. (2015). Comparative Study of Biological and Quimical Control Program of Certain Cucumber Pests in Greenhouses. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 3: 691-696 P.
- Aguilar, E., & Bogantes, A. (1991). Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica*. San Jose, Costa Rica: Dirección general de investigación y extensión agrícola.
- Allmacigos, S. (22 de Febrero de 2020). *www.allmacigos.cl*. Obtenido de El Cultivo de Pepino (Cucumis sativus L.): <http://www.allmacigos.cl/bt/EL%20CULTIVO%20DEL%20PEPINO.pdf>
- Alvarado, A., Pilaloa, W., Torres, S., & Torres, K. (2019). Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de Mildiú (*Pseudoperonospora cubensis* L.) en Pepino. *Agronomía Costarricense*, 43(1): 101-111.
- Alves, S. (1986). Hongos entomopatógenos. En R. Alves, *Control microbiano de insectos* (págs. 72-126).
- Argüello, H., & Lastres, L. (2008). *Identificando insectos importantes en la agricultura; un enfoque popular*. Tegucigalpa, Honduras: Zamorano Academic Press.
- Argüello, H., Lastres, L., & Rueda, A. (2007). *Manual de Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de las Cucurbitas*. Tegucigalpa, Honduras: Zamorano Academic Press.
- Arias, M., & Antillón, F. (2000). Contaminación microbiológica de los alimentos en Costa Rica. Una revisión de 10 años. *Revista Biomed*, 11:113-122.
- Arias, M., Antillon, F., Chaves, C., & Villalobos, L. (2008). *Microbiología de aguas y alimentos, principios y práctica de laboratorio*. San José, Costa Rica: UCR.
- Armijo, E., & Zambrano, T. (2019). *Efecto polinizador de las Abejas (Nannotrigona testaceicornis) en cultivo de pepino en el vivero de la ESPAM-MFL*. Manabí, Ecuador: ESPAM-MFL, TESIS.
- Bärlocher, F. (2005). Leaf mass loss estimated by litter bag technique. En M. Graça, F. Bärlocher, & M. Gessner, *Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide* (págs. 37 – 42P). Nuevo Brunswick, Canada.: Springer.

- Bartomeus, I., & Bosch, J. (2018). Pérdida de polinizadores: evidencias, causas y consecuencias. *ECOSISTEMAS, revista científica de ecología y medio ambiente*, 27(2): 1-2 P.
- Blandón, Z., Blandón, E., & Fernández, N. (2014). *Evaluación de fertilización orgánica y química en el rendimiento del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.)*. León. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Leon, tesis.
- Botías, C., & Sánchez, F. (2018). Papel de los plaguicidas en la pérdida de polinizadores. *ECOSISTEMAS: Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 27(2): 34-41 P.
- Bustillo, A. E. (2009). Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos. *Revista Colombiana de Entomología*, 35 (1): 12-17.
- Cajina, N., & Velásquez, E. (2016). *Efecto de dos tipos de fertilizantes (Edáfica y Foliar) en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L) var. Tropicuke II, en condiciones de casa malla Centro Experimental Las Mercedes*. Managua, Nicaragua: UNA, Tesis.
- Carreño, J., Sánchez, L., Tarazona, L., & Vélez, S. (2019). Incidencia y Severidad de mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino en dos localidades de Manabí. En E. S. López", *VIII Evento Internacional de la Universidad del Siglo XXI* (págs. (1):1-6 P). Manabí. Ecuador: Escuela Superior Politecnica Agropecuaria "Manuel Félix López".
- Carrizo, P. (1998). . Eficiencia de captura en trampas sobre *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en cultivos de pimiento en invernáculo y en malezas en el Gran La Plata. *Revista de Agronomía*, 103 (1):1-10.
- Casanova, A., Hernández, A., Quintero, M., Funez, E., Garcia, M., Martínez, V., . . . Muñoz, E. (2001). *Transformando el campo Cubano : avances de la agricultura sostenible*. Habana, Cuba: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales.
- Castillo, P., Acosta, N., & Ciliezar, A. (1995). Control microbiológico de plagas artrópodos. En R. Cave, *Manual para la enseñanza de control biológico en américa latina* (pág. 187). Tegucigalpa, Honduras: Zamorano Academic Press.
- Castro, J., Rojas, M., Noguera, Y., Santos, E., Zuñiga, A., & Gómez, C. (2006). Calidad Sanitaria de Ensaladas de verduras crudas listas para su consumo. *Industria Alimentaria*, (1) 7-8: 9-21 P.
- CENTA. (2003). *Guía Técnica del Cultivo del Pepino*. EL Salvador: CENTA.

- CFSAN, Center for Food Safety and Applied Nutrition . (1998). *Directivas para la Industria. Guía para Reducir al Mínimo el Riesgo Microbiano en los Alimentos, para Frutas y Hortalizas Frescas*. Meryland, Washington, EEUU: Universidad de Meryland.
- Chavez Tafur, J. (2006). *Aprender de la experiencia, Una metodología para la sistematización*. Perú: Fundación ILEIA,.
- Chung, S., Staub, J., & Chen, J. (2006). Molecular phylogeny of Cucumis species as revealed by consensus chloroplast SSR marker length and sequence variation. *Genome*, 49, 219–229.
- Codex Alimentarius. (1999). *Guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods. GL 32, Rev 2001*. Roma, Italia: Codex Alimentarius,.
- CONABIO, M. (22 de febrero de 2020). *Cucumis Sativus L.* Obtenido de <https://www.gob.mx/conabio>:
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21650_sg7.pdf
- Corro, P., Cambra, R., & Santos, A. (2017). Listado sinóptico de Pompilidae (Hymenoptera) presentes en el Parque Nacional Coiba. *Tecno Ciencia*, 19 (1): 19-31.
- Cruz, J., & Centeno, C. (2017). *Progreso temporal del mildiú vellosa [Pseudoperonospora cubensis (Berkeley & MA Curtis) Rostovzev] en pepino (Cucumis sativus L.) manejado con fungicidas sintéticos, biológicos e inductores de resistencia*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Dáder, B. (2015). *Integration of physical, chemical and biological tactics against insect pests and virus diseases in horticultural crops*. Madrid, España, Tesis Doctoral: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- Damalas, C., & Eleftherohorinos, I. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators . *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(5):1402-19 P.
- Del puerto, A., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52 (3):372-387.
- Diversificación Económica Rural de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID RED. (2007). *Manual para la producción de pepino*. Cortes, Honduras: FINTRAC.

