



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**Facultad de Estudios Superiores
Aragón**

Reducción de costos de producción para el *Persea americana*
variedad *Hass* mediante el uso del hongo entomopatógeno
Beauveria bassiana sobre la plaga *Thysanoptera*, en la
parcela “La Tijera” municipio de Tancítaro, Michoacán.

TESIS

Para obtener el título de licenciado en Planificación para el
Desarrollo Agropecuario

PRESENTA

Diego Esteban Ortíz Rivas

Asesora

Dra. Maribel Hernández Arango

Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, 2022





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a la Facultad de Estudios Superiores Aragón por haberme permitido cumplir uno de mis más grandes proyectos y sueños en la vida, acabar mi licenciatura, soy orgullosamente puma, orgullosamente pertenezco a la máxima casa de estudios de México, mil y muchas gracias a la Universidad Autónoma de México.

A la Dra. Hernández Arango Maribel por su apoyo incondicional, paciencia y sobre todo por la enorme oportunidad de permitirme realizar el presente proyecto bajo su dirección y tutela, infinitas gracias profesora Dra.

A la Dra. Brenda Karina Guevara Olivar, a la licenciada Arriaga Sequera Jocelyn, al licenciado Romero Delgado Oscar Juan y al licenciado González Franco Cristoffer Antonio, por su apoyo infinito apoyo en la realización de la presente tesis, muchas gracias por regalarme las clases y prácticas de campo más entrañables de mi vida, para mí el aula verde es de los recuerdos más memorables de mi vida, mil gracias a ustedes.

Dedicatoria

A mi entrañable abuelo, que siempre me enseñó la humildad, el respeto y ser siempre agradecido, se que desde el cielo está muy feliz de la persona en la que me he convertido.

A mi madre que sin ella no podría ser la persona que ahora soy, a mis hermanos que me dieron su eterno apoyo al igual que a mi padre.

A toda la familia sanguínea que siempre me dieron muchos ánimos para salir adelante y la familia que dios me regalo en el caminar de mi vida.

A mi mejor amigo Julio, que sin su apoyo incondicional esta aventura de la vida no sería la misma sin ti, estaremos en las carretas con nuestros corceles de hierro.

A esas tías que sin serlo me regalan su amor y comprensión, les estoy eternamente agradecido.

Gracias dios por darme este regalo maravilloso, el poder culminar mi licenciatura.

Contenido

I.	Introducción.....	11
II.	Justificación.....	13
III.	Planteamiento del problema	14
IV.	Objetivos.....	17
V.	Métodos y técnicas de investigación	19
VI.	Hipótesis.....	21
VII.	Capítulo I. Alternativas en México para el control biológico de plagas	22
	7.1 Manejo Integral de Plagas.....	18
	7.2 El hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i>	26
	7.3 Antecedentes del control biológico en México.....	31
	7.4 El nuevo marco para actividades de control biológico en México.....	35
VIII.	Capítulo II. La producción de <i>Persea americana</i> en México y la plaga del <i>Thysanoptera</i>	42
	8.1 Producción nacional del <i>Persea americana</i>	38
	8.2 Producción del <i>Persea americana</i> en el municipio de Tancítaro, Michoacán.....	44
	8.3 Características del <i>Persea americana</i>	45
	8.4 Requerimientos edafoclimáticos del <i>Persea americana</i>	48
	8.5 Prácticas culturales del <i>Persea americana</i>	48
	8.6 Características de la plaga <i>Thysanoptera</i> (Trips)	50
	8.7 Daños de la <i>Thysanoptera</i> en la producción del <i>Persea americana</i>	53
IX.	Capítulo III. Diagnóstico municipal de Tancítaro Michoacán.....	61
	9.1 Eje Histórico: Antecedentes históricos del municipio de Tancítaro, Michoacán.....	57
	9.2 Eje Social: Población del municipio de Tancítaro, Michoacán.....	59

9.3 Eje Económico: Economía del municipio de Tancítaro, Michoacán.....	65
9.4 Eje Ambiental: Características Edafoclimáticas del municipio de Tancítaro, Michoacán.....	68
9.5 Eje Político: Plan Municipal de Desarrollo de Tancítaro, Michoacán.....	72
X. Capítulo IV Costos de reproducción y aplicación del hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> .	78
10.1 Lugar y periodo.....	74
10.2 El hongo <i>Beauveria bassiana</i>	78
10.3 Reproducción del hongo <i>Beauveria bassiana</i>	81
10.4 Descripción de la aplicación del hongo en la huerta "La Tijera"	83
XI. Capítulo V. Costos de producción del aguacate en la parcela "La Tijera"	91
11.1 Conceptos de costos de producción.....	88
11.2 Labores culturales en la huerta "La Tijera".....	90
11.3 Control de plagas y enfermedades para la huerta "La Tijera".....	92
11.4 Costos variables para la producción de aguacate en la huerta "La Tijera" para el año 2020.....	94
11.5 Costos variables para la producción de aguacate en la parcela "La Tijera" para el año 2021.....	97
11.6 Paquete tecnológico para una hectárea de aguacate para el año 2020.....	100
11.7 Paquete tecnológico para una hectárea de aguacate para el año 2021.....	105
11.8 Tabla comparativa paquetes tecnológicos 2020-2021.....	109
11.9 Beneficios de la aplicación del hongo <i>Beauveria bassiana</i>	111
XII. Conclusiones	119
XIII. Fuentes de Consulta	122
XIV. Anexos	127

Índice figuras	Pág.
Figura No. 1 Fases de la investigación	20
Figura No. 2 Agave pulquero en el ejido Oxtoyahuatj en el municipio de Teotihuacán, Estado de México y <i>anthonomus grandis Bojeman</i> (picudo algodónero).	26
Figura No. 3. Elementos del Manejo Integral de Plagas.	27
Figura No. 4 Mapa conceptual de las técnicas más aplicadas del control biológico.	28
Figura No. 5 Observación con microscopio de la infección del hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> sobre la plaga descortezadora <i>Stenomacra marginella</i>	31
Figura No. 6 Demostración del control biológico del hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> , sobre un <i>Coleóptero</i> (Escarabajo) y una, <i>Drosophila melanogaster</i> (Mosca de la fruta).	35
Figura No. 7 Producción de aguacate por entidad federativa 2021 y 2022, avance a julio 2022 (toneladas)	46
Figura No. 8 Franja Aguacatera para la exportación de aguacate, Michoacán, 2019.	47
Figura No. 9 Aspecto general del árbol, fruto del <i>Persea americana</i> y la “baya” de aguacate variedad <i>Hass</i>	51
Figura No. 10 Vista de la plaga <i>Thysanoptera</i> (Trips).	55
Figura No. 11 Estadios del <i>Thysanoptera</i> (Trips).	56
Figura No. 12 Picadura la plaga <i>Thysanoptera</i>	58
Figura No. 13 Daño por postura y estadios de desarrollo de la plaga del <i>Thysanoptera</i> sobre tejidos del <i>Persea americana</i>	59
Figura No. 14 Daño ligero de la plaga <i>Thysanoptera</i> sobre tejidos del aguacate.	59
Figura No. 15 Enfermedad de “ <i>La Roña</i> ” en árbol de aguacate causada por la plaga <i>Thysanoptera</i>	60
Figura No. 16 Monumento al aguacate en Tancítaro, Michoacán.	69
Figura No. 17 Carta topográfica: principales localidades de Tancítaro, Michoacán, 2021.	72
Figura No. 18 Carta topográfica: Relieve e hidrología de Tancítaro, Michoacán, 2021.	73

Figura No. 19 Carta topográfica: Clima, pluviosidad y temperatura de Tancítaro, Michoacán,	74
Figura No. 20 Polígono 1: Huerta “La Tijera” en Tancítaro, Michoacán, 2022.	79
Figura No. 21 Polígono 2: Huerta “La Tijera” en Tancítaro, Michoacán, 2022.	81
Figura No. 22 Entomólogo Agostino Bassi, enfermedad “Blanca de la muscardina” por el hongo <i>Beauveria bassiana</i> sobre el <i>Anobium punctatum</i> (Escarabajo de la madera).	83
Figura No. 23 <i>Beauveria bassiana</i> sobre el <i>Spodoptera frugiperda</i> (Gusano cogollero del maíz).	84
Figura No. 24 Conidias del hongo <i>Beauveria bassiana</i> en caja de Petri con agar Papa y Dextrosa (medio de cultivo para hongos) y equipo de aspersión.	85
Figura No. 25 Reproducción del hongo <i>Beauveria bassiana</i> .	86
Figura No. 26 Aspersión de las conidias del hongo, se procuró rociar las copas de los árboles de aguacate, la parte media y foliar de cada uno.	88
Figura No. 27 Agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en La Huerta “La Tijera” 2020. Recomendación para 2000 litros.	100
Figura No. 28 Agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en La Huerta “La Tijera” 2021. Recomendación para 2000 litros.	103
Figura No. 29 Paquete tecnológico para una hectárea de aguacate, en el municipio de Tancítaro Michoacán 2020.	107
Figura No. 30 Paquete tecnológico para una hectárea de aguacate en el municipio de Tancítaro Michoacán 2021.	112
Figura No. 31. Triángulo de la sustentabilidad de Nijkamp.	117
Índice Tablas	Pág.
Tabla No 1 Plagas agrícolas y daños más frecuentes en México.	22
Tabla No. 2 Controles biológicos implementados en México utilizando el hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> sobre plagas del sector agrícola.	33
Tabla No. 3 Controles biológicos implementados en México utilizando el hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> sobre plagas del sector pecuario.	34
Tabla No. 4 Controles biológicos implementados en México utilizando el hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> sobre plagas del sector forestal.	34
Tabla No. 5 Producción de aguacate por entidad federativa, ciclo perenne 2019-2020.	42
Tabla No. 6 Producción de aguacate por entidad federativa 2021 y 2021	45

Avance en toneladas.

Tabla No. 7 Distribución de la producción de aguacate por municipios en Michoacán.	47
Tabla No. 8 Duración de los estadios de la plaga <i>Thysanoptera</i> .	55
Tabla No. 9 Cronología de los hechos históricos de Tancítaro, Michoacán.	61
Tabla No. 10 Población de Tancítaro, Michoacán.	62
Tabla No. 11 Población por edades del municipio de Tancítaro, Michoacán.	62
Tabla No. 12 Población de habla indígena del municipio de Tancítaro, Michoacán.	63
Tabla No. 13 Educación de la población del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.	64
Tabla No. 14 Grado de analfabetismo de la población del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.	64
Tabla No. 15 Indicadores de carencias sociales del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.	65
Tabla No. 16 Población económicamente activa, ocupada y desocupada por genero del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.	65
Tabla No. 17 Condición de pobreza multidimensional de la población del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.	66
Tabla No. 18 Indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda (parte 1) del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.	66
Tabla No. 19 Indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda (parte 2) del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.	68
Tabla No. 20 Necesidades conjuntas no satisfechas en servicios básicos del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.	68
Tabla No. 21 Unidades económicas de Tancítaro, Michoacán según el Censo Económico 2021.	71
Tabla No. 22 Actividades económicas primarias, secundarias y terciarias del municipio de Tancítaro, Michoacán.	71
Tabla No. 23 Uso del suelo y vegetación de Tancítaro, Michoacán según el Prontuario del INEGI, 2009.	75
Tabla No. Uso potencial de la tierra de Tancítaro, Michoacán según el Prontuario del INEGI, 2009.	75
Tabla No. 25 Objetivos para el periodo 2018-2021 del Plan de Desarrollo	77

Municipal de Tancítaro, Michoacán.

Tabla No. 26 Costos Variables de producción e implementación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> 2020	88
Tabla No. 27 Cotización de costos de producción e implementación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> 2021.	89
Tabla No. 28 Fertilizantes utilizados en la huerta “La Tijera”	95
Tabla No. 29 Plaguicidas utilizados en la huerta “La Tijera”.	96
Tabla No. 30 Fungicidas utilizados en la huerta “La Tijera”.	97
Tabla No. 31 Costos Variables: Agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” 2020. Recomendación para 2000 lts	98
Tabla No. 32 Resumen de Costos Variables de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” 2020.	99
Tabla No. 33 Costos Variables: Agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” (Recomendación para 2000 lts) 2021.	101
Tabla No. 34 Resumen de Costos Variables de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” 2021.	102
Tabla No. 35 Paquete tecnológico (producción e implementación de <i>Beauveria bassiana</i>), para una hectárea de aguacate 2020 (Mensual).	104
Tabla No. 36 Resumen de los costos del paquete tecnológico mensual para una hectárea a de aguacate 2020.	109
Tabla No. 37 Paquete tecnológico (sin la implementación del hongo <i>Beauveria bassiana</i>) para una hectárea de aguacate 2021 (Mensual).	108
Tabla No. 38 Resumen de los costos del paquete tecnológico mensual para una hectárea a de aguacate 2021.	111
Tabla No. 39 Comparativa anual de costos de producción para una hectárea de aguacate periodo 2020-2021.	113
Tabla No. 40 Desventajas de la implementación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> para los productores de Tancítaro, Michoacán, 2022.	118



Aguacate variedad *Hass* en la huerta "La Tijera"

I. Introducción

Las plagas agrícolas son una de las grandes problemáticas que enfrenta nuestro país, éstas no solo ocasionan daños económicos importantes para los productores, también ponen en riesgo la seguridad alimentaria nacional e internacional. Así, el uso intensivo y extensivo de plaguicidas, por varias décadas, ha generado una serie de efectos drásticos para los productores, como lo es el continuo y exacerbado incremento de los costos de producción de productos agropecuarios.

Cabe señalar que la aparición de plagas es muy común en monocultivos por la homogeneidad genética que presentan; además, el sistema económico privilegia en el sector agrícola la producción a gran escala de productos específicos; como, es el aguacate michoacano.

El estado de Michoacán es actualmente el líder en la producción de aguacate variedad *Hass*, el municipio de Tancítaro es el principal productor, comercializador y exportador de este emblemático producto, esto gracias a las condiciones naturales, económicas y sociales que presenta el territorio. Pero este gran logro productivo presenta también fuertes problemáticas; como, la plaga *Thysanoptera* (Trips) y otras, que ocasionan daños importantes al cultivo, lo que ha generado que los productores sean cada vez más dependientes en la adquisición y uso de plaguicidas. Esto se debe principalmente a las fuertes presiones del mercado de exportación, lo que a su vez ha generado un incremento directo en los costos de producción para los productores.

En ese sentido la presente investigación tiene como objetivo conocer la reducción de los costos de producción para el aguacate variedad *Hass* mediante el uso del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre la plaga *Thysanoptera*.

Para el logro de ello en el primer y segundo capítulo se revisan las características principales de los controles biológicos en México y las características generales para el

cultivo del aguacate en Michoacán al igual que sus requerimientos edafológicos y climáticos para la realización de las prácticas culturales favorables para su producción. También se aborda a nivel nacional y municipal la producción del cultivo de aguacate.

En el tercer capítulo se expone el diagnóstico municipal de Tancítaro, Michoacán, donde se especifica la localización, los antecedentes históricos y la extensión del territorio para así precisar las características físicas, bióticas, poblacionales, económicas y de infraestructura municipal de Tancítaro, que lo destacan en la producción de aguacate variedad *Hass*.

El cuarto y quinto capítulo comprende el estudio de las características generales de la plaga del *Thysanoptera*, se planteo los daños que esta genera en el cultivo y para el cuarto y último capítulo se abordan los resultados obtenidos, sobre los costos generales para la producción de aguacate al igual que la reproducción y aplicación del hongo *Beauveria bassiana*.

II. Justificación

Para el futuro Planificador para el Desarrollo Agropecuario es indispensable encontrar soluciones para las distintas problemáticas que aquejan al medio rural, con actitudes como: el empeño, trabajo duro, entusiasmo y sobretodo creatividad. Por lo que académicamente es importante diseñar y ejecutar propuestas que permitan coadyuvar al mejoramiento del sector; ya que parte, de nuestra formación académica y profesional consiste en el estudio e investigación que permitan generar soluciones de relevancia para la población más vulnerable de nuestro país.

Así el desarrollo de la presente investigación pretende fortalecer a los productores de aguacate en parcelas comprendidas dentro de la región del municipio de Tancítaro, en el estado de Michoacán; mediante el manejo y aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* como una alternativa para la reducción de los costos de producción de aguacate variedad *Hass* en contraste con el uso de los plaguicidas convencionales.

Además de invitar a otros interesados con la finalidad de generar mayores investigaciones relacionadas en los beneficios económicos y sociales en el manejo de hongos entomopatógenos para el combate de plagas agrícolas y pecuarias.

Finalmente, señalar que la presente tesis proporciona información sobre la importancia de la implementación del control biológico utilizando hongos entomopatógenos en el medio agropecuario para el combate de las plagas, convirtiendo esta tesis en una puerta abierta para que la comunidad estudiantil, científica y docente brinde atención al estudio del control biológico y a las ventajas económicas que puede proporcionar al medio rural.

III. Planteamiento del problema

En nuestro país la producción de aguacate es un cultivo relevante económicamente, el volumen de producción en 2020 fue de 206,466 mil toneladas, siendo el estado de Michoacán es el principal productor y a que aportó el 92.8% de la producción nacional. Además, el aguacate es un fruto emblemático, en los últimos años su consumo ha ido en aumento por las características nutritivas que han sido muy valoradas en el mercado, (SIAP, 2022).

México es el líder con 8 kg per cápita, le sigue Estados Unidos con 4,5 kg per cápita, Canadá con 4,2 kg per cápita, Países Bajos con 3,2 kg per cápita y la Unión Europea con 2,2 kg per cápita, (SIAP, 2022). Aun cuando comercialmente tiene una fuerte demanda y con tendencias en crecimiento, el sector aguacatero del Estado de Michoacán presenta diversas problemáticas entre las que mencionamos:

1. Aumento de insumos; principalmente en agroquímicos: En los últimos años se ha generado un aumento a los agroquímicos esenciales para la producción de aguacate, como lo son los fertilizantes, plaguicidas, fungicidas y controladores de malezas.
2. Problemática de inseguridad: El inicio del año 2022 trajo consigo una inseguridad provocada por el crimen organizado, se presentan situaciones como el cobro de derecho de piso y extorción a los pequeños y medianos productores de aguacate, cobro de peaje al transportista, cierres de vialidades y enfrentamientos que ponen en riesgo a la población en general.
3. Problemática exportación: Derivado de la inseguridad que padece en general el estado de Michoacán, el Departamento de Agricultura de Estados (USDA) suspendió de manera provisional la exportación de aguacate, esto generó pérdidas económicas para el sector en el municipio de Tancítaro, Michoacán.

En ese sentido el municipio de Tancítaro (que significa en idioma purépecha *Lugar de tributo*) es una población de origen purépecha del estado de Michoacán de Ocampo, al oeste del territorio, conformado por el Eje Neo volcánico, rodeado de los volcanes Parícutín y Pico de Tancítaro. Actualmente este municipio ostenta el primer lugar de producción de aguacate variedad *Hass* con 237,435 toneladas al año por lo que es llamado “La capital mundial del aguacate”, (INAFED, 2018).

De manera empírica para el desarrollo de la presente investigación se trabajó en la parcela “La Tijera” ubicada en el municipio de Tancítaro, ya que sus seis propietarios (como la mayoría de los pobladores en el municipio), se dedican a la producción de aguacate *Hass* con una producción de 15 a 20 toneladas, por ciclo productivo, esta producción se destina principalmente para la exportación hacia los Estados Unidos, la cosecha se realiza en el mes de marzo y noviembre; principalmente, se recolectan los frutos que se encuentra en la copa de los arboles ya que estos son los destinados para la exportación.

Por otro lado, es importan mencionar que la plaga *Thysanoptera* es la que provoca malformaciones en el fruto ocasionando afectación en la calidad cosmética del fruto; también, esta plaga está asociada a la enfermedad de “La roña”, padecimiento que genera la entrada de microorganismos que dañan la calidad, estética y valor de producción del aguacate ocasionando que el producto sea comercializado como fruta de segunda calidad en el mercado nacional.

Así la parcela “La Tijera” ha sido afectada durante muchos años por las mermas productivas provocadas por la plaga del *Thysanoptera*; situación que viven muchos productores aguacateros en el municipio de Tancítaro. Para el combate y control de la plaga se destinan cuantiosos recursos económicos, por lo que ante este escenario se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los costos productivos de la implementación de plaguicidas para el control de la plaga *Thysanoptera* (Trips) en la producción de aguacate variedad *Hass* en la parcela demostrativa “La Tijera”?
- ¿Cuál sería la reducción de costos de producción a partir de la implementación de un “Control Biológico” sobre la plaga *Thysanoptera* en la producción de aguacate variedad *Hass* en la parcela demostrativa “La Tijera”?

IV. Objetivos

Objetivo general

Calcular la reducción de los costos de producción del *Persea americana* variedad *Hass* para los ciclos productivos del 2020 al 2021 en el predio “La Tijera”, ubicado en el municipio de Tancítaro, Michoacán a través de la implementación del control biológico sobre la plaga *Thysanoptera* (Trips) utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* que permita identificar las ventajas económicas del control biológico para la producción de aguacate en Michoacán.

Objetivos específicos:

- Revisar las alternativas existentes en México para la aplicación del control biológico de plagas.
- Describir las características ambientales, sociales y económicas del municipio de Tancítaro Michoacán.
- Determinar los costos de reproducción y la aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en la parcela demostrativa “La Tijera”.
- Identificar los costos productivos que tiene la aplicación de plaguicidas en la producción del *Persea americana* variedad *Hass* en la parcela demostrativa “La Tijera”.
- Comparar los costos productivos en la producción del *Persea americana* variedad *Hass* entre los ciclos 2020 - 2021 con la aplicación del control biológico utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en la parcela demostrativa “La Tijera”.

V. Métodos y técnicas de investigación

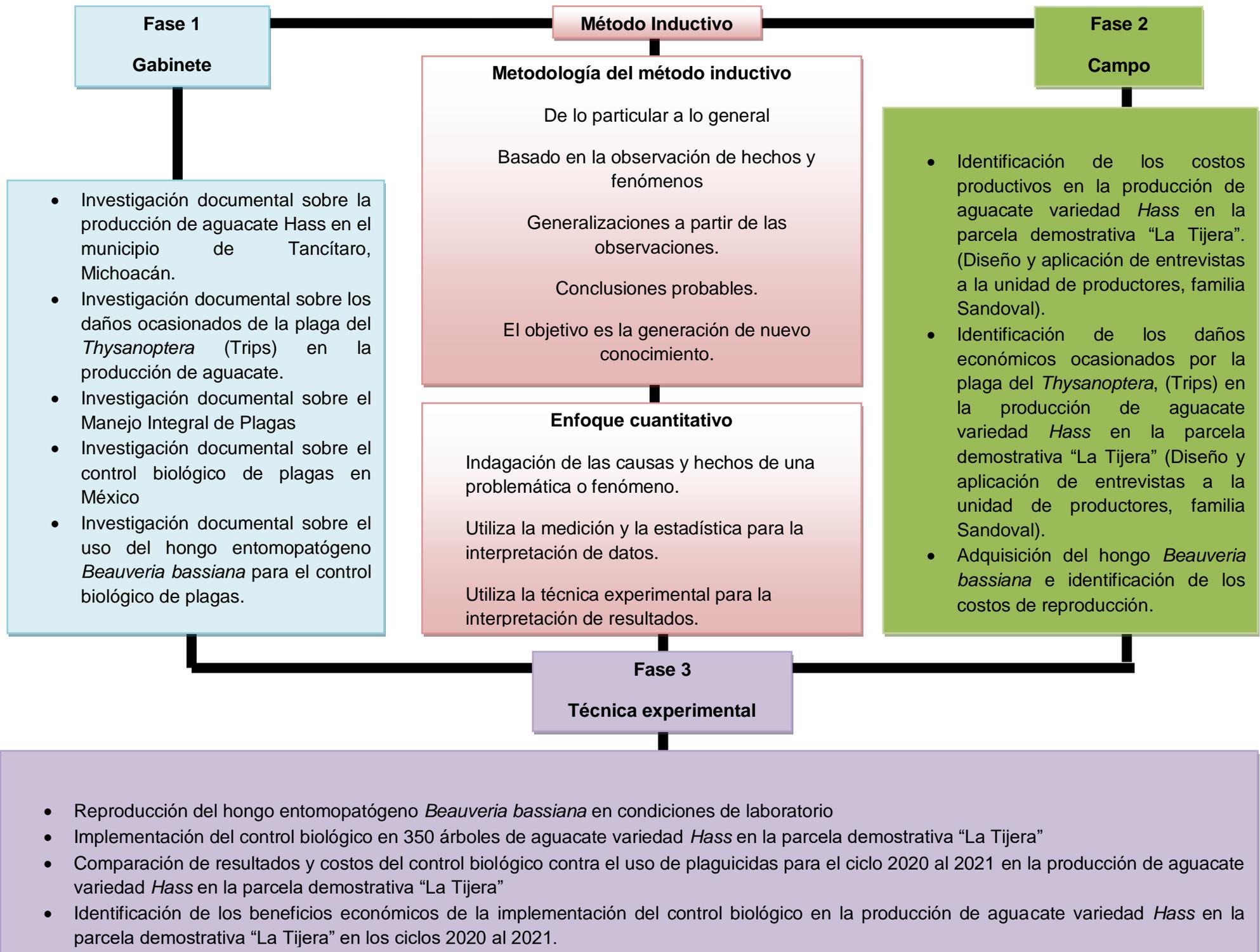
El método inductivo estudia el fenómeno social de lo particular a lo general, está basado en la observación del fenómeno o problemática a estudiar, se establecen generalizaciones a partir de los elementos u observaciones realizadas, el principal objetivo de este método es la generación de nuevos conocimientos que ayudan a la comprensión del fenómeno estudiado, este método se apoya en el enfoque cuantitativo.

