

MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Los impactos socioeconómicos y medioambientales del cultivo de aguacate en
México

verfasst von | submitted by

Michaela Huttar BEd

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Education (MEd)

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt |

UA 199 509 529 02

Degree programme code as it appears on the
student record sheet:

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree pro-
gramme as it appears on the student record
sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Unterrichtsfach
Französisch Unterrichtsfach Spanisch

Betreut von | Supervisor:

Assoz. Prof. Mag. Dr. Albert Wall

Mitbetreut von | Co-Supervisor:

Lic. Dr. Javier Bru-Peral

Agradecimientos

Quisiera expresar mi gratitud a los profesores que me guiaron durante mi tesis de máster. Gracias a Ass.-Prof. Mag. Dr. Albert Wall y Lic. Dr. Javier Bru-Peral recibí gran orientación, apoyo y tiempo. Se esforzaron por responder a mis preguntas y mostraron mucho esfuerzo y devoción por el tema de investigación.

Además, quiero dar las gracias a mi familia y amigos que me motivaban constantemente. A mi querido compañero, que revisó el trabajo con gran esfuerzo, a todos los demás colegas de estudio, que fueron de gran ayuda durante mi tiempo de estudio.

Índice

1. Introducción.....	1
2. Marco teórico.....	4
3. Metodología.....	8
4. Origen y expansión mundial del aguacate.....	13
4.1 Características y requerimientos biológicos del aguacate.....	15
4.2 Producción del árbol de aguacate	18
5. El cultivo del aguacate en México	19
5.1 Sistemas de cultivos.....	20
5.2. Michoacán la zona principal del cultivo	21
5.2.1 Los pequeños agricultores en Michoacán	21
6. Producción mundial y desarrollo económico del aguacate	23
6.1 Reformas económicas del mercado mexicano de aguacate	25
6.2 Exportaciones de aguacate mexicano.....	30
6.3 Importaciones de aguacate mexicano	32
6.4 Consumo y precio de aguacate.....	34
6.5 Producción orgánica en México	36
6.6 Estrategias comerciales del mercado mexicano	40
7. Factores socioeconómicos del crimen organizado	44
7.1 El crimen organizado.....	45
7.2 Surgimiento de cárteles en Michoacán	48
7.2.1 Impactos socioeconómicos en casos concretos.....	53
7.2.2 La Operación Conjunta Michoacán	55
7.3 Grupos de autodefensa en Michoacán.....	58
7.4 Posibles soluciones.....	62
8. El medioambiente y la biodiversidad en Michoacán	64
8.1 El uso del suelo en Michoacán.....	65

8.1.1 Las tierras agrícolas	66
8.1.2 La reducción de bosques de pinos	68
8.1.3 Las áreas naturales protegidas	72
8.2 La disponibilidad de agua.....	74
8.2.1 Fuentes de agua en Michoacán	77
8.2.2 La huella hídrica	79
8.3 El cambio climático.....	80
8.3.1 Consumo de energía en el cultivo	82
8.3.2 Captura de carbono.....	85
8.4. Consecuencias naturales	88
8.4.1 La sostenibilidad y posibles soluciones	90
9. La sostenibilidad en el cultivo de aguacate	93
9.1 La agricultura sostenible	94
9.2 El uso de agua sostenible	96
9.2.1 El uso de agua sostenible en casos concretos.....	101
9.3 Cambios del terreno de cultivo	106
10. Conclusión.....	111
10.1 Resultados principales	111
10.2 Discusión.....	113
10.3 Conclusiones generales	117
Bibliografía.....	121
Filmografía.....	133
Resumen	134
Abstract in English.....	134
Abstract in German.....	135

1. Introducción

En este trabajo se abordarán los factores socioeconómicos asociados al cultivo del aguacate en la región mexicana de Michoacán, la de mayor contribución a la producción de México. Por un lado, la alta demanda de aguacate y enorme producción han creado ventajas económicas a través del comercio internacional. Esto incluye la creación de empleo y las oportunidades de inversión en materia de sostenibilidad en el sector agrícola.

El país desempeña un papel crucial como mayor productor del mundo y exportador en el mercado mundial de esta fruta. Por su dominio de las exportaciones de aguacate, México ha llevado un crecimiento sustancial que no solo afecta las prácticas de cultivo, sino también las actividades económicas en este sector. Se ven, asimismo, los aspectos positivos del cultivo extensivo de aguacate, que tienen un gran impacto en la población; es decir, repercuten en las oportunidades de trabajo, inversiones en el sector económico y su crecimiento en las exportaciones que aumentan el beneficio del P.I.B. mexicano.

A lo largo de esta tesis se tratarán los distintos aspectos relacionados con el cultivo y la producción de aguacates en Michoacán, que afectan de una u otra manera a la sociedad y al individuo de este estado mexicano. Más aún, se abordan las implicaciones medioambientales del cultivo de la fruta. La rápida expansión de las explotaciones de aguacate ha suscitado preocupación por la deforestación, el consumo de agua y la pérdida de biodiversidad, lo que supone importantes retos para las comunidades locales y los ecosistemas.

Estos problemas medioambientales plantean dilemas. A este respecto, el tema de la sostenibilidad emerge como una consideración vital para el futuro del cultivo del aguacate. Tales problemas medioambientales derivados son de especial importancia como la degradación medioambiental. Asimismo, en Michoacán donde se cultiva principalmente esta fruta, se permite la práctica de incendios controlados para limpiar terrenos, lo que ha provocado numerosos incendios forestales descontrolados, causando la destrucción de bosques de pinos y robles que son tierras utilizadas para el cultivo de aguacate.

La primera parte de la tesis explica el marco teórico (capítulo 2), seguido de la metodología (capítulo 3). El capítulo 4 trata el origen y la expansión del aguacate, explorando los requisitos agroecológicos esenciales para cultivo, las características de la fruta y la distribución geográfica en el mundo. En el capítulo 5 veremos en detalle el cultivo del aguacate en México.

Esta investigación estudia entre otras la problemática socioeconómica de la población mexicana, particularmente en la región de Michoacán. El análisis intenta demostrar la situación de los habitantes de la región como consecuencia de la producción de aguacate. Además, el cultivo de aguacates ha provocado problemas sociales graves en la región y en todo México, de tal magnitud como ejemplo de los aspectos negativos se encontrarían la intromisión de las mafias en esas zonas. Es decir, se analizan también los impactos sociales provocados por los actos hostiles de la mafia mexicana en consecuencia de la alta rentabilidad del cultivo del aguacate debido a una demanda en crecimiento en el comercio mundial de la fruta.

Por consiguiente, mi primera pregunta de investigación es:

¿En qué medida el cultivo de aguacate en México afecta a la población mexicana en la región Michoacán y cómo la involucración de la mafia en el comercio afecta específicamente a las comunidades locales en términos económicos y sociales?

En este contexto, formulo la siguiente hipótesis:

La forma en que se produce el aguacate en Michoacán, como la sustitución de bosques por grandes plantaciones, el uso de mucha agua y la participación de grupos criminales provoca problemas económicos y sociales para la población local.

Por consiguiente, me gustaría centrar mi investigación en la región mexicana de Michoacán, analizar las raíces de los conflictos y problemas sociales de esta zona. Los ciudadanos se ven afectados a diario por sobornos, secuestros, la expropiación de terrenos de cultivo y la violencia brutal de los cárteles de la droga en la región agrícola.

Además, se plantea la cuestión de si no solo los michoacanos están afectados, sino también todo el país de México tiene que pagar las consecuencias de la mala conducta

en los negocios del aguacate. Es decir, debido al exceso de plantaciones, los impactos ambientales muestran un deterioro de los hábitats naturales de plantas y animales que repercuten en la situación de vida de los mexicanos.

Esto plantea mi segunda pregunta de investigación:

¿Qué impactos medioambientales resultan de los actuales métodos de cultivo de la producción intensiva de aguacate en Michoacán, y qué cambios o prácticas sostenibles podría aportar la industria local para llegar a una sostenibilidad en el comercio y respeto hacia el medio ambiente?

Por consiguiente, la segunda hipótesis se formula del siguiente modo:

Los impactos medioambientales van más allá del estado de Michoacán. Por lo tanto, los cambios sostenibles en la producción tienen que organizarse a nivel nacional.

Dado que la pregunta de investigación tiene como objetivo identificar los impactos ambientales del cultivo excesivo de aguacate y las posibles prácticas sostenibles para mitigar estos efectos en Michoacán, mi hipótesis propone que los impactos de la producción intensiva de aguacate causan problemas ambientales más allá de la región de Michoacán. Es decir, ecosistemas, recursos hídricos, cadenas de suministro y dinámicas económicas a nivel nacional. Por lo tanto, las estrategias sostenibles no pueden depender únicamente de la industria local, ya que se requiere coordinación y políticas nacionales para todo el país.

2. Marco teórico

El objetivo de este trabajo es destacar los aspectos socioeconómicos y medioambientales mediante un análisis de los datos y fuentes que se introducirán en el capítulo 3 (Metodología) para identificar las tendencias del mercado internacional del aguacate y cómo afectan a la producción y a la sociedad en México. Además, se describen las investigaciones tratadas y se explican las teorías relacionadas con el problema socioeconómico en la región Michoacán y el reto de la sostenibilidad en el comercio. En consecuencia, se mencionan diferentes teorías que abordan las problemáticas socioeconómicas y medioambientales.

La investigación de Ornelas (2018) se centra en el crimen organizado y la extorsión en el mercado de exportaciones y el estudio de Aguirre y Gómez (2020) trata la teoría del *capital social*. Según ella, las personas pueden obtener ayuda y beneficios de sus relaciones, redes y confianza mutua. Así Aguirre y Gómez (2020) cómo la industria aguacatera de México utilizó el conocimiento local para desarrollar estrategias especiales para sobrevivir a pesar del crimen organizado, destacando cómo la industria se adaptó al entender la política local y los grupos criminales.

Con respecto a la segunda parte de esta tesis, se analiza la teoría de los límites planetarios de Khan et al. (2021) que afecta a nuestra sociedad en su relación con el sector agroalimentario mostrando cómo el uso de los recursos y las opciones del sistema alimentario repercuten en la sociedad y la naturaleza. Además, las investigaciones de Anaya y Burgos (2015), Ramírez-Mejía et al. (2022) Denvir et al. (2024), Chávez-León et al. (2012) y Esty (2019) corresponden también a la teoría de los *límites planetarios* de Khan et al. (2021) porque tratan el tema de la sostenibilidad y se centran en la creación de prácticas que equilibran las preocupaciones económicas, sociales y medioambientales.

En la misma línea teórica, se tematizan las tendencias futuras de la producción a largo plazo y el tema de la sostenibilidad como Ramírez-Mejía et al. (2022) muestran en su estudio sobre la creciente demanda de aguacate que ha provocado una rápida expansión agrícola en Michoacán. Las regiones productoras están sometidas a una gran presión que dificulta el cultivo sostenible (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28). Además, las investigaciones de Denvir et al. (2024) y Chávez-León et al. (2012) tratan

los problemas medioambientales que conlleva el cultivo de aguacate, como la amenaza de pérdida de bosques que se tematizará también en este trabajo.

De forma similar, Chávez-León et al. (2012) estudió cómo plantar muchos árboles de aguacate en un mismo lugar disminuye la biodiversidad. Su estudio encontró que cuando la tierra se utiliza solo para aguacates, otras plantas y animales desaparecen. Esto puede perjudicar a todo el ecosistema y debilitar la tierra con el tiempo. En más detalle, Denvir et al. (2024) estudiaron cómo las grandes explotaciones de aguacate aumentan las emisiones de carbono. Según su investigación, la demanda de aguacate conlleva más actividades agrícolas y más contaminación.

Aunque los estudios no hacen referencia explícita a ello, los impactos ambientales descritos por Chávez-León et al. (2012) y Denvir et al. (2024) pueden interpretarse a través de la lente de la teoría de los límites planetarios Khan et al. 2021. Es decir, el monocultivo de aguacate amenaza la biodiversidad y el ecosistema en México, las emisiones de carbono y la producción alimentaria plantean desafíos al límite climático. Esto indica que las prácticas agrícolas globales pueden estar excediendo el espacio operativo seguro de la tierra.

En particular, Chávez-León et al. (2012) trata los ingresos del cultivo del aguacate, que ayuda a los agricultores a ganar dinero y los inconvenientes, que son los daños medioambientales, como la deforestación y la pérdida del medio ambiente. El estudio muestra claramente un conflicto entre los intereses económicos y medioambientales.

Además, el estudio de Khan et al. (2021), De la Vega-Rivera y Merino-Pérez (2021), Denvir et al. (2022) se centran en cuestiones sociales y económicas y tratan la seguridad alimentaria en México y se analizan fuentes científicas basadas en la problemática socioeconómica que la plantación de aguacate en México.

Estos estudios ayudan a conectar los problemas sociales y económicos con la idea de que las personas y la naturaleza están muy vinculadas, que es el principal objetivo del *marco de resiliencia socio ecológica* de Khan et al. (2021). Este marco hace hincapié en la interdependencia entre los sistemas sociales y los ecológicos. Por tanto, se tienen en cuenta sistemas sociales como las comunidades, las estructuras de gobierno y las actividades económicas, y ecológicos como la biodiversidad, el uso del suelo y los recursos hídricos. La teoría considera cómo estos sistemas

interconectados responden a las presiones externas con el objetivo de mejorar tanto la sostenibilidad medioambiental como el bienestar social.

Aunque De la Vega-Rivera y Merino-Pérez (2021) y Denvir et al. (2022) no mencionan directamente este marco, sus estudios siguen ideas similares, ya que los investigadores analizan cómo el cultivo de más aguacates afecta a la población local, al uso de la tierra y a los cambios medioambientales. En consecuencia, esto coincide con la idea principal de la perspectiva de resiliencia socio ecológica, que se centra en la conexión entre los seres humanos y la naturaleza.

Al profundizar en la investigación de De la Vega-Rivera y Merino-Pérez (2021) sobre la seguridad alimentaria en México, estos investigadores se centraron más en las personas más afectadas, como las familias rurales y los grupos de bajos ingresos. Como consecuencia, la pobreza y los problemas laborales afectan la capacidad de las personas para comprar o cultivar alimentos en México y falta apoyo gubernamental.

Khan et al. (2021) analizan cómo la seguridad alimentaria en México está relacionada con problemas sociales y económicos, ya que a los pobres de México les resulta muy difícil acceder a alimentos sanos. Esta causa se ve afectada por la desigualdad del país, las débiles políticas gubernamentales y la mala planificación dificultan el acceso de las personas a los alimentos. Adicionalmente, en estos estudios mencionados comentan como las políticas comerciales mundiales, cuya dinámica de mercado influye en la economía y el medioambiente. Igualmente, la investigación de Anaya y Burgos (2015) muestra los actuales métodos de cultivo de la producción intensiva y las nuevas medidas de sostenibilidad en el comercio. Estos estudios abordan el problema del comercio de aguacates en México combinando las ciencias naturales y los factores sociales para afrontar los retos de la sostenibilidad.

Además, se explicarán los cambios en la industria local que llevarían a una producción más sostenible en el futuro. Asimismo, se analizará el consumo de energía fósil en la producción de aguacate en Michoacán mediante análisis de procesos en la producción según datos de 455 productores con cuestionarios estructurados. Los resultados del estudio muestran que se puede reducir significativamente el consumo de energía fósil si los productores mejoran las prácticas de fertilización y control de plagas (cf. Anaya, Burgos, 2015: 6).

Con respecto al tema de agua sostenible, esta tesis explora cómo las empresas pueden utilizar el agua de forma sostenible, centrándose en el ejemplo real de FEMSA, una empresa de México comprometida con la producción sostenible. El caso demuestra cómo funciona en la práctica la *teoría de los grupos de interés (Stakeholder Theory)*, explicada por Phillips y Freeman (2003). Según esta teoría, una empresa no debe centrarse únicamente en maximizar los beneficios para sus accionistas, sino también en crear valor para todos los grupos afectados por sus operaciones.

Es decir, las estrategias sostenibles de la empresa mexicana, FEMSA, centradas en la gestión eficaz del agua en una región con escasez de agua crean valor económico, social y medioambiental para los habitantes (cf. Esty, 2019: 19). Por lo tanto, se analizarán las estrategias que ya están implícitas, conducen a un mayor grado de sostenibilidad y se podrán derivar recomendaciones para el cultivo en el futuro.

En conclusión, no solo se comparan datos actuales de la producción y la exportación de aguacate sino también estadísticas de los últimos años para mostrar tendencias del mercado e identificar la importancia del negocio. Los factores económicos se analizan mediante los datos estadísticos mencionados en esta sección con el objetivo de comprender el aspecto económico.

3. Metodología

Los textos seleccionados son pertinentes para el asunto y las preguntas de mi investigación, ya que contribuyen a una comprensión más profunda del tema de esta tesis. Para analizarlos, empecé resumiendo cada texto con el objetivo de identificar claramente sus puntos principales y relevantes. A seguida, apliqué un enfoque de *análisis de contenido cualitativo inductivo* descrito por Elo y Kyngäs (2008), en el que las categorías se desarrollan a partir de los propios datos en lugar de estar predeterminadas (cf. Elo, Kyngäs, 2008: 109). Al dejar que los datos guiaran el análisis, me aseguré de que las conclusiones fueran objetivas y fiables.

Los capítulos del índice muestran cómo se aplicaron las categorías de la tabla de la sección de métodos, de modo que el lector pueda seguir cómo se analizaron los textos. En la tabla siguiente se muestran el autor, el año, el marco teórico relacionado, los capítulos principales en los que aparecen los autores mencionados, el enfoque y el análisis del tema de sus investigaciones.

Autor / Año	Marco Teórico	Capítulos	Enfoque	Análisis
Chávez-León et al. (2012)	Relacionado con los <i>límites planetarios</i> según Khan et al. (2021)	8.1 El uso del suelo en Michoacán 8.2 La disponibilidad de agua 8.3.2 Captura de carbono	Pérdida de biodiversidad por monocultivo de aguacate	Reducción de la biodiversidad por el monocultivo
Anaya y Burgos (2015)	Relacionado con los <i>límites planetarios</i> según Khan et al. (2021)	8.3.1 Consumo de energía en el cultivo	Prácticas agrícolas sostenibles, comercio de aguacate	Evaluación de métodos de producción intensiva y cultivo sostenible
Ornelas (2018)	Crimen organizado	7.1 El crimen organizado 7.2 Surgimiento de cárteles en Michoacán	Crimen y extorsión en el mercado de aguacate en México	Examinación del crimen organizado y el impacto económico en el mercado de aguacate en México
Esty (2019)	Teoría de los <i>grupos de interés</i> según Phillips y Freeman (2003)	8.4.1 La sostenibilidad y posibles soluciones 9.2.1 El uso de agua sostenible en casos concretos	Prácticas corporativas sostenibles	Gestión sostenible del agua y la creación de valor ambiental

Autor / Año	Marco Teórico	Capítulos	Enfoque	Análisis
Aguirre y Gómez (2020)	Teoría <i>del capital social</i>	7.3 Grupos de autodefensa en Michoacán	Conocimiento local en la industria del aguacate	Cómo la cohesión social ayuda a adaptarse al crimen organizado en la industria del aguacate
De la Vega-Rivera y Merino-Pérez (2021)	Relacionado con el <i>marco de resiliencia socio ecológica</i> según Khan et al. (2021)	5.2.1 Los pequeños agricultores en Michoacán	Impacto social del cultivo y seguridad alimentaria	Análisis de los efectos de la producción sobre poblaciones vulnerables
Khan et al. (2021)	<i>Límites planetarios</i> y marco de resiliencia socio ecológica	5.2.1 Los pequeños agricultores en Michoacán 8. El medioambiente y la biodiversidad en Michoacán (y subcapítulos)	Uso de recursos, sostenibilidad	Relaciona el uso de recursos y decisiones del sistema alimentario con impactos sociales y ambientales
Ramírez-Mejía et al. (2022)	Relacionado con los <i>límites planetarios</i> y el <i>marco de resiliencia socio ecológica</i> según Khan et al. (2021)	5.2.1 Los pequeños agricultores en Michoacán 8. El medioambiente y la biodiversidad en Michoacán (y subcapítulos)	Demanda de aguacate y expansión agrícola en Michoacán	Expansión rápida del cultivo, presión sobre la agricultura sostenible
Denvir et al. (2024)	Relacionado con los <i>límites planetarios</i> según Khan et al. (2021)	8.3.2 Captura de carbono	Impactos ambientales de las plantaciones de aguacate	Emisiones de carbono por el cultivo, degradación del medioambiente

En la tabla siguiente se muestran los capítulos, el enfoque y la investigación de los autores de The New York Times, El Norte, La Vanguardia, Los Angeles Times, BBC y el documental de la directora Kennedy.

