



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA RURAL, DESARROLLO TERRITORIAL Y
TURISMO AGROALIMENTARIO**

TRABAJO TERMINAL DE GRADO

**Elaboración de un manual de buenas prácticas en la producción de aguacate
(*Persea americana spp.*) para el paraje conocido como la Vega, comunidad
de San Miguel Tecomatlán, Tenancingo, Estado de México.**

Presenta:

Carmen Eunice Cruz Gasca

Comité de tutores:

Tutor académico:

Dr. Sergio Moctezuma Pérez

Codirectora:

Dra. María Cristina Chávez Mejía

Tutor adjunto:

Dr. Juan Carlos Reyes Alemán

Unidad el Cerrillo Toluca, Estado de México, Noviembre 2025

RESUMEN

El presente Trabajo Terminal de Grado tiene como finalidad desarrollar un manual que funcione como una herramienta técnica orientada a fortalecer la producción sustentable de aguacate en la región. El cultivo del aguacate en México se ha consolidado como una actividad estratégica a nivel global, nacional y estatal, siendo el país el principal exportador mundial. En el municipio de Tenancingo, particularmente en la comunidad de San Miguel Tecomatlán, su producción ha incrementado notablemente en las últimas décadas, desplazando cultivos tradicionales y convirtiéndose en una fuente de ingresos para las familias locales.

La investigación surge ante el crecimiento acelerado del cultivo en Tecomatlán, actividad que, si bien ha generado beneficios económicos, también ha provocado diversas problemáticas ambientales, entre ellas la deforestación, el uso excesivo de agroquímicos, la escasez de agua y la pérdida de biodiversidad. Mediante entrevistas y observaciones de campo realizadas a 25 productores de pequeña escala, se recopiló información sobre el manejo agronómico, el control de plagas y enfermedades, la fertilización, el riego y la comercialización del fruto. El estudio adoptó un enfoque cualitativo, complementado con una revisión bibliográfica que permitió identificar alternativas orgánicas y extractos vegetales aplicables al manejo fitosanitario del cultivo.

Como resultado, se elaboró un manual de buenas prácticas agrícolas basado en la experiencia local y en los principios de la agroecología. Este manual promueve el uso eficiente del agua, la conservación del suelo, la fertilización orgánica y el control biológico de plagas. Su propósito es fortalecer las capacidades de los productores, reducir la dependencia de insumos químicos y fomentar una producción más sostenible y rentable, asegurando al mismo tiempo la preservación de los recursos naturales y la continuidad del cultivo en la comunidad. Además, impulsa la recuperación de saberes tradicionales y la adopción de prácticas agroecológicas que faciliten la transición hacia una agricultura sustentable, tomando como base la experiencia y conocimiento de los productores locales.

ABSTRACT

The present Terminal Degree Project aims to develop a manual that serves as a technical tool to strengthen sustainable avocado production in the region. Avocado cultivation in Mexico has been consolidated as a strategic activity at the global, national, and state levels, with the country being the world's leading exporter. In the municipality of Tenancingo, particularly in the community of San Miguel Tecamatlán, avocado production has increased notably in recent decades, displacing traditional crops and becoming an important source of income for local families.

This research arises from the accelerated growth of avocado cultivation in Tecamatlán—an activity that, while economically beneficial, has also generated various environmental issues, including deforestation, excessive use of agrochemicals, water scarcity, and biodiversity loss. Through interviews and field observations conducted with 25 small-scale producers, information was collected regarding agronomic management, pest and disease control, fertilization, irrigation, and fruit marketing. The study adopted a qualitative approach, complemented by a literature review that made it possible to identify organic alternatives and plant extracts applicable to the phytosanitary management of the crop.

As a result, a Manual of Good Agricultural Practices was developed, based on local experience and the principles of agroecology. This manual promotes efficient water use, soil conservation, organic fertilization, and biological pest control. Its purpose is to strengthen producers' capacities, reduce dependence on chemical inputs, and encourage more sustainable and profitable production, while ensuring the preservation of natural resources and the continuity of avocado cultivation in the community. Furthermore, it fosters the recovery of traditional knowledge and the adoption of agroecological practices that facilitate the transition toward sustainable agriculture, drawing upon the experience and knowledge of local producers.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, doy gracias a Dios, por permitirme llegar al final de este ciclo, brindarme fortaleza, paciencia y la oportunidad de culminar este proyecto.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por el respaldo financiero brindado para la ejecución de este proyecto, el cual representa una valiosa contribución al fomento de la investigación científica y tecnológica en México.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Dr. Sergio Moctezuma Pérez, por su constante apoyo, seguimiento, paciencia y valiosos consejos durante todo el desarrollo de este trabajo.

A la Dra. María Cristina Chávez Mejía, por su orientación y valiosa retroalimentación que enriquecieron este proyecto.

Al Dr. Juan Carlos Reyes Alemán, por su disposición y conocimientos, que enriquecieron mi aprendizaje y la realización de este trabajo.

A cada uno de ustedes, gracias por su tiempo, dedicación y compromiso; su apoyo hizo posible que este proyecto se llevara a cabo.

A los productores, por abrirme las puertas de su mundo y compartir conmigo su sabiduría. Gracias por permitirme aprender de su experiencia, por mostrarme la nobleza del trabajo en el campo y por enseñarme a valorar y respetar la vida que de él nace.

A mis compañeros de maestría, por hacer más llevadero este camino con su compañía, apoyo y amistad. Gracias por compartir momentos de aprendizaje, esfuerzo y alegría que hicieron de esta etapa una experiencia inolvidable y enriquecedora.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1. <i>La producción de aguacate a nivel mundial, nacional y estatal.....</i>	<i>9</i>
2.2. <i>Importancia de los frutales nativos como estrategia para la sostenibilidad local</i>	<i>11</i>
2.3. <i>Una aproximación a la producción de aguacate en San Miguel Tecomatlán</i>	<i>12</i>
2.4. <i>Los manuales de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de aguacate.....</i>	<i>13</i>
3. MARCO CONCEPTUAL.....	18
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
5. JUSTIFICACIÓN	25
6. OBJETIVO GENERAL	27
6.1. <i>Objetivos específicos</i>	<i>27</i>
7. METODOLOGÍA	28
8. RESULTADOS	29
8.1. <i>Datos del cultivo</i>	<i>30</i>
8.2. <i>Plagas y enfermedades.....</i>	<i>31</i>
8.3. <i>Tipo de fertilización y riego.....</i>	<i>34</i>
8.4. <i>Testimonios de la población productora.....</i>	<i>36</i>
9. DISCUSIÓN	44
10. CONCLUSIÓN	45
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
12. ANEXOS	51

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 1. Datos sociodemográficos de San Miguel Tecomatlán.....	7
Cuadro 2. Información de las personas productoras	29
Cuadro 3. Información sobre las huertas.....	30
Cuadro 4. Plagas, enfermedades y tratamientos en árboles de aguacate	32
Cuadro 5. Tipo de fertilización y riego en las huertas de aguacate	34

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Localización de Tenancingo a nivel estatal.....	3
Figura 2. Localización de Tenancingo a nivel estatal.....	4
Figura 3. Localización de Tecomatlán	7
Figura 4. Terreno preparado para la plantación de aguacate 2025. Fuente: personal.	26
Figura 5. Barranca situada entre parcelas, con presencia de flora y fauna. Fuente: personal	26
Figura 6. Plantación de aguacate de 15 años. Fuente: personal.....	27
Figura 7. Plantación de aguacate de productor a gran escala con problema de roña. Fuente: personal.....	33
Figura 8. Arroyo que abastece en temporada de sequía a algunos terrenos comunales. Fuente personal.....	35
Figura 9. Geomembrana que abastece en temporada de sequía. Fuente personal.....	36
Figura 10. Huerta de aguacate de productor a gran escala. Fuente personal.....	42
Figura 11. Huerta de aguacate con cultivo de maíz. Fuente: personal.....	42
Figura 12. Huerta de aguacate con cultivo de verdolaga. Fuente: personal.	43
Figura 13. Corte de maleza manual. Fuente: personal.	43

1. INTRODUCCIÓN

La comunidad de San Miguel Tecamatlán se encuentra en el municipio de Tenancingo, Estado de México. El oficio principal de San Miguel Tecamatlán es la elaboración de pan, sin embargo, en los últimos 20 años ha aumentado la producción de aguacate ubicando a dicha actividad como una de las principales. La importancia de la producción de aguacate ha pasado de ser local y regional a nacional e internacional.

Debido a la importancia y crecimiento en la producción de aguacate en México, debemos comprender que al haber más producción se requieren más recursos del territorio, en los siguientes párrafos se nos da un panorama de la producción y proyección para los siguientes años a nivel nacional. Durante 2022, México fue el primer proveedor de aguacate del mercado internacional, con una aportación de 34%, seguido de Perú con 19% y Países Bajos con un 13.6% como tercer exportador mundial. Países Bajos reexporta la producción que compra a Perú, Chile, Colombia y Sudáfrica. En 2022, el 55.1% de la superficie cosechada se concentró en cinco países: México con 26.6%, Colombia con 12.5%, Perú con 8%, República Dominicana con 4% y Chile con 3.7%. (FIRA, 2024).

Se estima que para el año 2030, habrá un aumento en la demanda mundial de aguacate, de 2.84 a 4.4 mil millones de toneladas (crecimiento acumulado de 48.98%), y la capacidad de producción nacional se puede incrementar de 1.89 a 3.16 mil millones de toneladas, lo cual representa un crecimiento acumulado de 67.28%. Ante todo esto, se podría destinar 1.02 mil millones de toneladas al consumo nacional y 2.14 mil millones de toneladas a las exportaciones (SAGARPA, 2017). Durante el periodo 2000-2019 la producción de aguacate presenta un incremento de casi cuatro veces más, el crecimiento de la oferta contrasta con la tendencia a la baja de la demanda desde hace 20 años, lo que podría significar una reducción de precios en los siguientes años (Díaz, 2021). Entre 1991 y 2023 las

exportaciones de aguacate de México mantuvieron el índice VCR¹ superiores a 1, sin embargo, en 2023 el VCR descendió ligeramente a 1.39, lo que nos indica una pérdida relativa de competitividad (Irewole, 2025).

Para satisfacer la demanda local, nacional e internacional de aguacate se requiere de un manejo adecuado del cultivo para su buen crecimiento y desarrollo, como el control de plagas y enfermedades, las cuales pueden causar hasta un 90% de pérdidas (SENASICA, 2020). El problema fitosanitario del aguacate no solo se presenta en grandes extensiones de este cultivo, sino también en sistemas de pequeña escala como huertos familiares, de manera que se requiere de orientación para el control de plagas y enfermedades. A este respecto, en la población de San Miguel Tecomatlán, se han tenido acercamientos con varios productores de aguacate, quienes comentan que no cuentan con capacitación para el control de plagas y enfermedades (comunicación personal, diciembre 2020). Las áreas de plantación de aguacate en la comunidad de Tecomatlán siguen creciendo por lo que se necesitan nuevas opciones para el manejo del cultivo por dos razones: 1) darle un valor agregado al aguacate y, 2) conservar el equilibrio ambiental para que la zona siga siendo productiva.

Se realizaron entrevistas y visitas a campo con los productores de aguacate como acercamientos con actores clave en donde se ha buscado tener un enfoque holístico que permita visualizar las necesidades de los productores y relacionarlas de acuerdo con el manejo del cultivo por parte de los productores y las características ambientales de la localidad.

La construcción de un manual de buenas prácticas agrícolas surge como una herramienta para ayudar al productor, así mismo para promover un cambio técnico en el manejo del cultivo, tomando en cuenta los conocimientos de productores que han aprendido de generación en generación para implementar prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente. Las buenas prácticas agrícolas están diseñadas para poder iniciar con una agricultura sostenible y con ello el productor pueda comprender y reafirmar sus conocimientos de una forma muy sencilla.

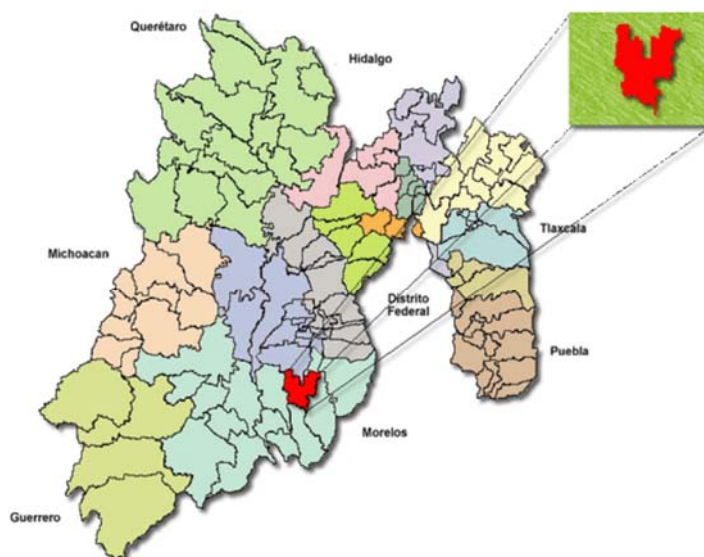
¹ Ventaja Comparativa Revelada de Balassa (1965), que infiere la fortaleza competitiva de un país en un producto específico basado en patrones comerciales observados.

El objetivo de este trabajo terminal de grado es identificar y evaluar las prácticas agrícolas basadas en la sustentabilidad, la promoción e intercambio de experiencias entre los productores enfocado en la biodiversidad del agrosistema. Se busca reforzar las competencias de los productores para que puedan desarrollar estrategias para llegar a un cultivo más agroecológico.

2. ANTECEDENTES

El municipio de Tenancingo tiene una superficie de 258.74 kilómetros cuadrados y se encuentra ubicado en la Región XIII del Estado de México. Sus coordenadas geográficas son: 99°35'37'' longitud oeste y 18°57'41'' de latitud norte, a una altitud media de 2,031 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2020). Tenancingo colinda con los municipios de Zumpahuacán, Malinalco, Villa Guerrero, Joquicingo y Tenango del Valle y, está a una distancia de 43 kilómetros del municipio de Metepec y a 48 kilómetros de la ciudad de Toluca, capital del Estado de México (figura 1 y 2) (PDM, Tenancingo 2022-2024).

Figura 1. Localización de Tenancingo a nivel estatal



Fuente: Blogspot (2014).

Figura 2. Localización de Tenancingo a nivel estatal



Fuente: PDMT 2022-2024.

El municipio de Tenancingo, en el Estado de México, registró una población total de 104,677 habitantes en 2020 (INEGI,2020). La distribución por género muestra una ligera predominancia de mujeres, que representan el 51% de la población, mientras que los hombres constituyen el 49%, con alrededor de 51,292 habitantes. La cabecera municipal, Tenancingo de Degollado, destaca como el núcleo urbano principal al concentrar 14,030 habitantes, cifra que representa cerca del 13.4% de la población total del municipio. Además de esta localidad, otras áreas con concentraciones poblacionales relevantes: Santa Ana Ixtlahuatzingo, El Salitre, la colonia San José el Cuartel, la comunidad La Ciénega, la colonia La Trinidad, el pueblo San Juan Xochiaca y San Martín Coapaxtongo. Esta distribución refleja un territorio mayoritariamente rural, con la cabecera como principal punto de urbanización.

De acuerdo con el INEGI (2020), en Tenancingo se registraron 60,451 personas afiliadas a servicios médicos en instituciones de salud públicas o privadas, lo que equivale al 57.75% de la población total del municipio. Las dependencias a las que estaban adscritas incluyen el ISSEMYM, IMSS, ISSSTE, PEMEX, servicios de Defensa o Marina, INSABI, instituciones privadas y otras entidades. Por su parte,

43,367 habitantes —aproximadamente el 41.4% de la población— no contaban con afiliación a ningún sistema de salud durante el mismo periodo.