El enfoque cuantitativo tiene como objetivo la indagación de las causas y efectos del fenómeno o problemática; es decir, divide al fenómeno en partes para su mejor estudio y entendimiento, este enfoque se vale de la técnica experimental para la replicación e interpretación de resultados, si el fenómeno puede ser replicado por consiguiente puede ser medido y cuantificado, para la implementación del control biológico utilizando el método inductivo la investigación se dividió en las siguientes fases:

- **Fase1 Gabinete:** Recolección de bibliografía e investigación documental de la producción de aguacate, la plaga del Trips, el manejo de plagas e información del hongo entomopatogeno *Beauveria bassiana*.
- **Fase 2 Campo:** Esta fase se identificaron los daños ocasionados por la plaga, la identificación de los costos productivos del aguacate y la adquisición del hongo, por ende es vital que el estudio sea realizado directamente en la parcela demostrativa. Se realizaron entrevistas semi-estructuradas a productores y se realizaron recorridos a los centros distribuidores de agroquímicos para obtener los costos productivos de los insumos utilizados en la parcela demostrativa.
- **Fase 3 Técnica experimental:** La fase final implicó la reproducción del hongo *Beauveria bassiana* y su implementación como controlador biológico en la parcela demostrativa, una vez realizado el control biológico se dispuso al análisis de los resultados obtenidos para la comparación con un ciclo productivo anterior

Para mayor detalle sobre el proceso de investigación se presenta la figura 1:

Figura No. 1 Fases de la Investigación



VI. Hipótesis

La implementación del control biológico utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre la plaga *Thysanoptera*, reducirá los costos de producción del *Persea americana* variedad *Hass* para el ciclo 2020 en la parcela demostrativa “La Tijera” ubicada en el municipio de Tancítaro, Michoacán.

VII. Capítulo I. Alternativas en México para el control biológico de plagas

En este capítulo conoceremos las principales plagas agrícolas que afectan al sector agropecuario mexicano, abordaremos el estudio de la estrategia del Manejo Integral de Plagas, el Control Biológico junto con sus antecedentes y marco normativo. Adicionalmente, revisamos controles anteriores implementados contra plagas en nuestro país utilizando el hongo *Beauveria bassiana*.

7.1 Manejo Integrado de Plagas

Las plagas han sido y son actualmente una de las grandes problemática que el sector agrícola enfrenta, éstas no solo merman los cultivos sino que ponen en riesgo la seguridad alimentaria a nivel mundial, generando pérdidas millonarias al sector primario, lo que ocasiona una disminución de productos agrícolas para el abastecimiento de los mercados. Generando también un desequilibrio en la producción y consumo de alimentos, pues como riesgo latente no hay excepción de los graves problemas que ocasionan las plagas agrícolas en México.

En la agricultura de nuestro país son frecuentes e importantes los daños que causan conocidas plagas agrícolas, la tabla número 1 muestra las plagas más frecuentes en México, junto con los cultivos y daños que estas ocasionan.

Tabla No.1 Plagas agrícolas y daños más frecuentes en México.		
Plaga	Cultivo	Daño
<i>Spodoptera frugiperda</i> (Gusano cogollero del maíz)	Maíz y trigo	Mastica y devora el tejido celular
<i>Ceratitis capitata</i> (Mosca de la fruta)	Cítricos	Descomposición de la pulpa, maduración precoz y caída del fruto.
<i>Anthonomus grandis</i> Boheman (Picudo del algodouero)	Algodón	Descomposición de la planta.
<i>Tetranychus urticae</i> (Araña roja)	Todos los cultivos	Devora el tejido celular

		provocando la descomposición.
<i>Bemisia tabaci</i> (Mosca blanca)	Hortalizas	Succionan y contaminan las paredes celulares.
<i>Cicadidae</i> (Chicharrita)	Frijol, trigo, papa, berenjena, calabaza, alfalfa y soya	Descomposición del fruto y legumbre.
<i>Stenomacra marginella</i> (Willy)	Cítricos	Succionador de células vegetales y descortezador.

Fuente: FAO, 2019, (p. 1).

Para el combate de las plagas se realiza un uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos con altos costos; pero, estos no son tan efectivos ya que su uso prolongado causa resistencia a diferentes organismos, y por consiguiente la pérdida de su efectividad. Frente a esta problemática, es común aumentar las dosis y preparar mezclas de varios productos con frecuencia más tóxicos, por lo que el problema de la resistencia, lejos de solucionarse se agrava ocasionando que los productores tengan que destinar más costos en la adquisición de más plaguicidas lo que deriva en un aumento constante en los costos de producción convenientes.

El control químico también produce otros efectos como: brotes de plagas secundarias, resurgencia de plagas y disminución de las poblaciones de enemigos naturales, a partir de esa situación, se hace necesario desarrollar métodos de manejo de plagas compatibles con el ambiente, entre los cuales el Manejo Integral de Plagas (MIP) junto con el Control biológico representan las estrategias más convenientes (Hernández, Martínez y Padilla, 2019, p.2).

Diversas plagas se están combatiendo desde hace varios años mediante otros métodos y algunos productores están substituyendo a los insecticidas por alternativas más ventajosas, como el Manejo Integrado de Plagas (MIP), Contreras y Hernández (2011) afirman:

“ Mediante la estrategia del Manejo Integral de Plagas las plagas son tratadas desde el punto de vista de “Sistemas ecológicos” y de las especies, una plaga en particular forma parte de un sistema, no vive sola y por esto es un error no tomar en cuenta lo que la rodea, las plantas cultivadas y no cultivadas, sus plagas, los enemigos naturales de éstas y los demás organismos con los que conviven en el medio, forman una comunidad biológica compleja, que con frecuencia se extiende por fuera de los límites de las áreas cultivadas (p.47).”

La estrategia del Manejo Integral de Plagas utiliza preferentemente métodos de control de plagas que cumplan con los siguientes requisitos:

1. Efectividad contra la plaga.
2. Compatibilidad con otros métodos de control; por ejemplo, el control biológico es compatible con el aumento en la diversidad de plantas; pero, en muchas situaciones, no es compatible con los insecticidas químicos.
3. Impacto ambiental nulo o bajo, como es el caso de los parasitoides y depredadores, las feromonas, los repelentes, las variedades resistentes a las plagas, etc.
4. Efectos duraderos en el medio y que contribuyan a modificarlo, para que sea más favorable a las planta y menos apropiado para las plagas.
5. Economía, desde el punto de vista de costos/beneficios.
6. Factibilidad técnica de su empleo.
7. Aceptación por los productores y, en general, por la sociedad.

El Manejo Integral de Plagas se orienta a la reducción de las densidades de las plagas a través del tiempo, las medidas de control también procurarán, individualmente o en conjunto, reducir las variaciones de las densidades de las poblaciones de las plagas a través del tiempo, asimismo Contreras y Hernández (2011) afirman: “Que el Manejo Integral de Plagas debe orientarse, idealmente a lograr el control de la plaga de manera extensiva, de preferencia a “nivel” de ecosistema, y no solamente en predios aislados” (p.50).

Los métodos de control de plagas que son más recomendables desde el punto de vista del manejo integral de plagas son:

- **Prácticas culturales:** Se basa en realizar prácticas culturales orientadas al control de plagas, es indispensable conocer cómo se desarrolla el cultivo, cuáles son las etapas más susceptibles al ataque de la plaga, cuáles son las fechas de siembra más convenientes para escapar al ataque de las plagas, qué hacer después de la cosecha para disminuir la población de insectos que se refugian en los residuos de los cultivos, en el suelo, entre otros.
- **Prácticas de tolerancia de las plantas:** El basado en las características de tolerancia o resistencia de las plantas al ataque y daño por las plagas, todas las plantas resisten alguna cantidad de lesiones causadas por las plagas, sin que esto reduzca sus rendimientos, es necesario conocer cuáles son los límites de tolerancia a las plagas, para no aplicar insecticidas y otros métodos de control, antes de que sea necesario, es conveniente también sembrar variedades que resistan mejor al ataque de las plagas.
- **Control biológico:** El control biológico es parte muy importante del manejo integral de plagas, como ya se explicó antes, además de cuidar y reforzar la acción de los agentes de control biológico que normalmente están presentes en el ecosistema, pueden liberarse o aplicarse en el campo, parasitoides, depredadores

y microorganismos patógenos de plagas que son producidos en centros de reproducción o laboratorios especializados.

Una alternativa sustentable para la prevención y control contra la plaga *Anthonomus grandis Boheman*, (El picudo algodnero) se propuso en la tesis elaborada por las ex alumnas Camacho Hernández Liliana y Contreras Ramírez Frida Eloísa de la licenciatura en Planificación para el Desarrollo Agropecuario, para el ejido Oxtoyahuatl en el municipio de Teotihuacán, Estado de México.

Figura No. 2 Agave pulquero en el ejido Oxtoyahuatl en el municipio de Teotihuacán, Estado de México y *Anthonomus grandis Boheman* (Picudo del algodnero).

La imagen del lado izquierdo corresponde al picudo algodnero, la imagen del lado derecho presenta el agave pulquero.



Fuente: Contreras y Hernández, 2011, p.35.

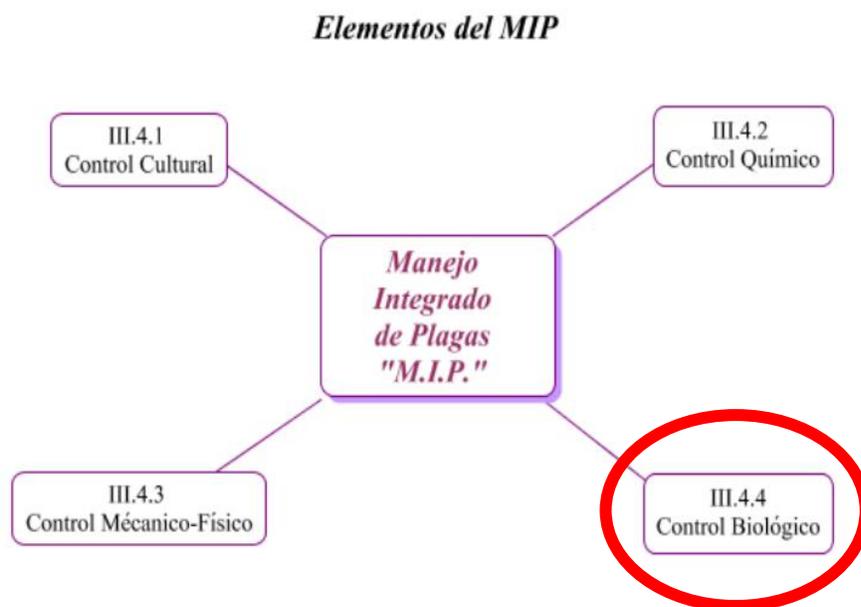
En ese estudio se señala la importancia de recurrir a técnicas sustentables para controlar las plagas que afecta a la producción del agave, evaluando técnicas con criterios de sustentabilidad que actualmente son utilizados y que son implementados en el ejido mediante la estrategia del “Manejo integral de plagas” (MIP), éste método se orienta a la reducción de las densidades de las plagas a través del tiempo, el Manejo Integral de Plagas cuenta con los siguientes elementos:

- Control Cultural.

- Control Químico.
- Control Mecánico-Físico.
- Control Biológico.

Como se puede observar en la figura número tres, Contreras y Hernández (2011) señalan que el control biológico es un elemento fundamental para el Manejo Integral de Plagas. Sin embargo, para la elaboración de la tesis mencionada no se llevó a cabo de manera empírica el control biológico; al respecto, ellas mencionaron: “actualmente en el Ejido de Oxtoyáhuatl el control biológico no es utilizado, por falta de conocimiento en la forma de aplicación por parte de los productores, sin embargo existe un gran interés por su parte por conocer las técnicas que se pueden utilizar dentro de sus cultivos” (p.63).

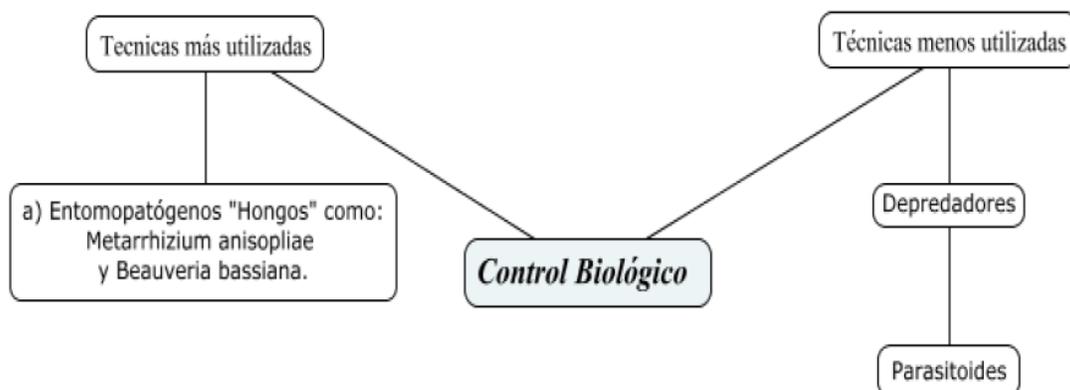
Figura No. 3 Elementos del Manejo integral de plagas.



Fuente: Contreras y Hernández, 2011, p.50.

Como se puede observar en la figura número 4 las técnicas más aplicadas del control biológico es el uso de hongos entomopatógenos como El *Metarrhizium anisopliae* y el *Beauveria bassiana*.

Figura No. 4 Mapa conceptual de las técnicas más aplicadas del control biológico.



Fuente: Contreras y Hernández, 2011, p.63.

En otro orden, el Control Biológico fue concebido a inicios del siglo XIX cuando algunos naturistas de diferentes países reseñaron el importante papel de los organismos “entomófagos” (organismos que se alimentan de insectos) y “entomopatógenos” (microorganismo que es capaz de causar una enfermedad al insecto plaga conduciéndolo a su muerte después de un corto periodo de incubación) en la naturaleza, con el empleo de la lucha o control biológico se intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico para eliminar o reducir los daños causados por organismos perjudiciales (Badii y Abreu, 2006, p.1).

El control biológico es uno de los métodos de manejo de plagas compatibles con el ambiente, ofrece beneficios a la economía de los agricultores, protección al ambiente y a la salud de los consumidores” (Hernández, Martínez y Padilla, 2019, p.1).

Existen varios tipos de organismos entomopatógenos, tales como hongos, bacterias, nematodos y virus, de los cuales los hongos tienen principales aplicaciones en el sector

agropecuario gracias a que su empleo permite combatir plagas a un costo menor que el uso de plaguicidas químicos, en especial el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.

Hernández, Martínez y Padilla (2019) reconocen que *Beauveria bassiana* infecta a más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, entre las que destacan plagas de que afectan la importancia económica de los cultivos como:

- *Spodoptera frugiperda*, (Gusano cogollero del maíz).
- *Diatrea magnifactella* Dyar, (Gusano barrenador).
- *Hypothenemus hampei*, (Broca del café).
- *Drosophila melanogaster*, (Mosca de la fruta).
- *Anthonomus grandis* Boheman, (Picudo del algodnero).
- *Tetranychus urticae*, (Araña roja).
- *Bemisia tabaci*, (Mosquita blanca).
- *Cicadidae*, (Chicharrita); y
- *Stenomacra marginella*, (Willy) (p.5).

7.2 El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

Los organismos que mejores resultados obtienen en la implementación del control biológico son los hongos entomopatógenos, éstos son microorganismos son capaces de causar enfermedades al insecto plaga conduciéndolo a su muerte después de un corto periodo de incubación, producen una patogénesis (enfermedad parasitarias), letal en insectos o arácnidos, descartando a todos aquellos hongos facultativos que pueden crecer sobre insectos, poseen extrema importancia en el control de ectoparásitos, virtualmente todos los ectoparásitos son susceptibles a las enfermedades fungosas y existen aproximadamente 700 especies de hongos entomopatógenos, y alrededor de 100 géneros entre los cuales uno de los más relevantes es el hongo *Beauveria Bassiana*.

Contreras y Hernández (2011) mencionan que: “Los hongos entomopatógenos poseen extrema importancia en el control de insectos plagas, virtualmente todos los insectos son susceptibles a las enfermedades fungosas y existen aproximadamente 700 especies de hongos entomopatógenos, dentro de las más importantes se mencionan: *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, entre otros” (p.64).

Los hongos entomopatógenos, a diferencia de otros agentes biológicos controladores, tienen mecanismos de invasión únicos, estos no necesitan ser ingeridos por el insecto para controlarlo sino que lo infectan por contacto y adhesión de las esporas a partes de su cuerpo (partes bucales, membranas intersegmentales o espiráculos, entre otros), estos hongos inician su proceso infectivo y asociación patógeno-hospedero formando los túbulos germinales y a veces el “apresorio” (que sirve para el anclaje de la espora) con los cuales ejerce una presión hacia el interior del insecto facilitando la invasión del hongo, el mecanismo de acción se divide en tres fases:

1. Adhesión y germinación de la espora a la “cutícula” (piel del insecto) del insecto.
2. Penetración en el “hemocele” (aparato digestivo del insecto).
3. Desarrollo del hongo, lo cual generalmente resulta en la muerte del insecto.

Cuando las esporas del hongo entran en contacto con la cutícula (piel del exoesqueleto del insecto) de insectos susceptibles, germinan y crecen directamente a través de ella hacia el interior del cuerpo de su hospedero, por lo tanto, el hongo prolifera a través del cuerpo del insecto, produce toxinas y consume los nutrientes del insecto, y eventualmente lo destruye, al inicio de la infección pueden o no observarse síntomas, pero el insecto comienza a perder movilidad y apetito al cabo de siete o diez días, muere debido a la deficiencia nutricional, esta facilidad de infestación se debe a las características tanto físicas y químicas que tienen los insectos (Hernández, Martínez y Padilla, 2019, p.4).

Figura No. 5 Observación con microscopio de la infección del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre la plaga descortezadora *Stenomacra marginella*.



Fuente: Fotografías propias, 2020.

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* crece de forma natural en los suelos de todo el mundo, su poder entomopatógeno le hace capaz de parasitar a insectos de diferentes especies, causando la conocida enfermedad “Blanca de la muscardina”, término que se aplicó por primera vez a *Beauveria bassiana*, este hongo es actualmente

utilizado como insecticida biológico o biopesticida, Hernández, Martínez y Padilla (2019) mencionan: “Es bien conocido que el hongo *Beauveria bassiana* infecta a mas de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, entre las que destacan plagas de importancia económica como el *Spodoptera frugiperda* (Gusano cogollero del maíz), *Diatrea magnifactella* (Gusano barrenador) y la *Hypothenemus hampei* (Broca del café)” (p.8). Como se puede observar en la figura 5.

La especie lleva el nombre del entomólogo italiano Agostino Bassi, el cual observó en 1835 la aparición de la enfermedad “Blanca de la muscardina” sobre los cuerpos de algunos gusanos de seda.

“El modo de acción de este hongo entomopatógeno consta de diferentes etapas, cuando las esporas microscópicas del hongo entran en contacto con las células de la “epicutícula” (células de la piel) del insecto, éstas se adhieren e hidratan, las esporas germinan y penetran la “cutícula” (piel del insecto) del insecto, una vez dentro, las “hifas” (red de filamentos cilíndricos que conforman la estructura del cuerpo de los hongos pluricelulares) crecen destruyendo las estructuras internas del insecto y produciendo su muerte al cabo de unas horas o días, tras ello, si las condiciones ambientales son favorables, pueden emerger del cadáver esporas del hongo con capacidad para ser propagadas de nuevo y reinfectar a nuevos insectos (Hernández, Martínez y Padilla, 2019, p.6).”

La tabla número 2 muestra los controles biológicos implementados en México utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre distintas plagas del sector agrícola. El hongo *Beauveria bassiana* ha sido implementado como controlador biológico sobre 18 plagas.

Tabla No.2 Controles biológicos implementados en México utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre plagas del sector agrícola.

Plaga	Cultivo	Referencia
<i>Hypothenemus hampei</i> (Broca del café)	Café	Gerónimo, 2016
Depredadores de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama: (<i>Ceraeochrysa valida</i> Banks) y (<i>Eremochrysa punctinervis</i>)	Cítricos	Gandarilla <i>et al.</i> , 2013
<i>Lygus lineolaris</i> (Ninfas de chinche ligus)	Fresa	González <i>et al.</i> , 2010
<i>Epilachna varivestis</i> (Conchuela del frijol)	Frijol	Castrejón, 2017
<i>Brachystola magna</i> (Chapulín)	Frijol	Lozano y España, 2006
<i>Bemisia tabaco</i> (Mosquita blanca)	Hortalizas	Ruiz, 2009
Insecto plaga de los frutos de <i>Jatropha curcas</i> L: <i>Pachycoris torridus Scopoli</i>	<i>Jatropha curcas</i>	Chávez, 2016
<i>Cydia pomonella</i> L. (Palomilla del manzano)	Manzana	Solís, 2006
<i>Metamasius spinolae</i> Gyllenhal (Picudo del nopal)	Nopal	Sánchez <i>et al.</i> , 2016
<i>B. tabaco</i> Gennadius (Mosca blanca)	Más de 500 plantas ornamentales	García <i>et al.</i> , 2013
<i>Scyphophorus interstitiales</i> Gyllenhal (Picudo del agave)	Agave pulquero, tequilero y mezcalero	Aquino, 2006
<i>Diatrea magnifactella</i> Dyar (Gusano barrenador)	Caña de azúcar	Castro <i>et al.</i> , 2013
<i>Candidatus Liberibacter</i> spp (Bacteria)	Cítricos	Mellín <i>et al.</i> , 2016
<i>Phyllophaga crinita</i> Burm y	Maíz, áreas verdes	Nájera, 2005
Coleoptera: Melolonthidae (Larvas de Gallina ciega)		
<i>Phyllophaga vetula</i> (Gallina ciega)	Maíz	Hernández <i>et al.</i> , 2011
<i>Aulacapsis tubercularis</i> (Insectos escama o escamas, insectos chupadores de Savia)	Mango	Pérez-Salgado, 2013
<i>Anastrepha obliqua</i> (Moscas de la fruta)	Mango	Díaz <i>et al.</i> , 2010
<i>Bactericera cockerelli</i> Šulc (Psílido de la papa)	Papa	Villegas, 2017

Fuente: Hernández, Martínez y Padilla, 2019, (p. 8-9).

Por otro lado, la tabla número 3 muestra los controles biológicos implementados en México utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre plagas del sector pecuario. Implementándose en cuatro distintas plagas que aquejan al sector pecuario.

Tabla No. 3 Controles biológicos implementados en México utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre plagas del sector pecuario.

Plaga	Animal	Referencia
<i>Meccus pallidipennis</i> (Chinche besucona causante del mal de Chagas)	Bovinos, caprinos, perros	Zumaquero, 2014
<i>Ctenocephalides canis</i> (Pulga del perro)	Perros	Pacheco, 2015
<i>Rhipicephalus microplus</i> Canestrini (Garrapata del ganado bovino)	Bovinos, caprinos, porcinos y aves	Rivera-Oliver <i>et al.</i> , 2013
<i>Aedes aegypti</i> Linnaeus (Mosquito vector del dengue)	Bovinos, caprinos, porcinos y aves	Molina <i>et al.</i> , 2013

Fuente: Hernández, Martínez y Padilla, 2019, (p.11).

La tabla número 4 muestra los controles biológicos implementados en México específicamente utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre plagas del sector forestal: El hongo es eficaz contra 3 plagas que aquejan al sector forestal mexicano.

Tabla No. 4 Controles biológicos implementados en México utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre plagas del sector forestal.

Plaga	Especie afectada	Referencia
<i>Hypsipyla grandella</i> Zeller (Barrenador de las meliáceas)	<i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) Maderas preciosas	Díaz <i>et al.</i> , 2010
<i>Dendroctonus</i> spp (Descortezadores)	<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl. (Pino)	Arriola <i>et al.</i> , 2016
<i>Stenomacra marginella</i> (Willy)	<i>Persea americana</i> (Árbol de aguacate) <i>Mangifera indica</i> (Árbol de mango) <i>Tamarindus indica</i> (Árbol de tamarindo) <i>Buxus Sempervirens</i> L. (Arbusto)	Ortiz., 2019

Fuente: Hernández, Martínez y Padilla, 2019, (p.12).

Dado que el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* permite combatir insectos plagas de más de 200 especies y ordenes en el sector agropecuario, aunado a que su reproducción y empleo podemos señalar que tiene un menor costo que el uso de plaguicidas químicos.

7.3 Antecedentes del control biológico en México

La evolución natural de los sistemas de producción agraria ha derivado en los últimos años hacia métodos de control de plagas y enfermedades más racionales y respetuosas con el medio ambiente, para que estos sean económicamente más baratos en su accesibilidad y empleo y que tengan relación con la filosofía de desarrollo sustentable y la noción de la conservación de recursos, la biodiversidad y la ética ambiental (Badii y Abreu, 2006, p.6).

El control biológico constituye la estrategia más deseable para el manejo de poblaciones de plagas agrícolas Bernal y Quezada (1999) afirman “Entre las principales virtudes del control biológico se cuentan la ausencia de impactos ambientales significativos, su ubicuidad y constancia, y la economía de su desarrollo e implementación” (p.4).

Figura No. 6 Demostración del control biológico del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, sobre un *Coleóptero* (Escarabajo) y una *Drosophila melanogaster* (Mosca de la fruta).



Fuente: Badii y Abreu, 2006. (p.63).

“El control biológico ofrece, al mismo tiempo, beneficios a la economía de los agricultores, protección del ambiente y a la salud de los consumidores. Además, ha contribuido al desarrollo de la agricultura de México y de muchos países” (Hernández, Martínez y Padilla, 2019, p.2). Los técnicos y productores intuitivamente se han percatado de que su uso les permite combatir plagas contra las cuales se dispone de especies entomopatógenas a un costo menor que las generadas por el empleo de plaguicidas químicos, Hernández, Martínez y Padilla (2019) afirman: “En la actualidad el control biológico es la alternativa que constituye (por sus virtudes económicas, ambientales y ecológicas) la estrategia más deseable para el manejo de las poblaciones de organismos plagas en los ámbitos agrícola, pecuario y forestal” (p.5). Como se observa en la figura 6, existen demostraciones sobre cómo los controles biológicos disminuyen la reproducción de plagas como los escarabajos y la mosca de la fruta.