Autor / Año	Capítulos	Enfoque	Investigación
Abi-Habib (2022) (The New York Times)	7. Factores socioeconómicos del crimen organizado (y subcapítulos)	Conflictos sociales	Violencia ligada al aguacate
Barbieri (2017) (La Vanguardia)	8.1.2 La reducción de bosques de pinos	Enfoque ambiental	Daños ecológicos del cultivo de aguacate

	8.1.3 Las áreas naturales protegidas		
Barría (2019) (BBC)	6.2 Exportaciones de aguacate mexicano 6.4 Consumo y precio de aguacate	Economía internacional	Efectos del alza de precios del aguacate y consecuencias económicas
Domínguez (2019) (El Norte)	6. Producción mundial y desarrollo económico del aguacate 6.4 Consumo y precio de aguacate	Economía nacional	Incremento de precios del aguacate en México
Grillo (2020) (The New York Times)	7.4 Posibles soluciones	Crimen organizado	Violencia de cárteles
Kennedy, Lucy (2019)	7. Factores socioeconómicos del crimen organizado	Documental	Crimen organizado
Linthicum (2019) (Los Angeles Times)	7.2 Surgimiento de cárteles en Michoacán	Crimen organizado	Crimen de cárteles
Nájjar (2016) (BBC)	8.1.1 Las tierras agrícolas (y subcapítulos)	Impactos ambientales	Presión ambiental por el aguacate

Además, a lo largo de esta tesis se utilizan tanto datos cuantitativos y cualitativos, para estudiar la producción y el comercio del aguacate. Es decir, los datos gubernamentales y estadísticas estatales vienen de SAGARPA (2017) que es la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de la Ciudad de México. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2025) ofrece datos internacionales para entender la industria aguacatera al nivel mundial y el tema de la sostenibilidad en el cultivo de aguacate en México.

Así se mostrará la importancia de México como primer productor y exportador del mundo no solo con estadísticas comerciales, sino también con artículos de prensa y estudios científicos. En el año 2012, México contribuyó con un 30,19% a la producción mundial según el CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria) (cf. CEDRSSA, 2017: 17). Además, se utiliza una gran cantidad de información estadística relevante de FAOSTAT, que es una base de datos

de las Naciones Unidas, cuyo objetivo es analizar la producción y comercialización de aguacate al nivel mundial. La FAO (2025) presenta datos estadísticos de los países miembros sobre las actividades comerciales. Además, la SAGARPA ofrece también datos para este análisis comercial.

También, con respecto al aspecto social, se analizarán las razones y consecuencias sociales de la involucración de la mafia en el cultivo de la región Michoacán mediante investigaciones de BBC (British Broadcasting Corporation), The New York Times, El Norte, La Vanguardia, Los Angeles Times y el documental de la directora Kennedy (2019).

Se analizarán entre 9 estudios (véase en la tabla) tanto sobre socioeconomía como sobre la temática de la sostenibilidad. En cuanto a las fuentes de prensa, nos centraremos en reportajes un documental actual de los últimos años. Es decir, se trata de varios reportajes de 4 periódicos de prestigio al nivel mundial, como he mencionado en el apartado anterior y un documental. Todas estas fuentes describen los peligros que entraña para la población el negocio mafioso del aguacate.

El enfoque en las consecuencias negativas del cultivo, como la degradación del medio ambiente, podría desalentar la inversión en la industria, lo que llevaría a la inestabilidad económica y la pérdida de los medios de subsistencia de los agricultores. Asimismo, los estudios científicos de los diferentes campos mencionados en el marco teórico se encontrarán en plataformas académicas y datan de los últimos años.

Los textos y fuentes seleccionados para esta investigación incluyen artículos científicos, estudios de caso relacionados con el cultivo del aguacate en México que son relevantes y actuales para demostrar la situación actual de la población en Michoacán. Este enfoque centrado garantiza un análisis crítico y en profundidad de las investigaciones científicas más influyentes y relevantes sobre la zona aguacatera. Esto permite una comparación coherente y conclusiones que informan el marco del estudio. Es decir, el número de fuentes elegido también se ajusta al alcance y las limitaciones de la investigación, lo que permite mostrar con claridad y sencillez estos datos obtenidos.

La selección se basó con el fin de abordar temas sociales importantes (como el daño medioambiental, el cambio climático y el acceso al agua). Por lo tanto, un análisis comparativo de los datos mencionados muestra las consecuencias socioeconómicas

y ecológicas para la población en Michoacán. La metodología tiene como objetivo proporcionar una comprensión global de, cómo el cultivo de aguacate afecta a las poblaciones locales en la región aguacatera.

4. Origen y expansión mundial del aguacate

El aguacate tiene su origen en el occidente de México y Guatemala en una zona montañosa (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 14). El nombre latino del aguacate es *Persea americana*. El fruto es una especie de planta con flores de la familia de las lauráceas. El botánico Philip Miller la clasificó formalmente como *Persea* en The Gardener's Dictionary en el año 1754. Esta clasificación sitúa al aguacate en el orden Laurales que es originario del sur de México, Guatemala y el oeste de la India (cf. Bergh, Ellstrand, 1986: 136).

El aguacate tiene su origen en el occidente de México y Guatemala. Las zonas de cultivo del aguacate se extienden desde el sur de México, pasando por el norte de Centroamérica, hasta el norte de Sudamérica (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 14). Los aguacates han sido utilizados por el hombre desde hace unos 10.000 años y se cultivan originalmente en América Central y del Sur, eran muy apreciados por las primeras civilizaciones, incluidos los aztecas y los mayas (cf. Carrillo et al. 2025: 6).

El aguacate puede crecer en diferentes condiciones por razón de su gran variedad y capacidad de adaptarse (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 14). En México, el aguacate se cultivaba originalmente en los valles y altiplanos del centro del país, donde el clima es de subtropical a templado y las elevaciones oscilan entre 1.500 y más de 2.000 metros sobre el nivel del mar (cf. Baíza Avelar, 2003: 6). Hass (la variedad, la más demandada que se trata en el capítulo 5) es resistente al frío, tiene un alto contenido en aceite, semilla grande, tallo cilíndrico de tamaño medio-grueso, poca pulpa, un sabor ligeramente picante y hojas con un olor claramente a anís (cf. Baíza Avelar, 2003: 6).

En México se han encontrado fósiles de aguacate que datan de hace más de 4.000 y 8.000 años, que se utilizaban por las primeras civilizaciones de Centroamérica y Sudamérica. Los aztecas también comenzaron a cultivar la fruta, lo que indica que el cultivo y aprovechamiento del árbol de aguacate ocurrió siglos antes de que los españoles llegaron a Latinoamérica (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 14). Los exploradores españoles escribieron sobre el uso del aguacate en países como México, Colombia y Perú. A partir del año 1600, el aguacate se introdujo en España y se extendió a otros países a nivel mundial como Jamaica, EE.UU. e Israel en los siglos siguientes (cf. Baíza Avelar, 2003: 6).

El nombre aguacate proviene de la palabra *ahuacatl* y significa testículo en náhuatl. Esta lengua se habla en Mesoamérica (cf. Baíza Avelar, 2003: 5). El nombre *ahuacatl* es por la forma y ubicación de la fruta en el árbol. En países como Perú, Ecuador y Chile, el aguacate se llama *Inca de Palta* (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 14). En Tehuacán, Puebla, México, se han descubierto evidencias arqueológicas que datan de hace más de 12.000 años. Por eso se considera que este lugar es el punto de origen del aguacate (cf. Glogowski, 2017).

Desde ahí, el fruto se extendió por Centroamérica, desde México hasta Perú, así como por la Sierra Nevada de Santa Marta y el norte de Chile. Durante la época colonial, entre 1500 y 1600, el comercio del aguacate llegó a las Antillas, Brasil y el sur de Europa. Poco a poco, la fruta se expandió a otras partes del mundo. En la década de 1800, hizo su aparición en Hawai, Florida y California (cf. Glogowski, 2017).

En el siglo XIX, comerciantes y exploradores llevaron la fruta a África y Asia (cf. Glogowski, 2017). En 1900, el aguacate llegó a Sudáfrica, Argentina e Israel, donde empezó a cultivarse (véase la figura 1) (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 14). A principios del siglo XX, los aguacates empezaron a plantarse en zonas mediterráneas como España, Portugal y Grecia, donde se descubrió que el clima era adecuado para su cultivo (cf. Glogowski, 2017).



Figura 1. *Expansión global del aguacate*. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008.

En la actualidad, el aguacate se cultiva en diversas regiones del mundo con climas cálidos y templados (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 12-13). Los aguacates se

cultivan en regiones subtropicales y tropicales, en particular en Asia, las Islas Canarias y América (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 15). México es el mayor productor mundial de aguacate y también se cultiva en Colombia, Chile, Perú y la República Dominicana. También hay plantaciones en Nueva Zelanda, Australia, Filipinas, Italia, España, Costa de Marfil, Kenia, Marruecos, Sudáfrica y en Estados Unidos, sobre todo en California y Florida (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 12-13).

4.1 Características y requerimientos biológicos del aguacate

El aguacate pertenece a la familia *Laurácea* que pertenece a la familia de los laureles, llamada científicamente *Lauraceae* (cf. Glogowski, 2017). Esta familia consta de 52 géneros y aproximadamente 3.500 especies y el género *Persea* es un grupo dentro de esta familia, comprendiendo 150 especies que incluye al aguacate (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 15). Existen unas 400 variedades de aguacate con sus propias características, pero la variedad Hass es la más demandada en todo el mundo (cf. SAGARPA, 2017: 5).

El aguacate es una fruta verde de forma ovalada de una piel fina o gruesa con una gran semilla en el interior. Su peso puede variar entre 120 y 500 gramos (cf. SAGARPA, 2017: 1). La pulpa es rica en sabor y no contiene fibra. Un aguacate maduro tiene textura de pulpa comparable a mantequilla firme y contiene entre 10% y el 20% de aceite (cf. SAGARPA, 2017: 1). La piel gruesa lo hace resistente para el transporte (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 12-13).

El color de la fruta cambia de verde a morado oscuro cuando está maduro (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 12-13). Según los beneficios nutricionales de la fruta se encuentran la capacidad de ayudar a absorber el colesterol, lo que puede contribuir a la prevención del cáncer (cf. CEDRSSA, 2017: 1). En general el aguacate se puede utilizar en la elaboración de productos farmacéuticos o cosméticos. Además, la fruta posee proteínas, vitaminas y minerales (cf. SAGARPA, 2017: 1).

Con respecto a la horticultura de aguacate, es importante distinguir entre diversos factores que afectan a su crecimiento, como la variedad de aguacate, el tipo de suelo, las condiciones climáticas y la topografía. Es decir, los aguacates se clasifican en distintos grupos: el mexicano, el guatemalteco y el antillano. También existen híbridos entre estos tipos y se mezclan algunas variedades mexicanas y guatemaltecas para crear nuevos híbridos (cf. CEDRSSA, 2017: 2).

Cada variedad de aguacate requiere unas condiciones agroecológicas específicas para obtener un crecimiento óptimo (cf. Baíza Avelar, 2003: 12). El suelo ideal para el cultivo del aguacate debe tener una textura media y una profundidad de entre 0,8 y 2 metros. Los aguacates son sensibles a los fuertes vientos y a las bajas temperaturas, que pueden dificultar la producción de frutos. Las altitudes favorables para el cultivo de aguacate van desde los 800 hasta los 2.500 metros sobre el nivel del mar (cf. SAGARPA, 2017: 1). El tiempo que tarda en madurar el fruto del aguacate depende en gran medida del clima. En las regiones más cálidas, el fruto crece y madura en un periodo de 5 a 8 meses; mientras que, en las zonas más frías, este proceso puede durar de 10 a 14 meses (cf. Baíza Avelar, 2003: 12).

Los aguacates también necesitan precipitaciones importantes para crecer adecuadamente. La precipitación anual óptima para los aguacates varía entre 1.000 y 2.000 milímetros de agua (véase la figura 2 y 3) (cf. SAGARPA, 2017: 1). Además, cada árbol de aguacate puede requerir aproximadamente 1.100 litros de agua al mes para prosperar (cf. CEDRSSA, 2017: 20). En cuanto a la humedad, los aguacates en general requieren un rango que debe oscilar entre el 60% a 70% (cf. Baíza Avelar, 2003: 12). Se aumenta el riesgo de enfermedades fúngicas, si crecen en humedad elevada. Mientras que una humedad baja provoca deshidratación (cf. Baíza Avelar, 2003: 12-13).

Una característica única de los aguacates es que son frutos climatéricos, que significa que no maduran en el árbol. En su lugar, se cosechan cuando aún están inmaduros y continúan madurando después. Esta característica es útil para el transporte, ya que permite transportar los aguacates a largas distancias sin que se estropeen demasiado rápido. Cuando están inmaduros, los aguacates son firmes y tienen un sabor más herbal, y aún no son tan cremosos como un aguacate completamente maduro. Solo al cabo de unos días se ablandan y desarrollan su conocida textura suave y mantecosa y su sabor suave (cf. Glogowski, 2017).

Site	Geographic coordinates	Municipality	Mean annual temperature (°C)	Annual precipitation (mm)	Soil type
1. Ichaqueo	19.560278, -101.154167	Morelia	15.3	1089	Ortic Acrisol
2. San Miguel del Monte	19.62444, -101.12778	Morelia	15.9	1043	Ortic Acrisol
3. Llanitos	19.43517, -101.27913	Villa Madero	15.9	1046	Ochric Andosol
4. Huitzicho	19.46072, -102.02562	Uruapan	17.8	983	Ochric Andosol
5. Magueyes	19.43147, -101.85587	Taretan	18.4	978	Ochric Andosol
6. Regalo de dios	19.43517, -101.27913	Ziracuaretiro	19.1	963	Ochric Andosol
7. Tzitziqui	19.35659, -101.85629	Taretan	20.1	945	Litosol
8. Las joyas	19.22681, -101.42344	Tacámbaro	19.9	1084	Ochric Andosol

Figura 2. Promedio de Temperaturas y Precipitaciones en Michoacán, Baca-Patiño, 2025.

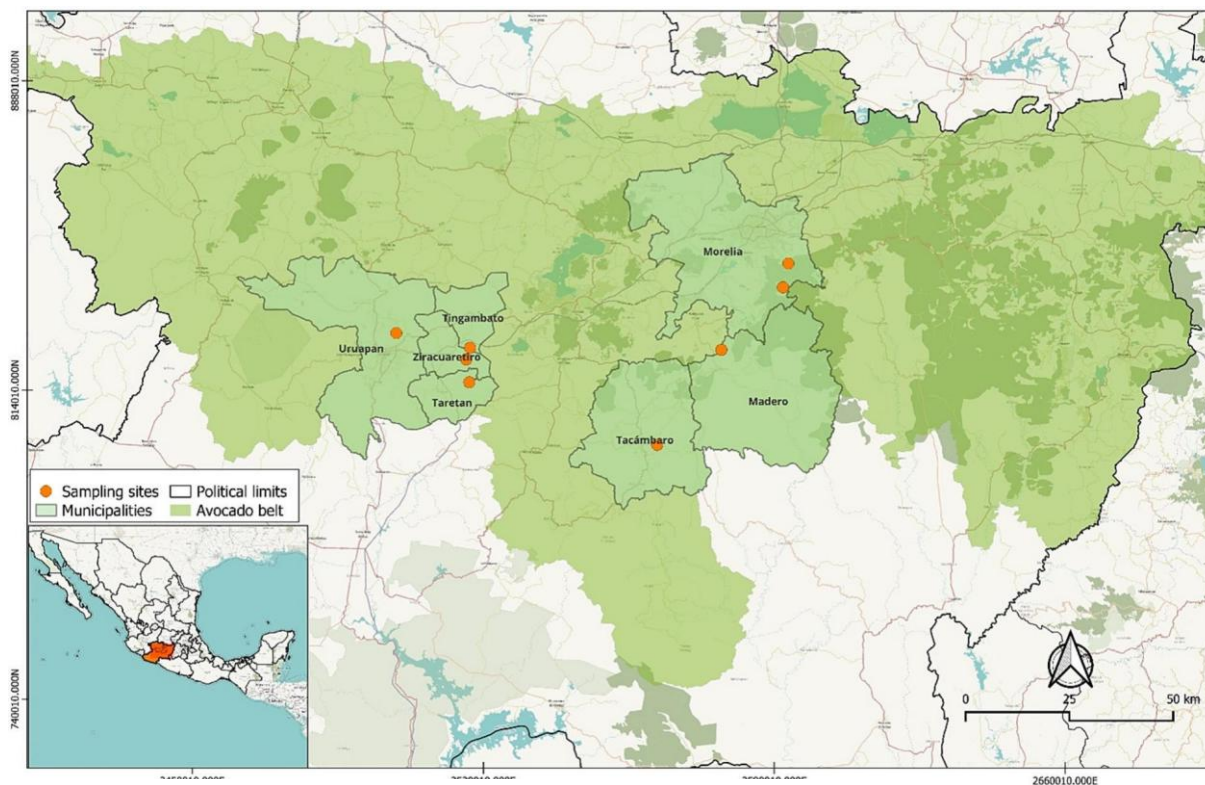


Figura 3. Promedio de Temperaturas y Precipitaciones en Michoacán, Baca-Patiño, 2025.

4.2 Producción del árbol de aguacate

Los árboles de aguacate suelen tener una vida productiva de entre 10 y 18 años y las plantas pueden cosecharse cuando tienen entre 3 y 4 años. La plena producción suele alcanzarse a los ocho años. Las edades más importantes van de los 8 a los 15 años, cuando la planta alcanza su pico de producción y da el máximo de frutos. Además, el ciclo productivo natural del aguacatero puede superar los 40 años. En general, una plantación de aguacate puede tener una producción idónea de entre 15 a 25 años (cf. Durán Ramírez, 2019: 127).

Existen dos temporadas principales para la cosecha de aguacate en México, “La Loca” que es de junio a septiembre y ocurre durante el periodo de floración primaria. El principal período de producción tiene lugar entre los meses de septiembre y febrero, se denomina “La Normal”. En general, el desarrollo floral dura entre 85 y 200 días, sin distinción de las circunstancias meteorológicas ni del empleo de la irrigación. Además, la producción de aguacate depende de insectos de polinización, como abejas, moscas voladoras y avispas (cf. Osoyo, 2021: 6).

El árbol tiene una copa achaparrada y tupida. El árbol da más frutos en la parte inferior y media de la copa. Lo que hace único al aguacate Hass es que el fruto puede permanecer de 2 a 5 meses en el árbol tras su maduración sin perder calidad (cf. Baíza Avelar, 2003: 12-13). Predomina la variedad Hass, que representa el 97% de la producción. Los aguacateros florecen dos veces al año y producen aproximadamente 75-80 kilogramos de fruta por ciclo de floración (cf. USDA, 2024: 8).

La variedad Hass es muy productiva y produce hasta 16 toneladas por hectárea. La cosecha tiene lugar entre los meses de noviembre y abril. El tiempo que transcurre desde la floración hasta la producción de frutos en los aguacates Hass varía, por lo general, entre 9 y 14 meses, y aumenta a mayor altitud. Los factores climáticos determinan el éxito del cultivo del aguacate (cf. Baíza Avelar, 2003: 12-13).

La variedad Hass puede tolerar niveles de humedad de hasta 80% y prospera con temperaturas que varían entre los 14°C y los 24°C (cf. Baíza Avelar, 2003: 12). Con respecto a la precipitación, se recomienda tener entre 1.200 y 1.800 milímetros de precipitación al año específicamente para la variedad Hass (cf. SAGARPA, 2017: 1).

5. El cultivo del aguacate en México

México tiene 32 estados y los aguacates se cultivan en 28 estados, de los cuales Michoacán y Jalisco producen casi el 90% del total de la producción mexicana. Michoacán produce cerca del 80% de todo el aguacate del país y exporta el 86%. Michoacán es también llamado el *Cinturón del Aguacate* (véase la figura 4) por su ubicación en el Cinturón Volcánico y la Cuenca del Río Balsas (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28).