El municipio de Tenancingo se distingue por su producción artesanal y agroindustrial. En localidades como Chalchihuapan, La Mesita y San Martín se elaboran artículos de cestería, mientras que en la cabecera municipal, Tenancingo de Degollado, destaca la confección de rebozos y la fabricación de muebles de madera. Por otro lado, en Acatzingo, Ixpuchiapan, San José Chalmita y San Nicolás se producen embutidos, y en Tecomatlán sobresale la panadería tradicional (SIAP, 2020).

En materia agrícola, durante 2020 se registraron 6,440.97 hectáreas sembradas y cosechadas, equivalente al 39.20% de la superficie municipal. Los cultivos se distribuyen en grupos como cereales, forrajes, frutales, hortalizas, plantas industriales, legumbres secas y ornamentos. El maíz grano blanco lideró con 4,059.36 hectáreas, alcanzando un rendimiento de 3.98 toneladas por hectárea y una producción total de 16,144.08 toneladas. Le siguió el cultivo de ornamentales con 906.04 hectáreas, donde el crisantemo ocupó 454.57 hectáreas (50.17% del total). Entre 2010 y 2020, la superficie sembrada aumentó en 1,031.47 hectáreas, con incrementos notables en cereales, frutales, cultivos industriales y ornamentos. Destaca el crecimiento de los frutales, que pasaron de 270 a 910 hectáreas, principalmente por el aguacate 'Hass'. En contraste, forrajes, hortalizas y legumbres secas reportaron reducciones (SIAP, 2020).

La vegetación predominante es el bosque mesófilo de montaña, ubicado en cañadas de zonas altas del municipio. Este ecosistema se caracteriza por especies como el granadillo (*Xylosma flexuosum*), encino amarillo (*Quercus liebmannii*), encino capulincillo (*Quercus castanea*), saucillo (*Fraxinus purpusii*), fresno (*Fraxinus uhdei*) y capulín (*Eugenia acapulcensis*). Alberga una diversidad de plantas epífitas y rupícolas que cubren paredes rocosas de hasta 200 metros, con presencia constante de flora en floración. Se identificaron 25 especies agrupadas en 17 géneros y 15 familias, destacando Fagaceae (19.2%) y Betulaceae (15.3%). Entre las especies acompañantes figuran *Eugenia uxpanapensis* y *Ostrya virginiana* (PDM, Tenancingo 2022-2024).

En las áreas naturales del municipio habita una variedad de fauna silvestre. Entre los mamíferos destacan la ardilla voladora, ardilla gris, armadillo, cacomiztle, conejo, coyote, hurón, murciélago, rata, tejón, tlacuache, tuza, zorra y mapache. En cuanto a las aves, se registran aguilillas, alondras, calandrias, cardenales, carpinteros (mayor y bellotero), codornices, correcaminos, cuervos, chichicuilotos, gallaretas, gavilanes, golondrinas, palomas, patos, cenizos, clarines jilgueros y el azulejo garganta azul. También se observan rapaces como el cernícalo americano y el gavilán (PDM Tenancingo 2022-2024).

El municipio de Tenancingo se caracteriza por una amplia tradición festiva, donde destacan celebraciones culturales y religiosas que reflejan su identidad. Entre las ferias más emblemáticas se encuentran la Feria del Jarro, dedicada a la alfarería local; la Feria del Rebozo, que resalta esta prenda artesanal; la Feria del Pan de Tecamatlán, centrada en la gastronomía tradicional; la Feria del Obispo y la Feria del Hongo y las Gorditas, esta última enfocada en platillos típicos. En el ámbito religioso, sobresalen eventos como la Procesión de la Espiga, vinculada a ritos agrícolas; el Viernes de Dolores; la Procesión de Jueves de Corpus; las festividades en honor a San Francisco de Asís; el Día de la Candelaria; el Carnaval, con sus coloridas tradiciones; y las conmemoraciones de la Semana Santa, que incluyen el Domingo de Ramos y otras ceremonias litúrgicas. Estas celebraciones, arraigadas en la comunidad, integran aspectos culturales, gastronómicos y espirituales, fortaleciendo el tejido social del municipio (PDM Tenancingo 2022-2024).

El presente Trabajo Terminal de Grado se circunscribe territorialmente en la localidad de San Miguel Tecamatlán, del municipio de Tenancingo del Estado de México y se encuentra en las coordenadas GPS: longitud (dec): -99.528611, latitud (dec): 18.978333. La localidad tiene una mediana altura de 2,350 metros sobre el nivel del mar (Figura 3) (INEGI, 2020).

Figura 3. Localización de Tecomatlán



Fuente: INEGI 2020.

San Miguel Tecomatlán, localidad del municipio de Tenancingo, registró en 2020 una población de 3,269 habitantes, equivalente al 3.12% del total municipal, ocupando el noveno lugar de población del territorio. Según el INEGI (2020), la distribución por género refleja una mayoría femenina del 51.5% (1,683 habitantes) frente a un 48.5% de hombres (1,586 habitantes). En materia de infraestructura, de las 812 viviendas documentadas, 803 (98.89%) disponen de agua potable, 798 (98.28%) cuentan con drenaje y 806 (99.26%) tienen acceso a electricidad. Estos datos evidencian una cobertura casi total de servicios básicos en la localidad, destacando su avance en condiciones de vida digna para sus habitantes.

Cuadro 1. Datos sociodemográficos de San Miguel Tecomatlán

	2010	2020
Índice de fecundidad (hijos por mujer).	2.32	2.22
Población que proviene fuera del Estado de México.	4.91%	3.76%

Población analfabeta.	2.80%	2.05%
Población analfabeta (hombres).	2.32%	0.61%
Población analfabeta (mujeres).	3.26%	1.44%
Grado de escolaridad:	8.76	9.82
Grado de escolaridad (hombres).	8.85	9.94
Grado de escolaridad (mujeres).	8.68	9.7
Porcentaje de población indígena.	1.01%	0.37%
Porcentaje que habla una lengua indígena.	0.35%	0.18%
Porcentaje que habla una lengua indígena y no habla español.	0.00%	0.00%

Fuente: INEGI 2010, INEGI 2020.

San Miguel Tecomatlán, pueblo de origen matlazinca, posee una rica historia que se remonta a la época colonial. Hacia 1537, con la llegada de los españoles, los religiosos agustinos introdujeron la elaboración de pan en la región de Malinalco, a la que entonces pertenecía Tecomatlán. Posteriormente, en 1771, se construyó la Hacienda de la Tenería en Chiquihuitépec, y el cultivo de trigo en la localidad sentó las bases para consolidar la tradición panadera que perdura hasta hoy (Ayuntamiento de Tenancingo, 2023).

Geográficamente, el pueblo se ubica entre cerros, con zonas residenciales intercaladas con invernaderos y tierras de cultivo, donde se ha procurado conservar el área forestal. Su identidad cultural se nutre de leyendas como la de la víbora “Tlan”, festividades anuales y un entorno natural que refleja su herencia histórica. La vida cotidiana aquí transcurre con tranquilidad: al amanecer, el aroma del pan recién horneado se mezcla con el humo de los hornos de leña, activos desde las 4 de la mañana. Hacia las 7, las calles se animan con niños rumbo a la escuela y adultos que se dirigen al campo, mientras que por la tarde, el comercio local reduce su actividad, creando un ambiente sereno.

En cuanto a servicios, Tecomatlán cuenta con un centro de salud del ISEM, seis consultorios médicos particulares y tres consultorios odontológicos. Su sistema

educativo incluye una guardería, dos preescolares, una primaria, una secundaria y una preparatoria, cubriendo las necesidades formativas de la población.

La economía local se sustenta principalmente en la producción artesanal de pan, actividad que involucra al 60% de sus habitantes. Elaborado con ingredientes naturales como harina de trigo, sal, azúcar y levadura, el pan se hornea en hornos de leña, otorgándole un sabor distintivo. Este producto, reconocido como artesanal por su origen histórico y técnicas transmitidas por generaciones (González, 2017), se distribuye en municipios cercanos como Malinalco, Tenango y Toluca, e incluso llega a estados como Morelos y la Ciudad de México. Aunque cada panadero cuenta con su punto de venta, se ha planteado la necesidad de organizar expo-ferias para promover su comercialización y revalorizar los saberes ancestrales (González, 2019).

Como actividades secundarias, destacan la producción de flores y el cultivo de aguacate, este último con un crecimiento notable en la última década. Estas labores, junto con la panadería, conforman el tejido económico que sostiene a la comunidad, cuyos habitantes expresan un profundo orgullo por sus raíces y su entorno, elementos que destacan al compartir su identidad fuera de la localidad.

2.1. La producción de aguacate a nivel mundial, nacional y estatal

El aguacate se ha consolidado como un cultivo estratégico a nivel global, nacional y estatal. En 2023, las exportaciones mundiales de este fruto registraron un incremento del 10.6%, destacando México como principal proveedor con una participación del 50-55% del volumen total, seguido por Perú (21%), Chile y Sudáfrica, este último clave para abastecer a la Unión Europea (FAO, 2024). A escala nacional, México alcanzó un récord histórico de producción en 2023 con 2.97 millones de toneladas cosechadas en 253,309 hectáreas, lo que representó el 14.5% del valor total de las ventas agropecuarias y pesqueras del país (FIRA, 2024).

No obstante, el aumento de la oferta ha generado una reducción en el valor unitario de las exportaciones mexicanas, fenómeno que contrasta con proyecciones

de crecimiento: se estima que la demanda global pasará de 2.84 a 4.4 mil millones de toneladas para 2030 (48.98% de crecimiento acumulado), mientras que la capacidad productiva de México podría expandirse de 1.89 a 3.16 mil millones de toneladas (67.28%), destinando 2.14 mil millones a exportaciones (SAGARPA, 2017). Esta expansión contrasta con la tendencia a la baja en la demanda desde hace dos décadas, lo que sugiere una posible presión a la baja en los precios futuros (Díaz, 2021).

En el Estado de México, la producción de aguacate se concentra en municipios como Coatepec Harinas (25.5%), Donato Guerra (11.7%) y Tenancingo (7.5%), contribuyendo con el 7% de la producción agrícola estatal en 2023. Los rendimientos alcanzaron 12.1 toneladas por hectárea en riego y 10.9 en temporal, cifras récord para el periodo 2019-2023 (FIRA, 2024). En Tenancingo, este cultivo es el segundo en superficie sembrada después del maíz, y el primero en importancia económica, con 748 hectáreas sembradas que generaron 8,606.20 toneladas en 2022, un rendimiento de 11.63 toneladas por hectárea y un valor de producción de \$147,504,243.70 (SIAP, 2022).

La relevancia del aguacate se remonta a su domesticación hace aproximadamente 7,000 años en México, como lo evidencian vestigios de 10,000 años en Coaxcatlán, Puebla, y su simbolismo en culturas mesoamericanas. Por ejemplo, el calendario maya (800-300 a.C.) asociaba el mes 14 con un glifo de aguacate, y en la tumba de Pacal (650 d.C.) en Palenque, Chiapas, se representaron árboles de aguacate junto a otros frutos sagrados (Galindo et al., 2007). El Códice Florentino documenta tres variedades prehispánicas: *aoacatl* (raza mexicana, *Persea americana* var. *drymifolia*), *tlacacolaocatl* (raza antillana) y *quiloaoacalt* (raza guatemalteca) (Barrientos, 1998). Tras la llegada de los españoles en 1526, el aguacate fue descrito en crónicas como el *Sumario de la Historia Natural de las Indias*, y durante el periodo novohispano, su cultivo se integró a sistemas agrícolas locales. En 1793, las *Relaciones Geográficas del Arzobispado* registraron huertas de aguacate en Tecomatlán, junto a trigo y frutales como duraznos y membrillos, consolidando una base productiva que hoy sustenta economías locales (Hernández, 2019).

Esta trayectoria histórica y productiva subraya al aguacate no solo como un commodity global, sino como un elemento identitario y económico profundamente arraigado en México, desde sus raíces prehispánicas hasta su papel contemporáneo en mercados internacionales.

2.2. Importancia de los frutales nativos como estrategia para la sostenibilidad local

El potencial frutícola se asocia a la baja productividad observada en diversas especies introducidas, derivada de su limitada adaptación a los factores climáticos como la temperatura, el fotoperiodo, la alta radiación solar y a la sequía, así como a las condiciones edáficas locales. Las especies nativas del mismo género representan una fuente valiosa de adaptación que puede contribuir al mejoramiento del desempeño de especies introducidas. Asimismo, el potencial de los frutales nativos radica en su capacidad para ser empleados como portainjertos o intermediarios, constituyendo una alternativa técnica que facilita la adaptación de especies afines a las condiciones edafoclimáticas locales, mediante el aprovechamiento de su compatibilidad vegetativa (Borys and Leszczyńska, 2001).

Uno de los principales desafíos para la fruticultura es la creciente escasez de agua y el avance de la salinización de los suelos, fenómeno que se acentúa en cultivos perennes bajo riego y en terrenos con deficiente drenaje. Frente a esta problemática, se vuelve imperativo desarrollar y seleccionar portainjertos y cultivares con mayor tolerancia a la salinidad progresiva (Borys and Leszczyńska, 2001).

Las principales variedades y selecciones de aguacate cultivados en el Estado de México en la década de los 70's fueron 'Fuerte', 'Hass' y criollo, después del fuerte incremento de la superficie de siembra la variedad 'Hass' se mantiene como primer cultivo. En la época de los 80' s al crecer la producción se crean centros de investigaciones científicas para el mejoramiento genético y la conservación en

bancos de germoplasma de algunas variedades locales consideradas por su sabor, tamaño y rendimiento (Mijares y López, 1998).

Los programas de mejoramiento genético del aguacate, que actualmente operan en distintos países, se enfocan en generar materiales varietales que presenten atributos comerciales comparables a 'Hass'. Entre las naciones donde se desarrollan estos esfuerzos destacan Estados Unidos (especialmente en California), México, Israel y Sudáfrica (Barrientos, 2015).

El uso de injertos con variedades de alta aceptación comercial, obtenidas del propio huerto o de la región, sobre portainjertos criollos locales, constituye la alternativa más eficiente para el establecimiento del cultivo de aguacate. Esto permite asegurar la compatibilidad y una elevada adaptación a las condiciones edafoclimáticas del sitio (Galindo, et al. 2011).

2.3. Una aproximación a la producción de aguacate en San Miguel Tecmatlán

En San Miguel Tecmatlán, la producción de aguacate se lleva a cabo en terrenos ejidales y comunales, con alrededor de 250 productores. El 98% corresponde a productores de pequeña escala, definidos como aquellos con menos de 10 hectáreas según Arriaga (2013), quienes cultivan entre 20 y 300 árboles (6,700 m² en promedio). Solo cinco se clasifican como productores de gran escala, al superar los 2,000 árboles. La densidad de plantación oscila entre 100 y 150 árboles por hectárea, con huertas de 8.6 años en promedio, indicando un cultivo predominantemente joven.

En materia laboral, los productores de pequeña escala realizan labores con apoyo familiar o contratan trabajadores eventuales, con salarios diarios de 200 a 250 pesos. En contraste, los productores de gran escala emplean de dos a tres trabajadores fijos y hasta dos veladores nocturnos, remunerados con 350 a 500 pesos por noche. La tecnificación también varía: mientras los primeros usan métodos tradicionales como el machete, los segundos emplean desbrozadoras,

motobombas y vehículos para riego y fumigación, evidenciando diferencias en acceso a recursos y eficiencia.