A manera de antecedente el control biológico en México se inició a fines de la década de los 30's, en los 60's y desde entonces ha despertado gran interés por parte de la comunidad científica y productores que están interesados en un control de plagas que sea eficiente, que sea menos costoso y que no tenga repercusión para el medio ambiente. (Bernal y Quezada, 1999, p.5)

El primer proyecto de control biológico aplicado en México se inició en 1938 mediante el cual se impulsaron actividades contra la *Aleurocanthus woglumi* (Mosca prieta de los cítricos) esta especie fue detectada en Sinaloa en 1935, en donde ocasionaba daños serios [en la producción] al igual que en algunos países centroamericanos y del Caribe (Bernal y Quezada, 1999, p.5).

Para 1955 después de introducir y colonizar varias especies de enemigos naturales, se logró el control biológico de la mosca prieta mediante los parasitoides *Amitus hesperidum*; *Prospaltella clypedias*; y *Prospaltella opulenta*. Durante el mismo periodo, el parasitoide *Aphelimus mali* se introdujo a México en 1942 y después en 1958 para el

control biológico del *Eriosoma lanigerum* (Pulgón lanífero del manzano) este parasitoides se liberó y colonizó en varias localidades, de los estados de México, Puebla y Veracruz, donde en poco tiempo logró altos índices de parasitismo y control al pulgón, (Bernal y Quezada, 1999, p.5).

Otros proyectos de control biológico en México se han dirigido contra algunas plagas de cítricos como la *Icerya purchasi* (Escama algodonera); la *Lepidosaphes beckii* (Escama purpura); la *Chrysomphalus aonidum* (Escama roja de Florida); la *Anastrepha ludens* (Mosca de la fruta); la *Antonina graminis* (Escama algodonosa de los pastos); y el *Therioaphis maculata* (Pulgón manchado de la alfalfa); (Bernal y Quezada, (1999) afirman: “En la actualidad existe una incipiente industria nacional para la producción de agentes de control biológico que incluye insectos parasitoides y depredadores entomopatógenos y ácaros depredadores”.

Al contrario de lo que podría pensarse, el control biológico no es una estrategia nueva para la protección de los cultivos en México, su historia abarca casi 100 años, durante los cuales se han tenido algunos éxitos importantes, sin embargo, desde 1990 el papel del control biológico se ha formalizado en los niveles de gobierno federal, estatal y dentro de la comunidad académica.

Actualmente hay un gran número de actividades recientes que indican que el control biológico recibe mayor atención en círculos científicos nacionales, se establece como una estrategia de control eficaz contra diversas plagas en distintos cultivos y gana aceptación entre los productores como una alternativa viable para el control de plagas, en este sentido cabe mencionar la creación de la Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB) en 1989 así como de su revista científica “Vedalia”, pero el interés oficial de México por el control biológico propicio la creación en 1991, del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB), organismo que tiene la misión de desarrollar y establecer las estrategias de control biológico para plagas reglamentadas; además, genera y proporciona tecnología alternativa al uso de plaguicidas químicos.

Así el CNRCB genera los siguientes servicios en materia del control biológico:

- Cuenta con una importante colección de insectos entomófagos y hongos entomopatógenos.
- Realiza publicaciones científicas y académicas sobre el control biológico de plagas.
- En sus instalaciones cuenta con laboratorios de biología molecular que identifica las especies de plagas y enfermedades naturales de un cultivo agrícola en específico.
- Anualmente crea manuales sobre el control biológico de plagas en cultivos agrícolas específicos.
- Cuenta con 2 laboratorios oficiales reproductores de agentes de control biológico.
- Tiene relación con 69 laboratorios privados que producen organismos benéficos para el control de plagas.

Este centro se localiza actualmente en el km. 1.5 carretera a Tecomán, Col. Tepeyac en el estado de Colima. Actualmente y se enfoca a las investigaciones de control biológico en cultivos de primera necesidad como los son el maíz, trigo, avena y frijol. El cultivo de aguacate genera excedentes económicos para los productores; es decir, se considera un producto muy rentable no es considerado de primera necesidad y por lo tanto el CNRB no genera controles biológicos para este cultivo.

Por otro lado, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) en México, es el órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y

Desarrollo Rural (SADER), que tiene la responsabilidad de monitorear y controlar la sanidad vegetal y animal, la seguridad alimentaria y la inspección de productos agrícolas y animales en las fronteras nacionales y puntos de inspección, afortunadamente, las autoridades han considerado y apoyado el control biológico cuando se plantean respuestas gubernamentales a los problemas emergentes de plagas; por lo que, ante una emergencia, Senasica solicita al centro de referencia de la CNRCB que evalúe las posibles plagas que representan amenazas importantes para el país (Hernández, Martínez y Padilla, 2019, p.6).

7.4 El nuevo marco para actividades de control biológico en México

El marco normativo para llevar a cabo actividades de control biológico en México, están enmarcadas en las reformas al Artículo 27 Constitucional, con la entrada en vigor de tratados internacionales como el pasado Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), y el actual Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC); así, como el uso creciente de la biotecnología dirigida al control de plagas agrícolas van creando un nuevo ambiente dentro del cual se han desarrollado futuras actividades de control biológico en México.

Las reformas al Artículo 27 Constitucional pueden considerarse un paso preliminar hacia la apertura económica del sector agrícola mexicano. El objetivo de esta reforma fue la privatización de las tierras agrícolas ejidales con el objetivo de modernizar los procesos de producción agrícola, la productividad de los modelos convencionales actuales de producción en lo referente al control de plagas, depende del uso intensivo de plaguicidas lo que contribuye al deterioro ambiental y origina desarrollo de resistencia en poblaciones plaga lo que lleva a la aplicación de plaguicidas en cantidades mayores y con mayor frecuencia aunado a un incremento del proceso productivo (Bernal y Quezada, 1999, p.6).

La inclusión del sector agrícola mexicano dentro del T-MEC implica mayores riesgos de introducción de especies insectiles exóticas que una vez introducidas en nuestro país tiene altas probabilidades de convertirse en amenazas serias para la producción de diversos cultivos, Bernal y Quezada (1999) afirman: “El movimiento de productos agrícolas entre regiones geográficas es un factor fundamental en el movimiento de especies plagas entre regiones” (p.7).

En términos generales la tendencia hacia la modernización o industrialización de la agricultura ante la nueva situación política y económica de México implica la adopción de una filosofía en el cual el objetivo es elevar las utilidades derivadas de la producción agrícola a cualquier costo, incluyendo el uso indiscriminado de plaguicidas y agroquímicos y la inclusión de tecnologías cuyos impactos ambientales y económicos son perjudiciales para los productores.

La adopción de modelos de exportación de productos agrícolas no tradicionales ha aumentado; un ejemplo claro, es que para 2018 la exportación de aguacate fueron principalmente destinados para la exportación a Centroamérica, Estados Unidos, Europa, Japón, China y Canadá donde solo el estado de Michoacán en México produce 1, 565,896 toneladas (SADER, 2018).

Este crecimiento en la exportación del aguacate no fue gratis y es evidente entre los productores que anteriormente producían para un mercado local y ahora lo hacen para un mercado de exportación, existe una fuerte dependencia en el uso excesivo de plaguicidas, en términos generales esta dependencia es el resultado de una presión creciente por producir para un mercado de exportación, algunos factores específicos importantes que han llevado a esta dependencia de un uso mayor de plaguicidas son:

- La aplicación de elevados estándares cosméticos y de tamaño en los productos agrícolas con fines de exportación.

- La imposición de “paquetes tecnológicos” por parte de empresas agroexportadoras, incluyendo regímenes calendarizados de aplicación de plaguicidas.
- La alta disponibilidad de plaguicidas en el mercado debido al relajamiento en los criterios para su registro y;
- La participación creciente de las empresas de agroquímicos y plaguicidas en la consultoría y extensión agrícola de México, (Bernal y Quezada, 1999, p.9).

Finalmente, podemos concluir que las actividades agrícolas sobre todo las intensivas tienen una mayor incidencia en plagas y el control biológico es una técnica muy eficaz para combatirlas. En nuestro país este método tuvo su origen cuando se inició el control de la “Mosca prieta de los cítricos” en 1938, después de la detección de ésta plaga se logró reducir significativamente sus poblaciones (20 años después), durante este periodo se importaron cerca de 12 enemigos naturales provenientes de 4 países; además, se estableció un proyecto cooperativo entre los ministerios de agricultura de México y Estados Unidos. Por otro lado, llegaron a emplearse 1,600 trabajadores y se estableció un mecanismo de financiamiento que involucraba un impuesto especial sobre la gasolina.

Dichos antecedentes ponen en evidencia un gran interés por parte del sector oficial Mexicano al crearse la Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB) en 1989 así como de su revista científica “Vedalia”, donde su principal compromiso fue la divulgación científica sobre el control biológico, pero no fue hasta la creación del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB) en 1991 (actualmente institución encargada de la difusión e implementación del control biológico) que nuestro país tuvo notable interés sobre la investigación, difusión e implementación del control biológico para el combate contra las plagas agrícolas. (Bernal y Quezada, 1999, p.10).

VIII. Capítulo II. La producción de *Persea americana* en México y la plaga del *Thysanoptera*

8.1 Producción nacional del *Persea americana*

México es el primer productor mundial de aguacate, su producción representa más del 30% de la cosecha mundial, de acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) publica la producción nacional 2020 de aguacate correspondiente al avance al mes de enero la producción fue de 206,466 mil toneladas, Michoacán aportó 92.8% de dicha producción, siendo el principal estado productor, en la tabla número 5 presenta la producción de aguacate a nivel nacional del año 2020, se observa que el estado de Michoacán fue el mayor productor con 206,466 toneladas, mientras que el estado de Jalisco fue el segundo lugar con 195,366 toneladas.

Tabla No. 5 Producción de aguacate por entidad federativa, ciclo perenne 2019-2020.					
Estado	2019	2020	Variación		Participación. %
	Toneladas	Toneladas	Absoluta	%	2020
Nacional	205,439	206,466	1,027	0.5	100.0
Michoacán	195,042	195,366	324	0.2	94.6
Jalisco	8,157	9,759	1,602	19.6	4.7
Oaxaca	752	848	96	12.8	0.4
Guerrero	378	420	42	11.1	0.2
Chiapas	0	57	57	NA	0.03
Guanajuato	100	16	-84	-84.0	0.01
Veracruz	305	0	-305	-100.0	0.0
Yucatán	706	0	-706	-100.0	0.0

Fuente: SIAP, 2020.

Con datos más actualizados al mes de abril de 2022, la superficie sembrada destinada a la producción del aguacate fue de 259,769 hectáreas 11 mil 521 (4.6%) más en

comparación a lo reportado al mismo mes de 2021 (248,248 hectáreas), siendo Michoacán el estado con la mayor superficie (183 mil 385 hectáreas) representa 70.6% del total nacional, le siguió en importancia, Jalisco con 27,395 hectáreas, representando el 10.5% y Estado de México con 13,124 hectáreas representa el 5.1%, (SIAP, 2022).

Por lo que, Michoacán, Estado de México y Guerrero, son los estados con los mayores incrementos, en términos absolutos, en su superficie sembrada, con 8 mil 393 hectáreas (4.8%), mil 762 (15.5%) y mil 704 (49.0%), respectivamente relación con lo reportado en el mismo periodo de 2021 (SIAP, 2022).

En el primer cuatrimestre del año 2021, la superficie cosechada 204,496 hectáreas que representa un incremento de 14 mil 252 hectáreas (7.5%), respecto a 2021 (190,243 hectáreas). Michoacán contribuyó con el 84.8% (173 mil 487 hectáreas) del total nacional y Jalisco con 12.3% (25 mil 247 hectáreas), estos dos estados e conjunto representan el 97.1%, (SIAP, 2022).

En 2021, las exportaciones del fruto alcanzaron un millón 392 mil toneladas, lo cual refirió un incremento de 3.5% (46 mil 931 toneladas) respecto al año anterior, (SIAP, 2022).

Hasta abril de 2022, los envíos internacionales de aguacate acumularon 397 mil 426 toneladas, volumen menor en 151 mil 44 toneladas respecto al símil de 2021. Dos factores detuvieron el ritmo ascendente del fruto de cosecha nacional: el primero fue el efecto de suspensión temporal de Estados Unidos a la entrada de aguacate durante la segunda mitad de febrero, el segundo se relaciona con la prevalencia de altos precios de venta. Las exportaciones de México a Estados Unidos han descendido 20.5% (87 mil 568 toneladas) en lo que va del año (SIAP, 2022).

Los mayores incrementos los reporta; Michoacán con nueve mil 393 hectáreas (5.7%) y Jalisco con 5,617 (28.6%), en relación con lo obtenido en 2021, (SIAP, 2022). Siendo

Michoacán líder productor del fruto, aportó 672 mil 149 toneladas, lo que representa 87.9% del total nacional le sigue en importancia Jalisco con 62 mil 269 (8.1%), en los primeros cuatro meses del año, ambos estados aportan el 96.0%, (SIAP, 2022).

Por su lado, Jalisco reportó para el año 2021 el mayor incremento en su producción con 9 mil 462 toneladas (17.9%), en relación con lo obtenido en 2021 852,807 toneladas), sin embargo la disminución más significativa correspondió a Michoacán, aun siendo el principal estado productor del fruto, con un retroceso de 2.6%, resultado de menores rendimientos, (SIAP, 2022).

En el lapso de enero-abril, el fruto mexicano se destinó a 26 países, de los cuales Estados Unidos adquirió el 86.7% (338 mil 441 toneladas), del volumen total, Canadá 7.1% (27 mil 825 toneladas) y Japón con 3.7% (14 mil 622 toneladas), (SIAP, 2022).

La tabla número 6 y figura número 7 muestran la producción de aguacate por entidad federativa 2021 y 2022:

Tabla No. 6 Producción de aguacate por entidad federativa 2021 y 2022 Avance en toneladas.

Entidad Federativa	2021	2022	Variación		Participación en %
			Absoluta	%	2022
Total	1,403,119	1,379,092	-24,027	-2	100
Michoacán	1,141,382	1,037,225	-104,157	-9	75
Jalisco	121,857	179,386	57,529	47	13
México	60,954	62,966	2,012	3	5
Morelos	25,142	43,812	18,669	74	3
Guerrero	15,950	16,283	333	2	1
Puebla	14,395	14,709	314	2	1
Oaxaca	5,950	6,184	234	4	0
Veracruz	4,471	5,252	781	18	0
Yucatán	4,548	4,364	-184	-4	0
Chiapas	2,654	2,827	173	7	0
Colima	2,433	2,753	320	13	0
Guanajuato	891	921	31	4	0

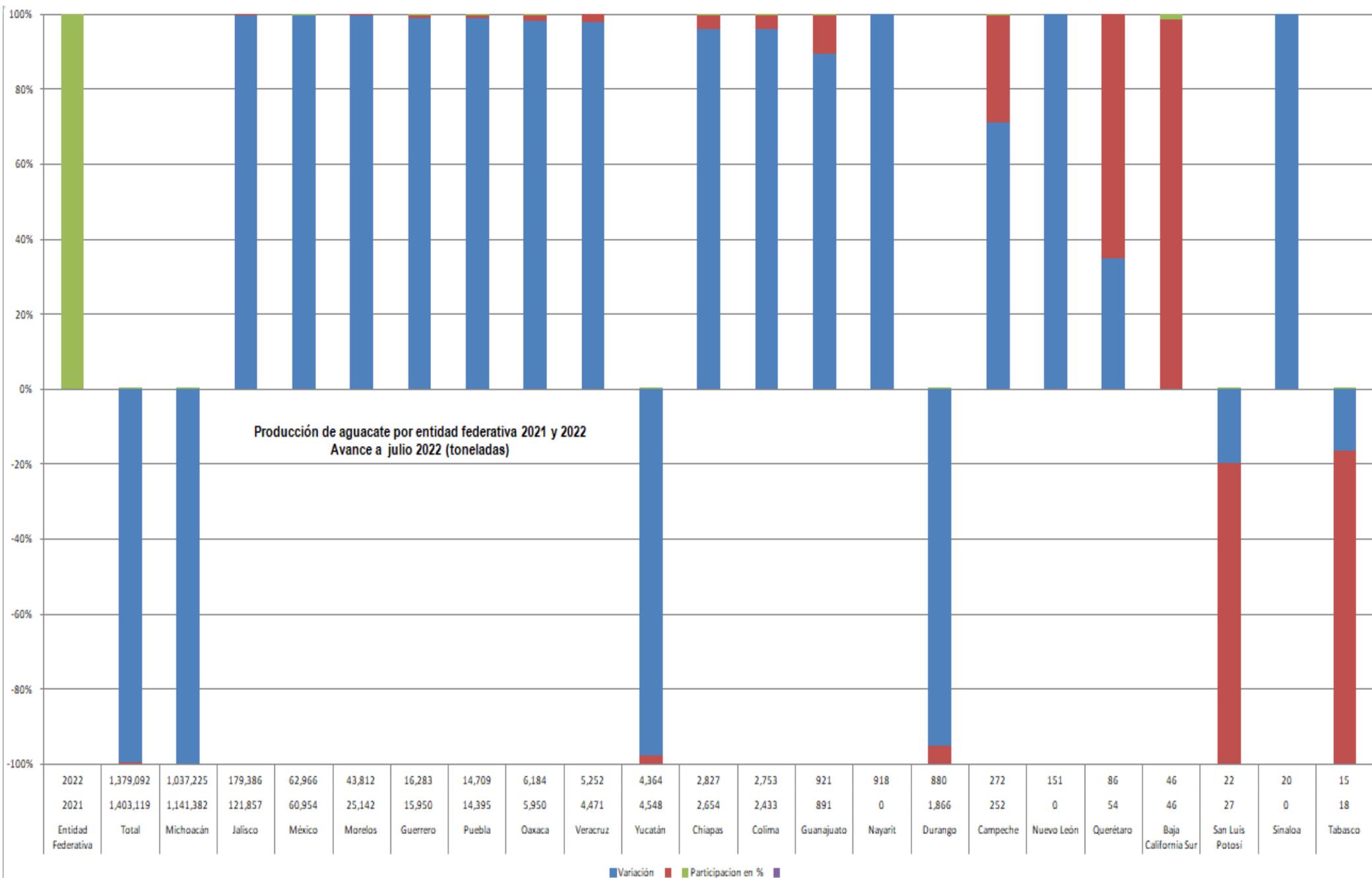
Nayarit	0	918	918	0	0
Durango	1,866	880	-986	-53	0
Campeche	252	272	19	8	0
Nuevo León	0	151	151	0	0
Querétaro	54	86	31	58	0
Baja California Sur	46	46	0	0	0
San Luis Potosí	27	22	-4	-17	0
Sinaloa	0	20	20	0	0
Tabasco	18	15	-3	-15	0

Fuente: SIAP, 2022.

Nota: Las entidades federativas están ordenadas de mayor a menor por la producción obtenida en 2022, la suma de los parciales puede no coincidir con el total por redondeo de cifras preliminares

Figura No. 7 Producción de aguacate por entidad federativa 2021 y 2022, avance a julio 2022 (toneladas).

Fuente: SIAP, 2022



Cabe mencionar que ante este gran auge económico y productivo se estableció la Franja Aguacatera de Exportación que es una región productiva para la comercialización y exportación de aguacate que comprende 39 municipios del estado de Michoacán, esta zona está administrada por la Asociación de Productores, Empacadores y Exportadores de Aguacate en México (APEAM). Como se puede observar en la imagen 7.

Figura No.8 Franja Aguacatera para la exportación de aguacate, Michoacán, 2019.

Se enlistan los 39 municipios correspondientes a la Franja Aguacatera.



Fuente: APEAM, 2021.

Al ser una región exclusiva para la producción de aguacate, la deforestación y destrucción de biodiversidad están al orden del día y en consecuencia generan el aumento de plagas que afectan la producción del monocultivo, en especial la plaga de la *Thysanoptera* (Trips).

8.2 Producción del *Persea americana* en el municipio de Tancítaro, Michoacán

La franja Aguacatera del estado de Michoacán es una región volcánica reciente que ocupa 7,752 kilómetros cuadrados y representa el 12.9% de la superficie estatal, el clima relevante es templado, húmedo y sub-húmedo, con temperatura media de 8 a 21 grados centígrados y una precipitación anual de 1200 a 1600 mm, también tiene una zona de transición (sub tropical) entre trópico-seco y zona templada, (SIAP, 2020).

La tabla número 7 establece la distribución municipal de la superficie de producción de aguacate en Michoacán, específicamente para el municipio de Tancítaro éste cuenta con una superficie de 15,177 hectáreas, representando un 17.7 % de la producción del estado, esto representa que el municipio tiene la mayor producción de aguacate.

Numero	Municipio	Superficie (ha)	% total
1	Tancítaro	15,177.00	17.7
2	Uruapan	14,878.00	17.4
3	Peribán de Ramos	12,839.00	15.0
4	Parácuaro	8,000.00	9.3
5	Tacámbaro	7,401.50	8.6
6	Nuevo Parangaricutiro	5,688.00	6.6
7	Salvador Escalante	5,291.00	6.2
8	Tingüindín	3,684.00	4.3
9	Los Reyes	2,849.00	3.3
10	Nuevo Zirosto (pertenece a Uruapan)	1,720.00	2.0
11	Turicato	1,455.00	1.7
12	Tingambato	1,415.00	1.7
13	Ziracuaretiro	1,120.00	1.3
14	Zitácuaro	995.00	1.2
15	Acuitzio	690.00	0.8
16	Tangamandapio	575.00	0.7
17	Apatzingán	448.82	0.5
18	Cotija	410.00	0.5
19	San Andrés Corú (pertenece a Ziracuaretiro)	318.00	0.4

20	Tocumbo	285.00	0.3
21	Villa Madero	262.00	0.3
22	Taretan de Michoacán	208.00	0.2

Fuente: SIAP, 2020.

8.3 Características del *Persea americana*

El *Persea americana*, llamado popularmente *aguacate* (proviene del náhuatl *Ahuacatl*, palabra que significa *testículos del árbol*), es una especie arbórea del género *Persea* (*arbustos y árboles medianos de unos 15-30 m de altura en la madurez*), perteneciente a la familia *Lauraceae* (*Árboles de hasta 50 m o arbustos, usualmente perennifolios, rarament* (SIAP, 2020).

Es una especie originaria de Mesoamérica, específicamente de las partes altas del centro y este de México y de Guatemala, las evidencias de este cultivo más antiguas de su uso se encontraron en Coaxcatlán (México) y datan de hace unos 10 000 años, actualmente, la especie se cultiva en lugares con climas tropical y mediterráneo en todo el mundo, la gran demanda de aguacate ha hecho que sus plantaciones transformen grandes extensiones de ecosistemas nativos (SIAP, 2020).

En estado silvestre, el árbol puede alcanzar alturas de alrededor de 20 m, más comúnmente entre 8 y 12 m, y un diámetro a la altura del pecho de 30-60 cm, con tronco erecto o torcido., los árboles en plantación, generalmente derivados de injertos y sujetos a podas de formación, muestran una apariencia muy distinta (Entrevista realizada a los productores de aguacate del municipio de Tancítaro, 2020).

- a) **Copa:** extendida, globulosa o acampanulada, con ramas bajas, ramas jóvenes al principio, de color verde amarillento, que después se tornan opacas y con cicatrices prominentes dejadas por las hojas.

- b) **Corteza:** Áspera, a veces surcada longitudinalmente.

- c) **El tronco:** Posee una corteza gris-verdosa con fisuras longitudinales.

- d) **Las hojas:** alternas con pecíolo de 2 a 5 cm y limbo generalmente glauco por el envés, son estrechamente elípticos, ovados u obovados de 8 a 20 cm por 5 a 12 cm y son coriáceos, de color verde y escasamente pubescentes en el haz, aunque muy densamente por el envés, que es de color marrón amarillento y, donde resalta el nervio central, tiene base cuneiforme y ápice agudo, los márgenes enteros y más o menos ondulados. (Entrevista realizada a los productores de aguacate del municipio de Tancítaro, 2020).

- e) **El fruto:** Es una baya oval o piriforme, según la variedad, de tamaño muy variado (7 a 33 cm de largo y hasta 15 cm de ancho), cáscara de color verde a púrpura oscuro, pudiendo ser delgada, gruesa, lisa o ligeramente rugosa, a veces con una apariencia como la del cuero, la pulpa de la baya es firme, oleíca (alto contenido de grasos oleicos) de un color que varía desde el amarillo al verde claro, esta contiene una semilla grande (5 a 6,4 cm), dura y pesada, redonda o puntuda, de color marfil, tiene dos envolturas “papelosas” de color café, muy delgadas, que a menudo se quedan adheridas a la pulpa, el fruto es generalmente en forma de pera, a veces ovoide o globoso, de 8 a 18 cm, (Entrevista realizada a los productores de aguacate del municipio de Tancítaro, 2020).

Figura No.9 Aspecto general del árbol, fruto del *Persea americana* y la "baya" de aguacate variedad *Hass*. Las imágenes superiores presentan la hoja oval con nervadura pinada y el fruto del aguacate en forma de baya, las imágenes inferiores se observan racimos de aguacate con sus pedúnculos sin cortar y un racimo de aguacate en la parte inferior del árbol.



Fuente: Fotografías propias, 2020.

Anteriormente en la figura 8 se observa el aspecto general del *Persea americana* (árbol de aguacate) variedad *Hass* y la baya de aguacate en la copa del árbol y donde se observa el fruto y nuevamente la baya de aguacate en la parte inferior del árbol.

8.4 Requerimientos edafoclimáticos del *Persea americana*

Los requerimientos edafoclimáticos del aguacate están relacionados con los factores climáticos, temperatura y suelo, como se mencionan a continuación:

- **Exigencias del clima:** El aguacate puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm; sin embargo, su cultivo se recomienda en altitudes entre 800 y 2.500 m, para evitar problemas con enfermedades, principalmente de las raíces,
- **Temperaturas:** medias de 20 °C, y puede tolerar heladas de hasta -4°C, el *Persea americana* crece en climas secos a húmedos, con precipitaciones de 800 a 2000 mm, con estaciones secas bien definidas de hasta seis meses, aunque crece mejor con estaciones secas más cortas, requiere más de tres meses secos para buena producción de frutos, los periodos de calor y sequía pueden provocar la caída de los frutos, especialmente en las variedades de montaña, los sitios demasiado húmedos no son apropiados, por la mayor posibilidad de ocurrencia de ciertas enfermedades del suelo, a las cuales la especie es altamente susceptible.
- **Suelos:** Se adapta a gran variedad de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, limos volcánicos, lateríticos y calizos, pero crece mejor en suelos francos, bien drenados, ligeramente ácidos (con un pH de 5,5 a 7) y ricos en materia orgánica.