- dos Santos, A., dos Santos, F., Evangelista, A., da Cunha, O., Muniz, R., & do Nascimento, L. (2019). Efeito de Polinizadores em diferentes ambientes na cultura do pepino . *Caderno Verde*, v. 9, n.1, p.18.
- Duarte, & Escalante, M. (2013). *Detección de parásitos y bacterias coliformes en verduras de los diferentes mercados públicos de la ciudad de León*. Leon, Nicaragua: Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua. Sede León.
- Elad, Y. (1988). Scanning electron microscopy of parasitism of *Botrytis cinerea* on flowers and fruits of cucumber. *British Mycological Society*, Vol 91 (1): P 185-190.
- Elizabeth, E. (2015). *Costo de producción del pepino (Cucumis Sativus L.), bajo condiciones protegidas en macro túnel en la Universidad Nacional Agraria, Enero-Abril 2014*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Tesis.
- Enciclopedia colaborativa de la red cubana, EcuRed. (13 de 8 de 2016). *Agricultura Convencional*. Obtenido de www.ecured.cu: https://www.ecured.cu/Agricultura_convencional
- Encyclopedia, c. (22 de febrero de 2020). www.encyclopedia.com. Obtenido de Cucumbers, Melons, and other Cucurbits ." Encyclopedia of Food and Culture: <https://www.encyclopedia.com/food/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/cucumbers-melons-and-other-cucurbits>
- Estrada, M., & Pavón, J. (2010). *Uso de hongos entomopatógenos para el control de mosca blanca (Bemisia tabaci) en diferentes especies de plantas hospederas bajo condiciones de invernadero*. Managua, Nicaragua: Universidad nacional Agraria.
- Farromeque, M., León, B., & Ayala, L. (2011). Coliformes fecales y E. coli en Fresa, Melón, Lechuga y Rabanito que se expenden en el mercado Centenario. HUACHO. Peru. *Revista de Ciencia y Tecnología*, vol.1: (1).
- Food and Agriculture Organization, FAO. (8 de 13 de 2015). *BPA en la producción de tomates en condiciones protegidas*. Obtenido de www.fao.org: <http://www.fao.org/3/a1374s/a1374s02.pdf>
- Gamez, Y., & Ramos, R. (2008). *Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de Trichoderma sp*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Trichoderma_spp

- García, J., Valdez, R., Servin, R., Murillo, B., Rueda, E., Salazar, E., . . . Troyo, E. (2009). Manejo de plagas en la producción de hortalizas orgánicas. *Tropical and Suptropical Agroecosystems*, 10:15–28.
- Garcicuño, R. (2011). Contaminación de los alimentos durante los procesos de origen y almacenamiento. *Facultad de Ciencias Analíticas*, 51–63.
- Goettel, M., & Roberts, D. (1992). Mass production formulation and field application of entomopatogenic fungi. En C. Lomer, & C. Prior, *Biological control of locust and grasshoppers*. (pág. 238). Canada: CAB International, UK.
- González, M., Holguín, F., & Ciego de Avila, F. (1992). Valoración de la efectividad de distintos fungicidas en la lucha contra el mildiu del pepino causado por *Pseudoperonospora cubensis*. *Protección de Plantas, Habana, Cuba*, V.2(4): 75-86 P.
- Graça, M., Bärlocher, F., & Gessner, M. (2005). *Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide*. Netherlands: Springer.
- Guadarrama, A., Mejía, J., & Ramírez, M. (2018). Mineralización de la materia orgánica en suelos con manejo diferencial en cultivo de rosa. *Acta Universitaria, Universidad de Guanajuato*, 28(2): 33-41.
- Gunapala, N., Venette, R., Ferris, H., & Scow, K. (1998). Effects of soil management history on the rate of organic matter decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*, 30 (14) pp. 1917-1927.
- Hernández, E. (2016, tesis de Ingeniería en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal). *Ocurrencia de mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.) (Hemíptera: Aleyrodidae) e incidencia de virosis en chiltoma (Capsicum annuum L.)condos densidades de siembra, en condición semiprotegida*. Managua, Nicaragua: UNA.
- Ibarra, A. (2011). *Evaluación agroproductiva de cuatro Cultivares de pepino (Cucumis sativus lin.) bajo condiciones de huerto intensivo en el municipio de Amancio*. Habana, Cuba: Universidad Vladimir I. Lenin, Tesis Ingeniería Agropecuaria.
- INFOAGRO. (18 de mayo de 2020). *La polinización en la familia de las cucurbitáceas*. Obtenido de www.infoagro.com: en <https://mexico.infoagro.com/la-polinizacion-en-la-familia-de-las-cucurbitaceas/>
- Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria, IPSA. (22 de agosto de 2014). *Manula de procedimientos para la inscripción, registro y certificación de las unidades de producción*

con buenas prácticas agrícolas. Obtenido de www.ipsa.gob.ni:https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/4%20Sanidad%20Vegetal%20y%20Semillas/Inspecci%C3%B3n%20y%20Certificaci%C3%B3n%20Fitosanitaria/Manuales/Manual%20de%20procedimiento%20de%20BPA%202014-%20revisado12082014.pdf

Instituto Nicaragüense de Estudios territoriales, INTETER. (2015). *Resumen meteorológico anual del 2014*. Managua, Nicaragua: INETER.