El perfil sociodemográfico revela una edad promedio de 51 años entre los productores, con 96% de hombres y 4% de mujeres, y niveles educativos que van desde secundaria hasta licenciatura. Entre los desafíos fitosanitarios, la roña (*Sphaceloma perseae*) es la enfermedad más frecuente, seguida de la podredumbre (*Colletotrichum spp.*) y afecciones radicales, controladas con sulfato de cobre y benomilo. Las plagas principales incluyen la araña cristalina (*Oligonychus perseae*) y la araña roja (*Tetranychus urticae*), gestionadas con malatión y abamectina, prácticas que destacan la necesidad de capacitación en manejo integrado para reducir el uso de agroquímicos.

Durante la sequía, el riego se realiza cada 5 a 20 días, dependiendo de la disponibilidad hídrica. Los métodos incluyen bombeo de arroyos, transporte en vehículos con contenedores o garrafones en caballos. El 70% de la producción se comercializa en Tenancingo, mientras el resto se vende a intermediarios ("coyotes"), compradores locales o de municipios como Toluca. La variedad predominante es 'Hass', aunque algunas huertas cultivan 'Hass mejorado', 'Flor de María', 'Fuerte', 'Méndez' y criollo.

Históricamente, en 1958 Michoacán registraba 923 ha de aguacate criollo mexicano. La demanda de variedades comerciales impulsó la introducción de 'Fuerte', 'Bacon' y 'Zutano' (Sánchez, 2001), sustituidas posteriormente por 'Hass' a partir de 1963, gracias a viveros especializados (Subhash, 2021). Esta transición marcó un hito en la productividad y comercialización del aguacate en México.

2.4. Los manuales de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de aguacate

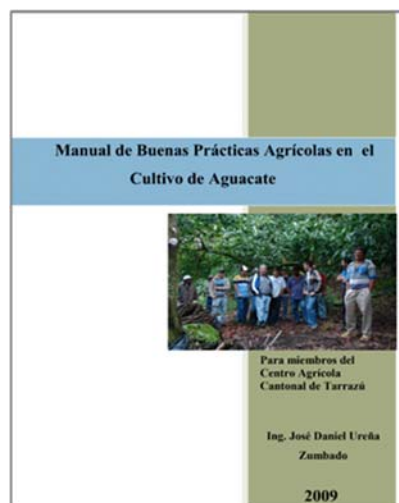
Existen numerosos manuales enfocados en difundir las buenas prácticas agrícolas de muchas especies vegetales. En el caso del aguacate, también hay diversos manuales que ofrecen un conjunto de prácticas en torno al cultivo. En esta sección,

se muestran unos ejemplos de esos manuales resaltando algunas de sus características.

Manual de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de aguacate para miembros del centro agrícola cantonal de Tarrazú

El manual del Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú (Tarrazú, 2009) ha sido elaborado para los miembros de dicho centro, ubicado en la provincia de San José, Costa Rica. Este centro fue creado con el propósito de apoyar los programas impulsados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. En los últimos 15 años, ha centrado sus esfuerzos en el respaldo a la plantación de aguacate Hass. Este manual tiene como objetivo proporcionar a los productores las prácticas mínimas necesarias para el manejo adecuado de una plantación de aguacate, conforme a los lineamientos de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Se incluyen técnicas orientadas a la conservación del suelo y la captación eficiente del agua de lluvia.

Asimismo, el documento describe las principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo en la región, enfatizando que su control debe realizarse mediante el uso de enemigos naturales y agentes biológicos, dejando los productos químicos de bajo impacto ambiental como última opción. Sin embargo, no se especifican productos comerciales para su aplicación. Por otra parte, se establecen lineamientos para el uso responsable de agroquímicos, incluyendo la calibración de equipos de fumigación, el uso adecuado del equipo de protección personal, la



implementación del triple lavado de envases y su disposición final conforme a las normativas vigentes.

Manual para la producción de aguacate y conservación de la biodiversidad en Tapalpa

Este manual tiene como finalidad proporcionar información y estrategias de comunicación que permitan comprender los impactos ambientales de la producción de aguacate, promoviendo la conservación de los recursos naturales. Entre los temas abordados en el documento se encuentra el cumplimiento del ordenamiento territorial y el uso adecuado del suelo en el municipio, con el fin de mitigar problemáticas como la deforestación y la explotación descontrolada del agua.

Asimismo, se establece un enfoque preventivo mediante la implementación de un plan de manejo integral de plagas y enfermedades, priorizando el control biológico sobre el uso de productos químicos. También se fomenta la sustitución de fertilizantes sintéticos por abonos orgánicos, tales como lombricomposta, biofertilizantes, gallinaza, estiércol y composta. Otro aspecto clave del manual es la elaboración de un plan para la conservación y el aumento de polinizadores. Para ello, se recomienda la reducción del uso de productos a base de Clothianidin, Imidacloprid, Thiamethoxam y Fipronil, la siembra de plantas nativas de la región, la asignación de espacios con recipientes de agua y la instalación de refugios adecuados para los polinizadores (Rainforest Alliance, 2022).



Manual de coberturas vegetales en aguacate

Este manual tiene como objetivo generar conciencia sobre la importancia de un manejo integrado y ambientalmente responsable del cultivo, promoviendo el aprovechamiento eficiente de los espacios entre los árboles. El uso de coberturas vegetales a mediano y largo plazo contribuye a la reducción de costos asociados con pesticidas, riego, fertilización y polinización. En particular, la conservación del suelo debe garantizarse mediante una cobertura de hierbas enraizadas, lo que permite su oxigenación, captación y almacenamiento de agua. Además, la cobertura vegetal facilita la infiltración del agua de lluvia en el suelo, reduciendo su evaporación por efecto del sol y el calor.

El manual señala que la estabilidad del cultivo a largo plazo, así como la reducción del impacto ambiental de las huertas y sus efectos en la salud humana, pueden lograrse mediante el uso de insumos locales de producción orgánica para la fertilización y el control de plagas. Adicionalmente, muchas especies de hierbas establecen asociaciones simbióticas con hongos en sus raíces, formando micorrizas que generan redes subterráneas capaces de optimizar el transporte de agua y nutrientes, funcionando de manera similar a superconductores naturales. Por otro lado, el mantenimiento de especies herbáceas con floración favorece la permanencia de polinizadores en la huerta y contribuye a la proliferación de enemigos naturales que ayudan a controlar las plagas de manera biológica (Gavito, 2022).

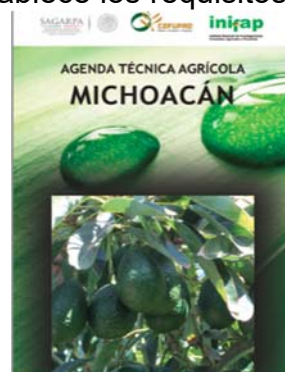


Paquete Tecnológico del Aguacate del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP

El Paquete Tecnológico INIFAP (2017) para Michoacán, México, tiene como objetivo optimizar la producción del cultivo para que sea productivo, competitivo, rentable, eficiente y sustentable. Entre las recomendaciones establecidas, se sugiere que en terrenos con pendientes pronunciadas se implementen curvas de nivel para minimizar la erosión. La densidad de plantación recomendada varía entre 100 y 400 árboles por hectárea. En cuanto a la poda, esta debe iniciarse entre los cinco y seis años del árbol, realizándose posteriormente cada uno o dos años, incluyendo la eliminación de ramas secas.

El riego debe basarse en cálculos de evapotranspiración utilizando datos climáticos específicos de la región, con el fin de optimizar el uso del agua. Para el manejo de plagas, el control químico contempla el uso de plaguicidas autorizados por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Entre los productos aprobados se incluyen aceite mineral, aceite parafínico de petróleo, gamma-cihalotrina, imidacloprid, spinosad, spinetoram, thiamethoxam, abamectina, azufre elemental, bifenazate, fenpyroximate, lambda-cihalotrina, malatión y permetrina.

El control de enfermedades mediante fungicidas debe aplicarse durante la floración y el desarrollo del fruto. Algunos de los ingredientes activos autorizados por SENASICA incluyen azoxystrobin, azufre elemental con oxiclورو de cobre, folpet, hidróxido cúprico, oxiclورو de cobre, óxido cuproso, tiabendazol y tribásico de cobre. Finalmente, para la cosecha del aguacate *Hass*, se recomienda seguir la norma mexicana NMX-FF-016-SCFI-2016, la cual establece los requisitos mínimos que debe cumplir el fruto para su recolección.



También algunos artículos nos dan un acercamiento de la importancia del manejo agronómico basado en buenas prácticas agrícolas.

Pulgarín (2020), realizó un análisis de índice de sostenibilidad en el cultivo de aguacate Hass (*Persea americana Miller*) de exportación, con base en indicadores ambientales, agronómicos² y socioeconómicos. El indicador que tuvo la menor calificación fue el agronómico, nos da un panorama del porqué es necesario implementar prácticas de conservación para el cultivo de aguacate de la población de San Miguel Tecomatlán.

Como un ejemplo de preocupación para un desarrollo sustentable en la producción de aguacate está la Asociación de Jóvenes Activos de Camerún (CAMMAY), la cual la conforman las Naciones Unidas, organizaciones no gubernamentales y voluntarios nacionales e internacionales, que realizó una investigación bibliográfica detallada referente al aguacate. Dentro de esta revisión se observa un panorama de lo que puede ser un manejo sostenible y resalta los siguientes puntos: en el primer año no usar herbicidas, el cultivo de pastos en la huerta para evitar que el suelo elimine los nutrientes y proporcionar materia orgánica, utilización de composta para la adición de materia orgánica, realizar una fertilización sustentada en análisis foliares y suelo acorde al estado fisiológico de la planta, asimismo no abusar de las fertilizaciones nitrogenadas (Janardhan, *et al.* 2021).

3. MARCO CONCEPTUAL

La agricultura moderna es insostenible a largo plazo, su práctica resulta en la degradación de los recursos naturales de los que depende la agricultura: suelo, agua y diversidad genética. El trabajo manual se minimiza y se maximiza el uso de insumos con fuerte base tecnológica para incrementar la eficiencia y productividad. Las técnicas de monocultivo se combinan con otras prácticas como la labranza

² Pérdida del suelo por erosión hídrica, presencia de deslizamientos, surcos, cárcavas y/o pérdidas de cobertura, productividad del suelo, producción de los cultivos, implementación de prácticas de conservación.

intensiva, el control químico de plagas y la aplicación de fertilizantes sintéticos (Gliessman, 2002).

Las buenas prácticas agrícolas son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medio ambiente, mediante métodos ecológicamente seguros y económicamente factibles traducidos en la obtención de productos alimenticios y no alimenticios más inocuos y saludables para el autoconsumo y el consumidor (FAO, 2006).

El desarrollo agrícola implica la transformación física de los paisajes y de los ecosistemas, es esencial adoptar estrategias que enfatizan métodos y procedimientos para lograr un desarrollo ecológicamente sustentable. La agroecología define los principios ecológicos para desarrollar sistemas de producción sustentables. La agroecología tiene un enfoque nuevo al desarrollo agrícola más sensible a las agriculturas locales (Altieri, et al. 2000).

La mayoría de los agrosistemas tradicionales comparten seis rasgos característicos: 1) niveles muy altos de biodiversidad, 2) sistemas ingeniosos de conservación y de gestión de recursos edáficos e hídricos a nivel paisaje, 3) sistemas agrícolas diversificados que ofrecen una gran variedad de productos para la soberanía alimentaria local y nacional, 4) agrosistemas que poseen resiliencia para minimizar los riesgos ante la variabilidad y la estocasticidad, 5) agrosistemas alimentados por sistemas de conocimiento tradicionales con constantes innovaciones de nuevas tecnologías campesinas y 6) valores culturales fuertes y formas de organización social colectivas (Rosset y Altieri, 2018).

Las agroecologías emancipadoras tienen procesos sociales muy diferentes a lo que hoy se hace desde la institucionalidad, su expansión y construcción colectiva obedecen a otra manera de trabajo. Una agroecología no-autónoma y no emancipadora deja intacto muchos de los graves problemas creados por la revolución verde y la agricultura industrial, pues la matriz tecnológica es sólo una de las cosas que deben cambiarse. Las agroecologías emancipadoras plantean la redistribución de los medios de producción, desde una perspectiva popular, campesina, indígena, feminista y despatriarcalizada. Las agroecologías

emancipadoras intentan tejer relaciones sociales y económicas muy diferentes a las que dominan en el sistema agroalimentario capitalista (Giraldo y Rosset, 2021).

La agroecología y la soberanía alimentaria tendrían que iniciar a identificar e intervenir a la resistencia a la transición agroecológica para que se vaya incrementando la apropiación de prácticas agroecológicas reconociendo los saberes ancestrales localizados y revalorando la transmisión generacional de este conocimiento. Mantener un sentido contrahegemónico vinculado al paradigma de la soberanía alimentaria que propone la reestructuración del actual orden alimentario ubicando en el centro a millones de familias campesinas y a los consumidores a través de mecanismos de intercambio como son los circuitos cortos de comercialización (Heredia y Hernández, 2022).

Actualmente existen suficientes evidencias en el Estado de México en torno a los beneficios de la agroecología en contextos rurales principalmente. El grupo de Mujeres Cosechando de Temoaya, Estado de México representa un caso de éxito en cuanto a la producción y comercialización sostenible agrícola, empezó a implementar prácticas agroecológicas y sus integrantes han adquirido conocimientos por transmisión de sus familiares y por capacitación de actores externos a la localidad. Un grupo que lleva más de 20 años adquiriendo conocimientos de prácticas agroecológicas teniendo productos tangibles como la producción de hortalizas y verduras e intangibles como el empoderamiento y la autoestima de las integrantes del grupo (Garduño et al., 2022).

El Centro Mundial de Agroforestería describe a los Sistemas Agroforestales como una práctica de uso de suelo donde las especies leñosas perennes interactúan biológicamente con cultivos y/o ganado en el mismo espacio, con el propósito de diversificar y optimizar la productividad, teniendo en cuenta el principio de sostenibilidad. La integración de árboles o arbustos con otros elementos de la agricultura puede aumentar la fertilidad del suelo, reducir la erosión, mejorar la calidad del agua y aire, favoreciendo la biodiversidad (Casanova et al., 2016).

Los huertos de traspatio o familiares son un ecosistema que incluye humanos, plantas, animales, suelo y agua, integrados con árboles que cumplen con papeles ecológicos clave. Una mezcla de plantas anuales y perennes de diferentes

alturas forman tratos de vegetación similares a la estructura de los bosques naturales. Son los tipos de agrosistemas más complejos y diversos que nos pueden enseñar sobre cómo manejar los recursos para lograr una agricultura sostenible (Gliessman, 2002).

La agricultura convencional es la de mayor escala y se enfoca en el monocultivo, emplea maquinaria agrícola, agroquímicos y riego, pero no debe dejarse de lado la importancia de la agricultura tradicional como medio de sustento de las familias rurales campesinas y la agricultura orgánica que cubre una creciente demanda de productos certificados. La agricultura puede considerarse como un trabajo por cuenta propia y generar beneficios económicos e intangibles para quienes la practican, pero no es la primera opción en la que piensa la población joven al insertarse en el mercado laboral (Sandoval et al., 2022).

El proyecto Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) en la zona mazahua del noreste del Estado de México inició en 2017 apoyado por organismos no gubernamentales, que como objetivo principal tenía asegurar la alimentación saludable para la comunidad, su implementación ha ayudado a la mejora del suelo y en la promoción de diversificación de cultivos, siendo esta una actividad complementaria que diversifica la obtención de recursos del hogar (Balcazar et al., 2023).