8.5 Prácticas culturales del *Persea americana*

- **Preparación del suelo:** La preparación del terreno depende de la topografía y de la vegetación existente, si el terreno es plano y ha sido cultivado previamente, no necesita preparación, sólo se marca y se hacen hoyos con 60 cm de diámetro y 50 a 60 cm de profundidad, si es plano pero tiene malas hierbas, debe aplicar previamente algún herbicida y posteriormente arar y rastrear. Posteriormente se

hace el marcaje que puede ser un cuadro real, tresbolillo y otros, es conveniente construir zanjas siguiendo las curvas de nivel para la protección del suelo, también se puede hacer el marcaje para siembra en curvas de nivel para aprovechar las líneas como obras de conservación de suelos (Entrevista realizada a productores de aguacate del municipio de Tancítaro, 2020).

- **Eliminación de malas hierbas:** Cuando se realiza el control de malas hierbas, debe evitarse el empleo de herramientas cortantes cerca de la base de los árboles, para no provocar heridas que pueden ser la entrada para el hongo causante de la marchitez del aguacate, no es recomendable mantener el suelo desnudo, ya que en estas condiciones está sujeto a la erosión; es mejor tener un cultivo de cobertura de plantas leguminosas entre los árboles, que por su aporte de nitrógeno resultan las mejores, en muchos casos se utilizan cubiertas de “gramíneas” de fácil manejo y poco crecimiento, lo más recomendable es usar los herbicidas cuando las malas hierbas rebrotan después de acolchar, si tiene lugar la aparición de malas hierbas es conveniente aplicar un buen herbicida como el “Terbutizalina” (degenerado de malas hierbas), dirigido a la maleza (Entrevista realizada a productores de aguacate del municipio de Tancítaro, 2020).
- **Poda:** El *Persea americana* no requiere poda de formación, en los primeros tres años de desarrollo, los árboles de aguacate requieren poca atención en cuando a poda, pero luego se debe procurar mantenerlo bien formado, la cosecha se faciliten, se deben podar las ramas de crecimiento vertical con altura excesiva, las ramas bajas o pegadas al suelo y los tallos débiles y enfermos (Entrevista realizada a productores de aguacate del municipio de Tancítaro, 2020).
- **Fertilización:** Por cada año de edad del árbol, un kilo de un fertilizante rico en nitrógeno y potasio como el de la fórmula 18-5-15-6-2, repartido en tres aplicaciones, una a la entrada de las lluvias y las otras dos cada dos meses, la cantidad máxima de fertilizante es de 12 kilos para árboles de 13 años en

adelante (Entrevista realizada a productores de aguacate del municipio de Tancítaro, 2020).

- **Recolección:** Normalmente, la primera cosecha comercial ocurre a los cinco años en árboles injertados y la cantidad de frutos producidos depende de la variedad y la atención que haya recibido la planta en su desarrollo, a los cinco años, generalmente se cosechan cincuenta frutos; a los seis años, ciento cincuenta frutos; a los siete años, trescientos frutos y ochocientos a los ocho años, la recolección generalmente se hace a mano, ya que es un fruto muy delicado, se emplea una escalera y se corta el “pedúnculo” (tallo de las hojas) por encima de la inserción con el fruto, los frutos no maduran en el árbol, sino que lo hacen una vez han sido recolectados, momento en el que tiene lugar una intensa actividad respiratoria (desprenden etileno), por lo que su almacenamiento por períodos largos es difícil (Entrevista realizada a los productores de aguacate del municipio de Tancítaro, 2020).
- **Riego:** Durante el primer año de los arbolitos, la plantación debe contar con suficiente agua para riego durante la estación seca, de manera que los árboles reciban la cantidad adecuada para que alcancen un buen desarrollo, que será determinante en el futuro de la plantación (Entrevista realizada a los productores de aguacate del municipio de Tancítaro, 2020).

8.6 Características de la plaga Thysanoptera (Trips)

En este apartado se abordan las características de la plaga del Trips, los daños que causa al cultivo de aguacate, siendo una de las plagas con mayor afectación al cultivo.

“Los Trips forman parte de la orden de los *Thysanópteros* (vaciadores de células vegetales) y de la familia de los *Thripidae*, el nombre *Thysanoptera* proviene del griego thysano= fleco y pteron= ala, esto hace mención que son insectos con flecos en las alas

y suelen denominárseles como Trips (Borror *et al.*, 1989) es un grupo hermano del Orden Hemíptera (Ananthakrishnan, 1979), éstos están presentes por todas partes en el mundo, en invernadero, los principales Trips encontrados son:

- *Trips tabaco* (el trips del tabaco).
- *Trips Frankliniella occidentalis* (el trips californiano).
- *Trips fuscipennis* (el trips del rosal): sinónimo *Trips menyanthidis*.
- *Trips hemorrhoïdalis* (el trips de los invernaderos), sinónimo *Heliothrips hemorrhoïdalis*.
- *Trips palmi*.

“Los Trips tienen alas, son diminutos y usualmente es necesario utilizar una lupa para observarlos a detalle poseen alas en su fase adulta y son tan pequeños que su longitud promedio es de 1.3 milímetros, en la imagen número 8 se observa la fisonomía de la plaga *Thysanoptera* (Arévalo *et al*, 2003, p.2).

Figura No.10 Vista de la plaga *Thysanoptera* (Trips).

La imagen del lado izquierdo corresponde a una observación con microscopio de la morfología del Trips, del lado derecho se observa a la plaga en estado natural extrayendo células vegetales.



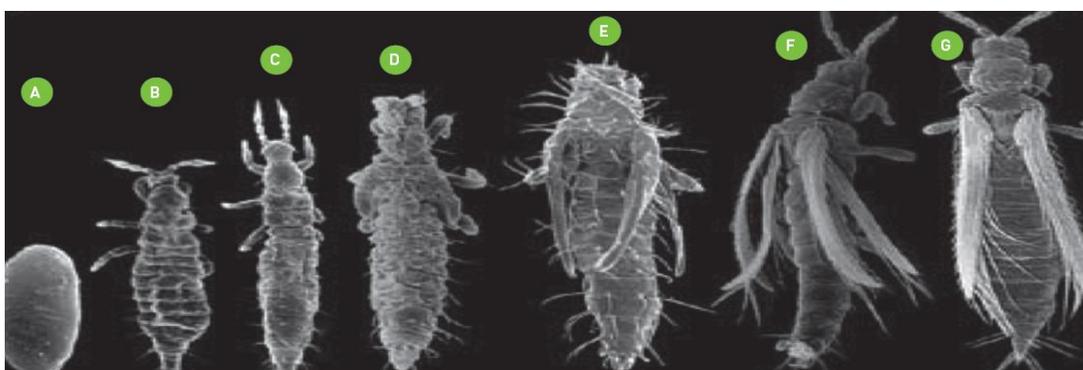
Fuente: Arévalo *et al*, 2003.

El ciclo de vida de los trips implica 6 fases como también se puede observar en la figura 10:

- 1 fase huevo.
- 2 fases larvales.
- 2 fases ninfales (una fase prepupa con la aparición de las alas y una fase pupa).
- 1 fase adulta.

Figura No.11 Estadios de la *Thysanoptera* (Trips).

Se observa con luz infrarroja a nivel microscópico las siete fases del Trips.



Fuente: Arévalo et al, 2003.

A continuación en la tabla número 8 se presentan los atributos biológicos que tiene la plaga *Thysanoptera* a diferentes temperaturas y en grados Celsius:

Tabla No. 8 Duración de los estadios de la plaga <i>Thysanoptera</i> .			
Temperatura °C	20°	25°	30°
	Atributo biológico		
Promedio de vida del adulto en días	14	10	3
Número de huevos puestos por hembra	31	20	No determinado
Tiempo de desarrollo de huevo-adulto en días	27	20	16
Número de días para eclosionar	14	11	9
Proporción de hembras	0,69	0,62	0,58
Tasa neta reproductiva	15	5	No determinado

Fuente: Arévalo et al, 2003.

8.7 Daños de la *Thysanoptera* en la producción del *Persea americana*

Debido a su excelente capacidad de adaptación natural, los Trips se han desarrollado hasta convertirse en una de las plagas más dañinas y ampliamente extendidas, provocan graves daños en los cultivos de hortalizas y ornamentales.

Las ninfas y los adultos presentan un aparato bucal raspador-chupador (asimétrico), que les permite raspar y romper los tejidos vegetales para su posterior seccionamiento de las células epidérmicas de las hojas, frutos, clorofila y pigmentos.

La *Thysanoptera* daña el cultivo al extraer los fluidos de las células vegetales, las células vacías se llenan de aire y su aspecto se vuelve de un color gris plateado donde unos puntos negros son visibles debido a su excremento, además puede causar muchos otros síntomas dependiendo del cultivo, en el caso del *Persea americana* (árbol de aguacate), es muy común la enfermedad de “La Roña” causada por la *Thysanoptera* (Arévalo *et al*, 2003, p.7).

Los daños que provocan la *Thysanoptera* son directos e indirectos. Los daños directos se producen por picaduras nutricionales y por efecto de postura; mientras que los indirectos son producidos por la transmisión de virus, se enlistan los daños generados por la *Thysanoptera* al aguacate son:

- **Picaduras nutricionales (raspado):** Ocurren por picaduras de ninfas y adultos al succionar (raspar) el contenido celular de los tejidos, produciendo necrosamiento y deformación de las estructuras atacadas, si los daños son ocasionados en órganos jóvenes, tiernos o en su fase de crecimiento, junto con las áreas afectadas, pueden aparecer deformaciones por reducción en el desarrollo o hasta atrofas en el botón floral, cuando la picadura alimenticia ocurre en la parte más protegida y delicada de las yemas, la figura número 11 muestra la picadura que genera la plaga en el fruto, (Arévalo *et al*, 2003, p.11-12).

Figura No.12 Picadura de la plaga *Thysanoptera*.

Vista del vaciado de células vegetales que provoca el Trips en el fruto del aguacate, se observa las primeras manchas de color marrón de la enfermedad de "La Roña".



Fuente: Arévalo et al, 2003.

- **Daño por postura:** Ocurren cuando la hembra realiza su ovoposición causando lesiones (agallas, punteaduras o abultamientos) en el tejido vegetal, en donde incrusta el huevo, si el órgano en el que realiza la postura se encuentra en fase de crecimiento, se produce una pequeña concavidad o verruga prominente que hace reaccionar al tejido adyacente, observándose un marcado halo blanquecino, si la postura ocurre sobre la flor, se produce una alteración en el proceso de fecundación la figura número 12 muestra el daño por postura y los estadios de desarrollo de la plaga *Thysanoptera* (Arévalo et al, 2003, p.11-12).

Figura No.13 Daño por postura y estadios de desarrollo de la plaga *Thysanoptera* sobre tejidos del *Persea americana*.

La imagen del lado izquierdo corresponde a los abultamientos del tejido de células vegetales causadas por el desarrollo del huevo de la plaga, la imagen de lado derecho corresponde a una infografía del desarrollo del Trips dentro del tejido celular en el fruto.

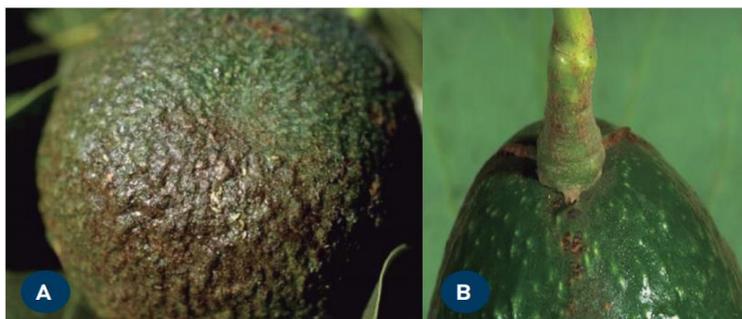


Fuente: Arévalo et al, 2003.

- **Daño ligero:** Lesiones en las frutas consistentes en una o dos crestas con una longitud menor a 1/3 de la longitud del fruto, sin lesiones de color café oscuro asociadas, pero sí con una decoloración amarilla o marrón pálida (cicatrización leve) y en ocasiones, con diminutas manchas negras (excretas de la *Thysanoptera*), finalmente, con heridas no muy pronunciadas que dan un aspecto de deformidad del pericarpio, la figura número 13 muestra el daño ligero que provoca la plaga, (Arévalo et al, 2003, p.13).

Figura No.14 Daño ligero de la plaga *Thysanoptera* sobre tejidos del aguacate.

En ambas imágenes se observan lesiones de color café oscuro en las crestas del fruto.



Fuente: Arévalo et al, 2003.

- **Daño severo:** Crestas con mayor número y longitud que las señaladas anteriormente, que dan un aspecto de deformidad al pericarpio y que suelen estar acompañadas de lesiones abundantes de color café, generación de “La Roña”, la figura número 14 muestra la enfermedad de “La Roña en la parcela “La Tijera”, municipio de Tancítaro, Michoacán, (Arévalo *et al*, 2003, p.14).

Figura No.15 Enfermedad de “La Roña” en árbol de aguacate causada por la plaga *Thysanoptera*.

En ambas fotografías se observa la manifestación avanzada de la enfermedad de “La Roña”, junto con abultamientos en ambos frutos.



Fuente: Fotografías propias, 2020.

La plaga *Thysanoptera* ataca grandes plantaciones cultivadas como cereales, hortalizas, frutales y flores: en las cuales al provocar cicatrizaciones y distorsiones en hojas y frutos, afectan el valor económico de los productos al ser comercializados (Lewis, 1973).

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) junto con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), reportan que anualmente la plaga del Trips genera pérdidas de 23 millones de hectáreas (de 20 a 40% de la producción de aguacate nacional, (SADER, 2020).

IX. Capítulo III. Diagnóstico municipal de Tancítaro Michoacán

Este capítulo aborda los cinco ejes de estudio del municipio de Tancítaro, los cuales comprenden: El eje Histórico que comprende los antecedentes históricos del municipio, el Eje Social el cual presenta datos demográficos de la población, el Eje Económico el cual aborda las actividades económicas del municipio, el Eje Ambiental el cual menciona las características edafoclimáticas, el Eje Político el cual muestra el Plan Municipal de Desarrollo y finaliza con el lugar y periodo de estudio.

9.1 Eje Histórico: Antecedentes históricos del municipio de Tancítaro, Michoacán

Tancítaro significa "Lugar de tributo", este pueblo, de origen prehispánico, por su ubicación entre la sierra y la tierra caliente, fue elegido para que ahí se entregaran los productos de los pueblos, tanto de la costa como de tierra caliente, sujetos al imperio tarasco, (INAFED, 2018).

Es conquistada por Domingo de Medina, en 1531, aparece como corregimiento, el cual abarcó tanto los pueblos de la sierra como de tierra caliente, conservando su función de recolección de productos que tributaban el imperio español, En la tierra fría comprendía las poblaciones de San Miguel, Ticipendo, Yaraparícuaro (o Los Reyes), San Juan, Urapú, San Antonio, Pancitácuaro, San Pedro Guanimba y San Francisco Guarío y en la zona caliente: Acahuato, Parícuaro, Apatzingán, Santa Anna Amatlán, Tomatlán, Xapa y Poco. Ambas porciones fueron encomendadas por mitad al conquistador Domingo Medina y a la Corona, a la muerte del primero, pasaron a su hijo Alejo Enríquez de Medina, quien la administró alrededor de 1597, (INAFED, 2018).

Para 1546 contaba con 990 tributarios, los cuales fueron disminuyendo debido a la explotación de la encomienda hasta quedar reducidas a 714 a finales del siglo XVI. La población fue evangelizada por los franciscanos, quienes establecieron ahí un

monasterio que sirvió para avanzar hacia tierra caliente, producían algodón, maíz y maderas, (INAFED, 2018).

Para el siglo XVII, su población había descendido a sólo 100 habitantes, los cuales producían algodón, plátano y ganado, para 1765 pertenecía al clero secular, quien administraba pequeñas rancherías, después de la independencia formó parte del partido de Apatzingán, contaba con ayuntamiento y tuvo una gran recuperación de población, en 1822 contaba con 3,475 habitantes, para ese entonces se producía maíz y se aprovechaba la madera, (INAFED, 2018).

Por Ley Territorial de 1831 fue establecido como municipio de Apatzingán. Fue elevado al rango de Villa el 28 de junio de 1860, con el título de Tancítaro de Medellín, fue escenario de varios combates durante la Intervención Francesa, (INAFED, 2018).

En la tabla número 9 se muestra la cronología de los hechos históricos del municipio de Tancítaro donde se puede observar que en 1522 era territorio del municipio de Apatzingán y no es hasta el año 1860 que es reconocido como territorio municipal independiente, (INAFED, 2018).

Tabla No. 9 Cronología de los hechos históricos de Tancítaro, Michoacán.

Año	Acontecimiento
1522	Pasa a formar parte del partido de Apatzingán.
1531	Conquista española por Domingo de Medina, el cual pasa a ser encomendero.
1831	Se establece como municipio
1860	Es elevada a la categoría de Villa como Tancítaro de Medellín

Fuente: INAFED, 2018.

9.2 Eje Social: Población del municipio de Tancítaro, Michoacán

La tabla número 10 generada con los datos del INEGI correspondientes del año 2020, muestra la población general del municipio de Tancítaro, se puede observar que el municipio tiene una población total de 33,453 habitantes con 126 localidades, (INEGI, 2020).

Tabla No. 10 Población de Tancítaro, Michoacán, 2020.			
Superficie territorial	714.43 km²		
Datos demográficos	Hombres	Mujeres	Total
	16,736	16,717	33,453
Fecundidad de la población	Hijas e hijos vivos nacidos por mujer		
		2.63	
Porcentaje	50.03 %	49.97 %	100 %
Localidades	126		
Densidad poblacional	41,06 hab/km ²		

Fuente: INEGI, 2020.

La tabla número 11 generada con los datos del INEGI correspondientes del año 2020, presenta a la población por edades del municipio de Tancítaro: Se puede observar que la mayor población del municipio lo comprenden los niños y adolescentes de 0 a 17 años con un total de 12,638 (37.78%), le sigue los adultos de entre 30 a 59 años con un total de 10,716 (32.03%), los jóvenes de de 18 a 29 años comprenden un total de 6,981 (20.87%) y los adultos mayores de 60 años o más representan la menor población con un total de 3,118 (9.32%), (INEGI, 2020).

Tabla No. 11 Población por edades del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.							
Tancítaro		Total	Porcentaje Total	Hombres	Porcentaje de Hombres	Mujeres	Porcentaje de Mujeres
Niños y adolescentes	De 0 a 17 años	12,638	37.78%	6,343	18.96%	6,295	18.82%
Jóvenes	De 18 a 29	6,981	20.87%	3,521	10.53%	3,460	10.34%

	años						
Adultos	De 30 a 59	10,716	32.03%	5,301	15.85%	5,415	16.19%
	años						
Adultos mayores	De 60 y mas años	3,118	9.32%	1,571	4.70%	1,547	4.62%

Fuente: INEGI, 2020.

La tabla número 12 generada con los datos del INEGI correspondientes del año 2020, corresponde a la población de habla indígena del municipio de Tancítaro: esta tabla establece que la población que habla español e indígena corresponde a un total de 439 personas (93.40%), mientras que las que solo hablan indígena comprenden un total de 27 (5.74%) y de menor cantidad las que no especifican con un total de 4 (0.85%), en general la tabla identifica a un total de 470 personas de habla indígena, correspondientes al 1.40% de la población en general del municipio de Tancítaro, Michoacán, (INEGI, 2020).

Tabla No. 12 Población de habla indígena del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.

Tancítaro	Porcentaje	Habla	Porcentaje	Habla solo	Porcentaje	No	Porcentaje
Total de persona	Total	español e indígena	Total	indígena	Total	especifica	Total
470	1.40%	439	93.40%	27	5.74	4	0.85

Fuente: INEGI, 2020.

La tabla número 13 generada con los datos del INEGI correspondientes del año 2020, corresponde a la educación de la población del municipio de Tancítaro: Se puede observar que el grado promedio de escolaridad de la población de Tancítaro es de 7.00 años, en tanto las mujeres representan un mayor grado con 7.26 años de estudio, mientras que los hombres con 6.75 años, (INEGI, 2020).

Tabla No. 13 Educación de la población del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.

Grado promedio de escolaridad		
Tancítaro	Hombres	Mujeres
7.00	6.75	7.26

Fuente: INEGI, 2020.

La tabla número 14 generada con los datos del INEGI correspondientes del año 2020, indican al grado de analfabetismo de la población del municipio de Tancítaro: Esta tabla determina que la población de 15 años o más del municipio de Tancítaro, Michoacán da un total de 22,682 personas (67.80%) de las cuales las personas analfabetas de menos de 15 años suman un total de 1,851 (8.16%), (INEGI, 2020).

Tabla No. 14 Grado de analfabetismo de la población del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.

Población de 15 años o más analfabeta				
Tancítaro	15 años y mas	Porcentaje	Analfabeta	Porcentaje
	22,682	67.80%	1,851	8.16%

Fuente: INEGI, 2020.

La tabla número 15 muestra los indicadores de carencias sociales del municipio de Tancítaro, Michoacán: Se muestra que la mayor carencia que padece es el acceso a la seguridad social con un total de 32,672 personas (82.1%), en segundo lugar el acceso a servicios de salud con 23,647 personas (59.4%), en tercer lugar el rezago educativo con 14,165 personas (35.6%), le siguen los servicios básicos en la vivienda con 13,126 personas (33.0%), el acceso a la alimentación nutritiva y de calidad con 7,465 personas (18.8%) y finaliza con la calidad y espacios en la vivienda con 6,365 (16.0%), (INEGI, 2020).

Tabla No. 15 Indicadores de carencias sociales del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.

Carencia	Número de personas	Porcentaje Total	Carencia	Número de personas	Porcentaje Total
Rezago educativo	14,165	35.6%	Calidad y espacios en la vivienda	6,365	16.0%
Acceso a los servicios de salud	23,647	59.4%	Servicios básicos en la vivienda	13,126	33.0%
Acceso a la seguridad social	32,672	82.1%	Acceso a la alimentación nutritiva y de calidad	7,465	18.8%

Fuente: INEGI, 2020.

La tabla número 16 muestra la población económicamente activa, ocupada y desocupada por género: La tabla establece que por género los hombres comprenden la mayor población económicamente activa con un total de 10,491 (69.92%), mientras que las mujeres tienen un total de 4,514 (30.08%), de manera contraria los hombres son la población mayor desocupada con un total de 73 (0.70%), mientras que las mujeres tiene un total de 21 (0.47%), en total la población económicamente activa del municipio es un total de 15,005 (100.00%) y la desocupada un total de 94 (0.63%), (INEGI, 2020).

Tabla No. 16 Población económicamente activa, ocupada y desocupada por género del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.

Población económicamente activa	Porcentaje Total	Ocupada	Porcentaje Total	Desocupada	Porcentaje Total	
Total	15,005	100.00%	14,911	99.37%	94	0.63%
Hombres	10,491	69.92%	10,418	99.30%	73	0.70%
Mujeres	4,514	30.08%	4,493	99.53%	21	0.47%

Fuente: INEGI, 2020.

La tabla número 17 comprende la condición de pobreza multidimensional de la población de Tancítaro, Michoacán: Como se puede observar, la vulnerabilidad por carencia social es la mayor condición de pobreza del municipio, con un total de 26,606 personas

(66.8%), se muestra que la pobreza extrema afecta a 1,701 personas (4.3%) mientras que la pobreza moderada es mayor con una afectación de 9,643 personas (24.2%), (INEGI, 2020).

Tabla No. 17 Condición de pobreza multidimensional de la población del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.

Vulnerables por carencia social	Porcentaje Total	No pobres y no vulnerables	Porcentaje Total	Vulnerables por ingreso	Porcentaje Total	Pobreza moderada	Porcentaje Total	Pobreza extrema	Porcentaje Total
26,606	66.8%	1,503	3.8%	352	0.9%	9,643	24.2%	1,701	4.3%

Fuente: INEGI, 2020.

La siguiente tabla número 18 muestra los indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda parte 1: Se puede determinar la principal carencia que padece el municipio es el hacinamiento con un total de 678 viviendas (8.2), la segunda carencia es el piso de tierra en la vivienda con un total de 421 viviendas (5.1%) y en tercer lugar las viviendas con techo de material endeble con un total de 238 viviendas (2.9%), (INEGI, 2020).

Tabla No. 18 Indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda (parte 1), del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.

Indicador de carencia	Población (miles)	Porcentaje Total	Número de viviendas	Porcentaje Total
Calidad y espacios en la vivienda	6.4	16.0%	-	-
Viviendas con pisos de tierra	1.7	5.1%	421	5.1%
Viviendas con techos de material endeble	1.0	3.0%	238	2.9%
Viviendas con muros de material endeble	0.3	0.9%	81	1.0%
Viviendas con hacinamiento	4.0	12.0%	678	8.2%

Fuente: INEGI, 2020.

La siguiente tabla número 19 muestra los indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda parte 2: Como se puede observar, las viviendas sin acceso al agua es la mayor carencia que se padece con un total de 2,463 viviendas (29.9%), en segundo lugar un total de 2,020 (24.5%) viviendas no cuentan con chimenea cuando usan leña o carbón para cocinar, en tercer lugar un total de 816 viviendas (9.9%) no cuentan con drenaje y por ultimo un total de 93 viviendas (1.1%) no cuentan con electricidad, (INEGI, 2020).

Tabla No. 19 Indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda (parte 2), del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.