James, W. (1974). Assessment of plant diseases and losses. *Annual Review of Phytopathology*, 12:27-48.

Jiménez, E. (2009). *Entomología*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Jiménez, E. (2009). *Métodos de control de plagas*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Jiménez, E., & Padilla, M. (2009). *Efectos de dos Técnicas de Manejo Agronómico del Pepino (Cucumis sativus L.) Sobre la ocurrencia poblacional de insectos plagas, benéficos y el rendimiento en Tisma, Masaya*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Jiménez, E., & Rodríguez, O. (2014). *Insectos plagas de cultivos en Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

López, A., Da Silva, N., Pires, L., Ferreira, H., Caetano, V., & Peixoto, L. (2003). Eficiência agronômica de insecticidas no controle do Thrips tabaci Lind., 1888 (Thysanoptera, Thripidae) na cultura do alho. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, 33(1): 39-42.

Lozano, Z. (2007). *Indicadores de calidad de la materia orgánica de un suelo bajo agricultura conservacionista*. Venezuela: Universidad Central de Venezuela, Tesis Doctoral.

Madigan, M., Martinko, J., & Parker, J. (1997). *Biología de los microorganismos*. Madrid, España Octava edición: Prentice Hall.

Marqués, L. (2013). *Modelización de la descomposición de la materia orgánica en el suelo del Pirineo Central*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza, Tesis de Master.

Martínez, J., & Merlo, F. (2014). Importancia de la diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) y amenazas que enfrenta en el ecosistema tropical de Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 1(2):28-34 P.

Martins Barbosa, P. (2018). *Influência de insecticidas aplicados em Cucurbitáceas na apicultura do estado de Goiás*. GOIÂNIA, Brasil: CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS, Tesis.

- Mena, X., & Couoh, Y. (2015). Efectos de los plaguicidas utilizados para el control de la Sigatoka negra en plantaciones bananeras en México, así como su efecto en el ambiente y la salud pública. *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*, 115-122P.
- Meneses, A., & Amador, R. (1990). Los áfidos alados de papaya y su fluctuación poblacional de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas de CATIE*, (No. 5) 35-44.
- Mérida, J. (2010). *Efecto del uso del suelo sobre la diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en paisajes dominados por cultivos de café (Coffea arabica)*. Chiapas, Mexico: Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).
- Moericke, V. (1955). Ubre die Labensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (Aphidina) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. *Angew Entomol*, 37: 29-91.
- Mogollón, J., Vera, M., & Martínez, A. (2015). Efecto de los plaguicidas sobre la calidad química y biológica del suelo en sistemas de producción de hortalizas del semiárido venezolano. *Revista Química Viva*, 1(14);69-89.
- Monge, R., Chinchilla, M., & Reyes, L. (1996). Estacionalidad de parásitos y bacterias intestinales en hortalizas que se consumen crudas en Costa Rica. *Revista Biología Tropical, Costa Rica*, 44(2): 369-375.
- Monsalve, O., & Villagrán, E. (2012). cosecha y post cosecha. En C. Bojacá, & O. Monsalve, *Manual de producción de pepino bajo invernadero* (pág. 202). Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Monzón, A. (2001). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) CATIE*, 63: 95-103.
- Moraes, N. (2013). *Efecto de preparados homeopáticos en indicadores de calidad de suelos provenientes de manejo convencional*. Costa Rica: CATIE, Turrialba, Tesis de Maestría.
- Morán, J., & Valle, N. (2012). *Producción de Cucúrbitas (Manual técnico)*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la Biodiversidad*. Zaragoza, España: GORFI, S.A.
- Motta, P., & Murcia, B. (2011). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6(2): 77-90.

- Motzke, I., Tschardtke, T., Wanger, T., & Klein, A. (2015). Pollination mitigates cucumber yield gaps more than pesticide and fertilizer use in tropical smallholder gardens. *Journal of Applied Ecology*, 52, 261–269.
- Munguia, R., Beer, J., Harmand, J., & Hagggar, J. (2004). Tasas de descomposición y liberación de nutrientes de la hojarasca de Eucalyptus deglupta, Coffea arabica y hojas verdes de Erythrina poeppigiana, solas y en mezclas. *Agroforestería en las Américas*, No. 41-42, p 62-68.
- Nuez, F., & Ruiz Martinez, J. (1996). *El pepino dulce y su cultivo*. Roma, Italia: Estudios FAO Protección y Producción vegetal.
- Orrego, R., Ortiz, O., Arevalo, A., Barrantes, C., & Macedo, O. (2009). *Sistematización de la implementación de las Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs) en Andahuaylas*. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Ortiz, F., & Aguirre, A. (1993). Efecto del color sobre la captura de Abejas mediante trampas tipo "Moericke" en el sur de España (HYMENOPTERA, APOIDEA). *GRAELLSIA, ESPAÑA*, 49: 63-71.
- Pincay, M., & Mendoza, L. (2019). Efecto Polinizador de la Abeja (*Aphis mellifera*) en cultivos Agroecológicos. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible, Ecuador*, 2-15 P.
- Pleguezuelo, C., Suazo, V., Fernández, J., & Tarifa, D. (2011). Decomposicao de materia organica e ciclagem de nitrogenio em frutiferas tropicais e subtropicas na costa de Granada (Espanha). *Comunicata Scientiae*, 2(1), 42.
- Pucheta, M., Flores, A., Rodriguez, S., & de la Torre, M. (12 de 8 de 2006). *Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos*. Obtenido de [www.scielo.org: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001200006&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001200006&lng=es&tlng=es)
- Puig, T., Leyva, V., Rodriguez, A., Carrera, J., Molejón, P., Perez, Y., & Dueñas, O. (2013). Calidad microbiológica de las hortalizas y factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana. *Revista Habanera de Ciencias Médica*, 13(1):111-119.
- Rahman, J., Talukder, A., Hossain, F., Mahomud, S., Islam, A., & Shamsuzzoha, M. (2014). Detection of *Cryptosporidium oocyt* in commonly consumed fresh salad vegetables. *American Journal of microbiological research*, Vol 2: (No 6) 224-226.