Los cultivos agroecológicos y los sistemas agroforestales ofrecen beneficios como el aumento de la biodiversidad, mejora de la resiliencia de los sistemas agrícolas, conservación de agua, evita la erosión del suelo, incorporación de materia orgánica, reduce la incidencia de plagas y enfermedades, menor necesidad a insumos externos como fertilizantes y químicos sintéticos. Además de promover la autonomía, gobernanza e identidad entre los productores.

Ramírez (2023), menciona que la demanda mundial de cultivos agrícolas como el aguacate ha ocasionado la expansión y la intensificación agrícola, dos factores que causan la pérdida de la biodiversidad. En el municipio de Salvador Escalante, estado de Michoacán, el 40% de su superficie está plantada de aguacate sustituyendo la agricultura de temporal, todo esto ha generado impactos en la

biodiversidad y los servicios ecosistémicos, más las sinergias con los impactos económicos y sociales.

Las prácticas agrícolas en la región de dos municipios Temascaltepec, y Coatepec de Harinas, en el Estado de México son en términos generales eficientes; sin embargo, el productor requiere de paquetes tecnológicos que le permitan hacer frente a los aspectos de control de plagas, malezas y enfermedades en su cultivo. Las plagas que enfrentan en los árboles son barrenador de ramas y tallo entre otras. Los elementos requeridos para disminuir el factor de restrictivos que enfrenta el sistema productivo se refieren a la necesidad de realizar un programa de transferencia de tecnología y capacitación continuo, que detecte las necesidades del productor, con la finalidad de mejorar la producción y la productividad, así como minimizar los riesgos que se tienen en el sistema-producto (Sangerman, 2014).

Un agricultor que utiliza prácticas agrícolas sostenibles sabe que la agricultura es más que una actividad productiva que tiene como meta aumentar la producción y que debe mantener las condiciones adecuadas para la sostenibilidad a largo plazo (Gliessman, 2002). Al realizar una búsqueda en Internet acerca de las buenas prácticas agrícolas, es común encontrar ligas que dan acceso a videos alojados en YouTube, lo anterior seguramente es el resultado de qué las buenas prácticas agrícolas están pensadas para difundirse de una manera más atractiva, rápida y eficiente para facilitar la divulgación. En los siguientes párrafos se muestran casos de éxito de producciones agroecológicas.

Desde 2020, la cooperativa de COINACHI ubicada en Chichicastenango, El Quiché; Guatemala utiliza prácticas en la producción de aguacate Hass como: la conservación de suelo y agua, captación de agua, zanjas, sistemas agroforestales y la diversidad productiva. Las buenas prácticas agrícolas han logrado un crecimiento del 75% en ganancias, utilizan sistemas agroforestales, operan tres cuartos fríos con energía solar y están por implementar una fábrica para elaborar bioinsumos. Como parte de la cultura maya-K'iche combinan las nuevas tecnologías con sus conocimientos ancestrales, en 2023 la cooperativa logró la certificación GLOBALG.A.P por las buenas prácticas agrícolas (UICN, 2024).

El Corredor Seco Centroamericano es una de las regiones de América Central (sur de México a Costa Rica) más afectadas por los fenómenos climáticos extremos, a causa de la escasez de agua y la degradación por uso de agroquímicos no se obtenían buenos rendimientos, empezaron a producir hortalizas con prácticas agroecológicas. Los habitantes de San Miguel, El Salvador sembraron tomate, chile, pepino con la capacitación en técnicas agroecológicas y elaboración de abono orgánico por parte de la FAO y el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal del Salvador. Dentro de los beneficios que se han visto es que se aprovecha el recurso hídrico, se reducen los costos, se obtienen productos de calidad y se generan ingresos (FAO, 2020).

ASOHOFRUCOL una organización gremial y agroempresarial que representa los intereses de los productores hortofrutícolas colombianos, maneja lo que llaman Agricultura Tropical que implica desarrollar estrategias, herramientas y prácticas agrícolas que favorezcan la robustez del agrosistema que conduzca a mantener la sanidad y garantizar que como un todo genere los servicios ecosistémicos inherentes a la naturaleza. Nos muestra la experiencia de La Finca Alto del Tronio, en el municipio de Villamaría, Caldas que pasó de un modelo de manejo convencional con costos muy elevados y abuso de pesticidas a un modelo de agricultura tropical para reducir costos, manejo de plagas y enfermedades, que los árboles no tengan límites máximos de residuos y recuperación de suelos, contando con certificaciones como Global G.A.R, RAINFOREST y registro ICA predio exportador (TvAgro, 2024).

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En San Miguel Tecamatlán, la transición de cultivos tradicionales (maíz, calabaza, frijol) hacia el monocultivo de aguacate ha generado cambios significativos en la cobertura y uso del suelo, incluyendo la deforestación de áreas forestales para fines agrícolas. Este modelo ha intensificado problemas como la proliferación de plagas y enfermedades, el incremento en el uso de agroquímicos (fungicidas y plaguicidas)

y fertilizantes al suelo que contaminan fuentes hídricas, y la degradación ambiental que amenaza la biodiversidad local. Estas prácticas, según observaciones de campo (Investigación personal, 2023), comprometen la sostenibilidad del cultivo, afectando tanto el bienestar socioeconómico de los productores como el equilibrio ecológico de la zona.

Entre los 25 productores de aguacate de la localidad, se identificaron desafíos clave mediante diálogos informales (Comunicaciones personales, septiembre-noviembre 2023). El principal es la resistencia de la roña (*Sphaceloma perseae*) a fungicidas tradicionales, lo que reduce la calidad del fruto y obliga a venderlo a precios menores. Otro factor crítico son las sequías prolongadas (febrero-abril), que causan estrés hídrico y caída de flores, disminuyendo el rendimiento. Adicionalmente, el alto costo de fertilizantes limita su acceso, resultando en frutos de menor tamaño y valor comercial.

Un asesor técnico local señaló que solo el 30% de los productores cuenta con capacitación para manejar adecuadamente sus cultivos, destacando la incidencia de roña, podredumbre (*Colletotrichum spp.*), araña cristalina (*Oligonychus perseae*) y barrenador como problemas recurrentes (Comunicación personal, noviembre 2023). Desde la perspectiva industrial, un trabajador de la empacadora Agroimpulsora Mexiquense S.A de C.V. reportó que los daños más frecuentes en el fruto incluyen roña, golpe de calor, antracnosis y lenticelosis en épocas húmedas, lo que reduce el precio pagado a los productores, excepto en casos de podredumbre avanzada, donde el fruto se descarta (Comunicación personal, noviembre 2023).

Estos hallazgos subrayan la urgencia de implementar estrategias integrales que combatan la resistencia a fungicidas, optimicen el uso de recursos hídricos y promuevan prácticas sostenibles, asegurando la viabilidad económica y ambiental del aguacate en Tecamatlán.

5. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de aguacate en el municipio de Tenancingo y en la población de Tecamatlán ha registrado un crecimiento económico notable en la última década, expandiéndose en superficie y generando ingresos significativos. Sin embargo, este crecimiento ha acarreado desafíos ambientales y sociales críticos, como el cambio de uso de suelo, la deforestación de áreas forestales, la contaminación de fuentes hídricas por agroquímicos y la expansión descontrolada de huertas. En Tecamatlán, además, se enfrentan problemáticas específicas: escasez de agua para riego, desvío de agua potable hacia las huertas, pérdida de biodiversidad en zonas cultivadas y alta incidencia de plagas como la roña (*Sphaceloma perseae*) y enfermedades como la podredumbre (*Colletotrichum spp.*).

Frente a estos retos, la producción sustentable de aguacate emerge como una necesidad urgente. Este enfoque no sólo mitiga los impactos ambientales, sino que garantiza la viabilidad a largo plazo del cultivo. La conservación de ecosistemas locales, mediante la reforestación de barrancas y la creación de corredores biológicos, protege la biodiversidad y previene la erosión del suelo. La gestión eficiente del agua, con técnicas como captación de lluvia y riego por goteo, el acolchado y uso de coberturas orgánicas, reduce la presión sobre recursos hídricos limitados. Además, el control agroecológico de plagas —mediante insectos benéficos, biofungicidas y rotación de cultivos— disminuye la dependencia de agroquímicos sintéticos, preservando la salud del suelo y reduciendo costos.

La capacitación técnica a productores es clave para implementar prácticas como podas adecuadas, fertilización basada en análisis de suelo y manejo integrado de enfermedades. Estas acciones, combinadas con el uso de insumos locales y abonos orgánicos, no solo mejoran la rentabilidad al reducir gastos en insumos externos, sino que abren oportunidades en mercados que valoran productos sostenibles. Adoptar un modelo regenerativo en Tecamatlán podría convertir al aguacate local en un referente de equilibrio entre productividad y conservación, asegurando recursos naturales para futuras generaciones y fortaleciendo la identidad cultural ligada a la tierra. La sustentabilidad, así, se erige como un pilar

indispensable para un desarrollo agrícola que beneficie a la comunidad, la economía y el ambiente de manera integral.



Figura 4. Terreno preparado para la plantación de aguacate 2025. Fuente: personal.



Figura 5. Barranca situada entre parcelas, con presencia de flora y fauna. Fuente: personal



Figura 6. Plantación de aguacate de 15 años. Fuente: personal.

6. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un manual de buenas prácticas aplicable a los productores de aguacate en la comunidad de San Miguel Tecomatlán, Tenancingo, Estado de México.

6.1. Objetivos específicos

- Diagnosticar la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de aguacate en conjunto con los productores de San Miguel Tecomatlán.
- Identificar las buenas prácticas agrícolas de los productores en San Miguel Tecomatlán.
- Identificar opciones orgánicas y extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades.
- Relacionar la fenología del aguacate en el Estado de México con las épocas de aplicación de productos preventivos para el control de plagas y enfermedades.

7. METODOLOGÍA

El Trabajo Terminal de Grado se realizó utilizando un enfoque cualitativo de investigación. Las técnicas que se utilizaron fueron la entrevista, la observación y el registro de notas y fotografías. Para cumplir con el primer objetivo, se diseñó un guión de entrevista y se entrevistó a 25 productores. El guion permitió recuperar información sobre la edad y sexo de los productores, la superficie sembrada, el número de árboles, edad de los árboles, variedad de los mismos, fertilización, control de malezas, control manejo de plagas y enfermedades, manejo químico, tipo de riego y frecuencia, daños a la cosecha y comercialización.

Para el segundo objetivo, se realizaron ejercicios de observación que se complementaron con entrevistas. Con ambas herramientas se obtuvieron datos sobre coberturas vegetales, fertilización con abonos orgánicos, asociación del cultivo de aguacate con otros cultivos, control biológico de plagas y enfermedades, acolchados para control de humedad y uso de barreras para plagas y enfermedades.

Para alcanzar el tercer objetivo, se utilizó la metodología *Preferred Reporting Items for Systematics reviews and MetaAnalysis* (PRISMA) para buscar artículos científicos en las siguientes bases de datos: 1) Google académico, 2) Redalyc, 3) Scielo y, 4) Scopus. Las palabras clave que se utilizaron fueron: “extractos vegetales para el control de *Oligonychus perseae*”, “extractos vegetales para el control de *Tretranichus urticae*”, “extractos vegetales para el control de *Scirtotrips perseae*”, “extractos vegetales para el control de *Colletotrichum gloeosporioides*” y “extractos vegetales para el control de *Sphaceloma perseae*”.

Por último, para conseguir el cuarto objetivo se construyó un cuadro comparativo con la presencia de plagas en la comunidad y la fenología del Estado de México. De esta manera, se logró establecer las fechas de aplicación preventivas y se corroboró la información con visitas de campo a las huertas de aguacate.

El manual de buenas prácticas agrícolas se desarrolló con el fin de plasmar los conocimientos que los productores han adquirido en el manejo del cultivo de aguacate y los que se han transmitido a lo largo de los años aplicados a otros

cultivos, la construcción del manual se realizó con la información que se recolectó en las visitas de campo y pláticas con productores acerca del manejo de sus huertas. Solo se tomó en cuenta las plagas y enfermedades que se detectaron en la zona. El manual está basado en buenas prácticas agrícolas encaminadas a la conservación de los recursos naturales, no promueve otras prácticas agrícolas que no sean amigables con el medio ambiente.

8. RESULTADOS

En esta sección del Trabajo Terminal de Grado se presentan los resultados obtenidos durante los trabajos de campo en donde se entrevistó a 25 productores de aguacate y se preguntó la edad y sexo como únicos datos demográficos, la realización de otra actividad diferente a la agricultura, datos y manejo del cultivo.

El rango de edad de los productores entrevistados es de 25 a 72 años con un promedio de 51 años y la mayoría de los productores tienen otras actividades diferentes a la producción de aguacate por lo que muestra que es una actividad complementaria a las diferentes actividades realizadas por el productor.

Cuadro 2. Información de las personas productoras

Id	Sexo	Edad	Realiza otra actividad además de la agricultura
1	Masculino	60	Sí
2	Femenino	42	Sí
3	Masculino	34	Sí
4	Masculino	64	Sí
5	Masculino	33	Sí
6	Masculino	28	Sí
7	Masculino	62	Sí
8	Masculino	58	Sí
9	Masculino	32	Sí
10	Masculino	45	No
11	Masculino	58	Sí
12	Masculino	68	No
13	Masculino	48	Sí

Id	Sexo	Edad	Realiza otra actividad además de la agricultura
14	Masculino	25	Sí
15	Masculino	55	Sí
16	Masculino	47	Sí
17	Masculino	64	Sí
18	Masculino	72	Sí
19	Masculino	44	Sí
20	Masculino	63	No
21	Masculino	68	No
22	Masculino	38	Sí
23	Masculino	30	Sí
24	Masculino	63	No
25	Masculino	66	No

Fuente: trabajo de campo.

8.1. Datos del cultivo

Durante el trabajo de campo se entrevistó sólo a productores de pequeña escala, esto es aquellos productores que poseen como mínimo 20 árboles de aguacate y hasta 300 árboles (ver cuadro 3). En la mayoría de los casos, la variedad que se cultiva es 'Hass'. La edad de las huertas se encuentra en el rango de 1 a 20 años y, la mayoría de los productores no cuenta con asesoría técnica para el manejo del cultivo de aguacate.

Cuadro 3. Información sobre las huertas.

Id.	Superficie (m²)	Árboles	Variedad	Edad de la huerta	Asesoría técnica
1	6,000	130	'Hass' mejorado	3	Sí
2	5,000	120	'Hass' y 'Hass' mejorado	10	Sí
3	200	20	'Hass'	2	No
4	7,000	170	'Hass' y criollo	10 y 5	Sí
5	6,000	100	'Hass', Flor de María y Méndez	5 y 2	No
6	20,000	100	'Hass' mejorado	5	No
7	4,200	105	'Hass'	6	Sí

Id.	Superficie (m²)	Árboles	Variedad	Edad de la huerta	Asesoría técnica
8	700	100	'Hass'	4	No
9	10,000	300	'Hass'	9	Sí
10	20,000	300	'Hass' y 'Hass' mejorado	12	No
11	8,000	200	'Hass'	16	No
12	2,000	50	'Hass' mejorado	15	Sí
13	10,000	300	'Hass'	15	No
14	6,000	70	'Hass'	3	No
15	10,000	200	'Hass' y 'Hass' mejorado	8	No
16	8,000	150	'Hass'	3	No
17	3,000	101	'Hass'	8	Sí
18	6,000	200	'Hass'	20	No
19	9,000	150	'Hass' y 'Hass' mejorado	12	No
20	5,000	100	'Hass'	9	Sí
21	400	25	'Hass'	4	No
22	6,000	130	'Hass' y Fuerte	15	No
23	8,000	120	'Hass'	1	No
24	6,000	100	'Hass'	8	Sí
25	10,000	200	'Hass'	20	No

Acotación: Se le llama 'Hass' mejorado a las variantes de la variedad 'Hass'.