Indicador de carencia	Población (miles)	Porcentaje Total	Número de viviendas	Porcentaje Total
Servicios básicos en la vivienda	13.1	33.0%	-	-
Viviendas sin acceso al agua	10.0	29.8%	2,463	29.9%
Viviendas sin drenaje	3.5	10.4%	816	9.9%
Viviendas sin electricidad	0.3	0.8%	93	1.1%
Viviendas sin chimenea cuando usan leña o carbón para cocinar	9.0	26.9%	2,020	24.5%

Fuente: INEGI, 2020.

La tabla número 20 muestra las necesidades conjuntas no satisfechas en servicios básicos: Esta tabla establece que la principal necesidad conjunta no satisfecha de servicios básicos corresponde al agua y combustible con un total de 593 viviendas afectadas (7.2%), le siguen el drenaje y combustible con 434 viviendas afectadas (5.3%) y en tercer lugar el agua y drenaje con 207 viviendas afectadas (2.5%), (INEGI, 2020).

Tabla No. 20 Necesidades conjuntas no satisfechas en servicios básicos del municipio de Tancítaro, Michoacán, 2020.

Agua y drenaje	Porcentaje Total	Agua y electricidad	Porcentaje Total	Agua y combustible	Porcentaje Total	Drenaje y electricidad	Porcentaje Total	Drenaje y combustible	Porcentaje Total	Electricidad y combustible	Porcentaje Total
207	2.5%	20	0.2%	593	7.2%	18	0.2%	434	5.3%	75	0.9%

Fuente: INEGI, 2020.

9.3 Eje Económico: Economía del municipio de Tancítaro, Michoacán

La principal fuente económica de Tancítaro es la producción de aguacate, actualmente este municipio es el principal productor de aguacate del estado de Michoacán y es reconocido como “La capital mundial del aguacate”, cuenta con 6 mil 458 huertos distribuidos en 23 mil 691 hectáreas de zona boscosa certificada, son más de 15 mil productores dedicados a la producción de aguacate donde el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2018 se registró que Tancítaro tuvo una producción de 237,435 toneladas donde el 80% de la producción se exportó a los Estados Unidos (SIAP, 2018).

Figura No.16 Monumento al aguacate en Tancítaro, Michoacán.
Monumento que da la bienvenida a la entrada al municipio de Tancítaro.



Fuente: Fotografía propia, 2020.

La actividad del aguacate en Tancítaro genera 23 mil empleos de anuales de manera fija y 30 mil temporales, en el municipio se cuenta con más de 100 empresas e industrias dedicadas a la industria de: Fertilizantes, plaguicidas, abonos, transporte de cargas, cosméticos, química, restaurantera y hotelera, industrias que han sido posible gracias a la producción, comercialización y exportación de aguacate (SADER, 2018).

Gracias al desarrollo de la industria aguacatera, en Tancítaro se ha disminuido la pobreza alimentaria y patrimonial en 13.8 y 12.4% en 2019 lo que ha ocasionado también una reducción en la intensidad migratoria en un 71%, cifra significativa ya que gracias a la generación de empleos se reduce el movimiento migratorio en Tancítaro ya que gracias a la creciente industria del aguacate, se han podido establecer las condiciones para que otro tipo de cultivo pueda ser producido y comercializado de manera exitosa, como es el caso de la producción de berries bajo invernaderos, producción que ha sido posible gracias a la derrame económica que ha dejado la comercialización del aguacate (CONEVAL, 2018).

Las principales ventas internacionales en el municipio de Tancítaro, para el 2021, fueron de Aguacates, higos, piñas, guayaba, mangos, frescos y secos por \$185 millones de dólares, las cuales crecieron un 11.6% respecto al año 2020, los principales destinos de ventas internaciones en 2021 fueron Estados Unidos (US \$177M), Canadá (US \$2.76M) y Honduras (US \$1.92M) (datamexico.org. 2021).

Según datos del Censo Económico 2021, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Tancítaro fueron: Comercio al por menor (389 unidades), otros servicios excepto actividades gubernamentales (115 unidades) y Servicios de alojamiento temporal y de preparación de Alimentos y Bebidas (109 unidades), la tabla número 19 muestra las unidades económicas de Tancítaro, Michoacán según el Censo Económico 2021: Como se observa en la tabla 21, la mayor unidad económica del municipio de Tancítaro, Michoacán es el comercio al por menor con 389 unidades (46.9%), en segundo lugar otros servicios excepto actividades gubernamentales con 115 unidades (13.95%) y en tercer lugar los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas con 109 unidades (13.1).

Tabla No. 21 Unidades económicas de Tancítaro, Michoacán según el Censo Económico 2021.

Unidad económica	Porcentaje Total	Unidades
Comercio al por menor	46.9%	389
otros servicios excepto actividades gubernamentales	13.9%	115
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de Alimentos y Bebidas	13.1%	109
Industrias manufactureras	7.83%	65
Servicios de salud y de asistencia social	3.61%	30
Servicios profesionales, científicos y técnicos	2.29%	19
Comercio al por mayor	7.47%	62
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos tóxicos	1.20%	10
Servicios educativos	0.84%	7
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes	0.72%	6
Servicios de esparcimiento, cultura y deportes	0.72%	6

Fuente: Censo económico, INEGI, 2021.

La tabla número 22 muestra las actividades económicas primarias, secundarias y terciarias del municipio de Tancítaro:

Tabla No. 22 Actividades económicas primarias, secundarias y terciarias del municipio de Tancítaro, Michoacán.

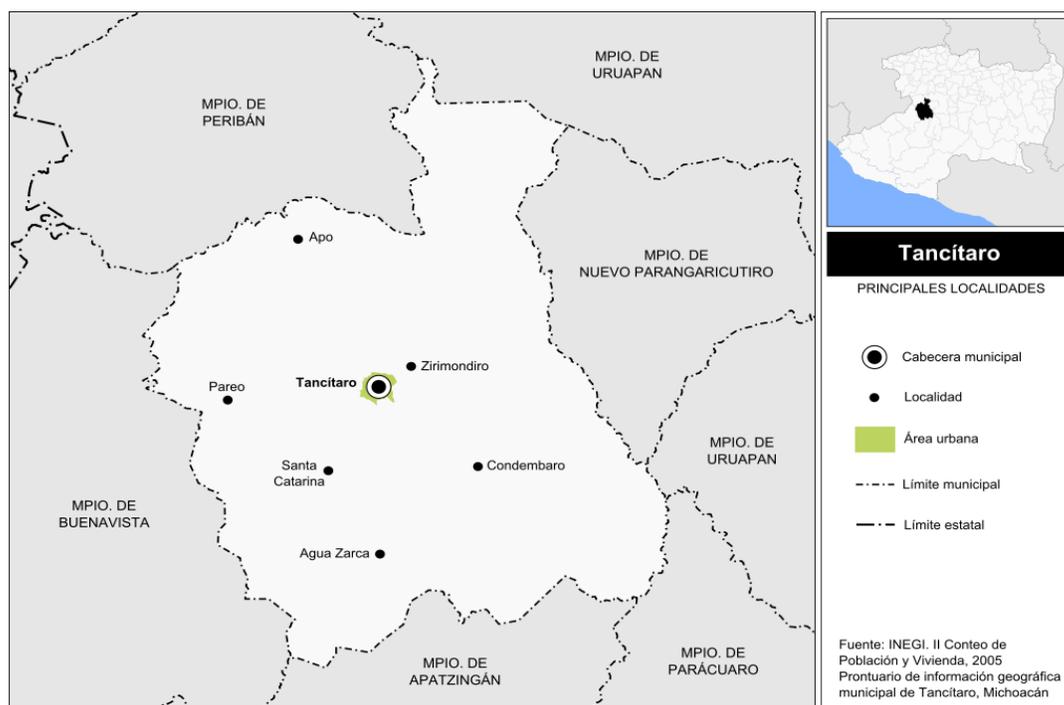
Actividad primaria	Actividad secundaria	Actividad terciaria
Agricultura (producción de aguacate)	Industria manufacturera	Comercio (producción y exportación de aguacate)
Ganadería	Industria de la construcción	Transporte
Silvicultura	Industria eléctrica	Comunicaciones
Pesca	Industria hidroeléctrica	Turismo
	Empacadoras de aguacate	Administración pública
	Transformación de aguacate	
	Industria estética	

Fuente: dataméxico.org, 2021.

9.4 Eje Ambiental: Características Edafoclimáticas del municipio de Tancítaro, Michoacán.

La superficie del municipio de Tancítaro, Michoacán es de 717.65 Km² que equivalen al 1.21% del total de la extensión del estado de Michoacán.

Figura No.17 Carta topográfica: principales localidades de Tancítaro, Michoacán, 2021.



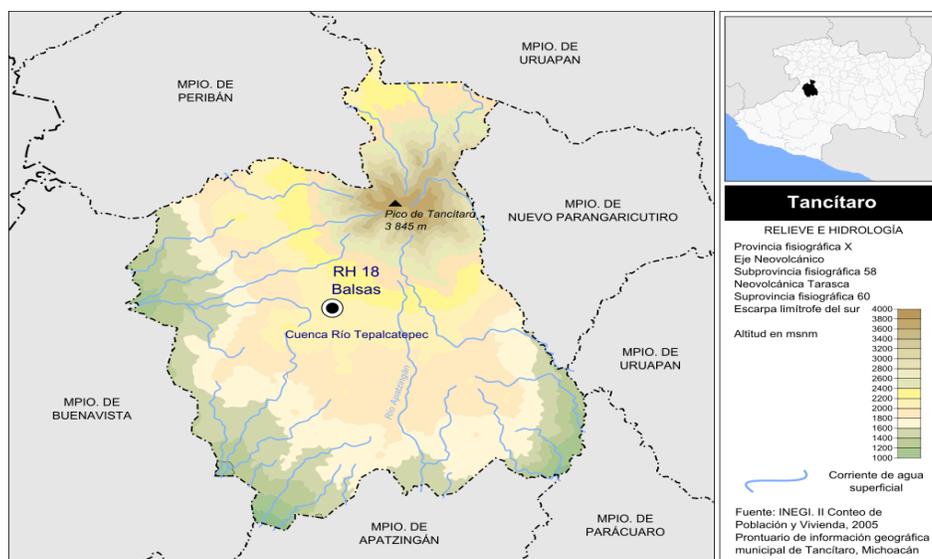
Fuente: INEGI, 2020.

Tancítaro está situada en una de las regiones más montañosas y abruptas de Michoacán, al ser surcado en toda su extensión por el Eje Neo volcánico, en el territorio se encuentra ubicado el Pico de Tancítaro, uno de los volcanes de México y que con 4145 metros sobre el nivel del mar es la mayor elevación de Michoacán.

Además se encuentran otras elevaciones como los cerros El Brinco, San Miguel o Pacinda; la altitud fluctúa desde los 900 metros sobre el nivel del mar en las regiones bajas entre las serranías, hasta los 4145 en la cima del Pico de Tancítaro,

fisiográficamente todo el municipio se encuentra en la Provincia fisiográfica X Eje Neo volcánico y la parte norte a la Subprovincia fisiográfica 58 Neo volcánica Tarasca y la parte sur a la Subprovincia fisiográfica 60 Escarpa Límitrofe del Sur, en cuanto a su hidrografía la constituyen arroyos y manantiales de agua fría, “Zirimóndiro”; “Condémbaro”; “Zirimbo”; “Santa Catarina”; “Choritiro” y “El Cuate”.

Figura No.18 Carta topográfica: Relieve e hidrología de Tancítaro, Michoacán, 2021.

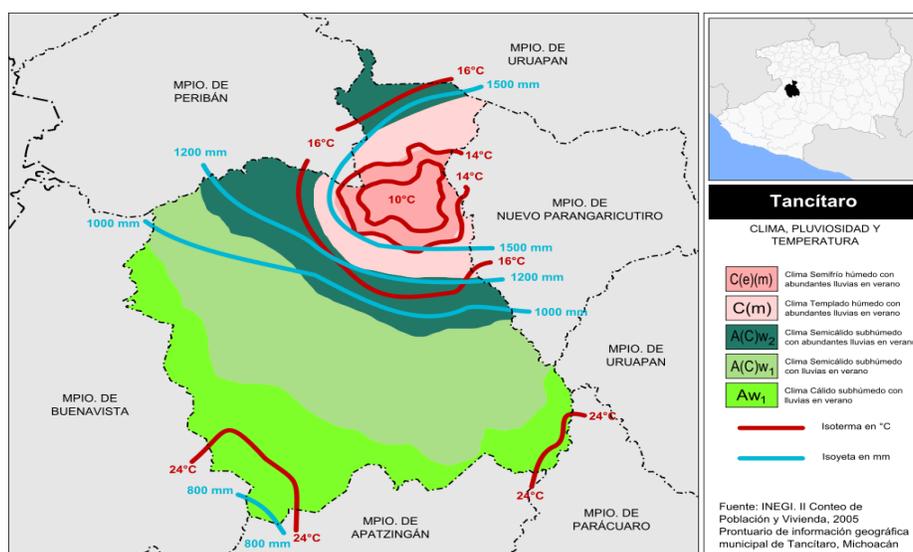


Fuente: INEGI, 2020.

En el territorio del municipio de Tancítaro se pueden identificar cinco diferentes tipos de clima que son determinados por la altitud del territorio, así, en el punto más elevado del Pico de Tancítaro registra clima semi-frío húmedo con abundantes lluvias en verano, seguido a su alrededor, en las mismas faldas por clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano, las faldas más bajas clima semi-cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano, la zona central del norte al oeste del municipio tiene un clima semi-cálido subhúmedo con lluvias en verano y finalmente toda una franja del oeste, suroeste y sur del territorio tiene clima cálido sub-húmedo con lluvias en verano.

La temperatura media anual sigue un patrón similar, siendo el rango en la cima del Tancítaro inferior a los 10°C, a medida en que se desciende la siguiente franja es de 10 a 12°C, la siguiente de 12 a 16°C, y luego de 16 a 24°C abarcando la gran mayoría del municipio, finalmente en la zona más al sur el rango va de 24 a 28°C. La precipitación promedio anual en la zona más elevada del noreste es superior a los 1 500 mm, la más elevada de Michoacán, hacia abajo sigue una zona de 1 200 a 1500 mm y luego otra de 1 000 a 1 200 y finalmente en la zona sur de 800 a 1 000 mm

Figura No.19 Carta topográfica: Clima, pluviosidad y temperatura de Tancítaro, Michoacán, 2021.



Fuente: INEGI, 2019.

La mayor parte del municipio sobre todo en el norte y oeste está cubierto por bosque, mientras que hacia el centro el terreno es fundamentalmente dedicado a la agricultura y en los extremos del suroeste se encuentra ocupado por selva, las principales especies que forman los bosques son coníferas, como pino, oyamel y junípero y el bosque mixto, con pino y encino, su fauna la conforman el venado, coyote, armadillo, conejo, tejón, zorrillo, tlacuache, zorra, gallina de cerro, pichón, águila negra, calandria, jilguero y gorrión.

La tabla número 23 generada con los datos del Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, del INEGI (2009) muestra el uso del suelo y vegetación del municipio de Tancítaro: Como se puede observar, el uso del suelo del municipio de Tancítaro, Michoacán es mayoritariamente aprovechado para la agricultura con un 56.87%, mientras que la zona urbana representa solo el 0.45%, referente a la vegetación prevalece el bosque con un 38.24%.

Tabla No. 23 Uso del suelo y vegetación de Tancítaro, Michoacán según el Prontuario del INEGI, 2009.

Uso del suelo	Porcentaje Total
Agricultura	56.87%
Zona urbana	0.45%
Vegetación	Porcentaje Total
Bosque	38.24%
Selva	3.65%
Pastizal	0.67%

Fuente: Prontuario, INEGI, 2009.

La tabla número 24 con los datos del INEGI (2009), muestra el uso potencial de la tierra en el municipio de Tancítaro: Se identifica que la agricultura manual estacional concentra el mayor uso potencial de la tierra del municipio con un 70.15%, en segunda instancia el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal concentra el 72.22% para el uso pecuario.

Tabla No. 24 Uso potencial de la tierra de Tancítaro, Michoacán según el Prontuario del INEGI, 2009.

Agrícola	Porcentaje Total
Para la agricultura mecanizada continua.	11.03 %
Para la agricultura manual estacional	70.15%
No apta para la agricultura	18.82%
Pecuario	Porcentaje Total
Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal	72.22%

Para el aprovechamiento de la vegetación únicamente para el ganado caprino	16.23%
No apta para el uso pecuario	0.52%

Fuente: Prontuario, INEGI, 2009.

Con las tablas recabadas podemos asegurar que el municipio de Tancítaro cuenta con las condiciones necesarias para la producción de aguacate, el municipio está ubicado en la llamada “Franja Aguacatera de Exportación”, zona ubicada en el Eje Neo Volcánico a 1800 metros del nivel del mar, esta geografía permite la existencia de microclimas semi-frío húmedo que permiten la producción y exportación de aguacate todo el año.

9.5 Eje Político: Plan Municipal de Desarrollo de Tancítaro, Michoacán.

El Plan Municipal de Desarrollo de Tancítaro define las prioridades del Ayuntamiento de Tancítaro para el 2018-2021, sus estrategias de implementación y los mecanismos de seguimiento y evaluación, la actual administración municipal se enfoca principalmente en los siguientes sectores:

1. Seguridad del municipio.
2. Educación.
3. Infraestructura en general.
4. Salud.
5. Servicios sociales al ciudadano.

El eje central para el desarrollo económico del municipio de Tancítaro recae en el desarrollo rural debido a la vocación agrícola de sus comunidades. En la tabla número 22 especifica los objetivos para el periodo 2018-2021 del Plan Municipal de Desarrollo: El Plan de Desarrollo Municipal de Tancítaro contempla 5 objetivos claves

Tabla No. 25 Objetivos para el periodo 2018-2021 del Plan de Desarrollo Municipal de Tancítaro, Michoacán.

Objetivo	Acciones	Unidad ejecutora
Implementar programas para el desarrollo rural sustentable.	Gestionar los recursos necesarios para la implementación de programas municipales. Identificar las zonas prioritarias para la aplicación de los apoyos auxiliado con el Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable. Implementar programas municipales de apoyo al sector rural.	Dirección de Desarrollo Rural
Industrializar y tecnificar el sector primario con el fin de lograr una mayor competitividad.	A través de Convento de Concertación de Acciones con la Secretaria de Desarrollo Rural Sustentable.	Dirección de Desarrollo Rural
Facilitar el acceso a los programas estatales y federales	Gestionar la apertura de ventanillas de la SEDRUA y SADER en el municipio para los componentes, concurrencia con entidades federativas y tecnificación del campo.	Dirección de Desarrollo Rural
Promover en el medio rural la construcción de obras de infraestructura como son de irrigación, bordos, canales, tajos, abrevaderos, mejoras territoriales, caminos saca cosechas o cualquiera que favorezca a los productores agrícolas o pecuarios del municipio.	A través de convenio con la Secretaria de Desarrollo Rural y Agroalimentario operar el programa de Apoyo a la Infraestructura Básica Agropecuaria con Horas de Maquinaria pesada para realizar trabajos de conservación, rehabilitación, ampliación o construcción.	Dirección de Desarrollo Rural
Rescatar la producción se semillas básicas y crear alternativas de producción.	Designar y gestionar recursos para apoyar a los productores con fertilizantes, químico y orgánico así como semillas certificadas de maíz, sorgo y avena dotándoles de asistencia técnica.	Dirección de Desarrollo Rural

Fuente: H. Ayuntamiento de Tancítaro, Michoacán, 2018.

X. Capítulo IV Costos de reproducción y aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

En este capítulo se aborda el lugar y periodo de estudio, también se describen las características de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, los costos de reproducción y aplicación en la parcela “La Tijera” correspondientes al año 2020.

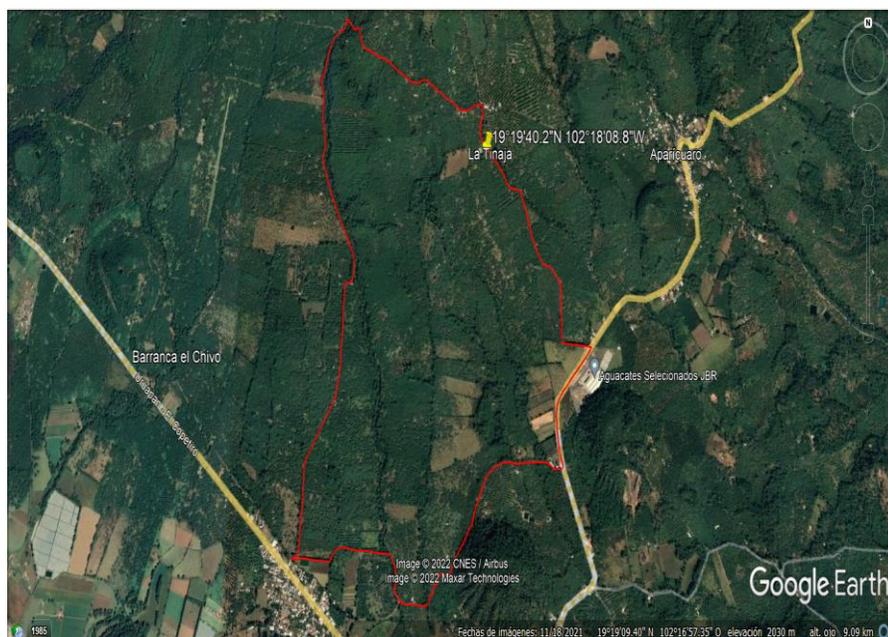
10.1 Lugar y periodo

La investigación se llevó a cabo durante los ciclos productivos del año 2020 al año 2021, en la parcela demostrativa “La Tijera” huerta familiar propiedad de 5 socios y dedicada a la producción de aguacate variedad *Hass* ubicada en el municipio de Tancítaro, Michoacán.

La huerta “La Tijera” es un predio propiedad privada de cinco productores, ubicada en el municipio de Tancítaro, en el estado de Michoacán, cuyas coordenadas son: **19°19'40.2"N 102°18'08.8"W** y como se puede observar en el siguiente polígono de la figura 19:

Figura No. 20 Polígono 1: Huerta “La Tijera” en Tancítaro, Michoacán, 2022.

Coordenadas 19°19'40.2"N 102°18'08.8"W



Fuente: Google Earth Pro, 2022.

La superficie de la huerta comprende 4 hectáreas, y colinda con otras huertas que produce el mismo cultivo. El huerto fue adquirido en 1986 y ya se habían cultivado aproximadamente 20 árboles de aguacate cuya producción se destinaba al autoconsumo y a la comercialización en el mercado local del municipio de Tancítaro en Michoacán.

Fue hasta el año del 2002, a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio, que se incentivó el cultivo del aguacate en el estado de Michoacán como un fruto para exportación principalmente hacia los Estados Unidos. Por ello, durante este periodo se plantaron 330 injertos de árboles. Y para el año 2006 la huerta fue registrada ante la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, anteriormente SAGARPA), otorgándole la certificación para la comercialización y exportación del aguacate hacia los Estados Unidos.

Actualmente el predio “La Tijera” cuenta con 350 árboles de aguacate variedad *Hass* con una producción de 15 a 20 toneladas por año, y su producción está destinada principalmente al mercado de exportación. Como especificaciones de localización, se puntualiza que geográficamente la huerta “La Tijera” se identifica los siguientes puntos:

Norte:

- Parque Nacional Pico de Tancítaro.
- Localidad de “La Peña”.

Sur:

- Municipio de Condébaro.
- Municipio de Zirimbo.

Este:

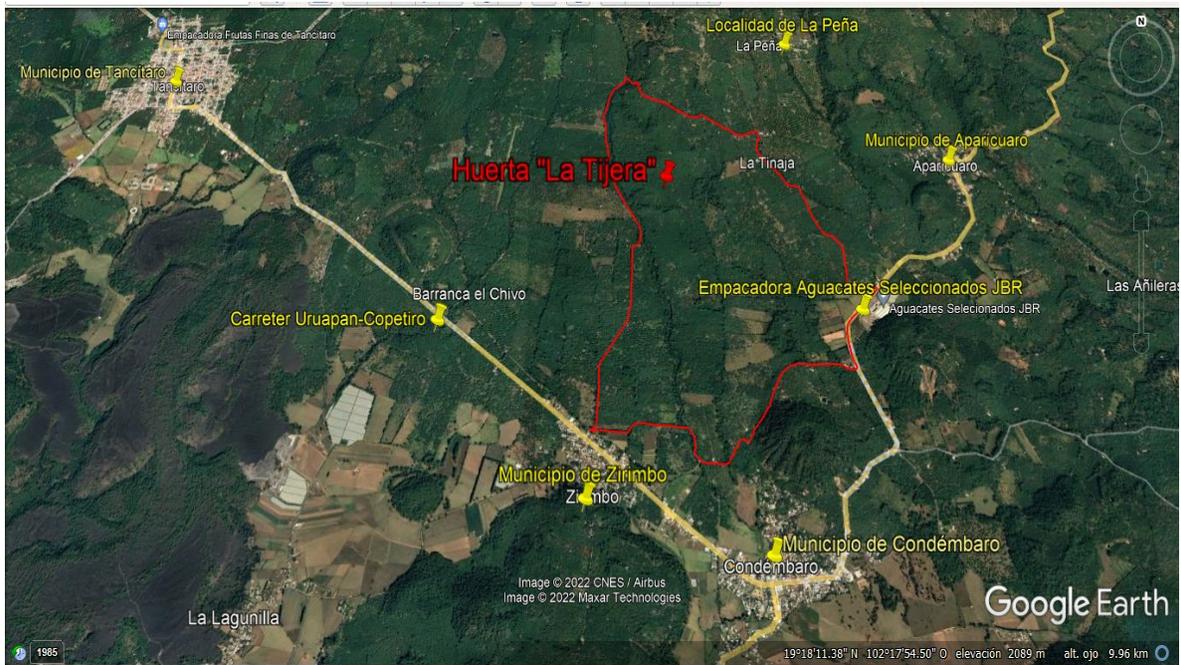
- Municipio de Aparícuaro.
- Empacadora de Aguacates Seleccionados JBR.

Oeste:

- Carretera Uruapan-Copetiro.
- Municipio de Tancítaro.

Figura No. 21 Polígono 2: Huerta “La Tijera” en Tancitaro, Michoacán, 2022.