- Rebella, D. (2013). *Efecto de la masa inicial y el hábitat sobre la descomposición de Populus x canadensis y los macro invertebrados asociados en el río de la Umbría, Sierra de Guadarrama*. Madrid, España: Universidad Rey Juan Carlos, Tesis de Lic en Biología.
- Reche, J. (1995). *Poda de hortalizas en invernadero (Calabacín, Melón, Pepino y Sandía (Hojas divulgativas))*. Madrid, España: Ministerio de agricultura y pesca.
- RED USAID. (2007). *Manual de la Producción de Brócoli*. Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/read/14685869/produccion-de-brocoli-fintrac-inc>
- Reyes Flores, F., & Rodríguez Malespin, E. (21 de enero de 2013). Comparación de la calidad en la producción de carbon vegetal en la finca El Plantel, Masaya. *La Calera, Universidad Nacional Agraria*, 45-62.
- Reyes, E., Melendez, V., Delfin, H., & Ayala, R. (2009). Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) como bioindicadores en el neotrópico. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, . *tropical and subtropical agroecosystem*, (V1): 1-13.
- Reyes, J., Cano, P., Nava, U., Eischen, F., & Rodríguez, R. (2009). Plant species visited by Honey Bee foragers during induced cantaloupe Pollination. *Acta Zoológica Mexicana*, 25(3): 507-514 P.
- Riquiac, E. (2018). *Evaluación de la densidades de plantación y arreglos espaciales de especies forestales en el neotrópico para bosque de Ribera en Nueva Concepción*. Escuintla, Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Rivera, M., Rodríguez, C., & López, J. (2009). Contaminación Fecal en Hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 26(1): 45-48.
- Ruiz, F. (1994). *Uso de hongos entomopatógenos para el manejo de plagas insectiles en Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Proyecto MIP-AF CATIE.
- Salazar, W. (1995). Aumento de la producción y rentabilidad de cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al utilizar abejas melíferas (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) como agente polinizador. En U. N. Rica, *memoria del 2do. Congreso Centroamericano y del Caribe y 3ero. Costarricense de Entomología* (págs. P 5-7). San José, Costa Rica: UCR, HEREDIA.
- Sánchez, E., Tún, J., Pinzón, L., Valerio, G., & Zavala, M. (2008). Evaluación de Fungicidas Sistémicos para el Control de Mildiú Velloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berk y Curt.)

- Rost. en el Cultivo de Melón (*Cucumis melo* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura, Merida, Mexico* , 14(1): 79-84.
- Sánchez, J., & Ponce, M. (2015). *Evaluación de tres manejos (Químico, Biológico y Botánico) de áfidos (Myzus sp.) y otros artrópodos de pepino (Cucumis sativus L.) bajo condiciones de casa malla, en Finca Las Mercedes. Managua. Managua, Nicaragua: UNA, Tesis de Ingeniero Agrónomo.*
- Segarra, G., Casanova, E., Borrero, C., Avilés, M., & Trillas, I. (2007). The suppressive effects of composts used as growth media against *Botrytis cinerea* in cucumber plants. *Eur J Plant Pathol* (, 17:393–402.
- Shannon, P. (1994). *El control microbiano de Pyllophaga spp (Coleptera: Melolonthinae)* . Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Shetty, N., & Whener, T. (1998). Evaluation of Oriental trellis cucumbers for production in North Carolina. *HortScience*, 33, 891–896.
- Simmons, O., Webb, H., Deese, L., Grant, R., Jaykus, L., Zheng, J., . . . Bell, R. (2020). Colonization and Internalization of *Salmonella enterica* and Its Prevalence in Cucumber Plants. *Front. Microbiol.*, (1): 1-9 P.
- Sistema Argentino d Vigilancia, M. (22 de febrero de 2014). *Cucumis Sativus L.* Obtenido de <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/cucumis-sativus>
- Sociedad Española de Entomología. (12 de Febrero de 2012). *Polinización y Biodiversidad.* Obtenido de Observatorio de Agente Polinizadores, APOLO.
- Swisscontact, F. S. (2012). *Guía metodológica de Escuelas de Campo en Cacao.* Piura, Perú: Athenea, comunicación y cultura. Obtenido de www.s.
- Valcárcel, J. V. (2017). *Racionalización de la colección de Pepino (Cucumis sativus L.) del banco de Germoplasma del COMAV.* Valencia, España: Universidad Politecnica de Valencia, Tesis Doctoral.
- Vaquedano, L. (2006). *Efecto de la Aplicación de Hongos Entomopatógenos Para el Control de Plagas en el Cultivo de Pepino, en el Valle de Comayagua, Honduras.* Tegucigalpa, Honduras: Zamorano Academic Express, Tesis.
- Vargas, G., Alvarez, V., Guigón, C., Cano, P., & García, M. (2019). Impacto ambiental por uso de plaguicidas en tres áreas de producción de melón en la Comarca Lagunera, México. *Ciencia UAT*, 13(2): 113-127.