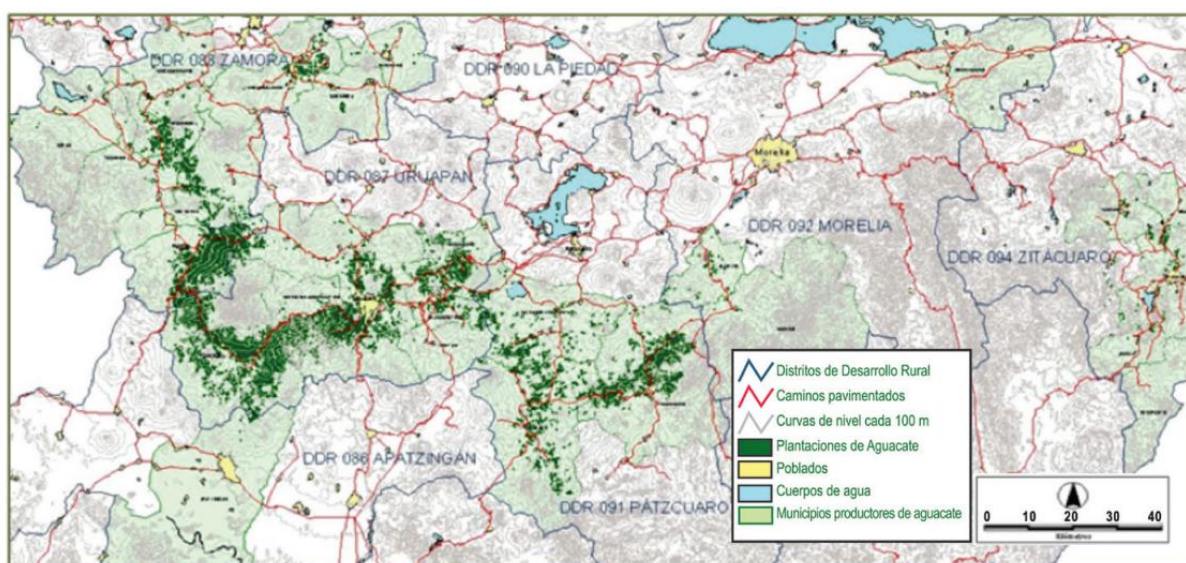


Figura 4. Cinturón del aguacate en el estado de Michoacán, Chávez et al., 2009.

La zona tiene condiciones ideales para el cultivo de aguacate ya que el clima es cálido, subhúmedo con lluvias en verano y altitudes entre 1.500 y 2.400 metros (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28). La zona aguacatera de Michoacán se ubica en una franja al sur del Eje Neovolcánico. Abarca más de 112.000 hectáreas (cf. Chávez-León et al., 2012: 11). Según el Foro Económico Mundial, las tierras de cultivo para aguacates son tan grandes como 196.000 campos de fútbol (cf. Ochoa Ayala, 2020).

Los principales tipos de clima son semicálido o subhúmedo (58%) y templado subhúmedo (26%). La vegetación natural está formada por bosques templados, principalmente bosques mixtos de pino-encino, así como abetos, robles y bosques montañosos tropicales (cf. Chávez-León et al., 2012: 11). El aguacate es originario del centro y centro-este de México, específicamente de los Estados de Nuevo León, Michoacán, Veracruz y Puebla, donde puede cultivarse todo el año cf. Baíza Avelar, 2003: 12-13).

El aguacate Hass tiene su origen en una semilla plantada a principios de los años 20 en La Habra Heights, California, por Rudolph Hass, que la patentó en 1935. La composición genética de la variedad Hass es 95% guatemalteca y 5% mexicana. Hoy en día, es la variedad comercial de aguacate más importante a nivel mundial (cf. Baíza Avelar, 2003: 12-13).

De hecho, más del 90% de la superficie de cultivo de aguacate en México se dedica a la variedad Hass (cf. Bernal Estrada, Díaz Díez, 2008: 4). 1950 marcó el inicio del cultivo del aguacate, particularmente de la variedad Hass, en Michoacán. Se eligió la variedad Hass por su piel duradera y alta cosecha durante todo el año (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18).

El árbol Hass crece de forma moderadamente lenta; el ritmo de su crecimiento depende de su exposición a la luz, que es esencial para el aguacatero porque las ramas que están a la sombra son más bien improductivas (cf. Baíza Avelar, 2003: 12-13). El aguacatero puede crecer hasta 10 y 20 metros en estado salvaje. En las explotaciones comerciales, los aguacateros se suelen podar a unos 5 metros para que los agricultores puedan cosechar la fruta más fácilmente, sin necesidad de escaleras muy altas ni equipos especiales (cf. Glogowski, 2017).

5.1 Sistemas de cultivos

Preparar el suelo de forma adecuada antes de comenzar a plantar es imprescindible para el buen desarrollo de los cultivos. Cuando hay subsuelos pesados es necesario romper estas capas para mejorar el drenaje. A veces también es crucial eliminar a mano o con herramientas mecánicas las malas hierbas, arbustos y otras plantas (cf. Durán Ramírez, 2019: 96). En algunas zonas de cultivo de aguacate es común el cultivo mínimo o reducido para preservar la calidad del suelo. Por ello, se siega la vegetación existente y después de que rebrote se aplican herbicidas en caso de hierba agresiva. Se puede conservar el suelo agrícola si se intensifica el cultivo directo sin arado. El subsolado seguido de rastra favorece el crecimiento de los árboles y es necesaria la plena insolación, ya que no tolera bien la sombra (cf. Durán Ramírez, 2019: 97-98).

La disposición de las plantas en el campo depende del suelo, el clima y la forma del terreno. Los aguacates pueden crecer en zonas frías, medias y cálidas, a menudo en pendientes. Para frenar la erosión del suelo, la plantación sigue la forma del terreno.

Por tanto, los árboles pueden plantarse en forma cuadrada, triangular o en hileras, según la pendiente del terreno. Para pendientes superiores al 20%, lo mejor es un patrón triangular porque permite plantar un 15% más de árboles que los patrones cuadrados (cf. Durán Ramírez, 2019: 99-100).

En zonas llanas, se utilizan patrones cuadrados o rectangulares porque el espacio entre árboles es igual y, por lo tanto, se aprovecha eficientemente el espacio. Esto también facilita el mantenimiento de los cultivos. En el patrón cuadrado, los árboles están espaciados por igual. El patrón rectangular tiene espacios más anchos entre hileras que entre plantas. La tendencia actual es utilizar la plantación intensiva con setos productivos para obtener mayores cosechas iniciales, y los árboles se van retirando gradualmente a medida que sus ramas crecen juntas (cf. Durán Ramírez, 2019: 99-100).

5.2. Michoacán la zona principal del cultivo

5.2.1 Los pequeños agricultores en Michoacán

El cultivo del aguacate a pequeña escala se demuestra en la región de la Meseta Purépecha, que está situada en Michoacán. La zona se compone de 11 municipios con unos 660.651 habitantes, de los cuales el 60% son indígenas. Allí se practicaba la pequeña agricultura en extensas tierras colectivas que tienen similares condiciones ambientales. La región ha sido tradicionalmente principalmente tierra de pinares, los cuales crecen entre los 1.500 m y los 3.000 m sobre el nivel del mar (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18).

Hasta ahora, estos bosques han sido sustituidos por tierras de cultivo de aguacate, produciendo hoy en día, un alto grado de deforestación. Aunque la producción de aguacate genera muchos ingresos, los habitantes de la región son pobres. Esto se debe a la desigual distribución de los beneficios y al hecho de que la mayoría de las tierras son de propiedad colectiva. Uruapan, donde se lleva a cabo una gran parte del empaque y despacho de aguacate, tiene una población de 356.786 personas, de las cuales el 10% son extremadamente pobres (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18).

La adquisición de tierras en Michoacán está mal regulada, lo que da lugar a prácticas ilegales vinculadas a los cárteles de la droga. Es decir, los pequeños agricultores

luchan por competir con empresas más grandes que disponen de mejores recursos y tecnología. El estudio de Khan et al. (2021) analizó materiales secundarios de 2014-2018 para identificar cuestiones morales, culturales relativas y el manejo del comercio del aguacate (cf. Khan et al., 2021: 744-758).

Las consecuencias para los pequeños agricultores se demuestran en los resultados del estudio de Khan et al. (2021). Estos productores no solo se enfrentan a retos, como la pérdida de derechos humanos y libertades, sino que también sufren el deterioro del medio ambiente donde viven. Es decir, la biodiversidad disminuye debido al elevado uso de productos químicos y pesticidas, por lo que la calidad de la fruta y la cosecha entera se deteriora. Además, a los pequeños agricultores les resulta difícil influir en las políticas, ya que compiten con empresas más grandes que dominan los recursos y se dedican al comercio ilegal, lo que a su vez conduce a una mala planificación del uso de la tierra (cf. Khan et al., 2021: 744-758).

Es importante mencionar que el estudio de Khan et al. (2021) subraya la necesidad de reformas que den prioridad a las necesidades de las comunidades locales sobre los intereses de las empresas. La investigación subraya la importancia de una mejor colaboración entre el gobierno, las empresas y los habitantes. Hay que animar a las empresas a que elaboren informes medioambientales transparentes y a la población local a que participe más en los procesos de decisión. Además, hay que apoyar a los pequeños agricultores para que trabajen en mejores condiciones. En definitiva, el estudio aboga por la colaboración para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia, centrándose en medidas proactivas (cf. Khan et al., 2021: 744-758).

La demanda mundial de aguacates ha ampliado las disparidades económicas que benefician a las grandes empresas y dejan excluidos a los pequeños agricultores. Los investigadores subrayan la importancia de políticas eficaces que apoyen a los pequeños agricultores y promuevan la sostenibilidad en la agricultura. Así se pueden reforzar los derechos sobre la tierra además de promover prácticas agrícolas sostenibles para garantizar unos beneficios más justos de la producción de aguacate (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28). Como mencionado en el marco teórico (capítulo 2), esta investigación corresponde al *marco de resiliencia socio ecológica* según Khan et al. (2021) porque trata las prácticas agrícolas, cosechas y volúmenes de producción.

6. Producción mundial y desarrollo económico del aguacate

En los últimos 50 años, la tasa media de crecimiento anual en la producción de aguacate mexicano ha sido del 3,7%. En 1966, la producción mundial de aguacate alcanzó un total de 884.538 toneladas, cultivadas en 93.189 hectáreas (cf. Muñoz Villagrán, 2018: 3). En los últimos 60 años, México ha experimentado un aumento en la plantación, producción y exportación de aguacates, consolidando su posición como primer productor y exportador mundial (cf. Díaz Castellanos, 2021:14).

En 2012, México aportó el 30,19% de la producción mundial de aguacate. Indonesia ocupó el segundo lugar con el 6,75%, seguido de la República Dominicana con el 6,65%. Entre 2011 y 2015, la producción mexicana de aguacate experimentó una tasa media de crecimiento anual del 8,7% (cf. CEDRSSA, 2017: 17). Para 2016, la producción de aguacate mexicano se elevó a 5.567.043 toneladas a una superficie de 563.913 hectáreas, lo que refleja una impresionante tasa de crecimiento promedio anual de 4,4% en la producción mundial (cf. Muñoz Villagrán, 2018: 3).

México emergió como el principal productor, representando el 33,9% (véase la figura 5) de la producción mundial con 1.889.354 toneladas cosechadas en 180.536 hectáreas. El país también registró una tasa media de crecimiento anual del 5,5% en la superficie dedicada al cultivo de la fruta en 2016 (cf. Muñoz Villagrán, 2018: 4).

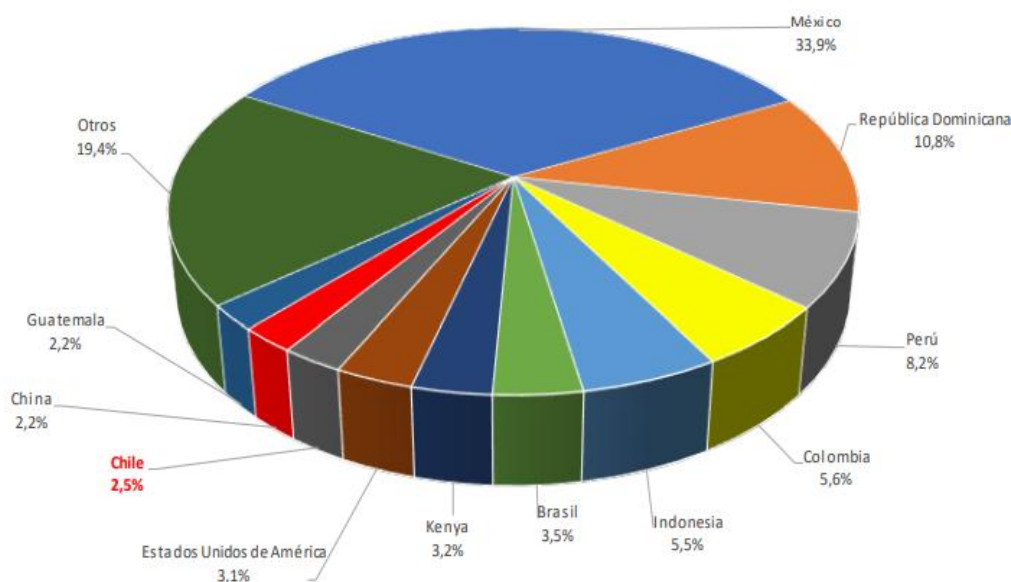


Figura 5. Producción mundial de paltas proporción por país (2016), Muñoz Villagrán, 2018.

La República Dominicana fue el segundo mayor productor, con un 10,8% de la producción mundial de aguacate. En 2016 cultivó aguacates en 13.375 hectáreas y se

especializa principalmente en la variedad Semil, produciendo solo el 13% de la popular variedad Hass. Perú ocupó el tercer lugar a nivel mundial, produciendo 455.394 toneladas o el 8,2% del total mundial de 37.837 hectáreas. Otros productores destacados fueron Colombia, Indonesia, Brasil, Kenia, Estados Unidos y Chile (cf. Muñoz Villagrán, 2018: 4).

En el año 2018, la producción de aguacate de México fue de aproximadamente 2,18 millones de toneladas; el segundo mayor productor fue Colombia con alrededor de 876.000 toneladas, seguido de Perú que produjo 660.000 toneladas, mientras que la República Dominicana tuvo una producción de alrededor de 634.000 toneladas (cf. FAO, 2025).

En 2020, México aumentó su producción de aguacate a cerca de 2,4 millones de toneladas, seguido de Colombia con 920.000 toneladas, Perú que produjo aproximadamente 700.000 toneladas y la República Dominicana unas 670.000 toneladas. Para 2024, se estima que México tendrá un volumen de producción de 2,8 millones de toneladas, frente a Colombia con alrededor de 1 millón de toneladas, Perú con 780.000 toneladas y la República Dominicana de 750.000 toneladas (cf. FAO, 2025).

Mientras la demanda internacional se mantenga alta, es probable que los precios del aguacate sigan subiendo en México. Sin embargo, las exportaciones suelen reducirse en junio y julio, lo que podría ayudar a rebajar un poco tal subida de precios. Además, la producción suele ser mayor en los meses de junio y julio; en abril y mayo suele ser inferior, aunque los menores rendimientos recientes pueden afectar los precios (cf. Domínguez, 2019).

En referencia al rendimiento demográfico: En 2018, el 72% de los huertos de aguacate de México se encontraban en Michoacán, produciendo el 33% de los aguacates del mundo (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18). Además, a nivel nacional, el consumo de aguacate en México fue de aproximadamente 600.000 toneladas en los años 2016 y 2017 (cf. Flores, 2018: 3-5).

Esta trayectoria de crecimiento pone de relieve la demanda mundial de aguacates que está en condiciones alcistas, razones por la creciente popularidad de la fruta es su popular imagen de alimento saludable y su incorporación a diversas cocinas de todo el mundo (cf. Muñoz Villagrán, 2018: 5).

6.1 Reformas económicas del mercado mexicano de aguacate

Durante la mayor parte del siglo XX, el gobierno mexicano controló las zonas rurales con ayuda de un sistema que se llama *estructuras de mediación*. Así, el gobierno podía apoyar a los pequeños agricultores y asegurar su supervivencia puesto que les ofrecía tierras para cultivar. Además, también se fundaron organizaciones con el objetivo de mantener el control de las comunidades rurales. Es decir, en estas zonas, los campesinos cultivaban sus cosechas (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 79-81).

En la década de 1970 surgieron protestas por la insatisfacción general de la gente que se sentía maltratada con respecto a la repartición de tales tierras. Por consiguiente, los manifestantes exigían recursos y tierras compartidos. En consecuencia, se fundó la UCEZ (Unión de Comuneros Emiliano Zapata) y otros grupos locales con el fin de combatir por la tierra y sus recursos (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 79-81).

A causa de las protestas, surgió un nuevo comercio de aguacates en Michoacán, en Uruapan. Los agricultores de aguacate más ricos se hicieron de gran poder y se establecieron organizaciones con el objetivo de controlar el comercio. Es por ello que estos grupos utilizaron el apoyo gubernamental a fin de poder incrementar su actividad comercial y muchos pequeños productores fueron omitidos (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 79-81).

En la década de 1970, la inflación junto con los bajos precios del maíz y el trigo provocaron que los agricultores se vieran obligados a buscar otro tipo de alternativas a la hora de cultivar sus tierras. Mientras que los agricultores más grandes recibían la mayor parte de las subvenciones públicas, los más pequeños campesinos recibían menos apoyos. Así, las grandes empresas pudieron lograr establecer nuevos sistemas de control en el comercio del aguacate porque se apoderaron de los recursos (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 79-81).

En 1987, la tasa de inflación alcanzó un máximo de casi el 160 %. Este fue el nivel más alto en la historia reciente de México, lo que causó graves problemas económicos a muchos mexicanos. Un año más tarde, la inflación comenzó a disminuir de manera constante gracias a algunas reformas económicas (cf. López Jiménez, 2005: 63). Los pequeños agricultores que cultivaban aguacates dependían de empresas más grandes para la producción y la venta. Los cultivadores ricos recurrían a préstamos gubernamentales y monopolizaban los mercados. A finales de la década de 1980,

estos agricultores más pequeños luchaban por competir y tenían que vender sus cosechas a precios más bajos para sobrevivir (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 79-81).

En la década de 1980, el gobierno mexicano empezó a retirar numerosas subvenciones, lo que complicó aún más el acceso de los productores rurales al comercio. Mientras tanto, el mercado estaba dominado por un pequeño grupo de grandes empresas que operaban bajo un régimen de oligopolio, concentrando el control y la mayor parte de los beneficios; controlaban la producción, el envasado y las ventas, mientras que los pequeños agricultores pasaban a depender de ellas (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 79-81).

En un intento de contrarrestar esta situación y recuperar parte de su autonomía, los pequeños agricultores procuraron organizarse y establecer sus propias empresas de empaquetado, aunque enfrentaron numerosas dificultades estructurales y de acceso al mercado. Además, estas no eran rentables debido a su alto nivel de endeudamiento y bajos márgenes de ganancia de estas pequeñas empresas. Así, en 1990 muchos agricultores tradicionales trabajaban para estas empresas en condiciones difíciles. Este sistema dejó a los productores independientes sin poder, ni rentabilidad (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 79-81). A finales de la década de 1990, la elevada tasa de inflación de finales de los años 80 había descendido a niveles de un solo dígito, lo que condujo a una mayor estabilidad de la economía (cf. López Jiménez, 2005: 63).

Después de que se eliminaran los subsidios gubernamentales, así como los programas de ayuda social para el cultivo del aguacate, las grandes empresas empacadoras tomaron aún más el control del mercado. Además, los costes de producción del aguacate aumentaban debido al incremento de los precios de los fertilizantes. Por consiguiente, México se enfrentaba a una sobreproducción que hacía bajar aún más los precios del aguacate (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 82-84).

El cultivo del aguacate se hizo insostenible, ya que los pequeños agricultores no podían adaptarse bien a estas nuevas condiciones. Por lo tanto, las pequeñas haciendas no podían generar ningún ingreso rentable y se vieron obligadas de encontrar otra forma para obtener sus ingresos. Muchos de estos agricultores empezaron a cultivar marihuana, que se veía como forma lucrativa con el objetivo de ganar dinero (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 82-84).