Fuente: trabajo de campo.

8.2. Plagas y enfermedades

A través de las entrevistas con la población productora, se obtuvo información sobre las plagas y enfermedades que afectan al cultivo del aguacate e información sobre la forma de control. Además, se realizó una evaluación de las principales plagas que están presentes en la zona mediante observación directa de signos y síntomas. La frecuencia de las fumigaciones no presenta una tendencia o patrón claro. En realidad, los productores realizan sus fumigaciones de manera quincenal, mensual, bimestral e incluso hay quienes las realizan de manera semestral.

Cuadro 4. Plagas, enfermedades y tratamientos en árboles de aguacate

Id.	Tipos de plaga	Enfermedades	Agroquímicos utilizados	Uso de productos naturales para controlar plagas y enfermedades
1	3, 4	Sin dato	Malatión	No
2	1, 4,	Podredumbre, Roña	Insecticidas y fungicidas	No
3	1, 2	Roña, problemas de raíz	Fertilizante	No
4	1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	Roña, problemas de raíz	Insecticida y fungicida	Sí
5	3	Roña	Biofertilizantes orgánicos	Sí
6	2 y 3	Problemas de raíz y roña	Fungicidas para la roña	Sí
7	1, 2, 3 y 4	Problemas de raíz	Los que me indica el técnico	Sí
8	1 y 4	Roña y problemas de raíz	Insecticidas y fungicidas	Sí
9	1, 4	Roña y podredumbre	Insecticidas y fungicidas	No
10	1	Roña	Insecticidas y fungicidas	Sí
11	1, y 4	Roña	Insecticidas, fungicidas y herbicidas	No
12	1 y 4	Roña y podredumbre	Insecticidas y fungicidas orgánicos	Sí
13	1 y 4,	Podredumbre y roña	Insecticidas y fungicidas	No
14	1 y 2	Podredumbre y roña	Insecticida	No
15	1	Roña	Insecticidas y fungicidas	No
16	1	Están chicos los árboles	Insecticidas	No
17	1, 2, 3 y 4	Roña y podredumbre	Malatión, 40-40, bayfolan y benomilo	No
18	1, 2, 3, 4 y 8	Roña, podredumbre y varicela	Cobre, azufre y malatión.	No
19	1 y 4	Roña	Fungicida	No
20	3 y 5	Roña	Malatión	No
21	1	Sin dato.	Ninguno	No

Id.	Tipos de plaga	Enfermedades	Agroquímicos utilizados	Uso de productos naturales para controlar plagas y enfermedades
22	1 y 3	Roña y podredumbre	Malatión y benomilo	No
23	1	Amarillamiento	Sulfato de cobre	No
24	1 y 3	Roña	Insecticidas y fungicidas	Sí
25	1 y 4	Roña y podredumbre	Cercobín y malatión	No

Acotaciones: 1 *Oligonychus perseae* (Araña cristalina), 2 *Tretranichus urticae* (Araña roja), 3 *Copturus aguacatae* (Barrenador), 4 *Scirtotrips perseae* (Trips), 5 Agallador, 6 Tristeza del aguacate, 7 Golpe de calor, 8 *Collecotrichum* (Chaguanin o mancha de chapopote).

Fuente: trabajo de campo.

Durante las entrevistas, no todos los informantes mencionaron el tratamiento específico que utilizan para combatir las plagas y enfermedades. Sin embargo, los tratamientos más utilizados y reportados en otros trabajos incluyen: Cypermetrina, Abamectina, Malation, Cobre, Tiofanato de metilo, Benomilo, Sulfato de cobre.



Figura 7. Plantación de aguacate de productor a gran escala con problema de roña. Fuente: personal.

8.3. Tipo de fertilización y riego

Las 25 huertas de aguacate que se incluyen en este Trabajo Terminal de Grado son de temporal. En el periodo de febrero a mayo se debe realizar el riego de las huertas, porque es la temporada de secas. La frecuencia de riego depende de la disposición de agua. La fertilización está en función de la aparición de las primeras lluvias y la realizan de una a tres veces por año.

Cuadro 5. Tipo de fertilización y riego en las huertas de aguacate.

Id.	Tipo de fertilización	Tipo de riego	Frecuencia de riego
1	Abono, fertilización y mejora	Sin dato	1 vez por semana
2	Abono y fertilización foliar	Pozo y arroyo	Cada 20 días
3	Fertilización foliar	Sin dato	Cada tres días
4	Abono, fertilización y mejora	Ninguna	De una a dos veces
5	Fertilización foliar y mejora	Pozo y compra de pipas de agua	Cada 20 días o hasta el mes
6	Abono y mejora	Ninguna	En la temporada de secas. Los aguacates de menos edad, 10 litros cada 15 días.
7	Abono y mejora	Riego	Cada 15 días
8	Abono, fertilización foliar y mejora	Arroyo	Cada 20 días
9	Abono y fertilización foliar	Arroyo	Una vez cada 15 días
10	Abono, fertilización foliar y mejora	Pozo	Cada 15 días
11	Abono y fertilización foliar.	Tinacos de agua	Cada mes
12	Mejora	Geomembrana	Cada ocho días
13	Abono y mejora	Una garrafa de agua	Cada ocho días
14	Abono	Ninguna	No los riego

Id.	Tipo de fertilización	Tipo de riego	Frecuencia de riego
15	Abono y mejora	Compra de pipa	Cada 20 días
16	Mejora;	Arroyo	Cada ocho días
17	Abono, fertilización foliar y mejora	Pozo de agua	Cada 20 días
18	Abono y mejora	Ninguna	No los riego
19	Abono, fertilización foliar y mejora	Llevo tinacos de agua	cada 20 días
20	Abono, fertilización foliar y mejora	Toma de agua	Cada 8 días
21	Abono y mejora	Agua potable	cada 15 días
22	Abono, fertilización foliar y mejora	Pozo	cada 15 días
23	Abono y mejora	Pozo	Cada 8 días
24	Abono, fertilización foliar y mejora	Pozo	Cada 8 días
25	Abono y mejora	Transportaba recipientes con agua	Cada 25 días

Acotación. Se le llama mejora al estiércol de res o de cerdo y a la gallinaza.

Fuente: trabajo de campo.



Figura 8. Arroyo que abastece en temporada de sequía a algunos terrenos comunales.

Fuente personal.



Figura 9. Geomembrana que abastece en temporada de sequía. Fuente personal.

8.4. Testimonios de la población productora

Una de las fortalezas del presente Trabajo Terminal de Grado se encuentra en el trabajo de campo que se llevó a cabo durante diversas temporadas de 2023 a 2025. En dicho trabajo, se logró entrevistar a los 25 productores. Cada uno relató una breve historia de su huerta, así como las principales plagas, enfermedades y maneras de tratarlas. En reconocimiento al tiempo que otorgaron los informantes, a continuación se presenta un extracto de los testimonios que dejan ver el panorama actual de la producción de aguacate en Tecamatlán.

Caso 1. Javier (Productor 13)

Javier es un productor de aguacate que nació en Tecamatlán. Él tiene 60 años de edad y durante 30 años se dedicó a la docencia en una escuela primaria de Tenancingo. Él trabajó en el H. Ayuntamiento de Tenancingo por algunos años y tenía la idea de vender en un mercado propio para los aguacateros de la zona, pero esto no se concluyó a pesar de tener las instalaciones prestadas por el municipio. Al principio se invitaron a comerciantes a vender en el mercado, sin embargo, había

pocos productores y algunos se desesperaron y se regresaron a donde vendían, a pesar de que es sobre la calle y no cuentan con ninguna instalación.

El terreno donde don Javier tiene sus aguacates es de su propiedad y lo utiliza para este cultivo desde aproximadamente 15 años, en el terreno hay alrededor de 300 árboles de la variedad 'Hass'. Las principales plagas y enfermedades que él menciona son la roña y la araña cristalina, las cuales las controla con benomilo (fungicida para el control de hongos) y cypermctrina (insecticida). El aguacate lo comercializa en Tenancingo con personas que ya conoce.

Caso 2. Daniel (Productor 6)

Daniel tiene 28 años, él es soltero y estudió en la Escuela Normal de Tenerife para ser profesor en el nivel primaria, actualmente da clases en tercer año. Hasta donde recuerda sus abuelos se dedicaban a la agricultura, de lunes a viernes trabaja en una escuela primaria que queda a 2 horas de su domicilio en la comunidad de Santiago Tianguistenco, su papá es el que lo apoya entre semana con la huerta de aguacate. Cuenta con una superficie de 2 hectáreas y 200 árboles sembrados de variedad Hass mejorado.

En la huerta de él y su papá tiene árboles de 5 y 10 años, al preguntarle porque decidieron cultivar aguacate contesta que porque en ese tiempo decían que se obtenían buenas ganancias y luego un programa de gobierno en donde nos vendieron 50 árboles y de ahí fuimos comprando cada año 20 árboles más. Menciona que no recibe ninguna asesoría técnica ni capacitación. Controla su maleza con herbicidas (glisofato) los problemas que ha presentado la huerta son: araña roja, barrenador, problema de raíz y roña. Ocupa fungicidas para la roña haciendo una aplicación cada 2 meses, dentro de su fertilización utiliza abono y mejora. Comercializa su aguacate en Tenancingo y con compradores de aguacate que llegan a los campos agrícolas, platica que los compradores de aguacate son de Michoacán y que se tienen que poner listos a la hora de que les pesan las arpillas ya que en una ocasión les habían pesado menos aguacate.

Caso 3. Gabriel P. (Productor 5)

Gabriel es originario de San Miguel Tecamatlán, tiene 33 años y se dedica a la porcicultura y lombricultura. Platica sobre la lombricomposta dónde menciona que le ha dado muy buenos resultados ya que él aplica pocos productos químicos como los insecticidas a su cultivo y no ha tenido muchos problemas de enfermedades. Para la realización de su composta pide todos los desechos de fruta y verdura a una tienda de Tecamatlán y lo combina con estiércol de puerco y borrego.

Cuenta con una superficie de 6000 m² en donde tiene 100 árboles de las variedades 'Hass', 'Flor de María' y 'Hass' mejorado, la edad de la huerta es de 5 a 10 años, ya que ha ido sembrando sus árboles poco a poco. No cuenta con ninguna asesoría técnica, entre sus principales problemas está el barrenador y la roña, el problema principal en el fruto es el daño por roña. Platica que sí ha ocupado bio fertilizantes orgánicos ya que él los realiza con lombricomposta la frecuencia de sus aplicaciones es de uno a dos meses. Para su fertilización utiliza foliar y mejora. Para el riego de su huerta en la temporada de sequía utiliza el agua de un pozo y compra pipas de agua, con una frecuencia de 20 días a un mes. El aguacate lo comercializa en Tenancingo.

Caso 4. Samuel (Productor 1)

Samuel es originario de San Miguel Tecamatlán su edad es de 60 años, solo se dedica a la agricultura, ya que es jubilado porque fue profesor. Él tiene una superficie de 6000 m², terreno que le heredó su papa y cuenta con 130 árboles de aguacate de la variedad 'Hass' mejorado, su huerta tiene la edad de tres años. También cuida una huerta de un amigo que vive lejos de la comunidad, para esto contrata a una persona de planta para las labores de deshierbe, riego y fumigación. Las principales plagas que le afectan son trips y barrenador, lo que controla con malatión. En temporada de sequía riega cada semana con agua de un pozo. El aguacate lo vende en Tenancingo.

Caso 5. Gabriel C. (Productor 17)

Gabriel es originario de San Miguel Tecomatlán, tiene 64 años y su padre se dedicaba a la agricultura y le dejó un terreno. Él fue maestro y está jubilado, con dinero de su jubilación plantó 100 árboles de aguacate de la variedad 'Hass' en su terreno con una superficie aproximadamente de 6000 m², la edad de su huerta es de 9 años. Menciona que se animó a sembrar aguacate porque un hermano le comentaba, que sembrara algo en su terreno y que el aguacate era buena opción, el terreno en donde sembró era de su papá y tenía aguacate criollo. Actualmente se dedica a la agricultura y amenizar en fiestas porque es integrante de una rondalla local.

Las principales plagas y enfermedades que tiene su cultivo son: araña cristalina, barrenador y roña. Cuando tiene algún problema en su huerta recibe asesoría técnica de un ingeniero agrónomo. Su aguacate lo vende afuera de un local donde vende su esposa desayunos escolares y cuando produce mayor cantidad se lo vende a un "coyote". En temporada de sequía riega cada 8 días, ya que cuenta con agua de una poza de captación de agua de lluvia.

Caso 6. José

José es originario de San Miguel Tecomatlán, él tiene 45 años y su padre se dedicaba al oficio del pan. Él se fue con su esposa alrededor de cinco años a Estados Unidos con el fin de capitalizarse y comprar terrenos para sembrar aguacate. En la actualidad cuenta con 300 árboles en una superficie de aproximadamente 2.5 hectáreas, la edad de su huerta es de 12 años y él solamente se dedica a la agricultura, por lo que ocasionalmente contrata a una persona que le ayude. Las principales plagas que tiene son la roña y la araña cristalina, no cuenta con asesoría técnica y su aguacate lo vende con un señor que tiene una bodega en Mexicaltzingo, Estado de México.

Caso 7. Eugenio (Productor 12)

Eugenio es originario de Tecomatlán tiene 68 años, sus padres se han dedicado a la agricultura y tiene una huerta de 50 árboles con una edad de 15 años, él sembró la variedad Hass mejorado. Platica que recibió hace algunos años asesoría en Villa

Guerrero, Estado de México sobre agricultura orgánica y que le ha servido mucho para el manejo de su huerta. Platica de lo mucho que le gusta el campo y que también siembra maíz y chícharo. Su aguacate lo vende en Tenancingo y con “coyotes” que llegan a las huertas.

Caso 8. Efraín

Efraín es originario de San Miguel Tecomatlán, tiene 44 años, su padre y hermanos se dedican a la agricultura, tiene algunos animales de engorda que cría a libre pastoreo, tiene 150 árboles de la variedad ‘Hass’ y ‘Hass’ mejorado desde hace 12 años, al preguntarle porqué se decidió a sembrar árboles comenta: hace 23 años el patrón de mi papá Don Juan le decía que plantara árboles, pero por falta de dinero pues no los compro y pues hasta que pude compre unos árboles, mis hermanos también tienen los suyos.

El riego de sus árboles en temporada de sequía los realiza con tinacos de agua cada 20 días, pero menciona que hay años que no los riega porque ya están grandes y aguantan más. El principal problema que tiene es la roña y cada cuatro meses fumiga sus árboles. La fertilización la realiza con abono inorgánico y mejora de animal, compra 30 bultos de mejora animal, el costo de cada bulto es de cincuenta pesos M/N. El aguacate lo vende en el mercado de Tenancingo,

Caso 9. Yesenia

Yesenia es originaria de San Miguel Tecomatlán, tiene 44 años, su padre y abuelo se dedicaban a la agricultura. Ella estudió en Toluca secretaria bilingüe, se casó y se fue a vivir 15 años a Ciudad de México donde ejercía su profesión. En este periodo de tiempo mandó a plantar unos árboles de aguacate de la variedad ‘Hass’ en un terreno que le heredó su papá y en el que su abuelo había sembrado árboles de aguacate criollo. Actualmente su fuente de ingresos es una lavandería y algunos trabajos relacionados con su carrera.