Coordenadas 19°19'40.2"N 102°18'08.8"W



Fuente: Google Earth Pro, 2022.

10.2 El hongo *Beauveria bassiana*

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga, prácticamente, todos ellos son susceptibles de padecer las enfermedades causadas por estos hongos, cuando sus esporas entran en contacto con la cutícula de insectos susceptibles, germinan y crecen directamente a través de ella hacia el interior del cuerpo de su hospedero, por lo tanto, el hongo prolifera a través del cuerpo del insecto, produce toxinas y consume los nutrientes del insecto, y eventualmente lo destruye. (Hernández, Martínez y Padilla, 2019, p.4).

Como se comentó al inicio de esta investigación, Hernández, Martínez y Padilla (2019) mencionan: “Las enfermedades que causan se les conoce como “muscardinas”, término que se aplicó por primera vez al hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (p.4).

El uso de estos organismos es una de las mejores alternativas para el control biológico por ser económica, sencilla y desde el punto de vista ecológico, sustentable. No obstante, es fundamental propiciar las condiciones adecuadas de temperatura y humedad para lograr su propósito, además, cuando se pretende utilizarlos como “bioinsecticidas” es necesario realizar una caracterización exhaustiva de los aislados, a fin de seleccionar los de alta virulencia y buenas condiciones para su aplicación en campo (Hernández, Martínez y Padilla, 2019, p.4).

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno que crece de forma natural en los suelos de todo el mundo, su poder entomopatógeno le hace capaz de parasitar a insectos de diferentes especies, causando la conocida enfermedad “Blanca de la muscardina”, término que se aplicó por primera vez a *Beauveria bassiana*, este hongo es actualmente es utilizado como insecticida biológico o biopesticida, Hernández, Martínez y

Padilla (2019) mencionan: Es bien conocido que el hongo *Beauveria bassiana* infecta a más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, entre las que destacan plagas de importancia económica como el *Spodoptera frugiperda*, (Gusano cogollero del maíz); *Diatrea magnifactella* (Gusano barrenador); y la *Hypothenemus hampei* (Broca del café) (p.8).

La especie lleva el nombre del entomólogo italiano Agostino Bassi, el cual observó en 1835 la aparición de la enfermedad “Blanca de la muscardina” sobre los cuerpos de algunos gusanos de seda.

Figura No. 22 Entomólogo Agostino Bassi, enfermedad “Blanca de la muscardina” por el hongo *Beauveria bassiana* sobre el *Anobium punctatum* (Escarabajo de la madera).



Fuente: Badii y Abreu, 2006.

El modo de acción de este hongo entomopatógeno consta de diferentes etapas, cuando las esporas microscópicas del hongo entran en contacto con las células de la “epicutícula” (células de la piel) del insecto, estas se adhieren e hidratan, las esporas germinan y penetran la “cutícula” (piel del insecto) del insecto, una vez dentro, las “hifas” (red de filamentos cilíndricos que conforman la estructura del cuerpo de los hongos pluricelulares) crecen destruyendo las estructuras internas del insecto y produciendo su

muerte al cabo de unas horas o días, tras ello, si las condiciones ambientales son favorables, pueden emerger del cadáver esporas del hongo con capacidad para ser propagadas de nuevo y re infectar a nuevos insectos (Hernández, Martínez y Padilla, 2019, p.6).

Figura No. 23 *Beauveria bassiana* sobre el *Spodoptera frugiperda* (Gusano cogollero del maíz).

Se observan las todas fases de infección de *Beauveria bassiana*.



Fuente: Badii y Abreu, 2006.

10.3 Reproducción del hongo *Beauveria bassiana*

Para la utilización de este control biológico en la huerta “La Tijera” se enlistan los materiales utilizados en la reproducción y aspersion del hongo:

- Conidias de *Beauveria bassiana*.
- Cajas de Petri (80 cajas de Petri).
- 2 agares Papa y Dextrosa para el cultivo del hongo.
- 200 litros de agua destilada.

- 1 Litro de aceite agrícola.
- Un equipo de aspersión.

Figura No. 24 Conidias del hongo *Beauveria bassiana* en caja de Petri con agar Papa y Dextrosa (medio de cultivo para hongos) y equipo de aspersión.

Se observa en la imágenes superiores el cultivo del hongo en una caja de Petri junto con el agar Papa y Dextrosa el cual es el medio de cultivo por excelencia de hongos y bacterias, las imágenes inferiores se observa la preparación del inocuo para su posterior aspersión.



Fuente: Badii y Abreu, 2006.

La preparación del inocuo del cultivo del hongo *Beauveria bassiana* fue proporcionado por la doctora Guadalupe Vidal del departamento de biología comparada (laboratorio de biología de hongos), una vez hecha la donación se realizó la reproducción del hongo *Beauveria bassiana* del cultivo, la cual consistió en tomar muestras de micelo de 4 cuadros de aproximadamente 7mm del agar conteniendo la muestra del hongo, posteriormente se colocaron los cuadros en 40 cajas de Petri con agar Papa y Dextrosa

y se incubaron a una temperatura de 25°C por 96 horas, hasta que se obtuvo el micelo y éste a su vez generó mayor cantidad de conidias.

Figura No. 25 Reproducción del hongo *Beauveria bassiana*.

En las imágenes superiores se observa la toma de la muestra del cultivo original del hongo, primero el escarpelo es desinfectado, posteriormente se toma muestra del micelo realizando cortes en forma de cuadro de 7mm del agar, las imágenes muestran la colocación del cuadro con el micelo en una caja de Petri con el medio de cultivo para el hongo, se observa el micelo en estado de crecimiento.



Fuente: Fotografías propias, 2020.

10.4 Descripción de la aplicación del hongo en la huerta “La Tijera”

El 20 de Julio del año 2020 se decidió con el consenso de los productores aplicar el hongo *Beauveria bassiana* en solución salina en la parcela “La Tijera” para identificar los efectos de control y mitigación sobre la plaga del Trips, para conocer si el hongo entomopatogeno era efectivo para reducir los costos de producción.

1. **Preparativos:** Para la aplicación del hongo se deben concentrar 20 conidias de *Beauveria bassiana*, del cultivo original se debe tomar 4 muestras del micelo en cuadros de aproximadamente 7mm del agar (medio de cultivo), posteriormente se colocan los cuadros en cuatro 4 cajas de Petri con agar glucosado, donde se incubaran a una temperatura de 25°C por 96 horas, para obtener el micelo con el que se obtendrá la mayor cantidad de conidias del hongo, posteriormente de la 4 cultivos generados en cada se cortaran igualmente las 4 muestras del micelo en cuadros con las medidas de 7mm, repetir el proceso de incubación y extracción de las muestras hasta generar 50 cultivos del hongo en 50 cajas de Petri.

2. **Aplicación:** Se concentraron 10 conidias en el equipo de aspersion, el equipo contuvo 10 litros de agua destilada, 10 litros de agua limpia y un litro de aceite agrícola; las conidias dentro de las cajas de Petri se introdujeron en el equipo de aspersion, el agua destilada y el aceite agrícola fueron un ambiente apropiado para las conidias del hongo ya que estas estuvieron activas, el aceite fungió como protector para las esporas del hongo, posteriormente ya con las conidias introducidas dentro del equipo, se procedió con la aspersion del hongo, la aspersion inicio desde la copa de las arboles y cada aspersion en cada árbol duró dos minutos y se procuró que la copa de los árboles, la parte media y baja de la zonas foliares fueran completamente rociadas, para este sistema se utilizó aproximadamente un litro de agua destilada y un litro de agua limpia por cada árbol (200 litros de agua destilada y agua limpia para los 350 árboles). Este proceso se realiza una vez cada mes.

3. **Efectos sobre la plaga:** *Beauveria bassiana* tuvo excelentes resultados como controlador biológico sobre la plaga del Trips en la huerta la tijera en el año 2020, la aplicación se realizó el 20 de Julio y no fue hasta el 25 de Agosto que se realizó la segunda aplicación, se observó que la plaga fue mitigada en su

totalidad durante un mes, esto se debió a que la concentración y aspersion del hongo en solución salina fue eficaz sobre la plaga.

Figura No. 26 Aspersion de las conidias del hongo, se procuró rociar las copas de los árboles de aguacate, la parte media y foliar de cada uno.



Fuente: Fotografía propia, 2020.

La tabla número 26 muestran los costos de reproducción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* correspondientes al año 2020: Se identifica que los costos de producción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* en la huerta “La Tijera” son un total de \$ 7,360 pesos correspondientes para el año 2020.

Tabla No. 26 Costos Variables de producción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* 2020.

Concepto	Descripción	Unidad	Precio por unidad	Cantidad	Costo por concepto
Cultivo de conidias de <i>Beauveria bassiana</i>	Conidias del hongo <i>Beauveria bassiana</i>	Pieza 1	\$ 0	Pieza 1	\$ 0
Placa de Petri	Medio de cultivo para el hongo	Piezas 40 (paquete)	\$ 80	Piezas 80	\$ 160
Agua destilada	Agua purificada sin impurezas	Garrafón de 20lts.	\$ 300	200 lts.	\$ 3000
Agar Papa y Dextrosa	Agua destilada, papa, dextrosa y agar en polvo. Medio de cultivo para el hongo.	450 g	\$ 1,300	900 g	\$ 2,600
Aceite agrícola	Adherente y protector para las esporas del	1 lts.	\$ 400	2 lts.	\$ 800

	hongo.				
Equipo de aspersión	Medio de aspersión del hongo	Pieza 1	\$ 500	Pieza 1	\$ 500
Peón aplicación del hongo	Aplicación del hongo	jornal	\$ 300	1	\$ 300
				TOTAL	\$ 7,360

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para poder hacer el comparativo se dedujeron los costos de reproducción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* para el 2021. Aunque cabe aclarar que para este año no se llevó a cabo la aplicación del hongo.

Así para el año 2021 si se hubiera aplicado el hongo *Beauveria bassiana* en la huerta “La Tijera” este hubiera tenido un costo de producción e implementación de un total de \$ 8,000 pesos. Como puede observarse en la tabla 27.

Tabla No. 27 Cotización de producción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* 2021.

Concepto	Descripción	Unidad	Precio por unidad	Cantidad	Precio por concepto
Cultivo de conidias de <i>Beauveria bassiana</i>	Conidias del hongo <i>Beauveria bassiana</i>	Pieza 1	\$ 0	Pieza 1	\$ 0
Placa de Petri	Medio de cultivo para el hongo	Piezas 40 (paquete)	\$ 100	Piezas 80	\$ 200
Agua destilada	Agua purificada sin impurezas	Garrafón de 20lts.	\$ 300	200 lts.	\$ 3,000
Agar Papa y Dextrosa	Agua destilada, papa, dextrosa y agar en polvo. Medio de cultivo para el hongo.	450 g	\$ 1,500	900 g	\$ 3,000
Aceite agrícola	Adherente y protector para las esporas del hongo.	1 lts.	\$ 400	2 lts.	\$ 800
Equipo de aspersión	Medio de aspersión del hongo	Pieza 1	\$ 700	Pieza 1	\$ 700

Peón aplicación del hongo	Aplicación del hongo	jornal	\$ 300	1	\$ 300
					TOTAL \$ 8,000

Fuente: Elaboración propia, 2022.

A partir de ello se deduce que los costos de producción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* tienen poca variabilidad; en otras palabras, el aumento en precios nominales es de 640 pesos.

XI. Capítulo V. Costos de producción del aguacate en la parcela “La Tijera”

Este capítulo final se aborda los conceptos de costos producción, las labores culturales llevadas a cabo en la huerta, la inversión y costos de producción para una hectárea en el estado de Michoacán y finalmente se enlistan los beneficios y desventajas de la implementación del hongo.

11.1 *Conceptos de costos de producción*

La ganancia total de una empresa depende de la relación entre los costos de producción y el ingreso total alcanzado. El precio de venta del producto determinara los ingresos de la empresa, por ello los costos e ingresos resultan ser dos elementos fundamentales para decidir el nivel de producción de máxima ganancia.

Por lo tanto, la organización de una empresa para lograr producir tiene necesariamente que incurrir en una serie de gastos, directa o indirectamente, relacionados con el proceso productivo, en cuanto a la movilización de los factores de producción; tierra, capital y trabajo, la planta, el equipo de producción, la materia prima y los empleados de todos los tipos (asalariados o dueños), componen los elementos fundamentales del costo de producción de una empresa.

De esta manera, el nivel de producción de máxima eficacia económica que es en última instancia le fin que persigue todo empresario, dependerá del uso de los factores de producción dentro de los límites de la capacidad productiva de la empresa.

El costo de producción de una empresa se compone de los siguientes elementos: alquileres, salarios y jornales, la depreciación de los bienes de capital (maquinaria, equipo, etc.), el costo de la materia prima, los intereses sobre el capital de operaciones,

seguros, contribuciones y otros gastos misceláneos, a continuación se mencionan dos definiciones costos de producción:

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (1998), menciona; “Los costos de producción, también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento, en una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto”.

Ávila y Lugo (2004), mencionan: “Los costos de producción son estimaciones monetarias de todos los gastos que se han hecho dentro de la empresa, para la elaboración de un bien, estos gastos abarcan todo lo referente a la mano de obra, los costos de los materiales, así como todos los gastos indirectos que de alguna manera contribuyen a la fabricación de un bien” (p.153).

Los diferentes tipos de costos pueden agruparse en dos categorías: costos fijos y costos variables.

- **Costos fijos:** Son aquellos que no varían en relación con el volumen de producción, dicho en otras palabras costos fijos son aquellos que se incurren aunque la empresa no esté produciendo. Y que su valor permanece constante en relación con su uso, sabiendo que estos son independientes del giro o rubro de la empresa o bien ya sea finca, a continuación hacemos mención de algunos costos fijos que se incurren en una huerta:
 - Herramientas de trabajo.
 - Preparación del terreno.
 - Poda.

- Recolección.
 - Riego.
 - Fertilización.
- **Costos variables:** Son aquellos que pueden incrementarse o disminuirse, dependiendo del grado de producción, por ejemplo: la materia prima, si las ventas de un producto aumentan, entonces se necesitará de mucha más materia prima para elaborarlo, o por el contrario, si las ventas de un producto disminuyen, no se necesitará de mucha materia prima, a continuación hacemos mención de algunos costos variables que se incurren en una huerta:
- Plaguicidas.
 - Planta de aguacate.
 - Pagos por jornal.
 - Transporte.

11.2 *Labores culturales en la huerta “La Tijera”*

Como se describió al inicio de esta investigación, el *Persea americana* necesita condiciones específicas para su producción, en este apartado se especifican las actividades llevadas a cabo en el predio “La Tijera” para la producción de aguacate.

La huerta está a una altura de 1800 metros del nivel del mar, en el Eje Neo volcánico, las tierras son de origen volcánico rodeado de los volcanes Paricutín y Tancítaro, esta

geografía permite la existencia de microclimas semifrío húmedo que permiten la producción de aguacate todo el año.

Entre los principales costos fijos en que se incurren para la producción de aguacate son:

1. **Preparación del terreno:** El suelo del predio previamente ha sido cultivado, por lo que la única preparación que requiere es el desyerbe y la aplicación de herbicida, este procedimiento se realiza dos veces al mes.
2. **Poda:** La poda se realiza mensualmente, se da forma a la copa procurando que esta sea de formación, se retiran las ramas que crecen verticalmente, las ramas bajas y pegadas a la tierras, así como los tallos débiles y enfermos son removidos.
3. **Recolección:** En marzo y noviembre son las fechas de recolección del fruto destinado a la exportación, mayo y agosto en ocasiones presentan buena producción de fruto de primera calidad, la recolección se realiza en primera instancia en la copa del árbol procurando recolectar los frutos más grandes y de mejor color.
4. **Riego:** Debido a las condiciones climáticas, en la huerta se realiza una irrigación cada mes, se administra un litro de agua aproximadamente a cada árbol.
5. **Fertilización:** Para este proceso en la huerta “La Tijera” se utilizaron 12 fertilizantes correspondientes a hormonas de crecimiento, aminoácidos esenciales, reguladores de crecimiento y nutrientes básicos, la tabla número 26 especifica los fertilizantes utilizados en la huerta:

Tabla No. 28 Fertilizantes utilizados en la huerta “La Tijera”.

Fertilizante	Ingrediente activo
AMINOPROT PLUS K	Aminoácidos esenciales para el crecimiento de los árboles.
AMARRE	Aporte de calcio (Ca); Boro (B) y Zinc (Zn); en la parte foliar y raíces del árbol.
FOSOFO K	Aporte de Fosforo (P) y Potasio (K); ayuda a la formación de raíces, producción de semillas, fruto, flores y combate algunas enfermedades.
CRECENTO	Es un regulador de crecimiento de raíz, tallo, ramas, fruto y foliar.
NITROPOTASH	Aporta Nitrato de Potasio (KNO ₃); rico en aporte de Potasio (K) también aporta rendimiento al árbol y frutos.
AMINOVIT	Aminoácidos esenciales para las raíces y parte foliar.
ZEN FORTE	Aminoácidos esenciales para la parte foliar.
NUTRIGORA 16-64-00	Aporte de aminoácidos esenciales y de Fosforo (P) y Potasio (K).
HORMO LIFE	Hormonas de crecimiento foliar, raíces y fruto.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

11.3 *Control de plagas y enfermedades para la huerta “La Tijera”*

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO,2016), define el termino plaga como “Cualquier especie, raza, biotipo vegetal, animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales”, por consiguientes las plagas agrícolas generan mermas en la producción agrícola, para el combate de estas se utilizan los llamados “Plaguicidas”, la FAO define a estos como: “Cualquier sustancia destinada a impedir, repeler y combatir cualquier plaga indeseada de plantas, animales, y microorganismos” en ese sentido en la huerta “La Tijera” la plaga más común y la que genera la enfermedad de “La Roña” es la *Thysanoptera* (Trips), otras plagas presentes que generan daños en la producción de aguacate son: picudos, chicharritas, pulgón saltador, escamas, moscas blancas, gusanos, araña roja, araña cristalina, mosca polvorienta y gusanos, la tabla número 29 especifica los plaguicidas utilizados en la huerta:

Tabla No. 29 Plaguicidas utilizados en la huerta “La Tijera”.

Plaguicida	Ingrediente activo
QP500	Coadyuvante en la aspersión de plaguicida, ayuda a la penetración y dispersión de los plaguicidas y humecta las hojas.
IMIDACLOPRID	Insecticida sistémico ideal para insectos chupadores (Trips), producto altamente toxico.
CODIGO	Plaguicida residual utilizado en el control de plagas, tiene un amplio espectro de control, es amigable con el aplicador y no tiene presión de vapor.
AZUFRE	El azufre es utilizado como acaricida, fungicida y plaguicida.
VERLAN	Es una acaricida y plaguicida residual.
AGROPER 50	Plaguicida y acaricida de concentración y aplicación al follaje.
SULTICOBRE	Plaguicida y fungicida de amplio espectro.
MIZAR	Plaguicida y acaricida regulador de crecimiento, eficaz contra las larvas, actividad por ingestión al contacto.
PERVEL34	Plaguicida de contacto con amplio espectro.
ATLANTE 34	Plaguicida de contacto e ingestión, amplio espectro.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En Fitopatología (Agrios, G.N, 1997) las enfermedades de los cultivos son las respuestas de las células y los tejidos a los microorganismos patogénicos o a factores ambientales que determinan un cambio adverso en la forma, función o integridad del cultivo y puedan conducir una incapacidad parcial o a la merma del cultivo.

Los microorganismos que generan mayores enfermedades en los cultivos son los hongos, estos organismos se alimentan de materia orgánica y generan grandes mermas en la producción de cultivos agrícolas, por contar con una mayor reproducción que las bacterias para el combate de estos microorganismos se utilizan los llamados “Fungicidas”, el Centro Internacional de la Papa (CIP, 2018) es un centro dedicado a la investigación de distintos tubérculos, este define a los fungicidas como: “Producto químico utilizado para eliminar o controlar el desarrollo de hongos parasitarios generadores de enfermedades fungosas”, la aplicación de fungicidas es esencial para el combate de los distintos hongos que afectan a la huerta, sin la aplicación de estos, el

monocultivo queda expuesto a la aparición de enfermedades fungosas, la tabla número 30 especifica los fungicidas utilizados en la Huerta.

Tabla No. 30 Fungicidas utilizados en la huerta “La Tijera”.

Fungicida	Ingrediente activo
OXICOBRE 70	Oxicloruro de Cobre: Es un corrector de carencia de cobre (Cu) con efecto fungicida, este se presenta como una suspensión concentrada para pulverización foliar.
SULTICOBRE	Sulfato Tribásico de Cobre: Es un fungicida preventivo para el control de enfermedades fungosas.
BLUE SHIELD	Hidróxido Cúprico: Es un fungicida preventivo para el control de enfermedades fungosas y bacterianas.
HIDROCU MAX	Hidróxido de Calcio Micronizado: Fungicida de acción preventiva con amplio espectro de control contra fito-patógenos.
CUPERQUIMM	Sulfato Tribásico de Cobre: Es un fungicida de contacta aplicado en aspersión al follaje, previene enfermedades fungosas y fito-patógenos.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

11.4 Costos variables para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” para el año 2020

La tabla número 31 muestra la cotización de los agroquímicos utilizados en el proceso de producción de aguacate en la huerta “La Tijera” correspondiente al año 2020, con recomendación para 2000 litros de agua. Como se puede identificar, los costos de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate referente al año 2020 correspondieron a un costo de \$ 15,000 pesos para los plaguicidas, \$ 20,000 pesos para la aplicación de fungicidas y \$ 13,250 pesos correspondientes a la utilización de fertilizantes.

Tabla No. 31 Costos Variables: Agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” 2020.

Recomendación para 2000 lts.

Concepto	Descripción	Unidad	Precio por Unidad	Cantidad	Costo por Concepto
Plaguicidas					
QP500	Aceite vegetal	lts.	\$ 500	2	\$ 1,000
IMIDACLOPRID	IMIDACLOPRID+Cyalotrina	kg.	\$ 1,000	1	\$ 1,000
CODIGO	Tiametoxam+Pemetrina	lts.	\$ 1,000	1	\$ 1,000
AZUFRE	Azufre (S)	kg.	\$ 400	5	\$ 2,000
VERLAN	Abamectina	lts.	\$ 2,000	1	\$ 2,000
AGROPER 50	Permetrina 50	lts.	\$ 1,500	2	\$ 3,000
SULTICOBRE	Sulfato tribásico de cobre	kg.	\$ 500	6	\$ 3,000
MIZAR	Methoxyfenozide	kg.	\$ 1,000	1	\$ 1,000
PERVEL 34	PEMETRINA 34	lts.	\$ 500	1	\$ 500
ATLANTE 34	PEMETRINA 34	lts.	\$ 500	1	\$ 500
				TOTAL	\$ 15,000
Fungicidas					
OXICOBRE 70	Oxicloruro de cobre	kg.	\$ 1,500	2	\$ 3,000
SULTICOBRE	Sulfato tribásico de cobre	kg.	\$ 1,500	2	\$ 3,000
BLUE SHIELD	Hidróxido cúprico	kg.	\$ 500	12	\$ 6,000
HIDROCU MAX	Hidróxido de Calcio micronizado	kg.	\$ 3,000	2	\$ 6,000
CUPERQUIMM	Sulfato tribásico de Cobre	kg.	\$ 200	10	\$ 2,000
				TOTAL	\$ 20,000
Fertilizantes					
AMINOPROT PLUS K	Aminoácidos	kg.	\$ 250	2	\$ 500
AMARRE	Calcio (Ca), Boro (B) y Zinc (Zn)	lts.	\$ 400	2	\$ 800
FOSFO K	Fosforo (P) y Potasio (K)	kg.	\$ 1,500	2	\$ 3,000
CRECENTO	Regulador de crecimiento	lts.	\$ 250	2	\$ 500
NITROPOTASH	Nitrato de potasio (KNO3)	kg.	\$ 100	7	\$ 700
AMINOVIT	Aminoácidos	lts.	\$ 400	2	\$ 800
PK MIN PLUS	Fosforo (P) y Potasio (K)	lts.	\$ 300	1	\$ 300
ZEN FORTE	Aminoácidos	lts.	\$ 300	1	\$ 300
FERTI STIM	Calcio (Ca), Boro (B) y Zinc (Zn)	kg.	\$ 550	1	\$ 550
NUTRIGOTA 16-64-00	Fosforo (P) y Potasio (K)	kg.	\$ 1,500	2	\$ 3,000
AGROQUEL BORO	Boro (B)	lts.	\$ 500	4	\$ 2,000
HORMO LIFE	Hormonas	lts.	\$ 160	5	\$ 800

TOTAL **\$ 13,250**

Nota: A continuación enlistamos los plaguicidas, fungicidas y fertilizantes que tuvieron una variación de precio del 2020-2021:

- **Plaguicidas:** QP500, IMIDACLOPRID, CODIGO y SULTICOBRE.
- **Fungicidas:** OXICOBRE 70
- **Fertilizantes:** AMINOPROT PLUS K, FOSFO K y NUTRIGOTA 16-64-00.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla número 32 es el resumen mensual y total de Costos Variables correspondientes a los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” correspondiente al año 2020. Como se puede observar, se identifica que los costos de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” correspondiente a este año contemplaron un total de \$ 48,250 pesos, se reconoce que el mayor costo de los agroquímicos utilizados correspondió a los fungicidas con un total de \$ 20,000 pesos; seguido de los plaguicidas con un gasto de \$15,000 pesos; mientras que los fertilizantes corresponden el menor gasto con un total de \$ 13,250 pesos.

Tabla No. 32 Resumen de Costos Variables de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” 2020.