La comercialización fue un aumento, de modo que en la segunda mitad del siglo XX el cultivo se extendió a tierras privadas y comunales (cf. Osoyo, 2021: 10). Tras el fin de la prohibición de exportación a EE.UU., México empezó a superar en producción de aguacate a países sudamericanos como Chile y Perú. Estos dos países desplazaron su producción para satisfacer su propia y creciente demanda interna, lo que redujo su oferta de aguacate para el mercado internacional (cf. Díaz Castellanos, 2021: 12-49). A partir de 1997 se abolió la prohibición estadounidense a las importaciones de aguacate que se había iniciado debido a la preocupación por las plagas (cf. Osoyo, 2021: 10).

El TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte) hizo posible la exportación de la fruta a Estados Unidos (cf. Denvir et al., 2022: 152-166). Con el acuerdo TLCAN, México obtuvo importantes ventajas, como menores costes logísticos y requisitos comerciales más sencillos (cf. Díaz Castellanos, 2021: 12-49). El objetivo principal de la desregulación económica era crear leyes que fomentaran la inversión privada en la economía mexicana, tanto a nivel nacional como internacional. En el pasado, las normas habían dificultado la inversión, pero a partir de entonces la reducción de los requisitos legales facilitó la inversión (cf. López Jiménez, 2005: 63).

Como resultado, los aguacates mexicanos pudieron acceder al mercado estadounidense exentos de aranceles, al tiempo que las importaciones originarias de Estados Unidos hacia México también quedaron libres de gravámenes. SADER (La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) de México realiza inspecciones con el objetivo de garantizar que cumplen las normas sanitarias para las exportaciones a EE.UU. (cf. Osoyo, 2021: 10).

Cuando se inició el comercio entre México y Estados Unidos, el número de productores mexicanos de aguacate aumentó significativamente. Esto llevó a la APEEAM (Fundación de la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de Michoacán). El resultado es que ahora existen 33 asociaciones agrícolas, 10.000 productores a lo largo de 29 municipios, 296 empacadoras y seis empresas agroindustriales que producen aceite sin refinar, pasta de aguacate y guacamole congelado (cf. CEDRSSA, 2017: 16).

Otras reformas económicas gubernamentales de la década de 1990, como la reforma de la Ley Forestal de 1992 y el acuerdo del TLCAN, tuvieron un gran impacto en la

distribución de la tierra agrícola en el suroeste de Michoacán. La reforma de 1992 tendió a redistribuir la tierra agraria, permitiendo la privatización de las tierras comunales y ejidales. Anteriormente, los terrenos ejidales eran de propiedad colectiva y no se podían vender, puesto que se utilizaban para la agricultura, el pastoreo u otros fines comunales. El resultado fue que se pusieron a la venta enormes extensiones de tierra cultivable. La Ley Forestal de 1992 desreguló aún más las actividades forestales al autorizar el arrendamiento forestal y reducir los requisitos de protección (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 82-84).

El territorio privado es más susceptible de convertirse en tierras de cultivo, mientras que las tierras comunales requieren el consenso de la comunidad. En la expansión de las tierras de cultivo no sólo influyen los cambios históricos de uso del suelo, sino también las fuerzas del mercado y las políticas públicas. Por lo tanto, la propiedad de la tierra desempeña un papel importante, de modo que la expansión de las tierras agrícolas para el cultivo del aguacate no sólo provocó conflictos por la tierra, sino que también condujo a la tala ilegal y a la deforestación (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28).

Los inversores, incluidos los financiados con los beneficios del cultivo de marihuana, compraron gran parte de la tierra. Entre 1991 y 1995, la superficie de huertos de aguacate pasó de 39.794 a 75.075 hectáreas, lo que constituyó un aumento del 53%. Este enorme aumento se produjo incluso a pesar de que los precios del aguacate se mantuvieron bajos durante este periodo. Además, las inversiones en tierras de cultivo aumentaron cada vez más a medida que el negocio se volvía rentable (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 82-84).

En resumen, el sector aguacatero mexicano ha crecido de modo estable durante los últimos cinco años. Las razones para ello son la alta demanda internacional y el creciente consumo doméstico. Además, la producción mexicana creció casi 75 % entre 2014 y 2023. Es decir, este aumento fueron 2,65 millones toneladas durante el periodo. Si se comparan Las exportaciones de aguacate de 1,4 millones toneladas en 2023 con el año 2022 que son 1,2 millones toneladas, se trata de 17 % de crecimiento (cf. USDA, 2024: 2).

En los años 2016 y 2017, México produjo aproximadamente 1,7 millones de toneladas de aguacate Hass. El cultivo de aguacates en 2017 y 2018 se estimó entre 1,8 y 1,9

millones de toneladas, apoyada porque se mejoraron el manejo de las inversiones en tecnología de la producción y el control de plagas (cf. Flores, 2018: 3-5). Además, en el año 2022, con 2.529.581 toneladas de aguacates producidos en México (véase la figura 6), el país se sitúa en el primer puesto de la producción mundial, seguido de Colombia con 1.090.664 toneladas y después Perú que produjo 866.456 toneladas (cf. FAO, 2025).

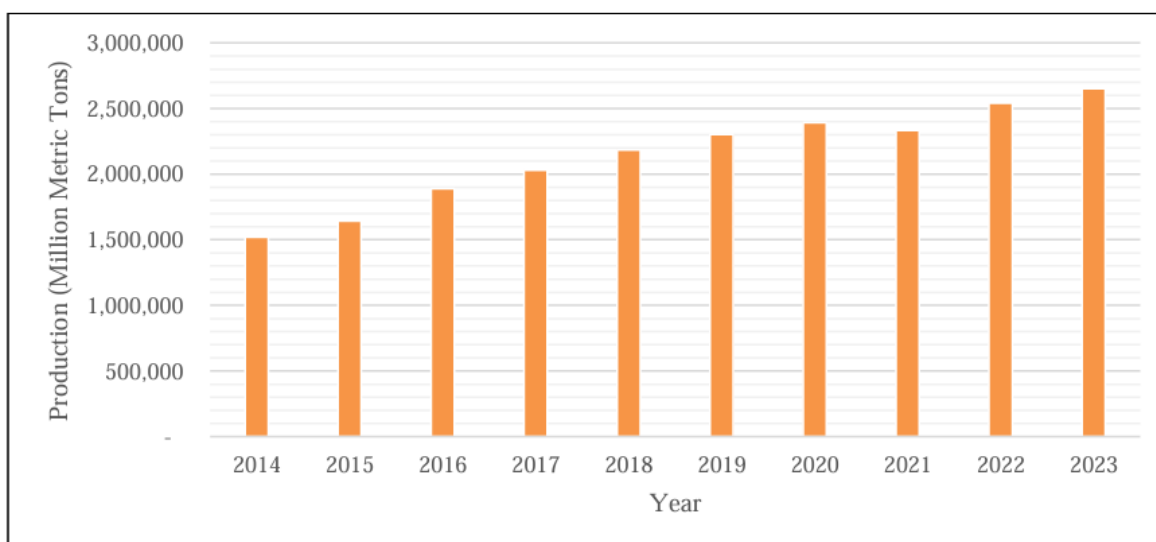


Figura 6. *La producción de aguacate en México*, USDA, 2024.

El estado de Michoacán contribuyó con alrededor del 80% de la producción total de México. Este alto nivel de producción fue en gran parte causado por la demanda de exportación, especialmente en Estados Unidos, que proyectó importar alrededor de 1 millón de toneladas de aguacates para 2018 y 2019 (cf. Flores, 2018: 3-5). En 2023, Michoacán representaba el 73% de la superficie plantada de aguacate en México, seguido de Jalisco (véase la figura 7 y figura 8) (cf. USDA, 2024: 4)

Para producir esta fruta, el medio ambiente tiene que pagar un precio enorme. Es decir, se consumen unas 5.000 toneladas de aguacate al año en todo el mundo. El 80% de la producción total de aguacate en México se realiza en Michoacán y México produce el 50% del total de aguacates producidos en el mundo (cf. Muñoz Villagrán, 2018: 10).



Figura 7. Principal área plantada de aguacate en México en 2023, USDA, 2024.

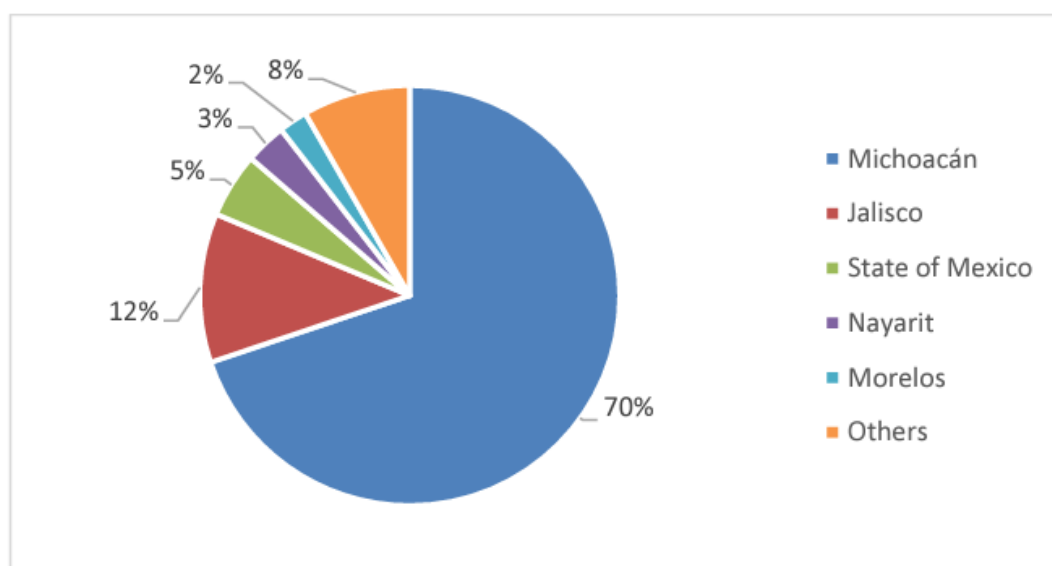


Figura 8. Principal área plantada de aguacate en México en 2023, USDA, 2024.

6.2 Exportaciones de aguacate mexicano

Si nos fijamos en los datos de las exportaciones mundiales de esta fruta, México es como el líder mundial exportó 897.560 toneladas de aguacates, seguido de los Países Bajos con 249.695 toneladas (aunque con el matiz de que ellos realmente se dedican a la compra y venta del producto, se exporta pero no se produce ahí) y en tercer lugar es Perú con 247.363 toneladas de una cantidad total de 2.053.091 toneladas en el año 2017 (cf. Muñoz Villagrán, 2018: 10).

Los aguacates, con una exportación de 2.300 millones de dólares para México, proceden principalmente del Estado Federal de Michoacán (cf. Matei, 2019). México exporta tres de cada diez toneladas de aguacate producidas a nivel mundial (cf. CEDRSSA, 2017: 12).

En 2018, México exportó 1 millón de toneladas de aguacates, seguido de Perú que exportó 360.000 toneladas, los Países Bajos que principalmente reexportan aguacates y no producen la fruta exportaron aproximadamente 250.000 toneladas (cf. FAO, 2025). Entre enero y abril de 2019, se exportó el 68% de la producción total de aguacate mexicano, que fueron 507.914 toneladas de aguacate. Esto representa un incremento de 13,4% en comparación con el mismo periodo de 2018 (cf. Barría, 2019).

En 2019 y 2020, Michoacán exportó 1.145.362 millones de toneladas de aguacates con certificación. Esta cifra representa un aumento del 5% en comparación con el año anterior (cf. Osoyo, 2021: 7-8). Perú, Colombia y Chile aumentaron sus exportaciones (cf. Barría, 2019). En el año 2020, México exportó 1,1 millones de toneladas, seguido de Perú con 400.000 toneladas y los Países Bajos con 270.000 toneladas (cf. FAO, 2025).

En 2023, México exportó 1,4 millones de toneladas de aguacate, lo que supuso un aumento del 15% respecto al año anterior, a pesar de un descenso del 12% en el valor de las exportaciones a causa de la apreciación del peso (cf. USDA, 2024: 6-7). Para el año 2024, se estima que México habrá exportado 1,3 millones de toneladas, seguido de Perú con 480.000 toneladas y los Países Bajos con 310.000 toneladas (cf. FAO, 2025).

Michoacán es el único estado que se ocupa para exportar a los EE.UU. En este sentido existen protocolos gestionados por la APEAM (Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México) en cooperación con las autoridades fitosanitarias estadounidenses para garantizar el cumplimiento de las normas de exportación (cf. Osoyo, 2021: 7-8).

Como Estados Unidos es el mayor importador de aguacate mexicano compran 80% de las exportaciones totales de México (cf. Barría, 2019). Se trata de una cifra récord. México exporta 1,2 millones de toneladas de aguacate a EE.UU. cada año, lo que supone unos ingresos de 2.500 millones de dólares y genera empleo en más de 6.400 explotaciones agrícolas de Michoacán (cf. Alvarado, 2020).

Conforme a Mexico News Daily, México exportó alrededor de 140.000 toneladas de aguacate a EE.UU. debido al evento del Super Bowl en 2022 (cf. Mexico News Daily, 2022). En 2023, el año siguiente, el número de exportaciones de aguacate mexicano a los EE.UU. aumentó a alrededor de 130.000 toneladas (cf. Mexico News Daily, 2023).

Para México, como país exportador que se centra principalmente en EE.UU. podría resultar arriesgado en el futuro, ya que, si el mercado estadounidense se satura, los productores mexicanos tienen que encontrar nuevos mercados de exportación que ya están liderados por otros países productores. Además, sólo 26 manufacturas mexicanas están autorizadas para exportar a EE.UU. y la mayoría, entre el 75 % y el 80 % de estas exportaciones, están controladas por empresas estadounidenses. Dado que estas empresas estadounidenses ayudan con los permisos de exportación, representan intereses de EE.UU. y se quedan con las ganancias, en lugar de trabajar a favor de los productores mexicanos (cf. Macías, Macías, 2011: 529-530).

Con respecto a la Unión Europea, existen oportunidades para ampliar las exportaciones y entablar conversaciones sobre cooperación en materia de reglamentación, especialmente a la luz de los cambios que se producirán a raíz de la salida del Reino Unido de la UE. La creación de alianzas sólidas con organismos reguladores en estas regiones puede ayudar a garantizar que los aguacates mexicanos cumplan con las normas internacionales. Esto podría mejorar su competitividad y reducir el riesgo de barreras comerciales. En general, estas colaboraciones y negociaciones estratégicas no sólo apoyarán el crecimiento de las exportaciones de aguacate, sino que también garantizarán que la industria se ajuste a las normas necesarias de calidad y seguridad, fomentando la sostenibilidad y la rentabilidad a largo plazo (cf. SAGARPA, 2017: 7).

6.3 Importaciones de aguacate mexicano

Desde que se redujo lentamente la prohibición de las importaciones de aguacate de los Estados Unidos, entre 1991 y 1998, las exportaciones de aguacate aumentaron de 13.000 a 47.000 toneladas y, en 2005, EE.UU. importaba el 28% de los aguacates mexicanos, frente a sólo el 2% en 1997. La fruta ha formado parte típicamente de la cocina mexicana, pero debido al aumento de los precios internacionales del aguacate,

el consumo doméstico es limitado y debido a los precios más altos, los productores prefieren exportar la fruta, en particular a EE.UU. (cf. Denvir et al., 2022: 152-166).

En 2014, Estados Unidos importó 600.000 toneladas de aguacates por valor de 1.300 millones de dólares (cf. CEDRSSA, 2017: 17). En Estados Unidos, la demanda de aguacate es particularmente alta debido a los inmigrantes mexicanos y su preferencia por la cocina mexicana (cf. CEDRSSA, 2017: 14). La demanda de aguacate es especialmente fuerte en estados como California, Florida y Hawái (cf. CEDRSSA, 2017: 15).

En 2016, las importaciones globales, el 100% de las importaciones de aguacate de Guatemala provino de México, seguido por el 95,4% de Canadá, el 92,7% de Japón, el 91,3% de Estados Unidos y el 90,2% de El Salvador (cf. SAGARPA, 2017: 4). En la última década, las importaciones mundiales de aguacate se han incrementado en 171.97%. Por consiguiente, las exportaciones mexicanas de aguacate también han aumentado, particularmente a Estados Unidos, Japón y Canadá (cf. SAGARPA, 2017: 3).

Estados Unidos fue por mucho el mayor destino de estas exportaciones, recibiendo entre 77 y 79% del total. Otros mercados significativos fueron Japón, que representó alrededor del 9% de las exportaciones mexicanas, y Canadá con el 6%. En los años 2018 y 2019, el valor total de las exportaciones de aguacate alcanzó aproximadamente 2.800 millones de dólares, lo que refleja la fuerte demanda mundial (cf. Flores, 2018: 1-5).

Según FAOSTAT, Estados Unidos se mantuvo consistentemente como el principal importador de aguacates mexicanos entre 2018 y 2022. Las importaciones estadounidenses variaron de 1 millón de toneladas en 2018 a alrededor de 1,2 millones de toneladas en 2022. Esta evolución muestra un aumento anual constante. En segundo lugar de las importaciones de aguacate mexicano se encuentra Canadá cuyas importaciones variaron de 80 mil toneladas en 2018 a cerca de 100 mil toneladas para 2022. El tercer importador es Japón con 70,000 toneladas en 2018 a cerca de 90,000 toneladas en 2022 (cf. FAO, 2025).

En conclusión, con respecto a las importaciones, los Estados Unidos recibió cerca del 80% de las exportaciones de aguacate de México durante el periodo de 2018 y 2022, Canadá representó el 6%, seguido de Japón (cf. FAO, 2025).

6.4 Consumo y precio de aguacate

Es importante mirar a nivel interno y la medida en que los países productores tienen una demanda de consumo importante; en este caso nos centraremos en el año 2020. México tuvo un consumo de aguacate por persona con 9,57 kilogramos, seguido de Estados Unidos que ocupó el segundo lugar con 3,72 kilogramos. Las cifras de consumo muestran un aumento significativo de 2010 a 2020. Es decir, en Estados Unidos aumentó 141%, al pasar de 1,54 kilogramos a 3,72 kilogramos en esta década. En México, el consumo aumentó un 39%, de 6,89 kilogramos a 9,57 kilogramos durante 2010-2020 (cf. Huang et al., 2023: 2-4).

La demanda de aguacates en EE.UU. es la más alta de su historia, impulsada por la versatilidad del aguacate en muchos platos y su creciente popularidad; el consumo de aguacate per cápita en EE.UU. se ha más que triplicado desde 2000, lo que indica que es probable que la creciente popularidad del aguacate continúe (cf. Barría, 2019).

La gran popularidad del aguacate está relacionada con la demanda estadounidense, especialmente en días como la Super Bowl (cf. Alvarado, 2020). Desde la gran promoción del aguacate y el guacamole como producto imprescindible en las fiestas de la Super Bowl. Las exportaciones mexicanas a EE.UU. han aumentado cada vez más, permitiendo a los estadounidenses comer la fruta fresca durante todo el año (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

En el día del Super Bowl, el 2 de febrero de 2020, se consumieron unas 140.000 toneladas de aguacates mexicanos, también llamados oro verde (cf. Alvarado, 2020). Es decir, durante este día, se consume 7% del total del consumo anual de aguacate (cf. Ochoa Ayala, 2020).

El mercado europeo absorbe por semana entre 5.000 y 5.500 toneladas de aguacates (cf. Barbieri, 2017). Dado que existe un boom internacional de aguacate, las cifras más altas se han reportado en la última década. Aunque más del 80% de los aguacates en EE.UU. proceden de México, este país también los cultiva en California, empezando a importarlos de Perú y Colombia (cf. Barría, 2019).

En cuanto a América del Sur, el promedio de consumo anual de aguacate por habitante fue mayor en Colombia, considerando un promedio de 15,7 kilogramos en 2020. Le siguieron Perú, con un promedio de 7,6 kilogramos por persona, y Chile, donde el consumo per cápita alcanzó los 5,1 kilogramos (cf. Huang et al., 2023: 2-4).

El país líder a nivel mundial donde más se consume aguacate, es México (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18). Allí se consumen anualmente 11 kg de la fruta por persona en el año 2022 (cf. Statista, s.f.).