- Vásquez, L., & Pérez, N. (2001). Manejo ecológico de plagas. En A. Casanova, A. Hernández, M. Quintero, E. Funez, M. Garcia, V. Martínez, . . . E. Muñoz, *Transformando el campo Cubano : avances de la agricultura sostenible* (págs. 190-223). Habana, Cuba: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales.
- Vera, F. (2018). *Evaluación del efecto polinizador de la Abejas (Apis mellifera) en cultivos convencionales y agroecológicos en el vivero de la ESPAM-MFL*. Ecuador, Manabí: ESPAM-MFL.
- Villavicencio, L. (2012). Producción, pérdida de peso y tasas de descompisción de hojarasca en cafetales tradicional, rústico y selva mediana en Veracruz. *Chapingo: Serie ciencia forestales y del ambiente*, Vol 18(2): 159-173 .
- Zitter, T., Hopkins, D., & Thomas, C. (2004). *Plagas y enfermedades de la cucurbitaceas*. Madrid, España: The American phytopathological society.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Descripción de los tratamientos

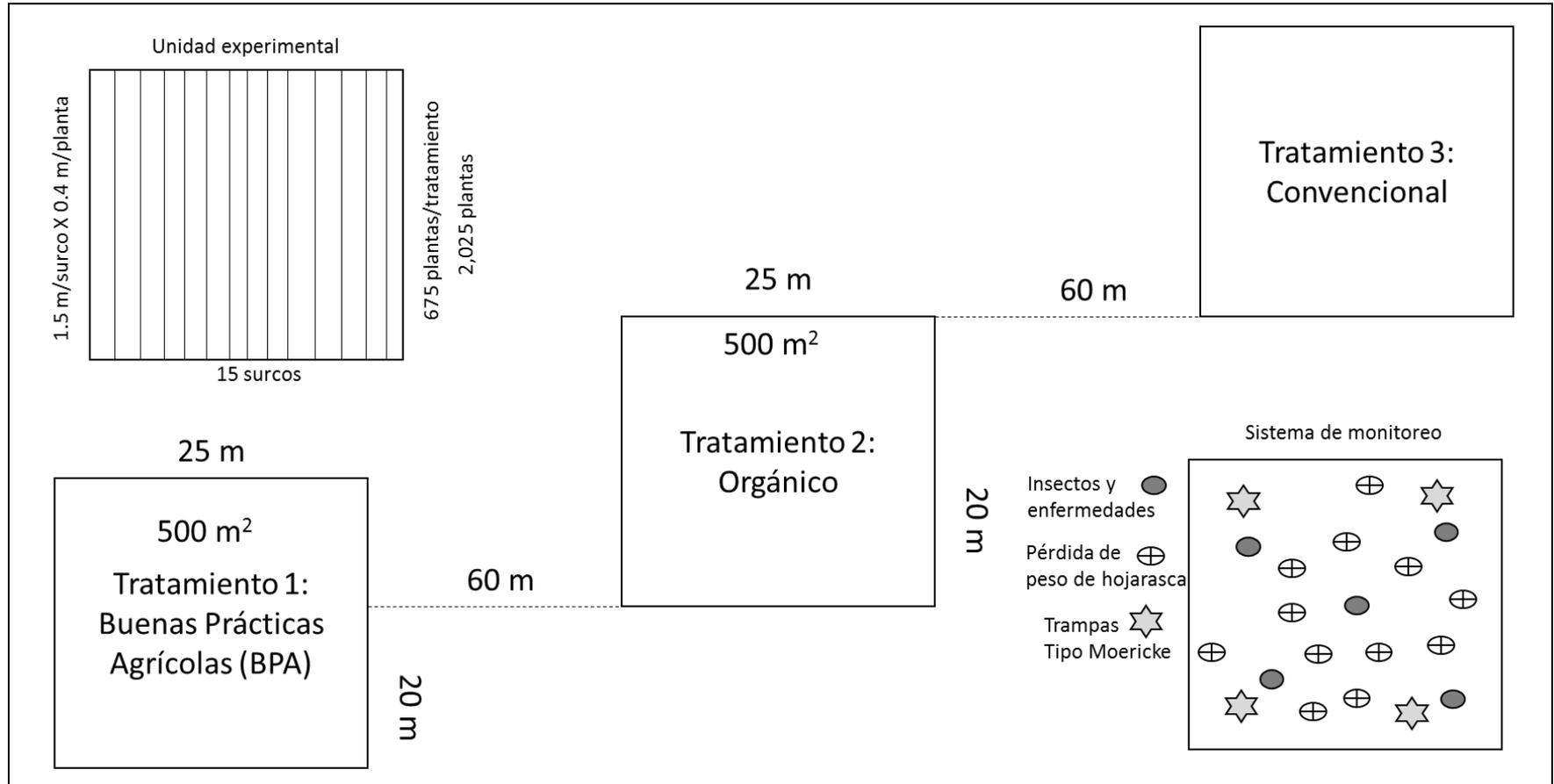
Fenología	Etapa del cultivo	DDS	Labores por tratamiento		
			Convencional	Orgánico	BPA
Plántulas	Preparación de suelo	-25	Chapoda	Chapoda	Chapoda
		-25	Limpia	Limpia	Limpia
		-24	Arado	Arado	Arado
		-24	Gradeado	Gradeado	Gradeado
		-23	Rayado	Rayado	Rayado
			Lombrihumus + <i>Trichoderma</i> al suelo	18-46-0 +al suelo	
	Manejo de plántulas	-18	Lavado y llenado de bandejas y puesta de semilla	Lavado y llenado de bandejas puesta de semilla en bandeja	Lavado, desinfección y llenado de bandejas y puesta de semilla en bandeja
	Germinación	-12	Riego de bandejas	Riego de bandejas	Evaluación de la germinación de semilla + levantada de camellones + sistema de riego por goteo + preparación de área de mezcla
	Aparición de primeras hojas verdaderas	-8	Carbendazim y solución arrancadora	<i>Trichoderma</i> en bandeja	Fertilizantes foliar + Evaluación de calidad de agua para consumo y fumigación
			Riego + fertilización	Humus liquido foliar	Inventario de ingredientes activo en bodega + codificación de equipos de aplicación
Crecimiento y desarrollo vegetativo	Trasplante o siembra	0	Carbendazim y solución arrancadora	<i>Trichoderma</i> al suelo + eliminación manual de maleza	Solución arrancadora + <i>Trichoderma</i>
			Enraizador aloe-albumina-melaza		Mg+Ca+Zn+B+Mb+Mn foliar
	Presencia de guías y	8	fertilización 18-46-0 y 0-0-60	Humus liquido + <i>Trichoderma</i> foliar	Fertilizante granulado 15-15-15