Al preguntarle por qué decidió comprar árboles de aguacate me dijo: “por pensar que es lo que va a pasar mañana. Creo que eso me lo heredaron de mis abuelos, mis padres, en mi casa tengo naranjas, granadas, duraznos, ciruela roja y

nopales”. Yesenia dice que cuenta con dos terrenos en los que tiene aguacate uno heredado y otro que compró, menciona que ha recibido ofertas para que les venda su terreno, pero las ha rechazado.

Ella comenta que: “es difícil ser mujer productora porque te quieren ver la cara porque los hombres son tan machistas, es difícil que te escuchen y algo en línea recta te hacen que des mucha vuelta, piensan que no debemos estar ahí “.

No cuenta con asesoría técnica le aplica lo que parientes o vecinos le dicen, no aplica ningún herbicida y en la temporada de sequía se riegan los árboles con garrafones con agua de pozo. Los aguacates los comercializa en la empacadora Agroimpulsora Mexiquense S.A de C.V y también los vende afuera de la lavandería del pueblo. Ella menciona que tiene sus árboles descuidados e invierte en el abono y en pagar a trabajadores para fumigarlos y cortar la maleza.

Caso 10. Dolores

Dolores es originaria de San Miguel Tecomatlán, tiene 43 años y es Licenciada en educación con 21 años trabajando en preescolar. Platica que sembró 20 árboles de aguacate de la variedad ‘Hass’ mejorado, pero actualmente ya no cuenta con ellos, no recuerda exactamente hace cuanto tiempo los sembró, pero fue hace 5 o seis años. Menciona que por falta de tiempo y de quien se los cuidara los abandonó. Al principio contrato a una persona que se los cuidara, pero esta persona atendía árboles de su hermano y ya no se los cuidó. Para regarlos llevaba un tinaco utilizando bomba y cubetas.

Al preguntarle sobre las complicaciones que había tenido como mujer productora, contesta que ninguna, ya que pensaba que no era por el hecho de ser mujer, sino por la gente envidiosa, ya que le machetearon sus árboles. Platica “no es difícil tener árboles, creo que siempre hay un gusto, sin embargo, en ocasiones el trabajo te absorbe, me decidí a sembrarlos por el gusto de sembrar y mi obstáculo fue el no tener tiempo.



Figura 10. Huerta de aguacate de productor a gran escala. Fuente personal.



Figura 11. Huerta de aguacate con cultivo de maíz. Fuente: personal.



Figura 12. Huerta de aguacate con cultivo de verdolaga. Fuente: personal.



Figura 13. Corte de maleza manual. Fuente: personal.

9. DISCUSIÓN

El uso del suelo en los terrenos comunales de la localidad de Tecomatlán, municipio de Tenancingo, Estado de México, es predominantemente agrícola. Durante las últimas décadas, la producción ha experimentado transformaciones significativas, orientándose principalmente hacia el cultivo de aguacate (*Persea americana*). Hace aproximadamente 25 años se inició un proceso de sustitución de diversos cultivos por plantaciones de aguacate, debido a su mayor rentabilidad económica. Aunado a ello, las condiciones edafoclimáticas de la región resultan favorables para su desarrollo, lo que ha permitido un establecimiento exitoso del cultivo en comparación con otras especies que no han mostrado la misma adaptabilidad.

Los productores de pequeña escala, en contraste con los de mayor capacidad productiva, tienden a aplicar con mayor frecuencia prácticas agrícolas sostenibles, ya que se benefician directamente de la diversidad de especies cultivadas en sus huertas. En estos sistemas, además del aguacate, se establecen cultivos como maíz, chícharo, durazno, guayaba, lima, capulín, frijol, haba, tomate, manzana, pera, tejocote, nopal, calabaza, chilacayote y verdolagas, lo que contribuye a fortalecer su soberanía alimentaria. Aquellos productores que poseen ganado suelen permitir el pastoreo dentro de las huertas, razón por la cual evitan el uso de herbicidas químicos. Asimismo, presentan una mayor conciencia respecto al manejo del recurso hídrico, pues muchos de ellos carecen de infraestructura para el bombeo o transporte de agua durante la temporada de sequía.

Algunos productores han incorporado el uso de lombricomposta, fertilizantes orgánicos y fungicidas naturales, obteniendo resultados favorables en cuanto a rendimiento y calidad de los frutos. No obstante, el producto orgánico suele comercializarse al mismo precio que el convencional, lo que limita los incentivos económicos para ampliar dichas prácticas.

En relación con el manejo fitosanitario, las estrategias empleadas son similares entre productores, basándose principalmente en el intercambio de recomendaciones empíricas. Las aplicaciones de productos varían entre dos y seis

meses, en contraste con los grandes productores, quienes realizan tratamientos cada 20 o 30 días. En general, no existe un manejo preventivo formal de plagas y enfermedades; las acciones de control se implementan únicamente cuando se presentan problemas sanitarios, guiándose por la experiencia acumulada dentro de la comunidad.

Las prácticas agrícolas inadecuadas observadas entre algunos productores se atribuyen, en su mayoría, al desconocimiento técnico o a la intención de reducir la carga de trabajo. En este contexto, la elaboración e implementación de un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas constituye una herramienta fundamental que puede enriquecerse con la experiencia local. Aunque las modificaciones derivadas de dicho manual puedan parecer menores, su aplicación ha demostrado ser efectiva para mantener cultivos más sanos, sostenibles y con mejores perspectivas de productividad a largo plazo.

10. CONCLUSIÓN

La producción de aguacate en San Miguel Tecomatlán se ha consolidado como una actividad estratégica para la diversificación de las fuentes de ingreso, el arraigo territorial y como un mecanismo para preservar las tradiciones agrícolas familiares.

La experiencia colectiva de los productores revela avances hacia el desarrollo de una agricultura más resiliente; no obstante, estos progresos se encuentran aún limitados por la falta de organización social, la escasa asistencia técnica especializada y la insuficiencia de políticas públicas de apoyo.

La adopción de la variedad comercial ‘Hass’ y sus variantes mejoradas refleja una creciente orientación hacia la competitividad en los mercados, aunque persisten sistemas de producción de pequeña escala, con alta dependencia del trabajo familiar y del conocimiento heredado de generación en generación.

La implementación de la variedad comercial 'Hass' y sus variantes mejoradas refleja un enfoque competitivo en los mercados, aunque persisten sistemas de producción de pequeña escala, con una notable dependencia del trabajo familiar y del conocimiento heredado de generación en generación.

Es relevante la participación de mujeres productoras, quienes enfrentan retos adicionales derivados de dinámicas socioculturales, lo que evidencia la necesidad de promover la participación y equidad en el área agrícola.

Los resultados permiten concluir que la producción de aguacate en Tecamatlán posee un alto potencial de desarrollo competitivo y sustentable. Para alcanzarlo, será indispensable impulsar la capacitación, acceso a mercados, la sociedad entre productores y la promoción de prácticas agroecológicas que aseguren la sostenibilidad económica, ambiental y social del cultivo a largo plazo.

Los productores a pequeña escala han desarrollado buenas prácticas adaptadas a las condiciones locales, aunque no todos conocen la totalidad de las técnicas implementadas. En este sentido, el manual de buenas prácticas se constituye como un instrumento clave para proteger y estructurar el conocimiento local, reforzar la capacitación de los productores y facilitar la transmisión de saberes a futuras generaciones.

En conjunto, estos hallazgos evidencian que, aunque la producción de aguacate en Tecamatlán posee un alto potencial económico y social, su sostenibilidad futura dependerá de la implementación de estrategias que integren tecnificación, organización en la población, inclusión de género y prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente. La consolidación de estos elementos permitirá no solo mejorar la rentabilidad del cultivo, sino también fortalecer la resiliencia del sistema productivo aguacate y la preservación de los recursos naturales del territorio.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. Á., & Rosset, P. (2018). *Agroecología: ciencia y política*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).
- Balcazar Quiñones, A. P., Moctezuma Pérez, S., Vizcarra Bordi, I. V., & Olascoaga, White L. (2023). Resiliencia y autoorganización del grupo mazahua de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF). *Sociedad y Ambiente*, (26), 1-27.
- Barrientos-Priego, A. F. (2017). Presente y futuro de los portainjertos y variedades de aguacate en el mundo y México. In *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate. Asociación de Productores y Exportadores de Jalisco (APEAJAL)*. Ciudad Guzmán, Jalisco, México (pp. 2-15).
- Borys, M. W., & Leszczyńska, H. (2001). El potencial genético frutícola de la República Mexicana
- Casanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., Parsons, D., Caamal-Maldonado, A., Piñeiro-Vázquez, A. T., & Díaz-Echeverría, V. (2016). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 22(3), 269-284.
- Díaz Castellanos R. (2021) El mercado mundial de aguacate: 60 años del liderazgo de México y su impacto en la próxima década. *The Anáhuac j.* vol.21 no.2 Ciudad de México jul./dic. 2021. Epub 14-Mar-2022.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). (2024). Panorama Agroalimentario Aguacate. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. Subdirección del análisis del sector.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2000). Buenas prácticas agropecuarias para la resiliencia, Corredor Seco Centroamericano.
- Galindo-Tovar, M. E., Milagro-Pérez, P. A., Alejandre-Rosas, J. A., Leyva-Ovalle, O. R., Landero-Torres, I., Lee-Espinosa, H., & Murguía-González, J. (2011). Relaciones genéticas del aguacate (*Persea americana* Mill.) en siete municipios del centro de Veracruz, caracterizadas con microsatélites. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3), 339-346.

- Garduño de Jesus, E. G., Moctezuma Pérez, S., Espinoza Ortega, A., & Juan Pérez, J. I. (2022). Trayectoria socioecológica del grupo Mujeres Cosechando, de Temoaya, Estado de México. *Región y sociedad*, 34.
- García J.D. El aguacate ecológico, Aspectos técnicos, sociales y medio ambientales de su cultivo en Andalucía, Actas V Congreso Mundial en Aguacate. pp 707-712.
- Giraldo, O. F., & Rosset, P. M. (2021). Principios sociales de las agroecologías emancipadoras. *Desenvolvimento e meio ambiente*, 58(0), 708-732.
- Gavito M.E., Merlin Uribe Y, Astier Calderon M, Villamil Echeverri, L y Armendáriz Arnez C. (2022). Manual de manejo de coberturas vegetales en huertas de aguacate. 96 pp. Conacyt, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Gliessman, S. R. (2004). Agroecology and agroecosystems. *Agroecosystems analysis*, 43, 19-29.
- González, A. Y. V. (2017). El pan artesanal de San Miguel Tecamatlán, México. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 4(11), 116-135.
- González, A. Y. V. (2019). Agroturismo: La expo-feria del pan de Tecamatlán, México. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 6(1), 104-115.
- Heredia Hernández, D., & Hernández Moreno, M. D. C. (2022). Resistencia a la transición agroecológica en México. *Región y sociedad*, 34.
- Hernández Vázquez, A. (2019). González Reyes, G y Pacheco Régules, M. Patronazgo y religiosidad contemporánea en San Miguel Tecamatlán, Tenancingo, Estado de México. La religiosidad popular en México: una visión desde la historia. México, Universidad Intercontinental. Serie Religiosidad Popular de sí misma, número 3, p. 151-
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (2010). Censo de Población y vivienda
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de población y vivienda.

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2017). Agenda técnica agrícola Michoacán. México. Pag 10-23.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2021). Manuales prácticos para la elaboración de insumos. Elaboración de extractos vegetales. México.
- Iriwole Olewasefunmi E, Armas Arévalos E, Méndez González C. (2025). La competitividad en las exportaciones de aguacate de México, Perú, Colombia, Chile e Indonesia: un análisis con los índices de Balassa y Vollrath (1991-2023).
- López Patiño E.J., López Sandoval J.A., Beltrán Retis A.S., Aguilera Gómez L.I. (2011). Composición de la flora arbórea en el área natural protegida Tenancingo-Malinalco-Zumpahuacán, Estado de México, México. Polibotánica [revista en la Internet]. 2012
- Luna García, J. (2015). *Control químico y orgánico de la araña cristalina (Oligonychus perseae Tuttle, Baker y Abbatiello) en aguacate en Tetela del Volcán, Morelos* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Chapingo).
- Mijares, O. P., and L. L. López. "Variedades de aguacate y su producción en México. Departamento de Fitotecnia." *Memoria* (1998): 88-99.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2000). Buenas prácticas agropecuarias para la resiliencia, Corredor Seco Centroamericano.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2006). Buenas prácticas agrícolas (BPA). En busca de sostenibilidad, competitividad y seguridad alimentaria por Juan Izquierdo, Marcos Rodríguez Fazzzone. Santiago, Chile.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2009). Sustainable potato production. Guidelines for developing countries.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2024). Principales Frutas Tropicales. Análisis del mercado 2023. Roma.

- Plan de Desarrollo Municipal de Tenancingo, Estado de México 2022-2024 (2022). Gaceta Municipal No 32. 20 de junio de 2022.
- Pulgarín Marín G.A. (2020). Evaluación de la sostenibilidad ambiental del cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* Miller) de exportación por medio de indicadores ambientales, socioeconómicos y agrónomos en Apia, Risaralda. Colección de la maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Manizales, Colombia
- Quiñones, A. P. B., Pérez, S. M., Bordi, I. V., & Olascoaga, L. W. (2023). Resiliencia y autoorganización del grupo mazahua de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF). *Sociedad y Ambiente*, (26), 1-27.
- Rainforest Alliance México y Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (2022). Manual de buenas prácticas en la producción de aguacate para la conservación de la biodiversidad en paisaje sierra de Tapalpa. Guadalajara, México.
- Ramírez Mejía, D. L. (2023). Dinámica espaciotemporal de la expansión e intensificación del cultivo de aguacate para exportación a mercados internacionales en una región productora de México y sus implicaciones en la pérdida de biodiversidad. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 15(5), e3515. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i5.3515>
- Reyes Alemán, J. C. (2021). Manejo técnico del cultivo de aguacate, basado en su fenología.
- Rivera, J. R., & Hensel, J. (2009). Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. *Jairo Restrepo Rivera*.
- Rosset, P. M., & Altieri, M. A. A. (2018). Ciencia y Política. *Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología SOCLA*.
- Sanchez Colín Salvador, Mijares Oviedo Pedro, López López Luis, Barrientos Priego Alejandro (1998-2001). Historia del aguacate en México. Cictamex. Pag 171-187.
- Sandoval Genovez, D., Moctezuma Pérez, S., Herrera Tapia, F., & Espinoza Ortega, A. (2022). Juventudes rurales: una perspectiva del trabajo agrícola desde sus actores. *Convergencia*, 29.

- Sangerman Jarquín, D. M., Larqué Saavedra, B. S., Omaña Silvestre, J. M., Shwenstesius de Rinderman, R., & Navarro Bravo, A. (2014). Tipología del productor de aguacate en el Estado de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(6), 1081-1095.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA (2018). Producción de aguacate, años agrícolas 2017-2018.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017). Planeación agrícola nacional 2017-2030.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2022). Subdirección de Información y Estadística y el Departamento de Análisis y Estadística.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2020). Plagas reglamentadas del aguacatero.
- Statista (2023). Aguacates principales exportadores por valor a nivel mundial en 2021. Acceso octubre de 2023.
- Subhash Janardhan B., Salgado Ochoa D., Al Houssari A., López Zelaya A., Ru Yang R., Chen Z., Siddiqui Deeya S., Silva Sens S. C., Schumann M., Zhang Z., and Eltantawy E. (2021). The Avocado (*Persea americana* Mill.): A Review and Sustainability Perspectives. Preprints (www.preprints.org). Posted: 31 December 2021
- Teliz D., Mora A. (2015). El aguacate y su manejo integral. Colegio de Postgraduados Universidad Autónoma de Chapingo. Editorial del colegio de posgraduados.
- TvAgro (2024). Aguacate Hass de Exportación: Implementación de Buenas Prácticas por Juan Gonzalo Angel. Municipio de Villamaría, Caldas, Colombia. <https://youtu.be/YBwKC7ImQ8c>.
- UICN, (2024) Tres generaciones maya-k'iche' producen aguacate con calidad de exportación adoptando Soluciones basadas en la Naturaleza. 7 de noviembre. Guatemala. <https://www.youtube.com/watch?v=YBwKC7ImQ8c&t=1772s>
- Ureña-Zumbado, J. D. (2009). Manual de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de aguacate. Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú. Colombia.