En el contexto asiático, aunque el consumo per cápita de aguacate en Japón sigue siendo relativamente bajo, el país representa un mercado con alto potencial de crecimiento. México mantiene una posición dominante en este mercado, abasteciendo aproximadamente el 90% de las importaciones japonesas de aguacate, lo que evidencia tanto la preferencia por la calidad del producto mexicano como la consolidación de su liderazgo en el sector. Otro país interesante con potencial de crecimiento de las exportaciones de aguacate es China, donde sólo se consumen 65 gramos por persona y año (cf. Macías Macías, 2011: 529-530).

China es el séptimo mayor consumidor de aguacate a nivel mundial debido a su gran población. Aunque la demanda de aguacates está creciendo en todo el mundo, sólo 51 países consumen más de la media mundial de 0,57 kg por persona y año, por lo que los esfuerzos en la promoción del valor nutricional y el sabor de las frutas deberían aumentar la demanda mundial, en particular en los países asiáticos (cf. Macías, Macías, 2011: 529-530).

Con respecto al precio de aguacate en los Estados Unidos, en el año 2016, el precio por aguacate era de 1,44 dólares, mientras que los aguacates orgánicos se cotizaban a casi 2 dólares. Durante ese mismo año, la demanda de aguacates creció un 24%, alcanzando un valor de 2.000 millones de dólares, un aumento notable en comparación con el año anterior (cf. CEDRSSA, 2017: 17). Además, el precio de los aguacates en los supermercados de California alcanza hasta 1,5 dólares por aguacate, es casi el mismo que el de una hamburguesa de McDonald's (cf. Alvarado, 2020).

En marzo de 2019, el precio del aguacate en México fue de 31,27 pesos por kilo, aumentando a 55,17 pesos por kilo en mayo. La razón del aumento del precio se explica por los menores rendimientos en Michoacán, la zona aguacatera principal de México (cf. Domínguez, 2019). En algunas pequeñas tiendas de Ciudad de México, el precio del aguacate alcanzó los 6 dólares por kilogramo en julio 2019, lo que supuso un aumento de más del 120% (cf. Barría, 2019).

Comparando julio de este año con el mismo mes del año pasado, el precio medio para los consumidores mexicanos subió un 38%. El mayor aumento se observó en los aguacates mexicanos exportados, que subieron un 85% en el mismo periodo, una cifra récord en más de una década. El aumento del precio se debe principalmente a una caída de la producción causada por cuestiones climáticas, mientras que la demanda sigue aumentando (cf. Barría, 2019).

Es decir, a pesar de que el incremento de la superficie cosechada creció 5,2% en 2019, el cultivo bajó de 4,4 a 4,1 toneladas por hectárea en comparación con el año anterior. La razón de los mayores precios del kilo se debe a que las intensas actividades exportadoras obligan a enviar grandes cantidades de aguacate fuera del país, lo que se refleja en una menor disponibilidad de aguacate en el mercado local. Por consiguiente, los precios de aguacate suben por la baja cantidad disponible en México (cf. Domínguez, 2019).

En resumen, a medida que aumentaba la demanda de exportación, los precios nacionales del aguacate seguían siendo altos. Además, el consumo anual de aguacate per cápita siguió aumentando de 8 kilogramos en 2021 a casi 11 kilogramos en 2023. Si bien los aguacates predominan en la cocina mexicana, sus elevados precios les permiten obtener una percepción que la fruta es lujosa (cf. USDA, 2024: 5).

6.5 Producción orgánica en México

La agricultura ecológica de México se da en 29 de los 32 estados mexicanos. Las plantaciones ecológicas se encuentran sobre todo en el sur y suroeste del país, donde los agricultores cultivan principalmente frutas, verduras, hierbas, café y cacao. La mayoría de los productos ecológicos (entre el 80% y el 98%) se exportan y en su mayor parte a EE.UU. y Europa (cf. Hattam et al., 2012: 442-444).

Dado que la demanda de productos orgánicos ha ido creciendo y lo hará en el futuro, en el año de 2006 se elaboró la Ley de Productos Orgánicos, creada en México cuyo objetivo es apoyar las exportaciones, estas regulaciones mexicanas aún no son reconocidas a nivel internacional. Por lo tanto, la certificación de las exportaciones mexicanas se lleva a través de agencias extranjeras (cf. Hattam et al., 2012: 442-444).

A finales de la década de 1980, los productores mexicanos de aguacate comenzaron a cultivar aguacates orgánicos y para el año 2004, alrededor de 100 agricultores cultivaban de 1 a 200 hectáreas del fruto. Ese mismo año se cosecharon 10.887 toneladas, con un rendimiento medio de 8,6 toneladas por hectárea, ligeramente inferior a la cosecha de las explotaciones convencionales. De esta cantidad, solo el 30% se vendió como ecológico debido a las estrictas normas de exportación y a la inconsistencia de la demanda (cf. Hattam et al., 2012: 442-444).

En Michoacán, alrededor del 10 % de las fincas de aguacate son orgánicas y la mayoría de las fincas, independientemente de si son orgánicas o convencionales, utilizan fertilizantes orgánicos como el compost (cf. Villamil et al., 2018: 531). Actualmente se suelen describir las explotaciones de aguacates como ecológicas o convencionales, y se asume que las explotaciones ecológicas tienen más biodiversidad. Sin embargo, no hay datos reales que lo demuestren, aunque se mencione a menudo en las políticas públicas y los debates políticos (cf. Villamil et al., 2018: 532).

Los costes de la agricultura ecológica se estiman en aproximadamente el 60% de las prácticas agrícolas convencionales. No existen estudios formales que confirmen un menor rendimiento de los aguacates ecológicos. Además, un huerto ecológico bien gestionado puede rendir entre 10 y 15 toneladas por hectárea. Esto es muy similar a las explotaciones convencionales. Aunque es probable que el mercado del aguacate fluctúe y muchos agricultores todavía se muestren resistencia a impulsar prácticas de agricultura ecológica, el cultivo ecológico del aguacate sigue creciendo (cf. Hattam et al., 2012: 442-444).

El cambio de la agricultura convencional a la ecológica exige cambios a largo plazo y unos costes anuales de certificación bastante elevados. Además, los agricultores deciden en función de los recursos, la percepción del riesgo y las oportunidades de mercado si es rentable cambiar. Otros factores que influyen en esta toma de decisiones son la ubicación de la explotación, el acceso al crédito, los ingresos alternativos y la experiencia exportadora. El tamaño de la explotación, la educación, las influencias sociales y la pertenencia a asociaciones de productores también desempeñan un papel importante (cf. Hattam et al., 2012: 442-444).

La investigación de Astier et al. (2014) hace énfasis en la agricultura ecológica del aguacate que, como se ha mencionado anteriormente, se utiliza principalmente para la exportación de aguacates. En los resultados del estudio se muestra que las prácticas agrícolas ecológicas no reducen significativamente el uso de energía o las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con las prácticas agrícolas convencionales. Independientemente de la producción ecológica o tradicional, se requiere una cantidad significativa de energía para cultivar estas frutas. Por consiguiente, esto contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero se mantengan en los mismos niveles (cf. Astier et al., 2014: 286).

Como ambos sistemas dependen en gran medida de los combustibles fósiles, la maquinaria agrícola y los fertilizantes a base de nitrógeno, la diferencia en el método de cultivo, ya sea sintético u orgánico, no cambia estas dependencias. Además, la principal conclusión de Astier et al. (2014) es que el cultivo ecológico del aguacate no se traduce necesariamente en una reducción de las emisiones directas de gases de efecto invernadero, ya que el consumo de combustible sigue siendo un factor importante de las emisiones. También los fertilizantes a base de nitrógeno, que liberan óxido nitroso, un potente gas de efecto invernadero, desempeñan un papel sustancial en la contaminación ambiental (cf. Astier et al., 2014: 286).

Además, se deben analizar las propiedades químicas de los residuos de los árboles y los factores económicos que afectan a su uso para la producción de energía, así como los costes tecnológicos y logísticos del uso de estos residuos como biocombustible. Por lo tanto, en el futuro deben aplicarse planes de acción adecuados que impliquen al sector público y privado para mejorar las condiciones de trabajo en los huertos y promover el uso de la biomasa (cf. Tauro et al., 2024: 27343).

Aunque el mercado mexicano de exportación de aguacates se está expandiendo muy rápidamente, es importante reconocer que cambiar a métodos orgánicos no es suficiente para obtener realmente prácticas agrícolas sostenibles. Por lo tanto, las soluciones alternativas para producir de una manera más eficiente de la energía y para disminuir las emisiones que afectan a las prácticas agrícolas convencionales y orgánicas, son cruciales. En consecuencia, se necesitan equipos mecánicos más adecuados para los cultivos de aguacate, de manera que se pueda reducir el combustible fósil (cf. Astier et al., 2014: 286).

Es importante mencionar aquí, que se deben reducir las prácticas nocivas para el medio ambiente, como por ejemplo el deshierbe excesivo. Los fertilizantes y los productos para el control de plagas también se deberían utilizar de forma más eficaz. Cuando los agricultores pongan en práctica estas estrategias, podría tener un impacto positivo en el cultivo del aguacate y la dependencia de fuentes de energía no renovables podría conducir a una disminución de la contaminación ambiental (cf. Astier et al., 2014: 286).

A pesar de que a menudo los aguacates orgánicos se comercializan como más respetuosos con el medio ambiente que los aguacates convencionales, no existen estudios previos que analicen las emisiones de gases de efecto invernadero y la energía consumida en los huertos de aguacate en México. Las investigaciones internacionales basadas en estos aspectos se realizan principalmente en España y no en México, a pesar de que la producción de aguacate del país juega un papel muy importante en la economía local e internacional (cf. Astier et al., 2014: 282).

Aunque el uso de residuos de cosecha para la producción de energía podría aportar beneficios económicos, medioambientales y sociales a una región, el factor de éxito dependería de que los pequeños agricultores pudieran organizarse en grupos o por regiones con el objetivo de facilitar los procesos de recolección y preparación. Según Tauro et al. (2024), se recomienda medir directamente en el campo la cantidad de residuos de cosecha que se producen en los huertos y analizar también su idoneidad como biocombustible. De este modo, los agricultores pueden estimar y evaluar los costes con el fin de organizarse socialmente para apoyar este proceso (cf. Tauro et al., 2024: 27344).

Con respecto a la investigación de Astier et al. (2014) que analizó instalaciones de producción de aguacate que variaron en términos de tamaño, prácticas de manejo y condiciones ambientales, existe la necesidad de realizar más investigación que tenga un tamaño muestral más grande para que estos hallazgos puedan ser confirmados. Así, las investigaciones que se realicen en el futuro deberán enfatizar en la medición de las emisiones de metano provenientes de la descomposición anaeróbica de fertilizantes orgánicos, composta y productos para el control de plagas en la producción de aguacate en Michoacán. Además, es crucial analizar el ciclo de vida completo de las emisiones de gases de efecto invernadero en los dos diferentes tipos

de métodos de producción, el sistema orgánico y el convencional (cf. Astier et al., 2014: 282).

Este análisis debería tener en cuenta las emisiones directas de las actividades agrícolas y las emisiones derivadas de la producción de fertilizantes orgánicos. Además, la conversión de bosques nativos en huertos de aguacate provoca emisiones de carbono significativamente altas. Por lo tanto, este impacto medioambiental debe tenerse en cuenta durante la evaluación del cultivo sostenible del aguacate (cf. Astier et al., 2014: 286).

6.6 Estrategias comerciales del mercado mexicano

La producción de aguacate representa el 4,39% de la agricultura nacional de México y el 8,84% de la producción frutícola del país. En el mercado internacional, México produce el 45,95% de los aguacates del mundo. La demanda está creciendo, especialmente en China y la Unión Europea (cf. SAGARPA, 2017: 4). El creciente sector del aguacate ha creado nuevos puestos de trabajo, apoyando alrededor de 187.000 oportunidades de empleo en México (cf. CEDRSSA, 2017: 17).

Según las proyecciones de la SAGARPA, para 2030, la demanda mundial de aguacate podría aumentar 48,98%, y se espera que la producción de México aumente 67,28% (cf. SAGARPA, 2017: 6). Este aumento anticipado de la demanda presenta al mismo tiempo oportunidades y desafíos para los productores mexicanos de aguacate (cf. SAGARPA, 2017: 7).

Un factor crucial para el futuro es el mantenimiento de relaciones estables con los países que importan aguacate mexicano. Es esencial asegurar que los estándares técnicos y científicos de la producción cumplan con los requisitos internacionales para sostener el comercio y evitar posibles restricciones a la exportación. Para ello, es recomendable reforzar las medidas que garanticen la calidad del producto, incluyendo la sanidad vegetal, la integridad del envase y las condiciones de transporte (cf. SAGARPA, 2017: 7).

Para la industria aguacatera mexicana es fundamental seguir colaborando con instituciones extranjeras que se dedican a establecer normas sanitarias. En el caso de Estados Unidos y Canadá, es recomendable ofrecer precios competitivos manteniendo una alta calidad, junto con la cooperación con las agencias reguladoras.

Este enfoque ayudará a garantizar el cumplimiento de sus requisitos de importación y facilitará un comercio más fluido. Para Japón, es importante mantener el libre comercio y mejorar la cooperación para reforzar el acceso al mercado. En China, el énfasis debe ponerse en consolidar las relaciones y negociar condiciones comerciales favorables para aprovechar este mercado en crecimiento (cf. SAGARPA, 2017: 7).

Según el estudio de Díaz Castellanos (2021), del periodo de 2000 a 2019, el volumen de las exportaciones mexicanas de aguacate se incrementó en un 122.037%. Además, las exportaciones de aguacate de México representaron el 43% de las importaciones globales en 2019, aumentando de 944 toneladas a 1.152.977 toneladas entre los años de 1980 y 2019. Durante el periodo de 2000 a 2019, las importaciones mundiales de aguacate crecieron un 129.066 %. Es decir, el volumen de aguacates exportado por México aumento en un 129.066 % en esta época (cf. Díaz Castellanos, 2021: 12-49).

Entre 1961 y 2000, la superficie mundial de cultivo de aguacate registró una tasa de crecimiento del 45%, frente a un crecimiento del 22% entre los años 2000 y 2019. Por otra parte, si se compara la tasa de incremento de la producción mundial del 41% de 1961 a 2000 comparado al periodo de 2000 y 2019, se encuentra en el 28%. De 2000 a 2019, las importaciones mundiales de aguacate representaron el 25% de la producción total de los países productores. La tasa de crecimiento anual promedio de las importaciones de aguacate disminuyó de 15% entre 2000 y 2005 a 11% durante el periodo de 2016 y 2019 (cf. Díaz Castellanos, 2021: 12-49).

Los resultados de Díaz Castellanos (2021) muestran que de 2000 a 2019, la producción de aguacate de México creció casi cuatro veces, al pasar de 473.050 toneladas a 1.866.630 toneladas. Por consiguiente, este aumento en la oferta ocurrió mientras que la demanda y la producción mundial disminuyeron. Se menciona en los resultados de Díaz Castellanos (2021) que se espera un equilibrio del mercado mundial del aguacate en los próximos 20 años. Lo contrario podría ocurrir si se produjeran eventos económicos poco comunes que podrían tener impactos negativos en la demanda resultando en una reducción de ella (cf. Díaz Castellanos, 2021: 12-49).

Según SAGARPA, con respecto al futuro es importante promover las buenas prácticas agrícolas, implantar sistemas estrictos de control de calidad e invertir en la formación

de los agricultores puede contribuir significativamente al cumplimiento de estas normas. Además, fomentar la colaboración entre productores y organismos gubernamentales puede ayudar a sortear las complejidades del comercio internacional. Esto podría garantizar que los aguacates mexicanos sigan siendo competitivos en el mercado mundial. Por otra parte, las preocupaciones medioambientales asociadas a su producción también podrían abordarse para equilibrar el crecimiento de la producción. En definitiva, las prácticas sostenibles serán clave para el éxito a largo plazo de la industria del aguacate en México en el futuro (cf. SAGARPA, 2017: 7).

La investigación de Giacinti (2002) analiza las tendencias comerciales y estratégicas del consumo mundial de esta fruta, es probable que la tendencia al alza del consumo mundial de aguacate aumente en el futuro. Por lo tanto, los productos agrícolas entre 1990 y 1999, mediante la aplicación de un análisis de tendencias para el crecimiento futuro de la industria se aplicó. Se distinguen cuatro tipos de mercado. Asimismo, la segmentación del mercado se utiliza con el fin de identificar estratégicamente la posición en el mercado. Se pueden aplicar estrategias basadas en particularidades del mercado que hace que se mejoran las condiciones actuales o apoyan nuevas oportunidades de negocio (cf. Giacinti, 2002: 44-45).

Es decir, se trata de mercados sostenibles. Esto significa que ambos aumentan en general, que el consumo de fruta y de aguacate. Siguen los mercados que plantean retos, en los que el consumo de aguacate crece incluso mientras el de fruta disminuye, seguidos de los mercados vulnerables, en los que el consumo de aguacate disminuye mientras el de fruta en general crece. Por último, están los mercados en descenso, en los que ambos tipos de mercado disminuyen (cf. Giacinti, 2002: 44-45).

El consumo de aguacate suele disminuir en los mercados en los que también disminuye la demanda de fruta fresca. En los años sesenta, el consumo de aguacate estaba casi unificado en la categoría sostenible (99%), aunque en los noventa se había diversificado: 72% en mercados sostenibles, 5% en mercados desafiantes, 8,9% en mercados vulnerables y 13,8% en mercados en descenso. El mercado sostenible está impulsado por cinco grupos de países, en función de factores como el aumento de la producción, el incremento de las importaciones o la concentración en las exportaciones (por ejemplo, México, Sudáfrica, Chile) (cf. Giacinti, 2002: 46-48).

El consumo mundial de aguacate per cápita entre 1990 y 1999 fluctuó entre 376 y 381 gramos anuales. El volumen total aumentó de 2 millones a 2,3 millones de toneladas, lo que supone un incremento anual del 1,4%. La demanda mundial de aguacates no muestra un esquema claro, sino que depende de las preferencias de los distintos países. Un resultado del análisis es que el mercado de importación el precio de aguacate sigue constituyendo el primer determinante de las decisiones de compra (cf. Giacinti, 2002: 49-50).

En general, es necesario diseñar y coordinar estrategias para aumentar la producción, la calidad y la competitividad de los precios del aguacate tanto en el mercado nacional como en los mercados internacionales. Por consiguiente, se requiere una planificación que oriente la producción de aguacate y que tenga en cuenta las nuevas plantaciones en función de la edad y la vida útil de los árboles existentes. Por lo tanto, se deben monitorear constantemente los mercados internacionales e identificar sus tendencias. En lo que respecta al mercado estadounidense, el suministro de aguacate de México debería satisfacer su demanda mediante una producción más eficiente y productos de mayor calidad (cf. Díaz Castellanos, 2021: 46).

En cuanto a determinados países europeos, como Alemania, Bélgica, Países Bajos, Suiza y Austria, son muy dependientes de las importaciones. En estos casos, el éxito puede depender de la eficacia de las cadenas de distribución. Es importante considerar el tipo de cambio real de las monedas de los países exportadores frente al dólar estadounidense, ya que este factor resulta determinante para seguir siendo competitivos en el comercio internacional. En el caso de México, el peso del país se sobrevaloró un 20% frente al dólar. En consecuencia, los precios de los aguacates subieron más que los de otros países que también exportaban la misma fruta (cf. Giacinti, 2002: 49-50).

El mercado global actual exige que los productores y las partes interesadas tomen decisiones estratégicas sobre la base del mercado específico al que se dirigen. El principal reto para el sector del aguacate es elaborar una perspectiva comercial del comercio regional y mundial del aguacate, así como tomar decisiones proactivas en el marco de la producción agrícola (cf. Giacinti, 2002: 49-50).

7. Factores socioeconómicos del crimen organizado

En la década de 1970, el narcotráfico comenzó en Tierra Caliente junto con la modernización, convirtiéndose en una parte clave de la vida y la política local. Durante décadas, los grupos de narcotraficantes han crecido, dando lugar a la creación de enclaves económicos que causan violencia y daños medioambientales (cf. García Tinoco, 2016).