Fenología	Etapa del cultivo	DDS	Labores por tratamiento		
			Convencional	Orgánico	BPA
			Proroot	Lombrihumus + Beaveria	Insecticida sistémico + fungicida contacto
Tutoreo de espaldera	10	Insecticida de contacto	Neem foliar	Mg+Ca+Zn+B+Mb+Mn foliar	
		Herbicida	Enraizador aloe-albumina+melaza		
		Fungicida preventivo	<i>Bacillus subtilis</i> foliar + eliminación manual maleza		
	Primera s flores masculinas	12	Fertilización foliar N, Zn, Fe, Mn, S	<i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt)	N+P+K + fungicida de contacto
		15	Insecticida de ingestión	Enraizador aloe-albumina-melaza	
		24	Fertilización foliar calcio-boro-magnesio y K	Humus liquido foliar + Bt	Mg+Ca+Zn+B+Mb+Mn foliar + insecticida sistémico
	Primera s flores femeninas	28	Fertilización de 0-0-60	<i>Bacillus subtilis</i>	Fungicida sistémico
			Insecticida ingestión	Neem + cal dolomita	
			Proroot	Bt + melaza	
			Fungicida	diluida	
	Aseguramiento de guías y amarre	30	Fertilización foliar N, Zn, Fe, Mn, S	Enraizador aloe-albumina-melaza + Bt	Fungicida de contacto + N+P+K
	Floración y fructificación	Cuajado de frutos	35	Fertilización foliar calcio-boro-magnesio y K	Humus liquido foliar + lombrihumus al suelo + melaza diluida
38			Proroot	<i>Bacillus subtilis</i> + aloe-albumina-melaza	Insecticida sistémico
			Herbicida	Neem + humus liquido foliar	Fungicida sistémico + insecticida ingestión

Fenología	Etapa del cultivo	DDS	Labores por tratamiento			
			Convencional	Orgánico	BPA	
Aseguramiento de guías y amarre	42	42	Insecticida	Trichoderma foliar + melaza diluida	Fungicida sistémico + N+P+K + poda de frutos mal formados	
				Cal dolomita + aloe-albumina-melaza		
	48	48	Fungicida	Bs + Bt	Fungicida de contacto + insecticida ingestión	
				Fertilización foliar N, Zn, Fe, Mn, S	Humus liquido foliar + Neem	Mg+Ca+Zn+B+Mb+Mn foliar
	53	53	Proroot e Insecticida	<i>Trichoderma</i> foliar + melaza diluida	Sanitizado de cajillas+ insecticida ingestión + fungicida sistémico	
Cosecha	1er corte de frutas	55	Fungicida	Aloe-albumina-melaza	Sanitizado de manos a cortadores	
			Fertilizante 0-0-60	Humus liquido foliar	Mg+Ca+Zn+B+Mb+Mn	
	2do corte	60	Insecticida de contacto	Bs + Neem	Insecticida ingestión + fungicida sistémico	
			Fertilización foliar N, Zn, Fe, Mn, S	Melaza foliar + <i>Trichoderma</i> foliar		
	3er corte	68	Fungicida	Bs + Bt	Sanitizado de cajillas y manos a cortadores	
			Fertilización foliar calcio-boro-magnesio y K	Humus liquido foliar + Neem	Mg+Ca+Zn+B+Mb+Mn	
	4to corte	74	Fertilización foliar N, Zn, Fe, Mn, S	<i>Trichoderma</i> + melaza foliar	Sanitizado de cajillas y manos a cortadores	
			Poda de frutos mal formados	Bs + Bt	Insecticida ingestión + fungicida sistémico	

Anexo 2. Plano de campo

Esquema de área total del experimento



Anexo 3. ANDEVA de medidas repetidas en el tiempo de pérdida de peso de hojarasca.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3719.65	11	338.15	96.36	<0.0001
Tratamiento	1.29	2	0.65	0.18	0.8327
Días	3610.54	3	1203.51	342.97	<0.0001
Tratamiento*Días	107.82	6	17.97	5.12	0.0007
Error	126.33	36	3.51		
Total	3845.97	47			

Anexo No 4. Comparación de medias (Tukey) de peso de hojarasca por tratamiento, El Plantel.

Días	Tratamiento	Medias	n	E.E.
120	Orgánico	1.63 a	4	0.94
120	Convencional	1.85 a	4	0.94
90	Convencional	2.83 a	4	0.94
120	BPA	3.93 a	4	0.94
90	BPA	5.50 a	4	0.94
90	Orgánico	5.88 a	4	0.94
60	BPA	12.53 b	4	0.94
60	Orgánico	15.9 b c	4	0.94
60	Convencional	18.60 c	4	0.94
1	Convencional	24 d	4	0.94
1	Orgánico	24 d	4	0.94
1	BPA	24 d	4	0.94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.62326; Error: 3.5091 gl: 36

Anexo 5. Prueba de Friedman y contraste de rangos con mínima diferencia significativa para tasas de descomposición de materia orgánica.

Prueba de Friedman

BPA	Orgánico	Convencional	T ²	p
1.00	2.75	2.25	13.00	0.0066

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 3.460

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
Orgánico	11	2.75	4	a
Convencional	9	2.25	4	b
BPA	4	1	4	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Anexo 6. Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para colonia de *A. gossypii* por tratamiento.