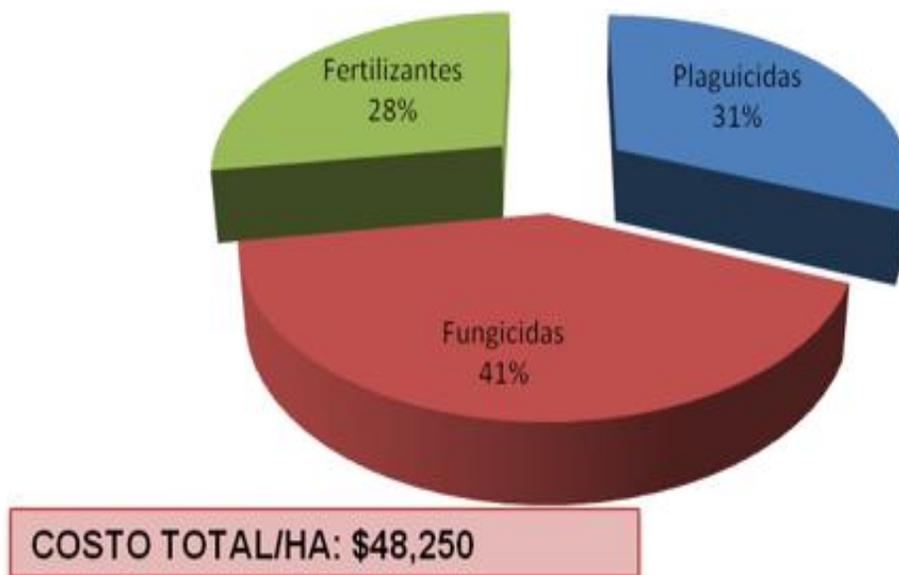
Capitulo	Total
Plaguicidas	\$ 15,000
Fungicidas	\$ 20,000
Fertilizantes	\$ 13,250
Total	\$ 48,250

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La figura número 27 corresponde a los porcentajes de los Costos Variables de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” correspondiente al año 2020: Como se puede observar, el mayor porcentaje de los costos de agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La

Tijera” correspondiente al año 2020, corresponde a los fungicidas con un 41%, seguido de los plaguicidas con un 31% y por último los fertilizantes con un 28%.

Figura No. 27 Agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en La Huerta “La Tijera” 2020. Recomendación para 2000 litros.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

11.5 Costos variables para la producción de aguacate en la parcela “La Tijera” para el año 2021

La tabla número 33 corresponde a los agroquímicos utilizados en el proceso de producción de aguacate en la huerta “La Tijera” correspondiente al año 2021, con recomendación para 2000 litros de agua, como detalle los agroquímicos remarcados en color azul corresponden a una variación del aumento de sus precios: Se identificar que los costos de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” referente al año 2021, correspondió un gasto de \$ 16,400 pesos utilizados en

plaguicidas, \$ 20,500 pesos para la aplicación de fungicidas y \$ 14,350 pesos correspondientes a la utilización de fertilizantes.

Tabla No. 33 Costos Variables: Agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta "La Tijera"
(Recomendación para 2000 lts) 2021.

Concepto	Descripción	Unidad	Precio por unidad	Cantidad	Costo por concepto
Plaguicidas					
QP500	Aceite vegetal	lts.	\$ 750	2	\$ 1,500
IMIDACLOPRID	IMIDACLOPRID+Cyalotrina	kg.	\$ 1,200	1	\$ 1,200
CODIGO	Tiametoxam+Pemetrina	lts.	\$ 1,200	1	\$ 1,200
AZUFRE	Azufre (S)	kg.	\$ 400	5	\$ 2,000
VERLAN	Abamectina	lts.	\$ 2,000	1	\$ 2,000
AGROPER 50	Permetrina 50	lts.	\$ 1,500	2	\$ 3,000
SULTICOBRE	Sulfato tribásico de cobre	kg.	\$ 583	6	\$ 3,500
MIZAR	Methoxyfenozide	lts.	\$ 1,000	1	\$ 1,000
PERVEL 34	PEMETRINA 34	lts.	\$ 500	1	\$ 500
ATLANTE 34	PEMETRINA 34	lts.	\$ 500	1	\$ 500
				TOTAL	\$ 16,400
Fungicidas					
OXICOBRE 70	Oxicloruro de cobre	kg.	\$ 1,750	2	\$ 3,500
SULTICOBRE	Sulfato tribásico de cobre	kg.	\$ 1,500	2	\$ 3,000
BLUE SHIELD	Hidróxido cúprico	kg.	\$ 500	12	\$ 6,000
HIDROCU MAX	Hidróxido de Calcio micronizado	kg.	\$ 3,000	2	\$ 6,000
CUPERQUIMM	Sulfato tribásico de Cobre	kg.	\$ 200	10	\$ 2,000
				TOTAL	\$ 20,500
Fertilizantes					
AMINOPROT PLUS K	Aminoácidos	kg.	\$ 300	2	\$ 600
AMARRE	Calcio (Ca), Boro (B) y Zinc (Zn)	lts.	\$ 400	2	\$ 800
FOSFO K	Fosforo (P) y Potasio (K)	kg.	\$ 1,750	2	\$ 3,500
CRECENTO	Regulador de crecimiento	lts.	\$ 250	2	\$ 500
NITROPOTASH	Nitrato de potasio (KNO3)	kg.	\$ 100	7	\$ 700
AMINOVIT	Aminoácidos	lts.	\$ 400	2	\$ 800
PK MIN PLUS	Fosforo (P) y Potasio (K)	lts.	\$ 300	1	\$ 300
ZEN FORTE	Aminoácidos	lts.	\$ 300	1	\$ 300
FERTI STIM	Calcio (Ca), Boro (B) y Zinc (Zn)	kg.	\$ 550	1	\$ 550

NUTRIGOTA 16-64-00	Fosforo (P) y Potasio (K)	kg.	\$ 1,750	2	\$ 3,500
AGROQUEL BORO	Boro (B)	lts.	\$ 500	4	\$ 2,000
HORMO LIFE	Hormonas	lts.	\$ 160	5	\$ 800
				TOTAL	\$ 14,350

Nota: A continuación enlistamos los plaguicidas, fungicidas y fertilizantes que tuvieron una variación de precio del 2020-2021:

- **Plaguicidas:** QP500, IMIDACLOPRID, CODIGO y SULTICOBRE.
- **Fungicidas:** OXICOBRE 70
- **Fertilizantes:** AMINOPROT PLUS K, FOSFO K y NUTRIGOTA 16-64-00.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La tabla número 34 corresponde al resumen y Costo Variables de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” correspondiente al año 2021: Se identifica que los costos de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” correspondiente al año 2021 contemplaron un total de \$ 51,250 pesos, se observa que el mayor costo de los agroquímicos utilizados correspondió a los fungicidas con un total de \$ 20,500 pesos; seguido de los plaguicidas con un gasto de \$ 16,400 pesos; mientras que los fertilizantes corresponden el menor gasto con un total de \$ 14,350 pesos.

Tabla No. 34 Resumen de Costos Variables de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” 2021.

Capítulo	Total
Plaguicidas	\$ 16,400
Fungicidas	\$ 20,500
Fertilizantes	\$ 14,350
Total	\$ 51,250

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La figura número 28 corresponde a los porcentajes de los Costos Variables de los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera”

correspondiente al año 2021: Se observa que el mayor porcentaje de los costos de agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en la huerta “La Tijera” correspondiente al año 2021, corresponde a los fungicidas con un 40%, seguido de los plaguicidas con un 32% y por último los fertilizantes con un 28%.

Figura No. 28 Agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en La Huerta “La Tijera” 2021 Recomendación para 2000 litros.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

11.6 Paquete tecnológico para una hectárea de aguacate para el año 2020

La tabla número 35 muestra los costos del paquete tecnológico para el proceso de producción de aguacate para una hectárea de aguacate mensual, en esta tabla se contemplaron los costos de producción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* en la huerta “La Tijera” en el municipio de Tancítaro, estado de Michoacán, año 2020.

Se identifica que los costos del paquete tecnológico para una hectárea de aguacate en el año 2020 corresponden a la preparación del terreno con \$ 3,300 pesos; la siembra con \$ 27,720; los fertilizantes con \$ 13,550 pesos, las labores culturales con \$ 3,100 pesos; los

riesgos con \$ 18,100 pesos, la producción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* con \$ 7,360 pesos; la implementación de los fungicidas con \$ 20,300 pesos y finalmente con diversos servicios \$ 9,100 pesos.

Tabla No. 35 Paquete tecnológico (producción e implementación de *Beauveria bassiana*), para una hectárea de aguacate 2020 (Mensual).

Concepto	Unidad	Cantidad	Veces requeridos	Precio por unidad	Costo por concepto
Preparación del terreno (Costo Fijo)					
Peón limpia de terreno	jornal	4	1	\$ 300	\$ 1,200
Peón trazo de plantación	jornal	2	1	\$ 300	\$ 600
Peón apertura de cepas	jornal	5	1	\$ 300	\$ 1,500
				Total	\$ 3,300
Siembra (Costo Fijo)					
Planta de aguacate	Pieza 1	204		\$ 130	\$ 26,520
Peón para plantación	jornal	4		\$ 300	\$ 1,200
				Total	\$ 27,720
Fertilizantes (Costo Fijo)					
AMINOPROT PLUS K	kg.	2 kg	2	\$ 250	\$ 500
AMARRE	lts.	2 lts.	2	\$ 400	\$ 800
FOSFO K	kg.	2 kg.	2	\$ 1,500	\$ 3,000
CRECENTO	lts.	2 lts.	2	\$ 250	\$ 500
NITROPOTASH	kg.	7 kg.	7	\$ 100	\$ 700
AMINOVIT	lts.	2 lts.	2	\$ 400	\$ 800
PK MIN PLUS	lts.	1 lts.	1	\$ 300	\$ 300
ZEN FORTE	lts.	lts.	1	\$ 300	\$ 300
FERTI STIM	kg.	kg.	1	\$ 550	\$ 550
NUTRIGOTA 16-64-00	kg.	kg.	2	\$ 1,500	\$ 3,000
AGROQUEL BORO	lts.	lts.	4	\$ 500	\$ 2,000
HORMO LIFE	lts.	lts.	5	\$ 160	\$ 800
Peón aplicación fertilizantes	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
				Total	\$ 13,550
Labores culturales (Costo Fijo)					
Planta de aguacate	unidad	10	1	\$ 130	\$ 1,300
Peón reposición de fallas	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
Peón chapeo manual	jornal	1	5	\$ 300	\$ 1,500

				Total	\$ 3,100
Riesgos (Costo Variable)					
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Energía	bimestral	0.125	1	\$ 96.00	\$ 1,000
Energía	bimestral	0.125	1	\$ 800	\$ 1,000
Energía	bimestral	0.125	1	\$ 800	\$ 1,000
Energía	bimestral	0.125	1	\$ 800	\$ 1,000
Energía	bimestral	0.125	1	\$ 800	\$ 1,000
Energía	bimestral	0.125	1	\$ 800	\$ 1,000
Energía	bimestral	0.125	1	\$ 800	\$ 1,000
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Energía	bimestral	0.125	1	\$ 800	\$ 1,000
Cuota de agua	Ha.	1	1	\$ 500	\$ 500
				Total	\$ 18,100

Producción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* (Costo Variable)

Cultivo de conidias de <i>Beauveria bassiana</i>	Pieza 1	1	1	\$ 0	\$ 0
Placa de Petri	Piezas 40 (paquete)	Piezas 80	1	\$ 80	\$ 160
Agua destilada	Garrafón de 20lts.	200 lts.	1	\$ 300	\$ 3,000
Agar Papa y Dextrosa	450 g	900 g	1	\$ 1,300	\$ 2,600
Aceite agrícola	1 lts.	2 lts.	1	\$ 400	\$ 800
Equipo de aspersión	Pieza 1	Pieza 1	1	\$ 500	\$ 500
Peón aplicación del hongo	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
				Total	\$ 7,360
Fungicidas (Costo Variable)					
OXICOBRE 70	kg.	2 kg	2	\$ 1,500	\$ 3,000
SULTICOBRE	kg.	2 kg	2	\$ 1,500	\$ 3,000
BLUE SHIELD	kg.	12 kg.	12	\$ 500	\$ 6,000

HIDROCU MAX	kg.	2 kg.	2	\$ 3,000	\$ 6,000
CUPERQUIMM	kg.	10 kg.	10	\$ 200	\$ 2,000
Peón aplicación del hongo	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
				Total	\$ 20,300
Diversos (Costo Variable)					
Registro de huerta en programa de exportación	ha	1	1	\$ 700	\$ 700
Asesoría técnica en producción de aguacate	ha	1	1	\$ 6,000	\$ 6,000
Gastos de administración	ha	1	1	\$ 2,400	\$ 2,400
				Total	\$ 9,100

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Costos Agrícolas, FIRA, 2020.

La tabla 36 muestra el resumen y costo total del paquete tecnológico mensual para una hectárea a de aguacate del año 2020: Se identifica que el costo total del paquete tecnológico para una hectárea de aguacate implementando el hongo *Beauveria bassiana* es de \$ 102,530 pesos.

Tabla No. 36 Resumen de los costos del paquete tecnológico mensual para una hectárea a de aguacate 2020.

Capítulo	Total
Preparación del terreno (Costo Fijo)	\$ 3,300
Siembra (Costo Fijo)	\$ 27,720
Fertilizantes (Costo Fijo)	\$ 13,550
Labores culturales (Costo Fijo)	\$ 3,100
Riesgos (Costo Variable)	\$ 18,100
Producción e implementación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> (Costo Variable)	\$ 7,360
Fungicidas (Costo Variable)	\$ 20,300
Diversos (Costo Variable)	\$ 9,100
Total	\$ 102,530

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La figura número 29 corresponde a los porcentajes de los costos del paquete tecnológico para una hectárea de aguacate mediante la producción e implementación del hongo

Beauveria bassiana, en el municipio de Tancítaro, estado de Michoacán: Se observa que el mayor porcentaje de los costos del paquete tecnológico para una hectárea de aguacate en el municipio de Tancítaro, Michoacán en el año 2020 fue para la siembra con un 27%, mientras que las labores culturales y la preparación del terreno representaron solo el 3% de los costos, se puede observar que la producción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* solo represento el 7% de los costos, esto significa que la implementación del hongo equivale un costo bajo.

Figura No. 29 Paquete tecnológico para una hectárea de aguacate en el municipio de Tancítaro Michoacán 2020.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

11.7 Paquete tecnológico para una hectárea de aguacate para el año 2021

La tabla número 37 muestra los costos del paquete tecnológico para el proceso de producción de aguacate para una hectárea de aguacate mensual, para este año no se contemplaron los costos de producción e implementación del hongo *Beauveria bassiana* en la huerta, en su caso contemplaron los costos de los plaguicidas de la huerta "La Tijera" en el municipio de Tancítaro, estado de Michoacán, año 2021.

Tabla No. 37 Paquete tecnológico (sin la implementación del hongo *Beauveria bassiana*) para una hectárea de aguacate 2021 (Mensual).

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Veces requeridos	Precio por unidad	Costo por concepto
Preparación del terreno (Costo Fijo)					
Peón limpia de terreno	jornal	4	1	\$ 300	\$ 1,200
Peón trazo de plantación	jornal	2	1	\$ 300	\$ 600
Peón apertura de cepas	jornal	5	1	\$ 300	\$ 1,500
				Total	\$ 3,300
Siembra (Costo Fijo)					
Flete de planta	Transporte	1	1	\$ 2,448	\$ 2,448
Peón para plantación	jornal	4	1	\$ 300	\$ 1,200
Planta de aguacate	unidad	204	1	\$ 130	\$ 26,520
				Total	\$ 30,168
Fertilizantes (Costo Fijo)					
AMINOPROT PLUS K	kg.	2 kg	2	\$ 300	\$ 600
AMARRE	lts.	2 lts.	2	\$ 400	\$ 800
FOSFO K	kg.	2 kg.	2	\$ 1,750	\$ 3,500
CRECENTO	lts.	2 lts.	2	\$ 250	\$ 500
NITROPOTASH	kg.	7 kg.	7	\$ 100	\$ 700
AMINOVIT	lts.	2 lts	2	\$ 400	\$ 800
PK MIN PLUS	lts.	1 lts.	1	\$ 300	\$ 300
ZEN FORTE	lts.	1 lts.	1	\$ 300	\$ 300
FERTI STIM	kg.	1 kg.	1	\$ 550	\$ 550
NUTRIGOTA 16-64-00	kg.	2 kg	2	\$ 1,750	\$ 3,500
AGROQUEL BORO	lts.	4 lts.	4	\$ 500	\$ 2,000
HORMO LIFE	lts.	5 lts.	5	\$160	\$ 800
Peón aplicación fertilizantes	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
				Total	\$ 14,650
Labores culturales (Costo Fijo)					
Planta de aguacate	unidad	10	1	\$ 130	\$ 1,300
Peón chapeo manual	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
Peón chapeo manual	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
Peón chapeo manual	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
Peón chapeo manual	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
Peón chapeo manual	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300

Peón reposición de fallas	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
				Total	\$ 3,100
Riesgos (Costo Variable)					
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Cuota de agua	ha	1	1	\$ 800	\$ 800
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Peón aplicación riego	jornal	1	4	\$ 300	\$ 1,200
Energía	bimestral	1	1	\$ 1,200	\$ 1,200
				Total	\$ 22,400
Plaguicidas (Costo Variable)					
QP500	lts.	2 lts.	2	\$ 750	\$ 1,500
IMIDACLOPRID	kg.	1 kg.	1	\$ 1,200	\$ 1,200
CODIGO	lts.	1 lts.	1	\$ 1,200	\$ 1,200
AZUFRE	kg.	5 kg.	5	\$ 400	\$ 2,000
VERLAN	lts.	lts	1	\$ 2,000	\$ 2,000
AGROPER 50	lts.	lts.	2	\$ 1,500	\$ 3,000
SULTICOBRE	kg	kg.	6	\$ 583	\$ 3,500
MIZAR	lts.	lts.	1	\$ 1,000	\$ 1,000
PERVEL 34	lts.	lts.	1	\$ 500	\$ 500
ATLANTE 34	lts.	lts.	1	\$ 500	\$ 500
Peón aplicación de plaguicidas	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
				Total	\$ 16,700
Fungicidas (Costo Variable)					
OXICOBRE 70	kg.	2kg.	2	\$ 1,750	\$ 3,500

SULTICOBRE	kg.	2 kg.	2	\$ 1,500	\$ 3,000
BLUE SHIELD	kg.	12 kg.	12	\$ 500	\$ 6,000
HIDROCU MAX	kg.	2 kg.	2	\$ 3,000	\$ 6,000
CUPERQUIMM	kg.	10 kg.	10	\$ 200	\$ 2,000
Peón aplicación fungicidas	jornal	1	1	\$ 300	\$ 300
				Total	\$ 20,800
Diversos (Costo Variable)					
Seguro agrícola	ha	1	1	\$ 2,701	\$ 2,701
Registro de huerta en programa de exportación	ha	1	1	\$ 1,800	\$ 1,800
Gastos de administración	ha	1	1	\$ 2,400	\$ 2,400
Asesoría técnica en producción de aguacate	ha			\$ 6,000	\$ 6,000
				Total	\$ 12,901

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Costos Agrícolas, FIRA, 2022.

Se aprecia que los costos del paquete tecnológico para una hectárea de aguacate en el año 2021 corresponden a la preparación del terreno con \$ 3,300 pesos; la siembra con \$ 30,168; los fertilizantes con \$ 14,650 pesos, las labores culturales con \$ 3,100 pesos; los riesgos con \$ 22,400 pesos; los plaguicidas con \$ 16,700 pesos; la implementación de los fungicidas con \$ 20,800 pesos y finalmente con diversos servicios \$ 12,901 pesos.

La tabla número 38 muestra el resumen y costo total del paquete tecnológico mensual para una hectárea de aguacate del año 2021: Se observa que el costo total del paquete tecnológico para una hectárea de aguacate es de \$ 124,019 pesos.

Tabla No. 38 Resumen de los costos del paquete tecnológico mensual para una hectárea a de aguacate 2021.

Capítulo	Total
Preparación del terreno (Costo Fijo)	\$ 3,300
Siembra (Costo Fijo)	\$ 30,168
Fertilizantes (Costo Fijo)	\$ 14,650
Labores culturales (Costo Fijo)	\$ 3,100
Riesgos (Costo Variable)	\$ 22,400
Plaguicidas (Costo Variable)	\$ 16,700

Fungicidas (Costo Variable)	\$ 20,800
Diversos (Costo Variable)	\$ 12,901
Total	\$ 124,019

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La figura 30 corresponde a los porcentajes de los costos del paquete tecnológico para una hectárea de aguacate en el municipio de Tancítaro, estado de Michoacán: Se identifica que el mayor porcentaje de los costos del paquete tecnológico para una hectárea de aguacate en el municipio de Tancítaro, Michoacán en el año 2021 fue para la siembra con un 24%, mientras que las labores culturales y la preparación del terreno representaron solo el 3% de los costos, se puede observar que la implementación de plaguicidas corresponde un 13% de los costos, con esta grafica podemos inferir que los plaguicidas representan un costo muy bajo por lo cual por medio de la implementación del hongo *Beauveria bassiana* este porcentaje disminuiría considerablemente.

Figura No. 30 Paquete tecnológico para una hectárea de aguacate en el municipio de Tancítaro Michoacán 2021.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Finalmente señalar que el control biológico es ideal para el control de la plaga del *Thysanoptera* en una huerta de 4 hectáreas para 350 árboles de aguacate variedad

Hass, uno de los enormes beneficios para los productores consiste en que la implementación del control biológico es completamente funcional por aproximadamente dos meses, con una sola aspersión a todos los árboles se asegura que se controlará la plaga, en comparación con el uso de los plaguicidas. Como se puede observar la implementación del control biológico es mucho más accesible y funcional que el uso de plaguicidas para los productores, aunado a que no se compromete al medio ecológico y a la salud de los productores.

11.8 *Tabla comparativa paquetes tecnológicos 2020-2021*

Finalmente mencionar que el hongo *Beauveria bassiana* es una excelente alternativa para la reducción de costos productivos en la parcela “La Tijera”. Pues el hongo representa solo el 8% de los costos del paquete tecnológico para una hectárea de aguacate, también se identificó que el costo total de este paquete en el año 2021 fue de \$102,105.

El control biológico utilizando el hongo es eficaz para las cuatro hectáreas del predio, aunado al bajo costo podemos asegurar que la aplicación del hongo conlleva beneficios económicos, ambientales y sociales que serán aceptados por los productores aun con las cinco desventajas descritas.

Comparando los paquetes tecnológicos para los años 2020 y 2021 los costos productivos para una hectárea de aguacate en la Huerta “La Tijera”, haciendo la precisión que solo para el 2020 se implementó el hongo *Beauveria bassiana* y en el 2021 ya no. Por lo que es de destacarse que para este año la implementación de este control biológico tuvo un costo de \$88, 320 pesos, con buenos resultados y para ese rubro en el siguiente año el costo se incrementó en \$200,400 pesos para la adquisición y aplicación de plaguicidas. Ver tabla 39.

**Tabla No. 39 Comparativa anual de costos de producción para una hectárea de aguacate
2020-2021.**

Concepto	2020		Concepto	2021	
	Costo	Meses		Costo	Meses
Preparación del terreno (Costo Fijo)	\$ 6,600	2	Preparación del terreno (Costo Fijo)	\$ 6,600	2
Siembra (Costo Fijo)	\$ 27,720	1	Siembra (Costo Fijo)	\$ 30,168	1
Fertilizantes (Costo Fijo)	\$ 162,600	12	Fertilizantes (Costo Fijo)	\$ 175,800	12
Labores culturales (Costo Fijo)	\$ 37,200	12	Labores culturales (Costo Fijo)	\$ 37,200	12
Riesgos (Costo Variable)	\$ 18,100	1	Riesgos (Costo Variable)	\$ 22,400	1
Producción e implementación del hongo <i>Beauveria bassiana</i> (Costo Variable)	\$ 88,320	12	Plaguicidas (Costo Variable)	\$ 200,400	12
Fungicidas (Costo Variable)	\$ 243,600	12	Fungicidas (Costo Variable)	\$ 249,600	12
Diversos (Costo Variable)	\$ 109,200	12	Diversos (Costo Variable)	\$ 154,812	12
Total	\$693,340			\$ 876,980	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

11.9 *Beneficios de la aplicación del hongo *Beauveria bassiana**

A continuación se enlistan los beneficios de la aplicación del hongo *Beauveria bassiana* para los productores de aguacate de Tancítaro:

Beneficios ambientales:

- Reduce las densidades de las poblaciones de las plagas y las variaciones de las mismas a través del tiempo de manera más durable que otros métodos, esto permite pronosticar con mayor seguridad lo que puede esperarse de las plagas a plazos cortos o medianos.
- Disminuye el uso de plaguicidas.
- Disminuye la cantidad de residuos tóxicos en los alimentos del hombre y los animales domesticados.
- Conserva la diversidad biológica en el medio.
- Conserva a los enemigos naturales de las plagas.

Beneficios económicos:

- Evita la dependencia en un solo método de control.
- Es potencialmente más barato, sobre todo a plazos mediano y largo ya que solo se necesita solución salina para la producción del hongo en comparación con los altos costos de los plaguicidas.

- No se necesita gran cantidad de mano de obra.
- Economía, desde el punto de vista de costos/beneficios.
- Factibilidad técnica de su empleo.
- Efectividad contra la plaga del 90% lo que supone que el hongo controlara a la plaga.