Aunque el estado de Michoacán produce un tercio del volumen total mundial de aguacates, que es de 1,6 millones de toneladas al año (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*) actualmente el 27,7% de la población vive en la pobreza en Michoacán (cf. Agencia Quadratín, 2020). Uno de cada cinco empleos en Michoacán está relacionado con el comercio del aguacate (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*). Tras los efectos económicos de la pandemia, se estima que el número de personas en esta situación ascenderá al 39,3% y según un estudio del Centro de Estudios Educativos y Sociales, el impacto económico de Covid-19 podría llevar a 12,2 millones de personas más en México a caer en la pobreza si el gobierno no ofrece apoyos económicos (cf. Agencia Quadratín, 2020).

Michoacán es uno de los estados más violentos de México debido al control de los cárteles de la droga. Estos grupos criminales controlan el mercado del aguacate porque desempeña un papel importante para la economía de México. La asociación comercial entre México y Estados Unidos es una de las mayores del mundo y México exporta anualmente aguacates por valor de 3.200 millones de dólares. La mafia no sólo exige dinero a los productores de aguacate, sino que también dirige activamente los negocios de cultivo. Como consecuencia, estos grupos criminales adquieren cada vez más tierras de cultivo para involucrarse más en el negocio (cf. Abi-Habib, 2022).

En el pasado, las pequeñas explotaciones agrícolas no se veían afectadas, sin embargo, ahora también se ven amenazadas y extorsionadas (cf. Abi-Habib, 2022), de hecho, los cárteles extorsionan las ganancias a muchos pequeños productores de cultivo, más de 154 millones de dólares de 2009 en 2013. Las amenazas de violencia aumentan y, a pesar de los esfuerzos ocasionales, la debilidad de las instituciones locales deja el control en manos de los cárteles (cf. Matei, 2019). Dado que el negocio es ilegal, no existen cifras oficiales sobre el impacto que tiene en la economía de México (cf. Abi-Habib, 2022).

Entre 2009 y 2013, los cárteles se llevaron más de 154 millones de dólares de los agricultores de aguacate amenazándoles con violencia, violaciones y secuestros. Además, la mafia cobra a los agricultores cuotas por acre y caja de aguacates, y a veces les roba sus tierras. Los cárteles han estado destruyendo bosques protegidos con el fin de utilizar los terrenos para la producción de aguacate en Michoacán. Además, la población local ha sido desplazada de sus propias tierras de cultivo para que la mafia pueda hacer uso de estos terrenos extensos y aumentar su producción (cf. Abi-Habib, 2022).

7.1 El crimen organizado

Según Schelling (1971), el control sobre un territorio permite a los grupos criminales dominar las actividades legales e ilegales, independientemente de cuánto dinero obtengan de cada campo (cf. Schelling, 1971: 71). Además, el crimen organizado influye en cómo se utilizan los recursos en una región (cf. Ornelas, 2018: 764). Además, Hirshleifer (1988) constata que, si un gobierno legítimo no protege los derechos de propiedad, es más probable que la gente invierta en actividades perjudiciales o en medidas defensivas contra las organizaciones delictivas. Por consiguiente, este cambio puede provocar un crecimiento económico más lento y un mayor desempleo en la región (cf. Hirshleifer, 1988: 201).

A través del crimen organizado, los criminales pueden generar más dinero mediante el control de actividades ilegales. Por lo tanto, la corrupción juega un papel importante en las actividades comerciales ilegales para que los políticos y las autoridades locales permitan que los grupos criminales operen. En consecuencia, estos grupos adquieren más poder y disponen de más dinero para sobornar a funcionarios y políticos. Actividades como la extorsión, las amenazas y la intimidación suelen estar controladas por un grupo, que controla un territorio concreto, de modo que se debilita el poder del gobierno sobre la economía local. Esto impide que el gobierno ejecute con eficiencia las leyes, cobre impuestos e invierta en servicios públicos e infraestructuras, por lo que la economía regional se debilita (cf. Ornelas, 2018: 764).

Asimismo, el crimen, la política y los negocios están relacionados; los criminales mezclan actividades comerciales legales e ilegales para que los cárteles adquieran mayor poder. Además, los gobiernos locales son débiles a la hora de frenar estos

actos violentos y las consecuencias son guerras territoriales que provocan que muchos lugareños abandonen su región (cf. Abi-Habib, 2022).

El estudio de Hincapié Jiménez (2015) analiza la delincuencia organizada que está aumentando en México. Asimismo, se evidencia como el gobierno mexicano enfrenta el desafío por establecer y mantener su autoridad con respecto al orden y la seguridad pública del país. El estudio examina la región aguacatera del suroeste de Michoacán, centrándose en los cambios políticos, las transformaciones económicas, el crecimiento de la industria aguacatera y el papel del crimen organizado. Por lo demás, Hincapié Jiménez (2015) trata el tema del *orden mixto* que se define en la cooperación entre el gobierno, los grupos criminales y las empresas. A lo largo de la realización del estudio de Hincapié Jiménez (2015), se condujeron entrevistas, observaciones y datos oficiales entre los años 2012 y 2014 (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 76-78).

En este *orden mixto*, como menciona Hincapié Jiménez (2015), el gobierno y los grupos delictivos controlan las mismas regiones y actividades económicas. A pesar de las normas gubernamentales en estos campos, las actividades criminales se mezclan con los controles gubernamentales. Por lo tanto, esto conduce a una mayor violencia sobre el terreno donde se produce el aguacate. En particular, la industria del aguacate se ve afectada por la repartición de los recursos y el apoyo industrial en esta rama (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 76-78).

Es importante señalar aquí que la teoría del *orden mixto* de Hincapié Jiménez (2015) está relacionada con la teoría Joel Migdal (2001). Ambos investigadores muestran cómo los sistemas sociales y políticos se conforman a través de la interacción entre el estado y la sociedad. La teoría de Joel Migdal, denominada *State of society*, se emplea para comprender cómo se organizan los estados y los órdenes sociales a partir de la interacción entre actores estatales y sociales. Migdal (2001) explica que la capacidad de un gobierno para ejercer el control sobre los diferentes territorios depende, en gran medida, de cómo interactúan y negocia con los grupos sociales locales (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 76-78).

Esto resulta especialmente relevante en países como México, donde la presencia de la delincuencia organizada fragmenta el orden social y limita el alcance del estado. Así, incluso gobiernos con recursos similares pueden obtener resultados muy distintos en términos de control territorial y eficacia estatal, dependiendo de la manera en la

que se estructuran y gestionan estas relaciones con los actores sociales (cf. Migdal, 2001: 61).

En México existe una mezcla de fortaleza y debilidad. Por un lado, el estado estimuló significativamente el crecimiento económico, lo que demuestra su poder e influencia. Por otro lado, no logró garantizar que este crecimiento beneficiara a la población del país, lo que hace evidente que existen algunas limitaciones al poder de México. Por ejemplo, mientras que las élites políticas mantienen un fuerte poder en un sistema de poder centralizado, existe una lucha por políticas que reduzcan la desigualdad en las zonas rurales locales. Por consiguiente, la resistencia local frenó con frecuencia los esfuerzos gubernamentales. Esto demuestra que México se enfrenta a importantes retos para gobernar y aplicar políticas (cf. Migdal, 2001: 61).

Según Migdal (2001), desde la descolonización, la comprensión de la relación entre política y el cambio social de las antiguas colonias sigue siendo limitada. En este contexto, los estudiosos han presentado dos visiones opuestas: por un lado, una perspectiva considera los estados como actores poderosos, capaces de transformar la sociedad y responder eficazmente a desafíos internos o externos; por otro lado, una entidad que los percibe como entidades débiles, incapaces de gestionar los rápidos procesos de cambio social provocados por factores domésticos o globales. Migdal (2001) cuestiona ambas posturas al proponer que el estado debe analizarse en su interacción con la sociedad, reconociendo la existencia de múltiples actores que influyen en la capacidad estatal para ejercer control y promover el cambio social (cf. Migdal, 2001: 58-59).

Douglas North et al. (2009) distingue entre dos tipos principales de sistemas sociales: los *órdenes de acceso limitado* y los *órdenes de acceso abierto*. En los *órdenes de acceso limitado*, las élites poderosas controlan los recursos y utilizan la violencia para mantenerse en el poder. Mientras que los *órdenes de acceso abierto* tienen instituciones justas que permiten a todos el acceso igual a los recursos. La mayoría de los gobiernos dicen ser de acceso abierto, pero en realidad funcionan como sistemas de acceso limitado, donde las élites mantienen el control. Estos sistemas se basan en acuerdos entre grupos poderosos para evitar conflictos (cf. North et al., 2009: 1-2). .

Volviendo a los *órdenes mixtos* que menciona Hincapié Jiménez (2015), estos combinan las instituciones oficiales con el control de actores no estatales violentos. Los grupos delictivos y el gobierno comparten a menudo el control, especialmente en zonas donde el gobierno lucha por hacer cumplir las leyes. Aunque no cambian las leyes nacionales, limitan el poder del gobierno a nivel local. En consecuencia, los grupos delictivos establecen sus propias normas sin dejar de colaborar con las instituciones estatales en estas zonas particulares (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 76-78).

Las reglas sobre los sistemas de poder y riqueza han cambiado debido al *orden mixto* en el que se utilizan métodos oficiales y no oficiales para controlar la sociedad junto con las actividades económicas en la región de Michoacán. Estos sistemas deciden cómo se utilizan los recursos, como podrían ser la tierra o el dinero, y quién obtiene beneficios en función de aquello por lo que se lucha. Los conflictos violentos son una forma de explicar cómo la violencia organizada cambia el poder y la riqueza. Por consiguiente, muchos grupos, como agricultores, empresas y políticos utilizan la violencia como estrategia para crear nuevos equilibrios en la sociedad (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 79-81).

7.2 Surgimiento de cárteles en Michoacán

Diferentes grupos mafiosos luchan por hacerse de los recursos más importantes, como el control de la tierra, los bosques y el agua. Como consecuencia, los asesinatos en México están en su punto más alto y los narcotraficantes más violentos del mundo operan en el país. Hoy en día, como su negocio se ha desplazado a otras actividades, muchos asesinatos ya no están relacionados con las drogas (cf. Linthicum, 2019).

En Michoacán, es probable que los agentes económicos dividan sus recursos entre actividades productivas y destructivas en función de sus rendimientos potenciales (cf. Ornelas, 2018: 764). Debido a la evolución del crimen organizado, Michoacán ilustra un ejemplo del empeoramiento de las condiciones económicas, políticas, sociales y legales. Desde la década de 1960, las organizaciones criminales se han expandido tanto en los mercados ilegales como en los legales. Mientras que en la década de 1980 el grupo de los Valencia, o cártel del Milenio, dominó inicialmente la región aumentando la producción y diversificándose hacia la cocaína y la metanfetamina, a

partir de 1999-2000 los Zetas se hicieron con el poder en Michoacán (cf. Ornelas, 2018: 765-766).

Desde el cártel de los Zetas, en lugar de limitarse a controlar las rutas de la droga, el grupo criminal se expandió a otros negocios. En Michoacán, los Zetas se asociaron con los habitantes locales con el objetivo de destruir el cártel de los Valencia. En consecuencia, se enfrentaron contra los rancheros y los cultivadores de lima empezando a extorsionarlos. En la actualidad, los productores de aguacate están seriamente amenazados, ya que algunos se ven obligados a trabajar gratis. Por otro lado, el cártel impide a los agricultores cosechar, echando a perder sus cultivos para aumentar los precios de los aguacates, afectando así a las leyes básicas de la oferta y la demanda (cf. Linthicum, 2019).

En los años 90, el CDG (Cártel del Golfo) era uno de los grupos criminales más poderosos de Michoacán. Su actividad principal consistía en el tráfico de drogas, el cual se encontraba ampliamente protegido, en gran medida por funcionarios gubernamentales. El cartel de los Zetas surgió tras la desertión de un grupo de militares de élite del ejército mexicano, quienes habían recibido entrenamiento especializado tanto en México como en el extranjero, incluyendo instrucción militar por asesores franceses, estadounidenses e israelíes (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

Originalmente estos exmilitares fueron reclutados por el Cártel del Golfo, aplicando sus conocimientos tácticos en actividades delictivas. Por los bajos pagos del ejército, la idea inicial de crear estos grupos de élite de soldados falló. La mafia entró en los grupos de élite con salarios más altos y los convirtió en grupos criminales. Hasta finales de los 90, los Zetas formaron su propio modelo de negocio mediante la extorsión, las drogas y otros negocios relacionados con el dinero involucrándose cada vez más en el negocio del aguacate (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

En consecuencia, la violencia, la extorsión y los secuestros se sucedieron regularmente y, al mismo tiempo, el cártel estableció un mercado nacional de metanfetamina. En 2006, La LFM (Familia Michoacana) se formó para expulsar a los Zetas. La tasa de homicidios aumentó hasta un 50% por encima de la media nacional. Aunque la tasa disminuyó en 2010, volvió a subir en 2013. La LFM empezó a conectar

con la policía local con el objetivo de ganar poder sobre servicios y proyectos públicos (cf. Ornelas, 2018: 765-766).

Las iniciativas del presidente del gobierno mexicano Felipe Calderón para acabar con los cárteles en Michoacán en 2006, provocaron la división de los cárteles en grupos más pequeños de lo que eran antes de sus intervenciones. Grupos como las Zetas buscaban extorsiones y la mafia empezó a matar a los socios locales. Así que los socios locales crearon su propio grupo de defensa, la Familia Michoacana, para defenderse. La Familia Michoacana fue originalmente una revuelta nacionalista contra el grupo mafioso las Zetas. Al principio, fue vista con buenos ojos en los pueblos de la región. Más tarde, cambió y se convirtieron en delincuentes (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

En 2010, la Familia Michoacana se fracturó y se dividió en más grupos criminales. Debido a esta división, surgieron los Caballeros Templarios. Su principal modelo de negocio cambió. Antes era un porcentaje de la producción de aguacate que debían pagar los agricultores a la mafia. Los Caballeros Templarios empezaron a controlar el mercado incendiando cosechas y actuando como la OPEP del aguacate para regular los precios del mercado y meterse de lleno en un negocio cada vez más lucrativo. Además, también empezaron a secuestrar a familiares de agricultores exitosos. Como ejemplo, el hermano y el padre del agricultor Lucatero fueron secuestrados (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

La organización criminal conocida como CT (Los Caballeros Templarios) extraía dinero de la industria del aguacate en Michoacán (cf. Ornelas, 2018: 764) mediante el control del mercado del aguacate a través de la extorsión y la corrupción. Es decir, los CT cobraban a los productores cuotas por hectárea y por kilo de aguacate, de modo que en 2013 extorsionaron 119,4 millones de pesos, 0.5% del valor total de la industria de aguacate (cf. Ornelas, 2018: 769-789).

CT también controlaba las fábricas de empaque regionales y extraía pagos por la certificación necesaria para la exportación. Por consiguiente, los rendimientos de aguacate cayeron entre 2007 y 2010, en parte debido a la explotación forestal ilegal por parte de CT para aumentar las tierras de cultivo de aguacate. Los CT ampliaron su extorsión a otros sectores, como la agricultura de lima y la minería (cf. Ornelas, 2018: 769-789).

Los Caballeros Templarios empezaron a extraer dinero de los agricultores, empacadores y distribuidores. Es decir, el cártel cobraba impuestos por cada árbol plantado que se compraba, una cuota anual por hectárea de tierra. Además, también se involucraron en la industria del envase controlando las plantas de envasado e imponiendo impuestos sobre cada caja de aguacates que se enviaba. Así, Los Caballeros Templarios lograron involucrarse a fondo en la cadena de suministro de la industria del aguacate (cf. Erickson, Owen, 2024: 2062-2063).

Después de que el presidente López Obrador llegara al poder en 2018 con la intención de combatir a los cárteles, la precaria situación no ha cambiado y la gente sigue huyendo de sus casas. Después de que el gobierno anunciara la victoria de las luchas, la violencia volvió a surgir. Por consiguiente, muchos pobladores no confían en el gobierno y algunos habitantes se están rebelando contra la mafia y en Tancítaro, que también es llamada la capital mundial del aguacate, un grupo de personas comenzó a defenderse en 2014 (cf. Abi-Habib, 2022).

El CJNG (Cártel Jalisco Nueva Generación) es extremadamente violento y posee los grupos criminales mejor armados de México, que controlan 27 de las 32 regiones del país. Entre estas regiones se encuentran Michoacán, Jalisco, Colima y Guerrero. Aún lucha por controlar Ciudad de México y Baja California Sur. El líder es Nemesio Oseguera Cervantes, alias “El Mencho”, de quien se sospecha que se esconde en la zona montañosa de Jalisco, Michoacán y Colima. Él también controla rutas de narcotráfico, utilizados para importar productos químicos para la producción de metanfetamina y acceder a zonas de cultivo de amapola (cf. Alvarado, 2020).

A pesar de la pandemia y de medidas como la congelación de cuentas bancarias, la extradición del hijo de “El Mencho” y la detención de 700 socios en Estados Unidos de América, el cártel seguía siendo poderoso en 2020. El único estado fronterizo que no está controlado por el CJNG es Coahuila porque el estado está controlado por un cártel diferente. Fuera de México, el CJNG hace negocios ilegales en todos los continentes y expande sus negocios en Estados Unidos (cf. Alvarado, 2020).

En marzo de 2019, Los Viagras, que forma parte de un grupo llamado Cárteles Unidos, controlaron un bosque y obligaron a los productores locales de aguacate a pagar 250 dólares por hectárea, lo que llamaron “cuota de protección”. Sus rivales, el CJNG (Cártel Jalisco Nueva Generación), también querían tener el poder sobre las tierras

de cultivo, por lo que los habitantes locales se vieron atrapados en medio de una lucha violenta. En mayo, un convoy de camiones del CJNG lleno de hombres armados entró en el bosque, lo que provocó un tiroteo que duró una hora (cf. Linthicum, 2019).

En 2020, el Jalisco Nueva Generación comenzó a apoderarse de pequeños pueblos y ciudades de Michoacán mediante el bloqueo de carreteras, lo que empeoró los desplazamientos por la región. Un año más tarde, el cártel controló importantes carreteras y se apoderó del pequeño pueblo, Aguililla, por lo que los militares necesitaron helicópteros para entregar suministros. Una de las nuevas estrategias del cártel es enterrar explosivos en los caminos de tierra para atrapar a la gente (cf. Abi-Habib, 2022).

En 2020, el cártel de Viagras tomó el control en 2020 de El Aguaje y robó y sacó todo de la ciudad. Hasta ropa interior vieja de mujer. El año pasado, el cártel de Jalisco expulsó a los Viagras, pero dejó en paz al pueblo mientras la gente no interfiriera con su tráfico de drogas. Fuera de la ciudad, los Viagras empezaron a imponer impuestos sobre el ganado y los cultivos agrícolas, hasta un tercio de los ingresos de un agricultor. Finalmente, el ejército intervino, centrándose únicamente en eliminar al cártel de Jalisco. Cuando el cártel de Jalisco se marchó, los Viagras quemaron los huertos para impedir que sus rivales se escondieran allí (cf. Abi-Habib, 2022).

Además, el grupo criminal los Viagras estaba talando bosques vírgenes a pesar de que los lugareños protestaban porque la tala estaba prohibida en la zona. El cártel les amenazó a punta de pistola para que se callaran. La consecuencia es que el robo de madera era sólo el principio de un plan mayor, porque Los Viagras talaban el bosque con el objetivo de iniciar sus propias actividades agrícolas. Esta vez, el enfoque pasó del cultivo de marihuana, que también estaba dirigido por los cárteles de la droga, a la producción de aguacate, que se ha vuelto más rentable con el paso de los años (cf. Linthicum, 2019).

En la zona de Uruapan, más de una docena de grupos delictivos se disputan el control del comercio del aguacate en los alrededores de la ciudad de Uruapan amenazando a los acaudalados productores de aguacate, a los trabajadores del campo mientras lo cosechan y a los camioneros que lo transportan a Estados Unidos. Según José María Ayala Montero, empleado de una organización comercial, la amenaza de violencia es omnipresente. Como resultado, la organización comercial ya ha fundado un grupo de

autodefensa con el objetivo de proteger a los productores de aguacate (cf. Linthicum, 2019).