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
COLAFIDOS	BPA	45	18.16	18.99	11	20.33	<0.0001
	Convencional	45	6.56	6.61	4		
	Orgánico	44	15.89	15.38	9		

Tratamiento	Ranks	
BPA	80.48	a
Orgánico	75.81	b
Convencional	46.4	b

Rangos con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para adultos de *B. tabaci* por tratamiento.

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
ADULTOMB	BPA	45	5.96	4.42	5	6.39	0.0399
	CONVENCIONAL	45	5.31	7.28	3		
	ORGANICO	44	6.18	4.93	6		

Trat.	Ranks	
Orgánico	73.83	a
BPA	73.23	b
Convencional	55.58	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8. Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para adultos de *Trips. sp* por tratamiento.

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
ADULTRIPS	BPA	45	8.49	16.75	3	17.77	0.0001
	CONVENCIONAL	45	1.84	2.2	1		
	ORGANICO	44	7.02	12.17	3.5		

Trat.	Ranks
Orgánico	78.77 a
BPA	76.31 b
Convencional	47.67 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 9. Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para *P.cubensis*

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	DDS	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
MILDIU	1	BPA	4	0	0	0	67.86	<0.0001
	1	Convencional	4	0	0	0		
	1	Orgánico	4	0	0	0		
	7	BPA	4	0.75	0.96	0.5		
	7	Convencional	4	0	0	0		
	7	Orgánico	4	2.25	0.5	2		
	14	BPA	4	0	0	0		
	14	Convencional	4	1	0	1		
	14	Orgánico	4	1	0.82	1		
	19	BPA	4	0.5	0.58	0.5		
	19	Convencional	4	1.5	1	1		
	19	Orgánico	4	2	0.82	2		
	25	BPA	4	2.25	1.89	1.5		
	25	Convencional	4	1.75	0.96	1.5		
	25	Orgánico	4	2.5	0.58	2.5		
	32	BPA	4	2.5	1	3		
	32	Convencional	4	2.25	1.26	2		
	32	Orgánico	4	2.25	0.96	2.5		
	39	BPA	4	2.75	0.96	2.5		
	39	Convencional	4	2	1.41	1.5		
39	Orgánico	4	2.75	0.96	2.5			
46	BPA	4	3	1.41	3.5			
46	Convencional	4	1.75	1.26	2			

46 Orgánico	4	2.25	1.71	2.5
54 BPA	4	3.25	1.26	3
54 Convencional	4	2.75	0.96	2.5
54 Orgánico	4	3.75	0.96	3.5

Comparación de Rangos

Tratamiento	Ranks					
54.00:Orgánico	95.00	a				
54.00:BPA	85.50	a				
46.00:BPA	81.75	a				
54.00: Convencional	78.25	a				
39.00:BPA	78.25	a				
39.00: Orgánico	78.25	a	b			
25.00: Orgánico	74.50	a	b	c		
32.00:BPA	74.25	a	b	c	d	
7.00: Orgánico	68.75	a	b	c	d	
32.00:ORGANICO	68.50	a	b	c	d	e
32.00: Convencional	66.50	a	b	c	d	e f
46.00: Orgánico	66.00	a	b	c	d	e f
19.00: Orgánico	62.75	b	c	d	e	f
25.00:BPA	62.00	b	c	d	e	f
39.00: Convencional	60.50	b	c	d	e	f
25.00: Convencional	56.75	b	c	d	e	f
46.00: Convencional	56.50	b	c	d	e	f
19.00: Convencional	50.75	b	c	d	e	f
14.00: Convencional	39.00	b	c	d	e	f
14.00: Orgánico	38.75	c	d	e	f	
7.00:BPA	32.50	c	d	e	f	
19.00:BPA	26.50	d	e	f		
14.00:BPA	14.00	d	e	f		
7.00: Convencional	14.00	d	e	f		
1.00: Orgánico	14.00	d	e	f		
1.00:BPA	14.00	e	f			
1.00:Convencional	14.00	f				

Rangos con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 10. Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para *Botrytis* por tratamiento.