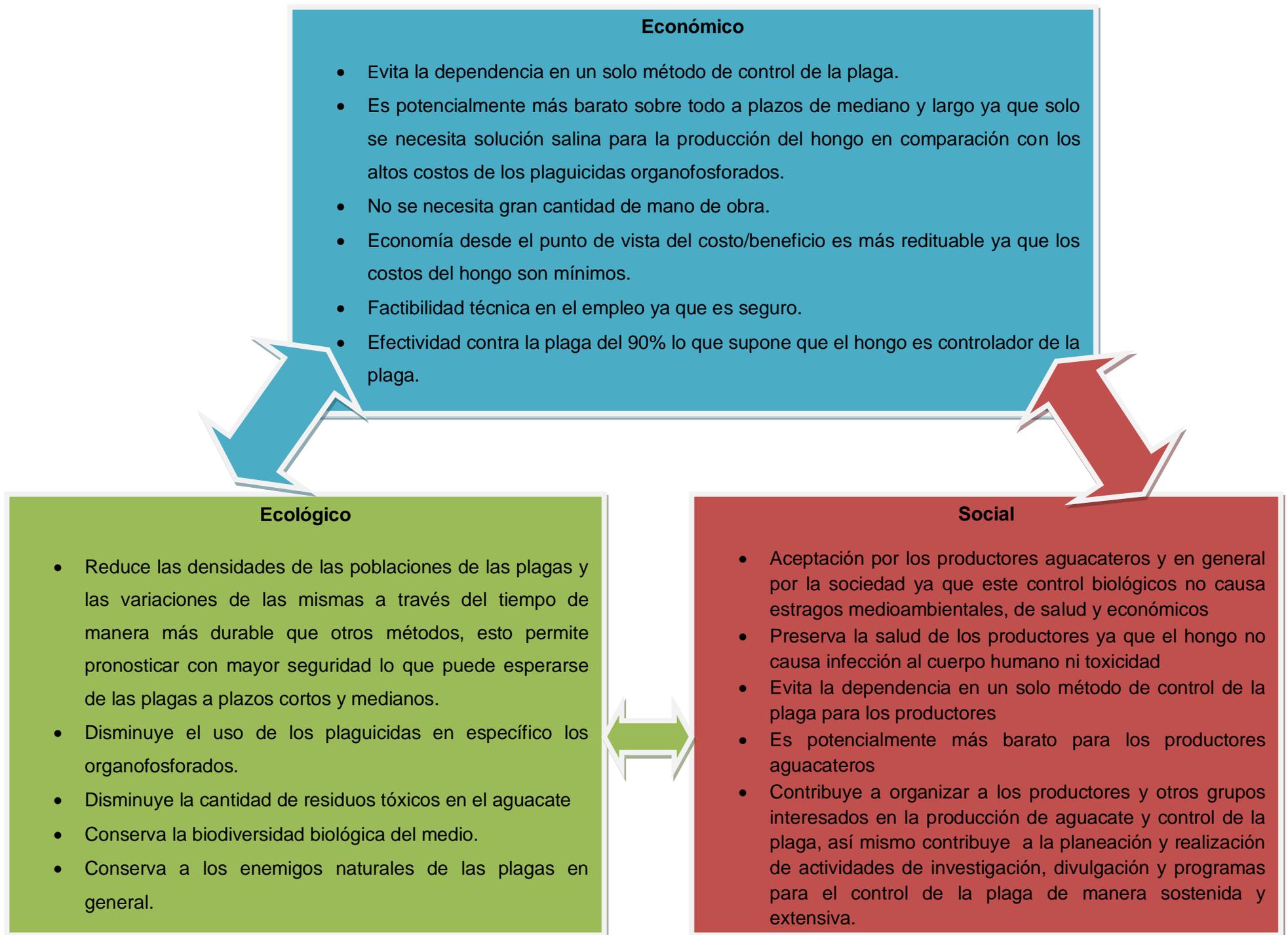
Beneficios sociales:

- Aceptación por los productores y, en general, por la sociedad en general ya que no causa ni un solo estrago económico.
- Preserva la salud de los productores ya que el hongo no causa infección.
- Evita la dependencia en un solo método de control de plaga para los productores.
- Es potencialmente más barato, sobre todo a plazos mediano y largo.
- Contribuye a organizar a los productores y otros grupos interesados en la agricultura, para apoyar, planear y realizar actividades de investigación, divulgación y programas de control de plagas de manera sostenida y extensiva.

El siguiente triangulo de sustentabilidad de Nijkamp expuesto en las asignaturas de “Formulación y Evaluación de Proyectos” impartida por la profesora Sequera Arriaga Jocelyn y la asignatura “Planeación de Agronegocios” impartida por el profesor De la O Galindo Ariel, se muestran los beneficios sociales, económicos y ecológicos de la implementación del control biológico de la plaga *Thysanoptera* utilizando el Hongo

entomopatogeno *Beauveria bassiana* en la producción de aguacate *Persea americana* en el municipio de Tancítaro, Michoacán, estos beneficios son percibidos por los productores del municipio:

Figura No. 31 Triángulo de la sustentabilidad de Nijkamp.



También es importante señalar que existen algunas desventajas para la implementación del hongo *Beauveria bassiana* y que se pueden observar en la tabla número 40 para los productores aguacate en Tancítaro, Michoacán. Sobresaliendo entre los principales puntos el acceso a la cepa del hongo y su reproducción.

Tabla No. 40 Desventajas de la implementación del hongo *Beauveria bassiana* para los productores de Tancítaro, Michoacán, 2022.

Desventaja	Descripción
Acceso al hongo	La cepa del hongo de cualquier hongo entomopatógeno es de difícil acceso, el hongo <i>Beauveria bassiana</i> solo se puede acceder por medio de laboratorios de micología especializada.
Reproducción del hongo	Se necesitan varias especificaciones técnicas para la producción y cuidado del hongo <i>Beauveria bassiana</i> .
Manejo del hongo	El manejo del hongo requiere capacitación constante, su mal manejo representa serias consecuencias para la producción de cualquier cultivo, se debe contar con un espacio exclusivo para la reproducción y almacenamiento del hongo.
Aplicación del hongo	La aplicación del hongo requiere seguir las indicaciones minuciosamente, la mala aplicación puede afectar gravemente a la producción ya que afectaría el ciclo natural de polinización, es necesario respetar en todo momento los calendarios de aplicación.
Insumos	Se requieren insumos especializados para la reproducción, almacenamiento, preservación y dispersión del hongo, estos insumos pueden ser de difícil acceso en aéreas rurales remotas además de pueden tener precios que no son accesibles para los productores.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

XII. Conclusiones

El desarrollo de los métodos de producción del sector agropecuario ha originado el avance de distintas técnicas para el control de plagas y enfermedades más equitativas con el entorno y económicamente más prácticas y aceptables para los productores, comunidad académica y científica. El control biológico es una de las técnicas más destacables para el control de las plagas agrícolas, ya que ésta cuenta la ausencia de impactos ambientales significativos y su desarrollo e implementación son de bajos costos.

La huerta “La Tijera”, predio comprendido en cuatro hectáreas con 350 árboles de aguacate variedad *Hass*, se localiza en el estado de Michoacán que lidera actualmente la producción, de los municipios que integran la Franja Aguacatera de Exportación, el municipio de Tancítaro es actualmente el de mayor relevancia en producción de aguacate, ya que cuenta con una superficie de 15,177 hectáreas representando el 17.7% de la producción del estado, es de esperar esta producción ya que es la principal fuente económica del municipio.

Como se mencionó el control biológico de plagas representa una técnica factible para el control de plagas agrícolas, el uso de agentes biológicos en especial el de hongos entomopatógenos que representa una alternativa más económica para el combate de una plaga y es precisamente bajo esta premisa que el uso del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* se utilizó para el control de la plaga *Thysanoptera* (Trips) en la huerta “La Tijera” para reducir los costos de producción del *Persea americana* variedad *Hass*. Para su producción e implementación en la huerta “La Tijera” se contempló un costo de \$ 7,360 para el año 2020 y en comparación con el uso de plaguicidas los cuales para el mismo año 2020 suponen un costo de \$ 15,000 y de \$ 16,400 para el año 2021.

Comparando los costos anuales de producción, la implementación del hongo *Beauveria bassiana*, representa un costo de \$88,320 para el año 2020, mientras que en

comparación con los plaguicidas, estos representan un costo anual de \$200,400, esto represento que la implementación del control biológico genero una reducción de costos de producción de \$ 112,080 pesos.

Este control biológico no está exento de desventajas, la adquisición al hongo en específico a una cepa inocua es de difícil acceso para los productores y de igual manera su manejo, reproducción y aplicación representan desafíos para los productores ya que es necesario contar con las instalaciones y conocimientos adecuados para su reproducción manejo y aplicación.

La gran ventaja que presentan los hongos entomopatógenos en especial el hongo "*Beauveria bassiana*" es la nula contaminación de los productos agrícolas en comparación con los plaguicidas residuales, estos organismos son capaces generar resultados muy positivos en el control de plagas agrícolas, pecuarias y forestales sin presentar efectos adversos contra el medio ambiente y la salud de los productores.

Una desventaja que presentan estos organismos es que dependiendo del tipo de plaga a controlar, los efectos entomopatógenos pueden prolongarse más tiempo que el de los plaguicidas por contacto y residuales, es decir al parasitar insectos plaga de más de 2.5 cm, el control de este plagas puede prolongarse por más de una semana, pero en cambio con las plagas de 1.9 mm, el efecto parasitario es más acelerado, generando los mismos benéficos que los plaguicidas convencionales, en el caso de la plaga *Thysanoptera*, al ser un insecto vaciador celular, tiene un tamaño de 1.3 mm, por lo que el hongo *Beauveria bassiana* es una excelente opción para el control de esta plaga.

Aun con las implicaciones de acceso y manejo, este control biológico representa una alternativa en reducción de costos de producción en la parcela "La Tijera", la aplicación del hongo en los 350 árboles de aguacate fue igual de efectiva que la aplicación de los plaguicidas convencionales. Podemos concluir que esta técnica representa una alternativa efectiva para el combate de cualquier plaga agrícola, pecuaria y forestal, por

ello se presentan las siguientes recomendaciones para que en el futuro los productores del sector, puedan establecer el control biológico de plagas utilizando hongos entomopatógenos, como una solución al combate de plagas agrícolas en el mediano y corto plazo.

1. Generar conferencias, pláticas, libros, revistas, artículos académicos y científicos para difundir en la comunidad estudiantil, científica y empresarial los beneficios de la aplicación de los hongos entomopatógenos contra el combate de plagas.
2. Generar talleres para los productores para la capacitación en la producción y aplicación de hongos entomopatógenos.
3. Generar manuales para la correcta aplicación de los agentes biológicos.
4. Establecer más centros de investigación académica y científica enfocados en los organismos entomopatógenos.
5. Gestar mayores apoyos gubernamentales para el combate de las plagas agrícolas, pecuarias y forestales utilizando técnicas sustentables.
6. Establecer vínculos empresariales y gubernamentales para la generación de empresas, servicios y productos utilizando organismos entomopatógenos.

XIII. Fuentes de Consulta

Bibliografía consultada:

1. Bernal S. y Quezada R. (1999): "Perspectivas y desafíos para el control biológico en México, Revista VEDALIA, 6:3-14, Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB), México, fecha de consulta: 13/12/2021, consulta en: https://www.researchgate.net/profile/Julio_Bernal/publication/257652379_Perspectivas_y_desafios_para_el_control_biologico_en_Mexico/links/00b7d5259846211f1c000000.pdf
2. Badii, L., Abreu. (2006): "*Control biológico una forma sustentable de control de plagas*", International Journal of Good Conscience.1(1): 82-89, UANL, Monterrey, México, fecha de consulta 11/01/202, consulta en: [http://www.spentamexico.org/v1-n1/1\(1\)%2082-89.pdf](http://www.spentamexico.org/v1-n1/1(1)%2082-89.pdf)
3. Camacho L., Contreras E.(2019): "Alternativa sustentable de prevención contra el Picudo en agave pulquero en el ejido de Oxtoyahuatl, Teotihuacán, Estado de México, UNAM, México, tesis, fecha de consulta: 11/01/2021, consulta en: https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/VA8JRBTHF8XXB8M4F86RMTMU3J71S7IN4VYGBILQMD8C7BRQL2-04379?func=find-b&local_base=TES01&request=Alternativa+sustentable+de+prevenci%C3%B3n+contra+el+picudo&find_code=WRD&adjacent=N&filter_code_2=WYR&filter_request_2=&filter_code_3=WYR&filter_request_3=
4. Villanueva, T; Zepeda, J.(2019): "La producción de aguacate en el estado de Michoacán y sus efectos en los índices de pobreza, el cambio del uso de suelo y la migración", Revista Mexicana Sobre Desarrollo Local, México, fecha de consulta: 13/01/2021, recuperado en: <https://docplayer.es/130561235-La->

[produccion-de-aguacate-en-el-estado-de-michoacan-y-sus-efectos-en-los-indices-de-pobreza-el-cambio-del-uso-de-suelo-y-la-migracion.html](https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/michoacan-produce-8-de-cada-10-aguacates-en-el-pais-sedrua/)

Hemerografía consultada:

1. Estrada, A. (2019): “Michoacán produce 8 de cada 10 aguacates en el país”, *El Financiero*, Morelia, Michoacán, México, fecha de consulta: 12/01/2021, consulta en: <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/michoacan-produce-8-de-cada-10-aguacates-en-el-pais-sedrua/>
2. Hernández M; Martínez J ; y Padilla A. (2019) “Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: un revisión, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* Vol.10 (56) Noviembre-Diciembre, México, fecha de consulta: 13/12/2021, consulta en: https://www.researchgate.net/publication/337877627_Organismos_entomopato_genos_como_control_biologico_en_los_sector_agropecuario_y_forestal_de_Mexico_una_revision
3. Maurin, H. (2019): “Michoacán, líder de producción de aguacate”, *Cuarto Poder*, Michoacán, México, fecha de consulta: 12/01/2021, consulta en: <https://www.cuartopoder.mx/nacional/michoacanliderenproducciondeaguacate/207326#:~:text=Huergo%20Maurin%20dio%20a%20conocer,gu%C3%ADa%20de%20soluci%C3%B3n%20de%20problemas.>

Cibergrafía consultada:

1. Ayuntamiento de Tancítaro, Michoacán de Ocampo, México, fecha de consulta: 13/03/2021, consulta en: <http://www.ayuntamientotancitaro.gob.mx/portal2021/>

2. Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México (APEAM), (2021): “Franja Aguacatera de Michoacán” , México, fecha de consulta: 15/10/2022, consulta en: <https://www.apeamac.com/2021/09/30/en-apeam-nos-apasiona-exportar-un-fruto-que-genera-miles-de-empleos-y-ayuda-a-generar-una-mejor-calidad-de-vida-en-las-personas-de-la-franja-aguacatera-de-michoacan/>
3. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB) (2021): “Un Referente Internacional”, SADER, fecha de consulta: 17/01/2021, consulta en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/centro-nacional-de-referencia-de-control-biologico-un-referente-internacional>
4. Dataméxico.org, (2022): “Indicadores económicos del Municipio de Tancítaro, Michoacán de Ocampo”, México, fecha de consulta: 15/10/2022, consulta en: <https://datamexico.org/es/profile/geo/tancitaro#economy>
5. Dirección de Consultoría en Agronegocios, Dirección Regional de Occidente Residencia Estatal Michoacán, (2007): “Análisis de Rentabilidad del ciclo 2006-2007 y costos para el ciclo 2007-2008”, México, fecha de consulta: 13/03/2021, consulta en: https://www.fira.gob.mx/Nd/AGUACATE_Michoacan_-_Rentabilidad_2006-2007_Costos_2007-2008.pdf
6. Gobierno de México, (2020): “Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)”, fecha de consulta: 17/01/2021, consulta en: <https://www.gob.mx/cofepris>

7. Gobierno de México, (2020): “Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)”, fecha de consulta: 17/01/2021, consulta en: <https://www.gob.mx/senasica>

8. Google Maps, (2020): “*Municipio de Tancítaro, Michoacán*”, México, fecha de consulta: 13/03/2021, consulta en: https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1Y9P0BhUJ43Oo-7CzloUZhlmnvfc&hl=en_US&ll=19.337777999999997%2C-102.3625&z=8

9. Instituto Nacional de Información Estadística y Geografía (INEGI): (2021), “*Anuario Estadístico por Entidad Federativa, Cobertura Temporal 2021*”, México, fecha de consulta: 04/05/2022, consulta en: [https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463904359#:~:text=\(Al%2011%20de%20marzo%20de%202022\).&text=Electr%C3%B3nico,El%20Anuario%20estad%C3%ADstico%20y%20geogr%C3%A1fico%20de%20los%20Estados%20Unidos%20Mexicanos,al%20pa%C3%ADs%20en%20su%20conjunto.](https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463904359#:~:text=(Al%2011%20de%20marzo%20de%202022).&text=Electr%C3%B3nico,El%20Anuario%20estad%C3%ADstico%20y%20geogr%C3%A1fico%20de%20los%20Estados%20Unidos%20Mexicanos,al%20pa%C3%ADs%20en%20su%20conjunto.)

10. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), (2018): “*Estado de Michoacán de Ocampo, Tancítaro*”, Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México, México, fecha de consulta: 12/01/2021, consulta en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16083a.html>

11. Secretaría del Bienestar, (2020): “*Microrregión del municipio de Tancítaro, del estado de Michoacán*”, Unidad de Microrregiones, Cédulas de Información Municipal (SCIM), fecha de consulta: 15/03/2020, consulta en:

<http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=16&mun=102>

12. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), “*Avance del cultivo de aguacate en México*”, fecha de consulta: 11/01/2021, consulta en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/aguacate-hasta-en-el-nombre?idiom=es>
13. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), (2022): “Escenario Mensual de Productos Agroalimentarios, Aguacate”, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), México, fecha de consulta: 15/10/2022, consulta en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/759460/Aguacate_Agosto_2022.pdf
14. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), (2014): “*Manejo Integrado de Plagas*”, Subsecretaria de Desarrollo Rural, Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural, México, fecha de consulta: 17/01/2021, consulta en: <https://es.scribd.com/document/211896655/Manejo-Integrado-de-Plagas-SAGARPA>

XIV. Anexos

Cuestionario realizado

1.- Ha tenido pérdidas de su cosecha de aguacate en los últimos años por la plaga del “Trips” (*Thysanoptera*).

- a. Si
- b. No

2.- ¿Utiliza usted plaguicidas para el control de esta plaga?

- a. Si
- b. No

3.- ¿Cómo considera usted el costo del plaguicida?

- a. Muy alto
- b. Alto
- c. Medio
- d. Bajo
- e. Muy bajo

4.- ¿Han recibido ayuda del gobierno o de alguna otra institución para atacar la plaga?

- a. Si
- b. No

5.- ¿Qué percepción tiene de la utilización del plaguicida para controlar la plaga del “Trips” en su cultivo de aguacate?

- a. Mala
- b. Regular
- c. Buena
- d. Excelente

7.- ¿Ha oído hablar del control biológico de plagas?

- a) Si
- b) No

6.- ¿Si usted conociera los beneficios del control biológico de plagas para la producción de aguacate, estaría usted dispuesto a que fuera implementado en su cultivo de aguacate?

- a) Si
- b) No

Calendario de aplicación

Para una mejor comprensión del calendario de aplicación, se utilizó el siguiente código de colores como se observa en las tablas correspondientes a los años 2020-2021.

Código de colores para el calendario de aplicación 2020.	
Agroquímico	Código de color
Fungicidas	
Hongo " <i>Beauveria bassiana</i> "	
Fertilizantes	
Fuente: Elaboración propia, 2022.	

Código de colores para el calendario de aplicación 2021.	
Agroquímico	Código de color
Fungicidas	
Plaguicidas	
Fertilizantes	
Fuente: Elaboración propia, 2022.	

Calendario 2020:

1. Los fungicidas se aplicaron el primer sábado de cada mes.
2. Los fertilizantes dos días después de la aplicación de los fungicidas.
3. El hongo *Beauveria bassiana* se aplicó el último sábado de cada mes.

Calendario 2021:

1. Los fungicidas se aplicaron el primer sábado de cada mes.
2. Los fertilizantes dos días después de la aplicación de los fungicidas.
3. Los plaguicidas se aplicaron el último sábado de cada mes.

Calendario de aplicación correspondiente al año 2020 utilizando el hongo *Beauveria bassiana*, fungicidas y fertilizantes

En la siguiente tabla se muestra el código de colores con las fechas de la aplicación de los fungicidas, hongo "*Beauveria bassiana*" y fertilizantes del año 2020. Los fungicidas fueron aplicados el primer sábado de cada mes, los fertilizantes el segundo sábado de cada mes y el hongo "*Beauveria bassiana*" el último sábado de cada mes.

Código de colores con las fechas de la aplicación de fungicidas, hongo " <i>Beauveria bassiana</i> " y fertilizantes correspondientes del año 2020.			
Fungicidas	<i>Beauveria bassiana</i>		Fertilizantes
04/01/2020	25/01/2020		18/01/2020
01/02/2020	29/02/2020		15/02/2020
07/03/2020	28/03/2020		21/03/2020
04/04/2020	25/04/2020		18/04/2020
02/05/2020	30/05/2020		16/05/2020
06/06/2020	27/06/2020		20/06/2020
04/07/2020	25/07/2020		18/07/2020
01/08/2020	29/08/2020		15/08/2020
05/09/2020	26/09/2020		19/09/2020
03/10/2020	31/10/2020		17/10/2020
07/11/2020	28/11/2020		21/11/2020
05/12/2020	26/12/2020		19/12/2020

Fuente: Elaboración propia, 2022.

ENERO							FEBRERO							MARZO						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
30	31	01	02	03	04	05	27	28	29	30	31	01	02	24	25	26	27	28	29	01
06	07	08	09	10	11	12	03	04	05	06	07	08	09	02	03	04	05	06	07	08
13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	09	10	11	12	13	14	15
20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	16	17	18	19	20	21	22
27	28	29	30	31	01	02	24	25	26	27	28	29	01	23	24	25	26	27	28	29
03	04	05	06	07	08	09	02	03	04	05	06	07	08	30	31	01	02	03	04	05
ABRIL							MAYO							JUNIO						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
30	31	01	02	03	04	05	27	28	29	30	01	02	03	01	02	03	04	05	06	07
06	07	08	09	10	11	12	04	05	06	07	08	09	10	08	09	10	11	12	13	14
13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21
20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28
27	28	29	30	01	02	03	25	26	27	28	29	30	31	29	30	01	02	03	04	05
04	05	06	07	08	09	10	01	02	03	04	05	06	07	06	07	08	09	10	11	12
JULIO							AGOSTO							SEPTIEMBRE						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
29	30	01	02	03	04	05	27	28	29	30	31	01	02	31	01	02	03	04	05	06
06	07	08	09	10	11	12	03	04	05	06	07	08	09	07	08	09	10	11	12	13
13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16	14	15	16	17	18	19	20
20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23	21	22	23	24	25	26	27
27	28	29	30	31	01	02	24	25	26	27	28	29	30	28	29	30	01	02	03	04
03	04	05	06	07	08	09	31	01	02	03	04	05	06	05	06	07	08	09	10	11
OCTUBRE							NOVIEMBRE							DICIEMBRE						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
28	29	30	01	02	03	04	26	27	28	29	30	31	01	30	01	02	03	04	05	06
05	06	07	08	09	10	11	02	03	04	05	06	07	08	07	08	09	10	11	12	13
12	13	14	15	16	17	18	09	10	11	12	13	14	15	14	15	16	17	18	19	20
19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22	21	22	23	24	25	26	27
26	27	28	29	30	31	01	23	24	25	26	27	28	29	28	29	30	31	01	02	03
02	03	04	05	06	07	08	30	01	02	03	04	05	06	04	05	06	07	08	09	10

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Calendario de aplicación correspondiente al año 2021 omitiendo la aplicación del hongo
Fungicidas, Plaguicidas y Fertilizantes

La tabla muestra el código de colores con las fechas de la aplicación de los fungicidas, plaguicidas y fertilizantes del año 2021. . Los fungicidas fueron aplicados el primer sábado de cada mes, los fertilizantes el segundo sábado de cada mes y los plaguicidas el último sábado de cada mes.

Código de colores con las fechas de la aplicación de fungicidas, plaguicidas y fertilizantes correspondientes del año 2021.			
Fungicidas	Plaguicidas	Fertilizantes	
02/01/2021	30/01/2021	16/01/2021	
06/02/2021	27/02/2021	20/02/2021	
06/03/2021	27/03/2021	20/03/2021	
03/04/2021	24/04/2021	17/04/2021	
01/05/2021	29/05/2021	15/05/2021	
05/06/2021	26/06/2021	19/06/2021	
06/07/2021	31/07/2021	17/07/2021	
07/08/2021	28/08/2021	21/08/2021	
04/09/2021	25/09/2021	18/09/2021	
02/10/2021	30/10/2021	16/10/2021	
06/11/2021	27/11/2021	20/11/2021	
04/12/2021	25/12/2021	18/12/2021	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

ENERO							FEBRERO							MARZO						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
28	29	30	31	01	02	03	01	02	03	04	05	06	07	01	02	03	04	05	06	07
04	05	06	07	08	09	10	08	09	10	11	12	13	14	08	09	10	11	12	13	14
11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21	15	16	17	18	19	20	21
18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28	22	23	24	25	26	27	28
25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	29	30	31	01	02	03	04
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	05	06	07	08	09	10	11
ABRIL							MAYO							JUNIO						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
29	30	31	01	02	03	04	26	27	28	29	30	01	02	31	01	02	03	04	05	06
05	06	07	08	09	10	11	03	04	05	06	07	08	09	07	08	09	10	11	12	13
12	13	14	15	16	17	18	10	11	12	13	14	15	16	14	15	16	17	18	19	20
19	20	21	22	23	24	25	17	18	19	20	21	22	23	21	22	23	24	25	26	27
26	27	28	29	30	01	02	24	25	26	27	28	29	30	28	29	30	01	02	03	04
03	04	05	06	07	08	09	31	01	02	03	04	05	06	05	06	07	08	09	10	11
JULIO							AGOSTO							SEPTIEMBRE						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
28	29	30	01	02	03	04	26	27	28	29	30	31	01	30	31	01	02	03	04	05
05	06	07	08	09	10	11	02	03	04	05	06	07	08	06	07	08	09	10	11	12
12	13	14	15	16	17	18	09	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19
19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26
26	27	28	29	30	31	01	23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30	01	02	03
02	03	04	05	06	07	08	30	31	01	02	03	04	05	04	05	06	07	08	09	10
OCTUBRE							NOVIEMBRE							DICIEMBRE						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
27	28	29	30	01	02	03	01	02	03	04	05	06	07	29	30	01	02	03	04	05
04	05	06	07	08	09	10	08	09	10	11	12	13	14	06	07	08	09	10	11	12
11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19
18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26
25	26	27	28	29	30	31	29	30	01	02	03	04	05	27	28	29	30	31	01	02
01	02	03	04	05	06	07	06	07	08	09	10	11	12	03	04	05	06	07	08	09

Fuente: Elaboración propia, 2022.