12. ANEXOS



Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de aguacate para los productores de la comunidad de San Miguel Tecomatlán, Estado de México.



Autores:

Carmen Eunice Cruz Gasca
Sergio Moctezuma Pérez

María Cristina Chávez Mejía
Juan Carlos Reyes Alemán

Presentación

Este manual es producto de una investigación realizada en la Maestría en Agroindustrial Rural, Desarrollo Territorial y Turismo Agroalimentario de la Universidad Autónoma del Estado de México.

El manual fue elaborado para los productores de aguacate con la intención de servir como una guía para el cultivo sustentable de aguacate, encaminado a la conservación del medio ambiente, la optimización de recursos, el cumplimiento de regulaciones ambientales y la promoción de ambientes seguros y saludables. Este manual contiene recomendaciones para los productores y prácticas adecuadas para la zona.

Todas las imágenes mostradas en este manual son de las huertas y de los productores de San Miguel Tecomatlán tomadas en las visitas a campo.

Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por su apoyo y patrocinio en el desarrollo de este manual.
A todos los productores que contribuyeron con información sobre su huerta de aguacate y también para todos aquellos que empezaron con un sueño y se levantan día a día para cuidar de sus árboles.

¿Cómo debe usarse el manual?

El manual está diseñado de forma sencilla para su fácil comprensión; se divide en siete secciones:

1. Labores culturales: se mencionan las actividades básicas para el cuidado de los árboles para mantenerlos en buen estado.
2. Plagas y enfermedades: se mencionan las plagas que se identificaron en la zona, su control habitual y su control alternativo.
3. Fertilizantes orgánicos y su elaboración con la utilización de recursos locales.
4. Preparación de insecticidas y fungicidas a base de minerales y extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades.
5. Un calendario para saber las fechas oportunas para la aplicación preventiva para el control de plagas y enfermedades.
6. Requerimientos edafoclimáticos generales para el cultivo de aguacate y algunas características edafológicas encontradas en la zona.
7. Recomendaciones para el control oportuno de plagas, enfermedades y nutrición del aguacate 'Hass', identificando las etapas clave de desarrollo para aplicar buenas practicas de manejo.

Advertencia

El uso de este manual es responsabilidad del usuario, asegúrese de leer correctamente antes de realizar cualquier tarea. No utilice el manual como única fuente de información.



Contenido

SECCIÓN 1: Labores culturales	10
Labores culturales	11
Acolchado	12
Asociación con otros cultivos	13
Aprovechamiento de la diversidad del aguacate mediante la plantación de otras variedades y materiales criollos	14
Barreras físicas y conservación del entorno	15
Manejo de las malezas y arvenses	16
Poda	17
 SECCIÓN 2: Plagas y enfermedades	 18
Araña cristalina	19
Antracnosis	20
Roña	21
Trips	22
Antracnosis	23

SECCIÓN 3: Fertilización orgánica	24
Composta bocashi	26
Composta	27
Lombricomposta	28
Biol de pasto fermentado con microorganismos de montaña	29
SECCIÓN 4: Preparación de insecticidas y fungicidas preparados con minerales y extractos vegetales	30
Caldo sulfucálcico	31
Caldo ceniza	32
Extracto de ajo y chile	33
Extracto de ajo	33
Extracto de cebolla	34
Extracto de menta	34
Extracto de orégano	35
Extracto de tomillo	35
SECCIÓN 5: Calendario para aplicaciones preventivas de acuerdo a la fenología del aguacate y época	36
Calendario para aplicaciones preventivas de acuerdo a la fenología del aguacate y época	37

SECCIÓN 6: Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de aguacate	
Características edafológicas de los terrenos comunales de San Miguel Tecomatlán	38
Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de aguacate	39
Características edafológicas de los terrenos comunales de San Miguel Tecomatlán	40
 SECCIÓN 7: Recomendaciones para el control oportuno de plagas, enfermedades y nutrición del aguacate 'Hass'	 41
Recomendaciones para el control oportuno de plagas, enfermedades y nutrición del aguacate 'Hass'	42
 Fenología y manejo del aguacate	 43
Videos y literatura recomendada	44

Labores culturales

SECCIÓN 1



Labores culturales



Las labores culturales son las actividades de mantenimiento y cuidados que se necesitan para mantener la salud del cultivo.

Acolchado



Las ventajas del acolchado son la incorporación de nutrientes, aireación de las raíces, retención de humedad y protección de las raíces de temperaturas altas y muy bajas.

Para el acolchado se junta la hierba y la hojarasca en la base del árbol.

Asociación con otros cultivos



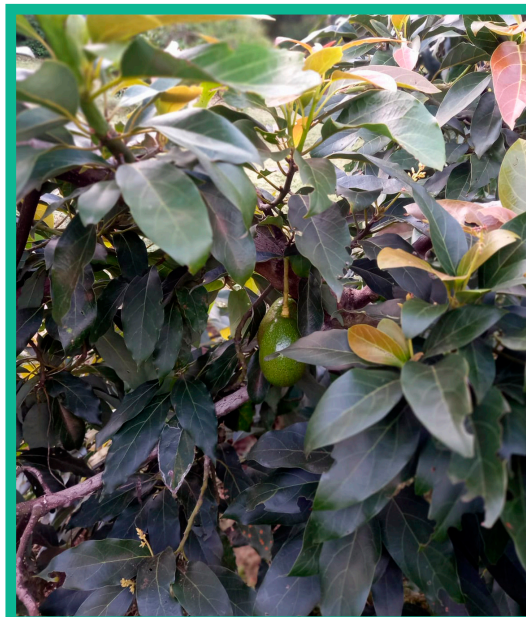
La diversificación de cultivos evita la erosión, incorpora nutrimentos al suelo, incrementa la microbiota y mejora el microclima. Se utilizan cultivos anuales como chícharo, calabaza, chilacayote, chile manzano, frijol, haba y maíz; o árboles como durazno y manzana; también se recomienda nopal y otros cultivos que son adecuados para la zona.

Aprovechamiento de la diversidad del aguacate mediante la plantación de otras variedades y materiales criollos



La inclusión de otras variedades y tipos criollos de aguacate en las plantaciones permite aprovechar mejor el recurso genético regional.

Esta diversidad evita el monocultivo, mejora la polinización cruzada (como en el caso de la variedad 'Hass' que requiere un tipo de flor diferente), contribuye a un mayor cuajado de frutos y mejor rendimiento.



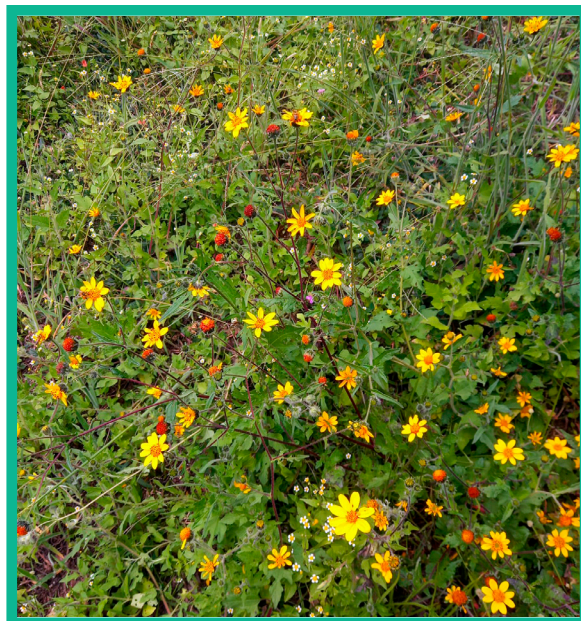
Barreras físicas y conservación del entorno



Las barreras físicas son hileras de árboles, nopales y magüeyes.

Se recomiendan porque funcionan como barrera rompevientos, que además de proteger los árboles de aguacate de vientos fuertes, impide el paso de plagas y enfermedades, hábitat de insectos benéficos, como polinizadores y depredadores para el control biológico de plagas.

Manejo de las malezas y arvenses



El buen manejo de malezas y arvenses nos sirve para mantener la humedad del suelo, atraer los insectos benéficos como a los polinizadores cuando las arvenses florecen.

La altura ideal a la que deben dejarse es de 30 cm.
Lo que se debe evitar es la aplicación de herbicidas.

Poda



El fin de la poda es darle forma al árbol, retirar ramas que tocan el suelo para facilitar la fertilización y el corte de arvenses.

Cortar ramas que impidan la entrada de luz al árbol, ya que la iluminación del árbol ayuda a la prevención de enfermedades.

En árboles de mayor edad la poda ayuda a su rejuvenecimiento.

Aspectos importantes para la realización de la poda:

- Realizarlo cuando no llueve.
- Desinfectar herramientas.
- Sellar heridas (con pasta bordolesa)

Plagas y enfermedades

SECCIÓN 2



Araña cristalina **(*Olygonichus perseae*)**



Características:

Es la plaga principal en el cultivo de aguacate. El ácaro puede estar en los árboles todo el año. Se le encuentra en la parte de abajo de la hoja cubiertas de telaraña.

Síntomas:

Partes necróticas en la parte inferior de las hojas, el daño se ve como una mancha de café a negra.

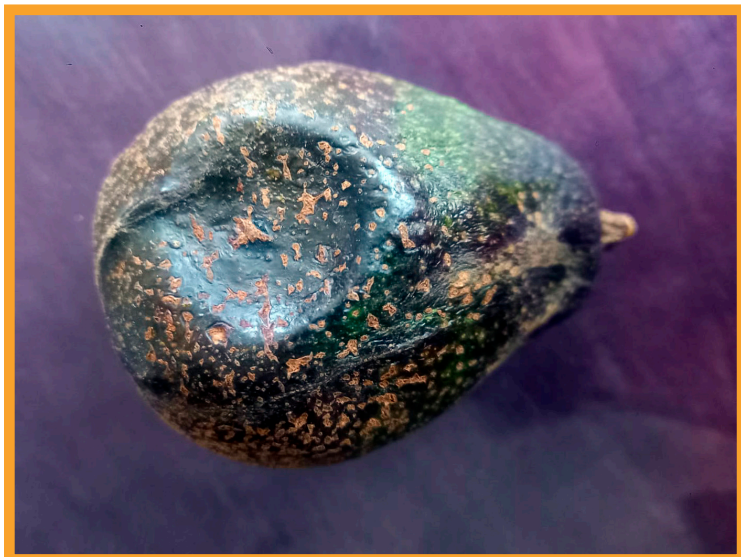
Control habitual (químico):

Abamectina, Espirodiclofen.

Control alternativo:

Sales potásicas de ácidos grasos, extracto de citronela, canela y menta.

Antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*)



Características:

Es una enfermedad causada por un hongo y ataca principalmente al fruto.

Síntomas:

En el fruto se presentan manchas circulares café oscuras tornándose a negras con una ligera depresión, daños por ablandamiento y pudrición de la pulpa. También ataca brotes tiernos, vainas, flores y frutos.



Control habitual (químico):

Benomilo, pyraclostrobin y tiofanato de metilo.

Control alternativo:

Aplicaciones foliares con extractos de tomillo, clavo, canela, menta y anís.

Roña ***(Sphaceloma perseae)***



Características:

Es una enfermedad causada por un hongo y es una enfermedad principal en el cultivo de aguacate.

Control habitual (químico):

Benomilo y tiofanato de metilo.

Síntomas:

Lesiones hundidas de color café claro hasta negro.

Control alternativo:

Aplicaciones foliares con extractos de ajo, orégano y tomillo.

Trips ***(Frankliniella occidentalis)***



Características:

Es un insecto que perfora y succiona las células de los tejidos lo que provoca cicatrices y hundimientos.

Síntomas:

Cicatrices en hojas y lesiones hundidas de color café claro hasta negro. En el fruto genera protuberancias.

Control habitual (químico):

Abamectina, cipermetrina, deltametrina, lambda ciatrolina, imidacloprid y thiamethozan.

Control alternativo:

Aplicaciones foliares con extracto de ajo.

Antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*)



Características:

Es un hongo que crece en ambientes cálidos y húmedos.

Síntomas:

En las hojas aparecen lesiones de color marrón a café oscuro de forma irregular con bordes rojizos. En los frutos las lesiones iniciales se ven como pequeños puntos ligeramente.



Control habitual (químico):

Oxicloruro de cobre, difeconazol, azoxistrobin y cloronatonil.

Control alternativo:

Aplicaciones foliares con extracto de ajo.

SECCIÓN 3

Fertilización orgánica





Son fertilizantes elaborados a partir de materia orgánica dentro de sus ventajas tenemos: ahorro en los costos de producción, incrementos en la producción, evitan la contaminación del ambiente, efectos positivos en la microflora y fauna. También mejoran la estructura del suelo y la capacidad de retención de humedad.

Composta bocashi

Es un abono orgánico sólido que es producto de una fermentación.

Material	Cantidad
Rastrojo de cebada, avena, trigo, haba, maíz	5 costales
Sacos de hojarasca seca	5 costales
Estiércol	5 costales
Carbón quebrado	4 palas
Olote de maíz molido o salvado	$\frac{3}{4}$ de costal
Cal agrícola o hidratada	5 kilogramos
Levadura para pan	250 gramos
Piloncillo	2 kilogramos

Se disuelve el piloncillo y la levadura en agua.

Se mezcla completamente todo el material y se humedece (prueba de puño*). Si hay exceso de humedad se le agrega rastrojo.

Se cubren con plástico, se revisa constantemente (dos veces al día) y si está muy caliente se voltea y en 15 días se puede utilizar.

*La prueba de puño consiste en tomar una cantidad de mezcla y apretarla, no deberán salir gotas de agua.

Composta

Es un abono orgánico que se forma de la degradación microbiana de desechos orgánicos.

- Se recomienda que se realice en un lugar protegido del sol y el viento.

-La composta se puede hacer en la superficie del suelo, en hoyos excavados o en recipientes de plástico, cemento o madera.

Material	Cantidad
Desechos vegetales: desperdicios de frutas y verduras.	50 al 70% del volumen.
Corteza de árboles, hojarasca, aserrín.	10% de volumen.
Estiércol, gallinaza	10 % de volumen
Tierra	10 % de volumen

Se coloca una primera capa de materiales secos, la segunda capa de materiales verdes como los desechos vegetales, la tercera capa es el estiércol animal y la cuarta capa es la tierra.

-Se revuelven todos los materiales hasta quede una mezcla homogénea.

-Se tapa la revoltura.

-Se tiene que cuidar que la revoltura no rebase los 65°C.

-La composta queda lista en un rango de dos a seis meses.

Lombricomposta

En la lombricomposta se usa la acción conjunta de lombrices y microorganismos, se produce por la degradación y descomposición de los desechos orgánicos. Para la lombricomposta comúnmente se usa lombriz roja californiana.

Para realizar la composta se usa un recipiente de plástico o madera, es recomendable que tenga orificios para permitir la aireación, pero cuidando que no tenga perforaciones muy grandes para que las lombrices no salgan del recipiente.