Prueba de Kruskal Wallis

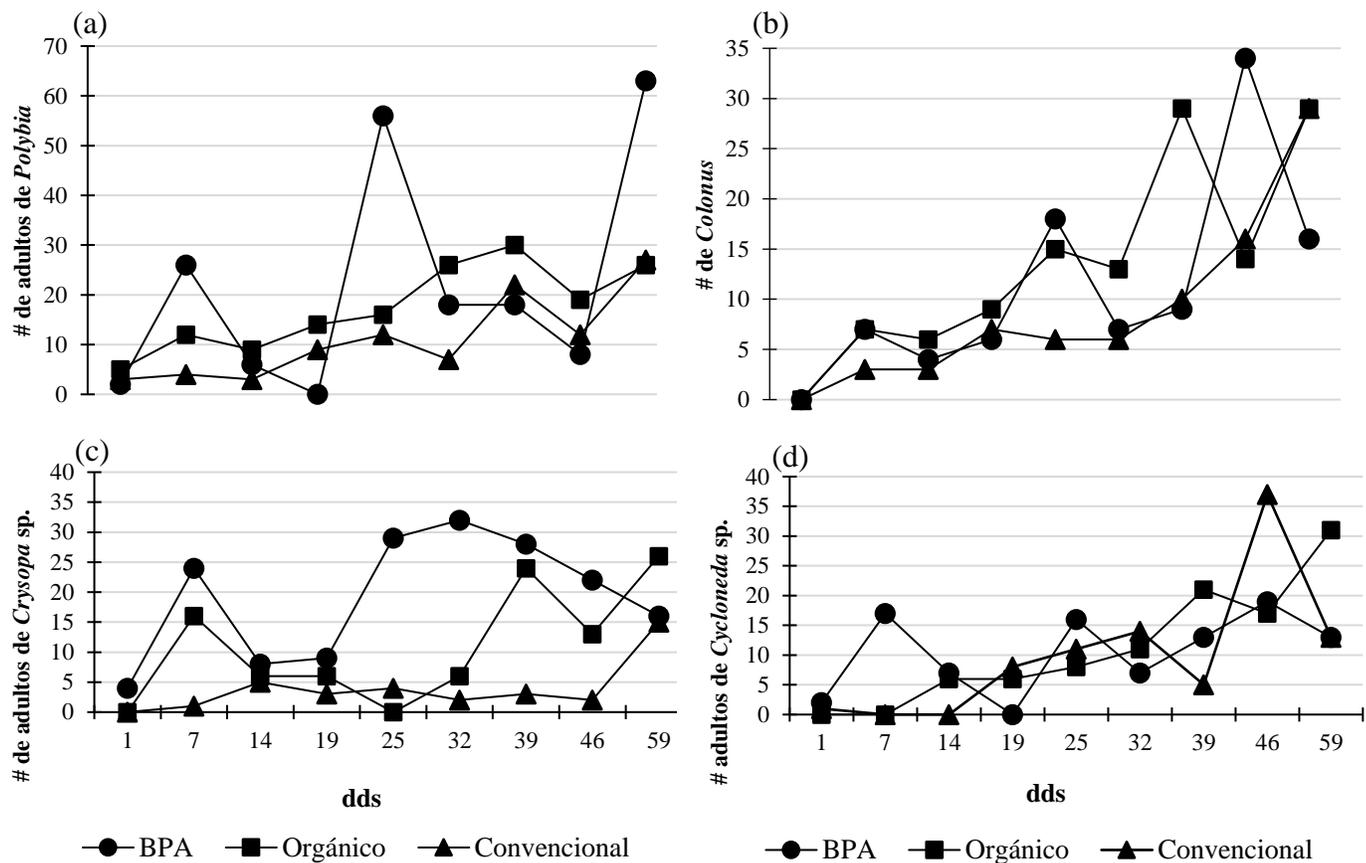
Variable	DDS	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Botrytis	1	BPA	4	0.5	1	0	62.48	<0.0001
	1	Convencional	4	0	0	0		
	1	Orgánico	4	0	0	0		
	7	BPA	4	0.25	0.5	0		
	7	Convencional	4	0	0	0		
	7	Orgánico	4	1.5	0.58	1.5		
	14	BPA	4	0	0	0		
	14	Convencional	4	0	0	0		
	14	Orgánico	4	0.25	0.5	0		
	19	BPA	4	1.5	0.58	1.5		
	19	Convencional	4	0	0	0		
	19	Orgánico	4	0.5	0.58	0.5		
	25	BPA	4	1	0.82	1		
	25	Convencional	4	0.75	0.96	0.5		
	25	Orgánico	4	1.75	1.26	2		
	32	BPA	4	1	0	1		
	32	Convencional	4	1	0	1		
	32	Orgánico	4	1.25	0.96	1.5		
	39	BPA	4	1.75	0.96	1.5		
	39	Convencional	4	1.5	1.29	1.5		
	39	Orgánico	4	2.75	1.71	2.5		
46	BPA	4	2.5	1.29	2.5			
46	Convencional	4	0.5	1	0			
46	Orgánico	4	1.75	1.71	1.5			
54	BPA	4	3	0.82	3			
54	Convencional	4	2.25	0.96	2.5			
54	Orgánico	4	2.5	1.29	2.5			

Comparación de rangos

Tratamiento	Ranks	
54.00:BPA	96.50	a
39.00: Orgánico	87.38	a
54.00: Orgánico	86.75	a
46.00:BPA	86.75	a
54.00:Convencional	85.00	a
39.00:BPA	75.25	a
25.00: Orgánico	72.13	a b
7.00: Orgánico	71.50	a b
19.00:BPA	71.50	a b

46.00: Orgánico	67.88	a	b		
39.00:Convencional	66.13	a	b		
32.00: Orgánico	62.38	a	b	c	
32.00:BPA	59.50	a	b	c	d
32.00:Convencional	59.50	a	b	c	d
25.00:BPA	56.38	a	b	c	d
25.00:Convencional	47.25	a	b	c	d
19.00: Orgánico	41.25	a	b	c	d
46.00:Convencional	38.13		b	c	d
1.00:BPA	38.13		b	c	d
14.00: Orgánico	32.13		b	c	d
7.00:BPA	32.13		b	c	d
14.00:Convencional	23.00		b	c	d
7.00:Convencional	23.00			c	d
14.00:BPA	23.00			c	d
19.00:Convencional	23.00			c	d
1.00:Convencional	23.00			c	d
1.00:Orgánico	23.00				d

Anexo 11. Dinámica poblacional de artrópodos benéficos por tratamiento en el cultivo de pepino: a) *Polybia* b) *Colonus*, c) *Crysopa* y c) *Cycloneda*



Anexo 12. Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para *Polybia* por tratamiento.

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
AVISPAS	BPA	45	4.38	7.02	2.00	7.51	0.0217
	Convencional	45	2.20	2.05	2.00		
	Orgánico	44	3.57	2.35	3.00		

(a)Trat.	Ranks
Orgánico	79.19 a
BPA	66.91 a b
Convencional	56.66 b

Rangos con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 13. Prueba Kruskal Wallis y comparación de rangos para *Crysopa* por tratamiento.

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
LEONAFIDO	BPA	45	3.82	3.33	3.00	26.34	<0.0001
	Convencional	45	0.78	1.26	0.00		
	Orgánico	44	2.2	2.79	1.50		

(b) Trat.	Ranks	
BPA	88.6	a
Orgánico	67.31	b
Convencional	46.59	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)