Después, el cártel de Viagras, parte de los Cáteles Unidos, incendiaría los huertos en septiembre de 2020, robando ganado y otros bienes. Más tarde, el cártel de Jalisco se hizo con el control y dejó en paz a los lugareños mientras no interrumpieran el tráfico de drogas. El gobierno se ha centrado principalmente en combatir al cártel de Jalisco, pero no a otros grupos más pequeños como los Viagras, que también aterrorizan a los residentes. En febrero de 2022, un cártel llegó a amenazar a un inspector estadounidense cuando rechazó un paquete de aguacates controlados por el cártel. Esto provocó una breve prohibición estadounidense a los aguacates mexicanos, la primera en décadas de comercio de aguacates entre ambos países (cf. Abi-Habib, 2022).

En resumen, en 2007, Los Zetas tomaron por la fuerza el control del comercio del aguacate, seguidos de La Familia Michoacana y Los Caballeros Templarios (cf. Ornelas, 2018: 769-789) y ahora, el Cártel Jalisco Nueva Generación (CJNG), Los Viagras y otros luchan por este lucrativo negocio, que reporta unos 100 millones de dólares al año (cf. Alvarado, 2020). Las fuerzas gubernamentales no controlan suficiente territorio ni fuerzas para defender la región afectada. Además, los altos y bajos ingresos de los policías y la alta violencia hacen que renuncien o que sean despedidos debido a la alta corrupción (cf. Abi-Habib, 2022).

7.2.1 Impactos socioeconómicos en casos concretos

Desde los años 30, Michoacán se ha enfrentado al narcotráfico, especialmente con el cultivo de opio. Como mencionado, diferentes grupos de carteles (Los Zetas y La Familia Michoacana) han intentado dominar Michoacán y después de 2000, debido a las luchas por el control de las drogas, los narcotraficantes se expandieron a otras ramas de negocio. Estas nuevas actividades ilegales, como la extorsión, la minería ilegal, la tala de árboles y el tráfico han hecho daño a las comunidades y han provocado un cambio en la dinámica de poder local (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 174-176).

En Michoacán en Tancítaro que es un pueblo donde se desarrolla gran parte del crimen organizado y la guerra en relación con el negocio del aguacate. En el documental *The Avocado War*, de la directora Kennedy (2019), un caso preciso de

secuestro es el del agricultor Lucatero, que un día fue secuestrado junto con otros trabajadores por soldados en un coche. Su mujer fue informada por un amigo de lo sucedido. El campesino Lucatero fue amenazado con un fusil a la espalda y los secuestradores llegaron a apretar el disparador, pero no estaba cargado. Los secuestradores se reían del hombre asustado. La familia del granjero estaba muy preocupada de que lo mataran, le cortaran las orejas o también le cortaran los dedos, si los secuestradores no recibían el dinero del rescate (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

El secuestro duró nueve días hasta que los delincuentes recibieron el dinero. Liberaron a Lucatero en el bosque y tuvo que caminar durante horas para encontrar el próximo autobús. El campesino tardó dos años en distanciarse de la situación desde el punto de vista emocional. Como consecuencia, la familia Lucatero vendió gran parte de sus tierras de cultivo y sólo mantuvo en funcionamiento pequeñas explotaciones para sentirse más segura (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

Los secuestradores exigieron 10 millones de pesos como rescate y el granjero Lucatero tuvo que entregar su huerto. En caso de que lo volvieran a ver en su campo, los secuestradores lo matarían. Desgraciadamente, la policía de Tancítaro pertenecía a los Caballeros Templarios y, según el agricultor Lucatero, lo habrían matado si les hubiera denunciado el secuestro. El campesino tuvo que vender parte de sus tierras de cultivo y también pedir prestado algo de dinero para poder pagar la deuda. Afortunadamente, su padre y su hermano fueron liberados al cabo de 15 días (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

Durante su secuestro los amarraron con cinta adhesiva y les taparon los ojos con papel sanitario. El campesino todavía debe hoy 1,5 millones de pesos. Los Caballeros Templarios han estado controlando toda la región. Como consecuencia, se formó el Grupo Autodefensa. Según el campesino Lucatero, que también se unió, todo el pueblo de Tancítaro participaba para luchar contra el crimen organizado. Los miembros del Grupo Autodefensa iban directamente a los cultivos de aguacate para combatir a los delincuentes (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

El siguiente recurso conflictivo que es escaso y que ya está causando conflictos es el agua, ya que la producción de aguacate requiere de altas cantidades de riego. Como consecuencia, el agricultor Lucatero está excavando pozos en sus terrenos, junto con

otros agricultores con el fin de recoger colectivamente el agua de lluvia para el riego. La violencia cotidiana en Michoacán se ha ido agravando en las últimas décadas, hasta el punto de que el Estado abrió una oficina para el secuestro y la extorsión (cf. Kennedy, 2019, *The Avocado War*).

Otro ejemplo de terror se muestra en el pueblo El Aguaje, en Michoacán, es otro ejemplo de la violencia en esta región. En una reciente operación militar, a las familias que huyeron de la violencia del CJNG, se les permitió regresar a El Aguaje en febrero. Pocas personas regresaron para seguir trabajando en sus granjas y muchas sólo empacaron sus cosas y abandonaron sus hogares. La gente regresó porque el gobierno controlaba la región después de que varios grupos criminales se hubieran disputado el pueblo durante años. Aunque el ejército mexicano se centró en la lucha contra Jalisco, los huertos quemados muestran indicios de que otros cárteles intentaban ocupar estos campos (cf. Abi-Habib, 2022).

Parte del origen del problema es que los cárteles mexicanos poseen una amplia gama de armas militares, muchas de las cuales fueron adquiridas en Estados Unidos. Los traficantes de armas introducen en México unas 250.000 armas al año. Además, la construcción del muro entre México y Estados Unidos y el reforzamiento de las leyes de inmigración hicieron más lucrativo el negocio de los contrabandistas (cf. Matei, 2019).

Desde que los controles de fronteras se hicieron más estrictos, los cárteles mexicanos empezaron a cobrar tarifas más altas para traficar con migrantes hacia Estados Unidos. Por lo tanto, al aplicar leyes más estrictas sobre las armas y regular la inmigración legal y reducir el consumo de drogas dan la posibilidad de mejorar la situación en lugar de boicotear el consumo de la fruta. De ahí que los cárteles mexicanos ganen entre 19.000 y 29.000 millones de dólares cada año con la venta de drogas en EE.UU. (cf. Matei, 2019).

7.2.2 La Operación Conjunta Michoacán

En particular, durante la presidencia de Felipe Calderón de 2006 a 2012 el narcotráfico modificó sus operaciones, lo que rompió el equilibrio de poder del gobierno y los grupos del crimen organizado (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 174-176). Un poco después de que el presidente mexicano entrara en funciones el 10 de diciembre

de 2006, ordenó la Operación Conjunta Michoacán para combatir la criminalidad organizada en Michoacán (cf. García Tinoco, 2016).

Estos operativos incluyeron, entre otros, la presencia de fuerzas policiales y militares. Sin embargo, según muchos críticos, esta operación estuvo mal planeada y sólo empeoró la violencia, ya que las fuerzas federales no pudieron eliminar a los grupos criminales que tomaron el control de la vida cotidiana dejando a las autoridades locales en su mayor parte indefensas (cf. García Tinoco, 2016).

Además, los principales cárteles, como La Familia Michoacana y Los Caballeros Templarios, siguieron operando durante el periodo de gobierno del presidente Calderón (2006-2012). Incluso a pesar de enviar a más de 10.000 policías y soldados, la violencia aumentó y los cárteles se impusieron a las autoridades locales. Durante este periodo, Michoacán registró el mayor número de muertes de policías federales. En total 40 agentes y 37 soldados murieron durante la lucha contra los delincuentes (cf. García Tinoco, 2016).

En 2007, tras el inicio de la Operación Conjunta Michoacán, el número de homicidios aumentó a 1.484 y se elevó a 1.906 en 2008. Esta tendencia, que fue en aumento, siguió continuando. Es decir, entre 2009 y 2012 ocurrieron entre 2.029 y 2.287 asesinatos cada año. Zamora, que es la tercera ciudad más grande de Michoacán, tuvo la mayor cantidad de homicidios en el semestre de 2016, con un total de 84 asesinatos. Esta tendencia se mantuvo hasta noviembre de ese año (cf. García Tinoco, 2016).

En esta gran intervención, la Operación Conjunta Michoacán, que fue dirigida por presidente Felipe Calderón, las fuerzas policiales y militares empezaron a luchar contra el crimen organizado de los carteles de la droga. Aunque el objetivo del presidente Calderón era reducir significativamente la criminalidad, esta situación se descontroló e incluso empeoró, porque los grandes cárteles mafiosos empezaron a dividirse en subdivisiones más pequeñas para pasar desapercibidos y ocultarse. Estas unidades más pequeñas comenzaron a llevar a cabo operaciones más riesgosas y a actuar de manera más peligrosa. (cf. Erickson, Owen, 2024: 2059-2060).

Además, la operación Michoacán estaba desestabilizando el mercado ilegal de drogas, así que estos grupos criminales que operaban y se dedicaban al narcotráfico buscaron nuevas ideas para ganar dinero. Las industrias agrícolas eran un objetivo

interesante para estos cárteles, porque las granjas se encuentran en áreas específicas, con una producción relativamente pequeña y una baja aplicación de equipos técnicos. Incluso el control gubernamental es bastante bajo en estos lugares remotos, con lo cual lo hace más fácil para actividades ilegales (cf. Erickson, Owen, 2024: 2059-2060).

Como la fruta se caduca rápidamente, a menudo entre tres y cuatro semanas, los productores se ven obligados a vender aguacates en un periodo de tiempo más corto, por lo que es fácil para los delincuentes cobrar extorsiones para evitar retrasos en su venta. En consecuencia, los delincuentes tienen el control del mercado del aguacate porque pueden determinar los retrasos y cobrar costes adicionales (cf. Erickson, Owen, 2024: 2059-2060).

Como los grupos criminales no sólo se dedicaban al lavado de dinero, sino que también manejaban la producción y los precios de aguacate, estas organizaciones imponían un estricto control sobre la cosecha. Los productores y exportadores locales se veían obligados a pagar cuotas de protección y seguridad en las operaciones. Además del control territorial, estos grupos no sólo intentaban resolver conflictos, sino que también hacían cumplir contratos informales (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 85-89).

Es decir, su influencia solía compensar las carencias de las instituciones estatales. Esto, a su vez, permitió resolver rápidamente las disputas y contribuyó a mantener cierto orden en la región. Con estas estrategias, esta mezcla de poder económico y fuerza corporativa, las organizaciones criminales fueron capaces de convertirse en una parte integral de la industria aguacatera de la región (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 85-89).

Según el antiguo funcionario del gobierno y abogado Ignacio Mendoza Jiménez, la operación de Calderón agravó la violencia en todo el país. Mendoza cree que la operación sirvió a ciertos funcionarios para ganar dinero y que el presidente quería estar en el poder de su estado natal, Michoacán, porque su familia nunca había ganado unas elecciones. Ignacio Mendoza estuvo encarcelado ocho meses por señalar a funcionarios locales relacionados con grupos delincuentes (cf. García Tinoco, 2016).

Tras abandonar su partido político, Mendoza se dedicó a la abogacía. Según él, las políticas del presidente no buscaban atacar las finanzas de los cárteles de la droga,

porque sólo ponían de relieve el poder de las fuerzas policiales. A favor de las políticas de Calderón estaba un diputado local, del partido del presidente, el PAN (Partido Acción Nacional), Eduardo García Chavira. Según él, la declaración de guerra contra los cárteles con la participación del ejército era la única solución en este momento (cf. García Tinoco, 2016).

En conclusión, la Operación Conjunta Michoacán comenzó el 10 de diciembre de 2006 y el 15 de septiembre de 2008, durante la celebración del Día de la Independencia, se produjo el primer ataque con granadas contra civiles en Michoacán. El 26 de mayo de 2009, en un suceso conocido como el “Michoacanazo”, la policía federal y el ejército arrestaron a 11 alcaldes, 16 funcionarios de alto rango y un juez por supuestos vínculos con el crimen organizado. En 2006 se registraron 1.349 homicidios en Michoacán (cf. García Tinoco, 2016).

7.3 Grupos de autodefensa en Michoacán

En este capítulo se explica la teoría del *capital social* según Aguirre y Gómez (2020), que puede aplicar a la investigación de Fuentes Díaz, Paleta Pérez (2015) en el apartado siguiente puesto que trata el surgimiento de los grupos de autodefensa. La teoría del *capital social* significa el valor o la fuerza que proviene de las personas que trabajan juntas y se ayudan mutuamente en una comunidad. Cuando las comunidades crean grupos de autodefensa, como en la investigación descrita por Aguirre y Gómez (2020), empiezan a cooperar porque todos se enfrentan al problema de la inseguridad. Utilizan el trabajo en equipo para protegerse cuando el gobierno no ayuda lo suficiente.

A principios de la década de 1990 comenzaron a formarse grupos de defensa comunitaria debido al aumento de la delincuencia en México. Las razones fueron que muchas comunidades se sentían inseguras debido a la crisis económica y a los cambios en los precios agrícolas tras la firma del TLCAN. Estos problemas hicieron que en los últimos años, Michoacán haya experimentado un importante cambio en materia de inseguridad debido a los conflictos entre los grupos de narcotraficantes y los esfuerzos del gobierno por combatirlos (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 174-176).

Como surgieron los Caballeros Templarios en 2009, estos cárteles lucharon por el comercio de petróleo, la venta local de drogas y la producción de drogas sintéticas. Cada vez que se detienen a miembros de los Caballeros Templarios, otros de los

rangos más bajos se convierten en líderes en este cartel (cf. García Tinoco, 2016) y como su control da lugar a extorsiones y abusos, esto impulsa a las comunidades a formar grupos de autodefensa. Es decir, en febrero de 2013, se formó el primer grupo de autodefensa en Felipe Carrillo Puerto cuyo objetivo era combatir la extorsión del cartel (cf. Erickson, Owen, 2024: 2053-2057).

En la Meseta Purépecha, las comunidades también se organizaron contra las actividades ilegales (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 176-180). En 2014, se fundó una Comisión Especial con el objetivo de hacer frente a las amenazas a la seguridad por el fracaso de los intentos gubernamentales. La comisión fue en parte una respuesta a las autodefensas que luchaban contra el cártel de los Templarios en Michoacán (cf. García Tinoco, 2016).

Según Hipólito Mora, quien es fundador del primer grupo de autodefensa en Michoacán, explica que a medida que aumenta la demanda estadounidense de aguacates también aumenta la violencia en Michoacán, porque el crimen organizado persigue el dinero. Hipólito Mora es propietario de una finca de limones, ya no lidera ningún grupo armado, pero sigue tomando medidas de precaución, ya que los delincuentes siguen amenazando sus tierras. Algunas haciendas aguacateras cuentan ahora con guardias armados con rifles para su protección (cf. Alvarado, 2020). Aunque los grupos locales intentan luchar contra los cárteles, su poder sigue siendo débil, tanto como el de las instituciones locales (cf. Matei, 2019).

Otro ejemplo de grupos de autodefensa se muestra en Cherán que es situado en la región de la Meseta Purépecha de Michoacán. Los habitantes se unieron para defenderse a sí mismos y a su territorio del cártel de los Caballeros Templarios. El cártel aprovechaba ilícitamente los bosques y colaboraba de manera cercana con las autoridades locales, de manera que la corrupta policía local extorsionaba los negocios locales. Además, se hacía un uso abusivo de recursos comunales como los bosques y el agua, así que los residentes crearon su propia policía comunitaria y guardas forestales (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 176-180).

Durante el proceso electoral de 2011, en Cherán, se creó un gobierno comunal independiente con representantes de la mancomunidad, que estuvo en el poder durante tres años, de 2012 a 2015. El gobierno comunal estaba formado por la máxima autoridad, que era la Gran Asamblea, un consejo de gobierno y un Consejo de

Supervisión, encargado de revisar las actividades realizadas por la policía comunitaria y los guardabosques. El movimiento de autodefensa estaba dirigido principalmente por mujeres y, tras descubrirse que la policía era demasiado corrupta, la ciudad fundó su propio sistema de seguridad permanente (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 176-180).

El estudio de Fuentes Díaz y Paleta Pérez (2015) muestra cómo surgieron los grupos de autodefensa debido a la alta violencia en las regiones de Tierra Caliente y Meseta Purépecha en Michoacán. El propósito de la formación de estos grupos de autodefensa fue obtener mayor seguridad y justicia debido a que el crimen organizado hacía insegura la vida cotidiana de las personas (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 171). Las comunidades tomaron las armas para combatir la delincuencia y la inseguridad en zonas que no estaban protegidas por el gobierno (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 172-174).

En febrero de 2013, habitantes de Felipe Carrillo Puerto en Buenavista, Michoacán, (también conocido como “La Ruana”) desarmaron a policías locales y tomaron sus patrullas con el objetivo de formar su propio grupo de seguridad. Este evento marcó un movimiento que se extendió por toda la región y se formaron 24 grupos para ejercer la autodefensa. Aunque los grupos de autodefensa ya habían surgido en el pasado, estos destacaron por enfrentarse directamente a los delincuentes del crimen organizado (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 172-174).

Como mencionado al inicio del capítulo, el estudio de Aguirre y Gómez (2020), muestra cómo se utilizó el *capital social* en la industria del aguacate en Michoacán, donde los grupos criminales y las autoridades legales comparten el control. Este *capital social* se define basado en la creación de contactos y la cooperación en una comunidad, con el fin de crear estrategias para enfrentarse a los grupos criminales. En países como México, el crimen organizado está profundamente arraigado, lo que hace muy probable que estos retos continúen en el futuro (cf. Aguirre, Gómez, 2020: 122).

Asimismo, el estudio se basa en entrevistas con más de 30 productores de aguacate, funcionarios gubernamentales, personal de seguridad y periodistas. En ellos se muestra cómo la industria aguacatera de Michoacán desarrolló estrategias para sobrevivir y desarrollarse a pesar de la elevada. Los empresarios entrevistados

describieron un clima hostil para hacer negocios. Aunque el sector siempre ha estado marcado por robos, secuestros y extorsiones, la situación empeoró cuando la Familia Michoacana y los Caballeros Templarios adquirieron más poder sobre la industria aguacatera (cf. Aguirre, Gómez, 2020: 115).

Por lo tanto, la estrategia de supervivencia de las comunidades consistía en hacer tratos con las personas adecuadas en el momento oportuno. En consecuencia, el *capital social* que ya poseían ayudó a abrir canales de comunicación que permitieron comprender la dinámica de los grupos delincuentes (cf. Aguirre, Gómez, 2020: 120). Estos empresarios locales compartían su experiencia regional e industrial con los empacadores que venían de Estados Unidos, porque los empacadores estadounidenses no sabían cómo lidiar con los problemas causados por los delincuentes (cf. Aguirre, Gómez, 2020: 121).

Estos expertos nativos solían aconsejar a los empacadores extranjeros sobre cómo manejar los problemas con los delincuentes, explicándoles cómo se podían hacer arreglos con el objetivo general de que las operaciones siguieran funcionando sin problemas. En definitiva, los años de experiencia en la región, que ayudaron a las empresas locales a sobrevivir (cf. Aguirre, Gómez, 2020: 121).

Como estos grupos de autodefensa varían mucho en su organización y objetivos, el gobierno tuvo problemas para hacer frente a su surgimiento. La principal diferencia entre la policía comunitaria y los grupos de autodefensa radica en su estructura. Es decir, la policía comunitaria sigue a líderes elegidos con funciones definidas para realizar detenciones, lo que está reconocido por la Constitución mexicana. Por otro lado, los grupos de autodefensa pueden no seguir una estructura jerárquica estricta, sino que se organizan en comunidades mixtas y carecen de estrategias de defensa. Estos factores afectan a la forma en que operan e interactúan con el gobierno (cf. Fuentes Díaz, Paleta Pérez, 2015: 174-176).

La falta de un sistema legal que funcione y la ineficacia en la ejecución de la ley son las causas de la hostilidad en la región. A pesar de la existencia de leyes y reglamentos que deben ser obedecidos por los productores de aguacate, se establecen acuerdos informales para poder seguir adelante con el negocio. Los empresarios reconocieron que, a falta de una protección legal real, negociar con grupos criminales era a menudo la mejor opción, ya que así podían evitar conflictos.

Estos empresarios aceptaron los tratos con los grupos delictivos como parte de otro gasto del negocio. En definitiva, la mayoría de los productores aceptaban estos términos para mantener sus negocios (cf. Aguirre, Gómez, 2020: 121).