La lombricomposta requiere de aireación y cuidar la temperatura y humedad.

Se puede usar material previamente composteado por un tiempo de dos meses.



Biol de pasto fermentado con microorganismos de montaña

Material	Cantidad
Hojarasca, pasto grueso y/o residuos vegetales	50 kilogramos
Pasto tierno bien picado	25 kilogramos
salvado	45 kilogramos
Piloncillo o melaza	4 kilogramos
Microorganismos de montaña	4 litros

- Formar capas con cada uno de los materiales.
- Agregar piloncillo y microorganismos de montaña en cada capa (sin tener humedad).
- Revolver hasta tener una mezcla uniforme.
- Depositar la mezcla en recipientes en bolsas, sacos o cubetas, compactando fuertemente y después tapar.
- Colocarlos en un lugar fresco y bajo sombra.
- Estará listo en aproximadamente 30 días.

***El mal olor indica que no se realizó bien.**

Preparación de insecticidas y fungicidas preparados con minerales y extractos vegetales

SECCIÓN 4



Preparación de insecticidas y fungicidas preparados con minerales y extractos vegetales

Caldo sulfucálcico

Es un preparado mineral que sirve para la prevención y control de plagas y enfermedades.

Material	Cantidad
Azufre	2 kilogramos
Cal	1 kilogramos



Se pone a hervir en 25 litros de agua el azufre y cal 15 minutos hasta un cambio de color ladrillo.

- Se deja enfriar y se guarda en recipientes oscuros hasta por tres meses.

- Se utiliza 25 litros para 200 litros, para la aplicación con bomba de aspersión o pariguela.

- Se aplica ya sea por la mañana o tarde, la segunda aplicación se realiza a los ocho días para romper el ciclo de la plaga o enfermedad.

Caldo ceniza

Es un producto que se usa para el control de hongos e insectos. También las cenizas aportan algunos minerales como: calcio, potasio, magnesio, zinc, manganeso, hierro y cobre.

Material	Cantidad
Ceniza	5 kilogramos
Barra de jabón	400 gramos



- Cernir la ceniza.
- Raspar la barra de jabón.
- Hervir en 20 litros de agua por 20 minutos .
- En tiempo de lluvias se debe de usar adherentes.

Extracto de ajo y chile

Material	Cantidad
Ajo	500 gramos
Chile	500 gramos
Alcohol al 96%	1 litro

- Se machaca el ajo y el chile, se deja en un litro de alcohol al 96° durante 7 días. Pasando los 7 días se filtra, este filtrado puede durar hasta un año.
- Se utiliza un litro para 200 litros o se usa 100 mililitros por bomba de aspersión de 20 L.

Extracto de ajo

Material	Cantidad
Ajo	600 gramos

- Se muele en licuadora o se machaca el ajo, se le agrega un litro de agua o alcohol al 96%.
- Cuando esté lista la mezcla, se guarda en recipientes.
- Esta preparación se utiliza para 200 litros o se pueden usar 100 mililitros por bomba de aspersión de 20 litros.

Extracto de cebolla

Material	Cantidad
Cebolla	500 gramos

- Se licua la cebolla.
- Agregar 5 litros de agua.
- Dejar reposar la mezcla 24 horas. Pasando este tiempo se filtra.
- Se utiliza 2 litros por bomba de aspersión de 20 litros.

Extracto de menta

Material	Cantidad
Menta	1 kilogramo en fresco o 100 gramos en seco

- Machacar las hojas frescas o secas.
- Agregar 10 litros de agua caliente y dejar reposar 24 horas.
- Colar y guardar en recipientes.
- Se utiliza 1 litro por bomba de aspersión de 20 litros o 10 litros por 200 litros.

Extracto de orégano

Material	Cantidad
Orégano	500 gramos en fresco o 50 gramos en seco

- Machacar las hojas.
- Agregar 20 litros de agua caliente y dejar reposar 10 minutos.
- Colar y guardar en recipientes.
- Se utilizan 20 litros sin diluir para llenar la bomba de aspersión.

Extracto de tomillo

Material	Cantidad
Tomillo	200 gramos en fresco o 20 gramos en seco

- Machacar las hojas.
- Agregar 20 litros de agua tibia y dejar reposar 24 horas.
- Colar y guardar en recipientes.
- Se utilizan los 20 litros sin diluir para llenar con la bomba de aspersión.

Calendario para aplicaciones preventivas de acuerdo a la fenología del aguacate y época

SECCIÓN 5

Calendario para aplicaciones preventivas de acuerdo a la fenología del aguacate y época

		Araña cristalina (Olygonichus perseae)	Antracnosis (Colletotrichium gloesporoides)	Roña (Sphaceloma perseae)	Trips (Frankliniella occidentalis)
Época seca	Enero				
	Febreo				
	Marzo				
	Abril				
	Mayo				
Temporada de lluvia	Junio				
	Julio				
	Agosto				
	Septiembre				
	Octubre				
	Noviembre				
	Diciembre				

Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de aguacate y Características edafológicas de los terrenos comunales de San Miguel Tecomatlán

SECCIÓN 6

Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de aguacate

Factor	Requerimientos / Valores óptimos	Rangos tolerables / Observaciones
Temperatura	15 – 25 °C	Tolera 10 – 30 °C; daños severos por debajo de -2 °C; mayor de 32 °C causa quemaduras en fruto y hoja.
Precipitación anual	1,200 – 1,600 mm	Riego suplementario en zonas secas.
Humedad relativa	60 – 80%	Humedad excesiva incrementa hongos.
Altitud	1,600 – 2,200 m s. n. m	Influye en calidad y adaptación varietal.
Tipo de suelo	Franco-arenoso o franco-limoso	Suelos pesados limitan el desarrollo radicular.
pH del suelo	5.5 – 7.0	pH altos reducen absorción de nutrientes.
Materia orgánica	2.5 a 5 %	Mejora estructura y retención de agua.
Salinidad (CE)	< 1 dS/m	Alta salinidad necrosis foliar y bajo rendimiento.
Adaptación por raza botánica	Mexicana: climas templados (–2 a 25 °C), 1,800–2,500 m s. n. m. Guatemalteca: subtropicales (10 a 25 °C), 1,200–2,000 m s. n. m. Antillana: tropicales (20 a 32 °C), 0–1,000 m s. n. m.	Selección de la raza según condiciones locales

Características edafológicas de los terrenos comunales de San Miguel Tecomatlán

Los análisis edáficos efectuados en los terrenos comunales de San Miguel Tecomatlán, Tenancingo, revelan que los suelos presentan un pH ligeramente ácido, con valores que oscilan entre 5.5 y 6.0. La textura franco-arenosa predominante favorece una adecuada aireación y drenaje; sin embargo, esta condición también se asocia con baja capacidad de retención de agua y nutrimentos, especialmente cuando no se cuenta con suficiente materia orgánica. Los suelos son no salinos, lo que descarta problemas derivados de la acumulación de sales.

En cuanto al estado nutrimental, se identificó deficiencia de micronutrientes esenciales, particularmente Zinc (Zn) y Manganeso (Mn). Estos elementos desempeñan funciones clave en procesos enzimáticos, síntesis de clorofila, crecimiento vegetativo y tolerancia al estrés. Su insuficiencia puede manifestarse en clorosis internerval, enchinamiento de las hojas, reducción del tamaño de las hojas, debilitamiento del desarrollo apical y disminución general del vigor del cultivo.

Las siguientes fotos ilustran los síntomas característicos asociados a dichas deficiencias.



**Recomendaciones para el control oportuno de
plagas, enfermedades y nutrición del aguacate
'Hass'**

SECCIÓN 7

Recomendaciones para el control oportuno de plagas, enfermedades y nutrición del aguacate 'Hass'

Las recomendaciones adicionales para el control oportuno de plagas, enfermedades y nutrición de la planta mediante los productos orgánicos aquí recomendados basados en el desarrollo de la variedad 'Hass' para el clima templado semicalido de San Miguel Tecomatlán, Tenancingo, Estado de México, de acuerdo con Reyes Alemán et al. (2021).

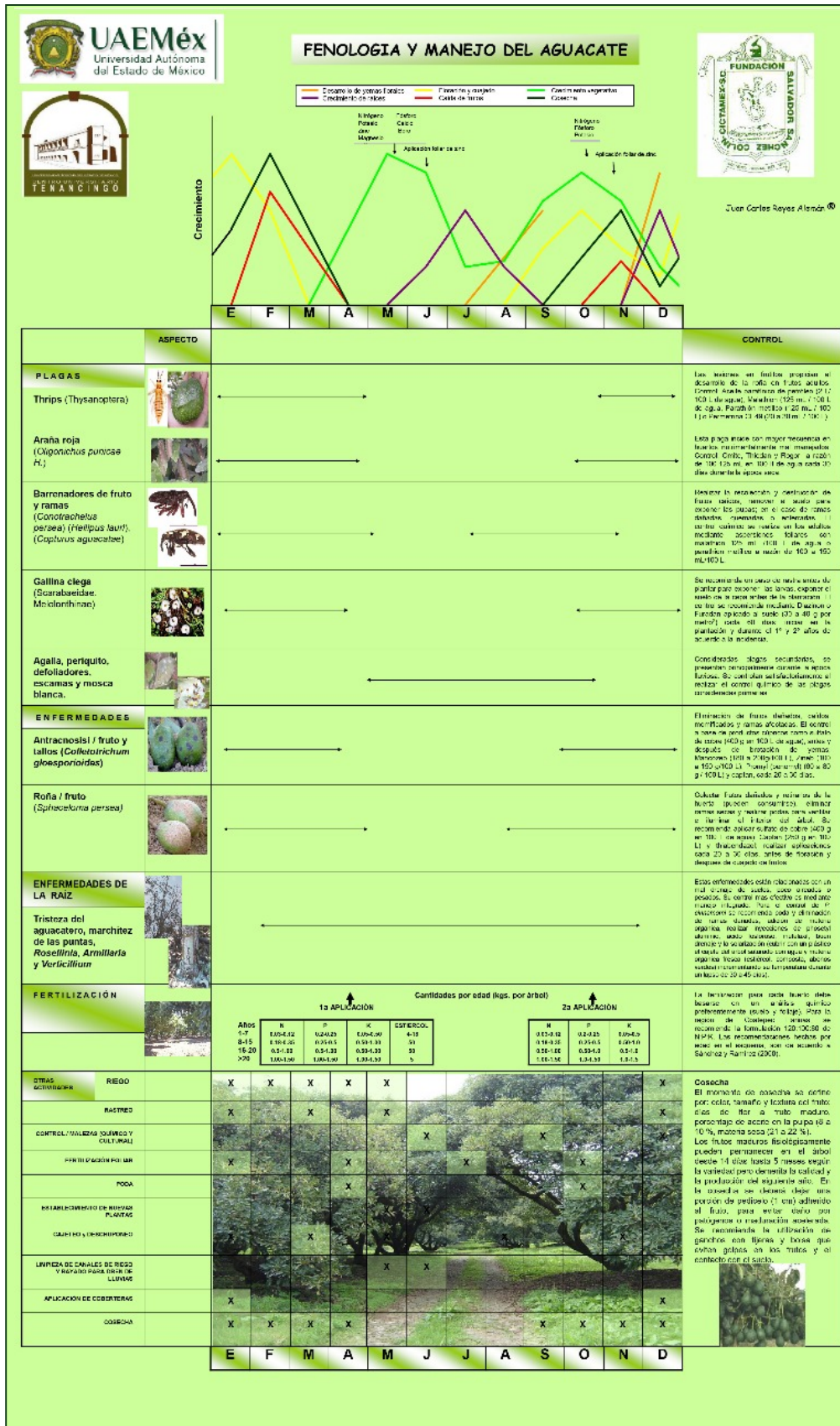
El desarrollo de ramas y hojas nuevas se da en dos ocasiones en el año, durante febrero y marzo justo después de la floración y en junio y julio durante las lluvias. En febrero y marzo es común la presencia de trips en los brotes tiernos y hojas, así como en frutos recién cuajados, en abril y mayo se acentúa la araña roja en hojas adultas, y en el suelo está presente la gallina ciega, en junio y julio es común el barrenador de ramas por lo que es importante iniciar la aplicación de productos orgánicos al follaje en las épocas indicadas, así como la poda de ramas dañadas por barrenadores, en el caso de gallina ciega en el suelo, controlar solo en caso de hacer nuevas plantaciones.

La floración sucede en dos ocasiones durante el año: en invierno (febrero y marzo) y en verano (agosto y septiembre), en febrero y marzo la floración es más intensa y cuaja mayor cantidad de frutitos que en verano, y es importante protegerla del trips, este es un insecto que le gusta vivir dentro de las flores y en frutitos recién cuajados, dañándolos. Casi enseguida de la floración, es muy importante comenzar a proteger los frutitos cuajados de la enfermedad conocida como 'Roña' ya que puede desarrollarse y producir un aspecto semejante a la cáscara de melón o mamey, afectando su calidad, para la roña es importante aplicar fungicidas a los frutitos justo después de cuajado, y durante su desarrollo, si fuera necesario.

Los frutos en desarrollo, generalmente son afectados además de roña, por antracnosis y otros hongos, y se acentúa en la época lluviosa, por lo que es necesario realizar aplicaciones de fungicidas aquí recomendados, con una frecuencia desde cada 15 días, y como se observe el desarrollo del problema.

La nutrición al suelo con base en los productos aquí recomendados se aconseja sean aplicados en los meses de abril y mayo, previo justamente en las primeras lluvias, y en octubre noviembre casi al finalizar las lluvias, si se realiza la aplicación de cualquier fertilizante aquí recomendado en estas dos épocas indicadas se asegura una adecuada nutrición de la planta ya que en éstas dos épocas es justamente cuando las raíces del árbol de aguacate se encuentran en crecimiento, activas, y poseen la mejor actividad transportadora de nutrimentos a los sitios de demanda como la nueva floración y los frutos en desarrollo (Reyes-Alemán et al., 2021).

Fenología y manejo del aguacate



E F M A M J J A S O N D

COSECHA
El momento de cosecha se define por color, tamaño y textura del fruto. El fruto debe estar maduro, porcentaje de agua en la pulpa (80-85%), materia seca (21-22%). Los frutos maduros fisiológicamente pueden permanecer en el árbol desde 14 días hasta 5 meses según la variedad pero depende la calidad y la producción del siguiente año. En la cosecha se deben dejar una porción de pedúnculo (1 cm) adherido al fruto, para evitar daño por podredumbre o rotación asociada. Se recomienda la utilización de guantes con tiras y bridas que eviten golpes en los frutos y el contacto con el suelo.

Videos y literatura recomendada

A continuación, se enlistan algunas referencias básicas que pueden ser de utilidad para quienes quieran aprender más acerca de las buenas prácticas para el cultivo del aguacate.

- Asofrucol (2021) Proceso de bio-preparados para el cultivo del aguacate - Somos Agricultura Tropical <https://www.youtube.com/watch?v=iFoZtQToP4o>
- Secretaria de Agricultura (2022). Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos <https://www.gob.mx/agricultura/documentos/bioinsumostransicion-agroecologica>.
- Reyes-Alemán, J. C. (2021). Manejo técnico del cultivo de aguacate, basado en su fenología.
- Rivera, J. R., & Hensel, J. (2009). Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. Jairo Restrepo Rivera. <https://www.academia.edu/download/31484546/ManualPractico-de-Agricultura-Organica-y-Panes-de-Piedra>.
- Téliz Ortiz, D., Mora Aguilera, A. (2015). El aguacate y su manejo integral. Editorial Colegio de Posgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo, México.