7.4 Posibles soluciones

Según el periodista Ioan Grillo (2020), hacer boicot para comprar aguacates no ayudará a detener a los cárteles de la droga en México porque la verdadera solución para luchar contra la violencia en exceso de los cárteles es frenar las actividades ilegales. Es decir, actividades como el tráfico ilegal de armas que se venden a México y el blanqueo de dinero debido al tráfico de drogas. Otra posible solución para abordar el problema es que EE.UU. permita la exportación de aguacate a más zonas de México. En consecuencia, el cultivo de aguacate no sólo se concentra en Michoacán, controlado por los cárteles, sino también en otros estados mexicanos (cf. Grillo, 2020).

Aunque al principio el negocio del aguacate ayudó a mucha gente pobre de Michoacán, porque les sacó de la pobreza, posteriormente a medida que las actividades comerciales iban creciendo, también lo hacía el poder de los cárteles de la droga. En consecuencia, los cárteles comenzaron a extorsionar a los productores de aguacate y entre sus actividades delictivas estaba ganar un porcentaje por cada kilogramo de aguacate que se vendiera (cf. Grillo, 2020).

Como este problema no se ha resuelto y seguirá presente durante muchos años, muchos agricultores están realmente frustrados y las protestas surgen cada vez más entre la población agrícola de Michoacán. A pesar de las promesas del gobierno local, poco se ha hecho para ayudar a reducir los delitos. Los medios de comunicación han documentado debates sobre el posible vínculo entre la compra de aguacates y el financiamiento de los cárteles, razón por la cual a esas frutas se les conoce como “aguacates de sangre”, se comparan con los “diamantes de sangre”, que están causando violencia y guerras en diversas zonas de África como Angola, Sierra Leona o la República Democrática del Congo (cf. Grillo, 2020).

En caso de que los consumidores decidieran no comprar más aguacates, se realizaría un boicot incluso empeorando la situación de estos agricultores locales, puesto que al dejar de ser lucrativo el fruto para el crimen organizado, la mafia se involucraría más en otros cultivos que se producen en Michoacán, como limas, fresas y mangos. Es decir, la región ya ha sido afectada por la mafia y solo es una cuestión de

diversificación e interés de cultivos más lucrativos. Si tras el boicot el mercado del aguacate volviera a recuperarse, los cárteles volverían (cf. Matei, 2019).

A pesar de la cobertura mediática y las críticas que sugieren que la compra de aguacates podría estar vinculada al financiamiento de la violencia; no es la solución correcta que los consumidores empiecen a boicotear el mercado, ya que los agricultores son las víctimas de los cárteles. Estas organizaciones criminales les retiran sus ingresos y posiblemente seguirán amenazándoles aún más. En consecuencia, habría que centrarse en acabar con las actividades delictivas de los cárteles y mejorar las medidas de seguridad para proteger a los agricultores de aguacate. Además, no todos los productores de aguacate están involucrados con los cárteles. Por lo tanto, un boicot a todos los productores de aguacate castigaría a personas inocentes (cf. Grillo, 2020).

8. El medioambiente y la biodiversidad en Michoacán

En este capítulo se aborda primero el tema de la biodiversidad y el medio ambiente. A continuación, se presentan los subapartados que tratan los estudios de Anaya y Burgos (2015), Ramírez-Mejía et al. (2022), Denvir et al. (2022), Chávez-León et al. (2012) y Esty (2019) que se relacionan con *los límites planetarios* de Khan et al. (2021).

La biodiversidad se refiere a la variedad total de formas de vida en la tierra, incluidos genes, especies y ecosistemas. Las principales amenazas a la biodiversidad son la destrucción del hábitat, la sobreexplotación y la contaminación. La cantidad de vegetación natural, el rastro de especies en peligro de extinción y las protecciones legales existentes, así como el uso que se hace de la tierra, desempeñan un papel importante para medir la biodiversidad (cf. Chávez-León et al. 2012: 31-32).

Entre todos los seres vivos, el ser humano es el único capaz de domesticar plantas y animales, por consiguiente, han aprendido a aprovechar al límite los diversos recursos del planeta. En otras palabras, los humanos son la única especie capaz de reestructurar su ambiente a través del control de la naturaleza. Además, los seres humanos se han adaptado completamente a los ecosistemas y zonas geográficas del planeta (cf. Bru-Peral, 2017: 51).

Los seres humanos utilizan los recursos de su entorno para sobrevivir y reproducirse. Esto da lugar a diversas relaciones e interacciones con el medio ambiente y otras especies. Por consiguiente, estas acciones pueden repercutir en efectos posiblemente negativos, como amenazas a la estabilidad biológica entre especies. Es decir, los humanos pueden desplazar o eliminar a otras especies que tiene como consecuencia la alteración del equilibrio del ecosistema (cf. Bru-Peral, 2017: 51).

Para crear y mantener poblaciones, los seres humanos necesitan gestionar y acceder al suministro de agua. Además, la disponibilidad de agua también es un factor determinante para la distribución de este recurso en las zonas pobladas. Cuando hay abundancia de fuentes de agua, los seres humanos tienen más posibilidades de vivir en zonas más amplias. En cambio, cuando hay escasez de agua, las reservas subterráneas, los sistemas para almacenar agua y las tuberías para distribuirla pueden dar lugar a una mayor concentración de los asentamientos (cf. Bru-Peral, 2017: 55).

En 2007 la COMA (Comisión Michoacana del Aguacate) realizó una encuesta en la que analizó a 340 productores de aguacate en Michoacán con el objetivo de mostrar el impacto y los cambios que el cultivo de aguacate tiene en la biodiversidad. El tamaño promedio de las fincas aguacateras fue de entre 6 y 15 hectáreas. Por lo tanto, establecieron parámetros para calcular el Índice General de Impacto Ecológico Potencial se hizo tomando el promedio simple de cinco indicadores ambientales específicos. Se estimó que su peso era igual debido a su impacto similar en el medio ambiente. Los resultados mostraron que el 34% de los productores mantienen árboles forestales en sus huertos, mientras que sólo el 7% no utiliza pesticidas sintéticos. Según los resultados, el 62% de los productores tiene un impacto potencial muy alto en la biodiversidad, el 30% tiene un impacto potencial moderado y sólo el 4% tiene un impacto potencial bajo (cf. COMA, 2007: 71).

Según el estudio, ni el período de tiempo de la actividad agrícola ni el tamaño de la producción afectaban significativamente al daño medioambiental potencial causado por la producción de aguacate. El porcentaje de productores que exportaban aguacates oscilaba entre el 25% y el 91%. Se encontró que los productores de aguacate que exportaban dañaban menos el medio ambiente que los productores que sólo vendían sus cosechas en el mercado nacional. La razón de estos resultados podría ser que la exportación exige normativas más estrictas relacionadas con la sanidad vegetal. En cuanto a los productores ecológicos, que oscilan entre el 7% y el 82%, suelen tener un menor impacto sobre el medio ambiente en comparación con los productores tradicionales, o convencionales (cf. COMA, 2007: 74).

8.1 El uso del suelo en Michoacán

En México, particularmente en la región aguacatera de Michoacán, la principal amenaza para los bosques es el cambio en el uso del suelo. Esta modificación depende de la expansión del cultivo del aguacate. Es mencionado al principio del capítulo 7, donde estos ecosistemas muy diversos y ricos en biodiversidad son sustituidos por los cultivos (cf. Chávez-León et al. 2012: 31) y como desde los años noventa las prácticas agrícolas han cambiado en la región de Michoacán, el uso de la tierra también ha cambiado (cf. Bravo Espinoza et al. 2009: 19-22).

En un principio, el cultivo del aguacate en Michoacán sustituyó sobre todo a las zonas dedicadas a cultivos de temporada y pastos, que probablemente se utilizaban antes

para la agricultura. Esto hacía que sólo se utilizaba una pequeña cantidad de tierras forestales. Dado que cada vez quedan menos zonas agrícolas tradicionales por reconvertir, el cultivo del aguacate ha empezado a afectar a importantes zonas forestales (cf. Bravo Espinoza et al. 2009: 19-22). En los primeros años, cuando se popularizó el cultivo del aguacate, no existían leyes medioambientales para controlar el cambio de tierras forestales a tierras agrícolas. A medida que se extendía el cultivo del aguacate, se utilizaban más terrenos forestales, por lo que se crearon leyes federales y estatales, así como reglamentos oficiales, para controlar el uso de los terrenos forestales. En la actualidad, el cambio de terrenos forestales sin permiso es ilegal y puede causar penas de cárcel (cf. Chávez-León et al. 2012: 19-22).

Para cambiar terreno forestal por agrícola se necesita una evaluación de impacto ambiental y el permiso del gobierno. Cualquier cambio de uso, como convertir terrenos forestales en agrícolas, se debe aprobar por la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Por ejemplo, se exige conservar al menos el 20% de la vegetación natural para evitar la erosión, y deben preservarse los bosques en peligro o con condiciones ambientales especiales (cf. Chávez-León et al. 2012: 19-22). En contra de esto, es que la superficie forestal utilizada para el cultivo de aguacate es de 22.297 hectáreas y sigue creciendo (cf. Chávez-León et al. 2012: 73).

Desde mediados de la década de 1990, la SEMARNAT no ha aprobado las solicitudes de conversión de tierras forestales en tierras de cultivo en Michoacán. A pesar de la falta de permiso, los bosques se han convertido ilegalmente en tierras de cultivo. La legislación federal pretende conservar, restaurar las tierras forestales y también proteger los recursos naturales. Aunque las leyes locales de Michoacán apoyan estas normas federales el problema ha empeorado, ya que la aplicación legal es débil (cf. Chávez-León et al. 2012: 19-22).

8.1.1 Las tierras agrícolas

En Michoacán existen normas para proteger las zonas boscosas; pese a esto, hay excepciones que permiten la conversión de estas tierras en zonas afectadas por incendios forestales. Estos incendios suelen ser aprovechados por los agricultores, que utilizan las tierras destruidas para cultivar aguacates. La demanda de aguacates ha provocado un preocupante aumento de los incendios forestales. El resultado es

una destrucción significativa de los bosques de pinos y robles, que constituyen un entorno ideal para los aguacateros (cf. Nájar, 2016).

Antes de 1992, había más tierras agrícolas comunales que eran cultivadas por un grupo de agricultores o una comunidad. En 1992 entraron en efecto en México políticas a favor de la industria del aguacate. Por lo tanto, a raíz de la Constitución mexicana, las tierras comunales para la agricultura también fueron privatizadas, lo que resultó en una menor participación del gobierno en la producción de madera y un mayor grado de deforestación. Los monocultivos se hicieron más comunes y para mantener las cosechas se utilizan fertilizantes, herbicidas e insecticidas. Muchas tierras forestales han sido ilegalmente erosionadas y convertidas en tierras de cultivo de aguacate, lo que ha ocurrido con más de un tercio de los bosques de la región de la Meseta (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18).

El cultivo de aguacate en Michoacán ha crecido un 75%, lo que ha provocado una pérdida estimada de al menos 690 hectáreas de bosque cada año entre 1980 y 2012. El cultivo de aguacate ha crecido rápidamente en Michoacán, México, pasando de unas 58.800 a 148.400 hectáreas entre 1990 y 2016. Aunque la producción de aguacate se ha extendido a otras zonas, Michoacán sigue teniendo el 72% de los huertos de aguacate de México, que contribuyen el 34% de la demanda mundial (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18).

La expansión del cultivo del aguacate causó un considerable daño al medio ambiente, ya que se talaron muchos terrenos forestales para destinarlos a tierras de cultivo dedicadas a la plantación de estos frutos, especialmente en la región de Michoacán. Debido a la falta de regulación estatal, la industria pudo crecer sin controles, lo que causó un enorme daño ecológico. En 2005, se introdujeron e iniciaron los catálogos de productores y huertas de aguacate; se registró para 2010, que las plantaciones de aguacate superaban las 100.000 hectáreas en la región. Así, como primer estado productor de aguacate, Michoacán representaba casi 80% del total nacional de la producción (cf. Hincapié Jiménez, 2015: 85-89).

Dado que el cultivo del aguacate se realiza a gran escala y requiere considerables inversiones, sólo pueden acceder a él los agricultores que disponen de fondos suficientes para cuidar los huertos durante varios años antes de que sea posible la primera cosecha. Algunos agricultores han solicitado préstamos a organizaciones

delictivas organizadas, lo que también da lugar a extorsiones y a la apropiación de tierras. En consecuencia, este elevado coste ha permitido a los grandes agricultores y a los grupos criminales dominar el sector (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18).

Además, los incentivos gubernamentales favorecen a los productores de aguacate a gran escala mediante beneficios fiscales, otros tipos de incentivos financieros y una menor regulación gubernamental. Mientras que los agricultores forestales no reciben tanta ayuda y se enfrentan a más regulaciones y restricciones gubernamentales. Aproximadamente el 60,3% de los bosques de México son de propiedad colectiva, mientras que el cultivo de aguacate es realizado por entidades privadas (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18).

Vender o alquilar tierras en comunidades indígenas es más difícil debido a requisitos legales más estrictos, pero algunos propietarios alquilan perdiendo el control sobre sus propias tierras. Es común que los indígenas trabajen en los huertos de aguacate que alguna vez poseían en el pasado. Los alquileres de estas tierras duran entre 10 y 15 años, con pagos por adelantado. Esto lleva a la inseguridad alimentaria de las familias, obligándolas a trabajar en los huertos que antes poseían (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18).

Como las prácticas de cultivo del aguacate se han intensificado en Michoacán y el uso de la tierra se ha modificado, menciona también Ramírez-Mejía et al. en su estudio (2022). Según esta investigación, los cambios en el uso de la tierra son difíciles de percibir debido a la falta de datos sobre prácticas agrícolas, cosechas y volúmenes de producción. En consecuencia, se necesitan más estudios que relacionen las prácticas agrícolas locales con las tendencias del mercado internacional (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28). Esta investigación se relaciona con el *marco de resiliencia socio ecológica y los límites planetarios* según Khan et al. (2021), ya que se trata de prácticas que equilibran las preocupaciones económicas, sociales y medioambientales.

8.1.2 La reducción de bosques de pinos

Los bosques de pino-encina del cinturón del aguacate de Michoacán son los que corren mayor riesgo de ser talados debido a la producción de aguacate. Estos terrenos pertenecen a una gran diversidad de especies y tienen la capacidad para guardar más

carbono que las tierras agrícolas. En consecuencia, la tala de estos bosques liberaría más carbono al aire y afectaría gravemente al cambio climático según la investigación de Arima et al. (2022). Por lo tanto, se debe proteger la biodiversidad cuando se sabe qué tipos de bosques corren más peligro debido a la producción de aguacate (cf. Arima et al., 2022).

No solo los bosques de pino-encino están en peligro, sino también otros ecosistemas forestales, como los raros bosques mesófilos de montaña. La pérdida de estos hábitats tendría un impacto significativo en el medio ambiente, ya que cualquier destrucción afectaría gravemente la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proporcionan (ya que albergan muchas especies diferentes y plantas únicas). Estos bosques son un hábitat importante para las mariposas monarca que migran allí en invierno (cf. Arima et al., 2022).

Si se compara una hectárea de bosque, en la que hay plantados 677 árboles, con una hectárea de cultivo de aguacate con 156 plantas, se necesita 1,6 veces más agua para el cultivo que para el entorno natural. La razón del intenso uso de agua es que los aguacateros tienen raíces que se alinean horizontalmente en la tierra. Esto significa que, para captar el agua, la penetración de agua en el suelo es más superficial. Mientras que la infiltración de agua de los pinos se produce en suelos más profundos porque los pinos tienen sus raíces a mayor profundidad en el suelo (cf. Ochoa Ayala, 2020).

Debido a que las siguientes especies de pinos: *Pinus leiophylla*, *Pinus douglasiana*, *Pinus oocarpa*, *Pinus michoacana* y *Pinus pseudostrobus* se coinciden en necesidades climáticas, altitud y temperatura con los aguacates, los cultivos de aguacate se han expandido en los bosques. Estas especies de pino corren ahora un alto riesgo de desaparecer de los ecosistemas cercanos a los huertos de aguacate. Por lo tanto, es crucial preservar los bosques y el suelo para la biodiversidad, la producción de agua y para reducir la erosión, la deforestación en la Meseta Purépecha en Michoacán, que actualmente es de 690 hectáreas anuales, debe detenerse a través de programas de manejo forestal sustentable (cf. Chávez-León et al., 2012: 93-94).

Desde 1980, la superficie dedicada a la producción de aguacate en Michoacán ha crecido un 342%. El cultivo de aguacate en México es más rentable que cualquier otro

cultivo, incluida la marihuana (cf. Barbieri, 2017). El estudio de Ramírez-Mejía et al. (2022) muestra que cuando se iniciaron los procesos de producción del aguacate Hass, factores como la precipitación, la temperatura, la pendiente y la proximidad a poblaciones influyeron en la ubicación de los sitios de cultivo. Otras preferencias para elegir la ubicación fueron la alta precipitación y temperaturas entre 15-20°C (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28).

Tras el establecimiento del acuerdo comercial TLCAN, el cultivo de aguacate se expandió en tierras privadas cercanas a zonas de poblados con buenas precipitaciones y temperaturas ideales (16-20°C). Mientras que las tierras comunales expandieron las áreas de producción en ambientes menos ideales, a menudo más alejados de los asentamientos y con menor precipitación. En general, las tierras privadas con condiciones ambientales y de accesibilidad óptimas tenían más probabilidades de convertirse al cultivo del aguacate (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28).

Entre 2000 y 2010 se perdieron unas 690 hectáreas de terreno forestal cada año debido a la producción de aguacate. Los aguacates crecen bajo las ramas de los pinos para ocultar el cultivo en el bosque y más tarde los pinos se talan por completo (cf. Barbieri, 2017). La pérdida de estos bosques es alarmante, con estimaciones que sugieren que entre 600 y 1.000 hectáreas de bosque se pierden cada año en Michoacán. Según los informes, las plantaciones ilegales de aguacate cubren unas 20.000 hectáreas que antes eran bosques o selvas fértiles. Esta expansión del cultivo de aguacate no sólo es detrimento de la biodiversidad de la región, sino que también amenaza el delicado equilibrio ecológico que mantienen estos bosques (cf. CEDRSSA, 2017: 18).

Además, algunos agricultores han empezado a plantar aguacateros de forma encubierta junto a los pinos existentes, intentando disimular sus actividades ilegales. Esta táctica no solo pone en peligro los pinares, sino que también complica los esfuerzos para vigilar y proteger estos ecosistemas vitales (cf. Nájar, 2016). La práctica insostenible de priorizar el cultivo del aguacate sobre la conservación de los bosques supone una grave amenaza para el medio ambiente, con consecuencias a largo plazo de las comunidades que dependen de los ecosistemas locales (cf. CEDRSSA, 2017: 19).

El estudio de Molina Sánchez et al. (2019), se centró en dos tipos de pinos (*Pinus pseudostrobus* y *Pinus montezumae*) que se presenta con mucha frecuencia en Michoacán. Los bosques donde crecen estos árboles están en peligro porque se está utilizando más tierra para la producción de aguacate. Por ello, los científicos utilizaron imágenes de satélite para estudiar el cambio en el paisaje y la pérdida de terrenos forestales. Para realizar esta investigación, se dividen las áreas en subáreas y se observa el cambio de la tierra forestal en Michoacán durante los años 1986, 2011 y 2016. Además, se identifican los terrenos más importantes para mantener la conexión de los bosques (cf. Molina Sánchez et al., 2019: 1863).

Según Molina Sánchez et al. (2019), Los resultados mostraron que las tierras de cultivo aumentaron el 10,81% y la superficie forestal disminuyó el 15,06% durante los periodos de 1986, 2011 y 2016. En consecuencia, la supervivencia de plantas y animales se hace más difícil. Los científicos descubrieron que las áreas forestales permanecen juntas sólo en un 16,3% en promedio (cf. Molina Sánchez et al., 2019: 1863).

En particular, las zonas de Uruapan, Tancítaro y Pátzcuaro son especialmente importantes para mantener la conectividad forestal. Entre las recomendaciones de Molina Sánchez et al. (2019) están que estas tres zonas deben ser protegidas para ayudar a las plantas y animales a moverse entre los diferentes parches de bosque. La protección de estas tres zonas podría ayudar a que todo el ecosistema sea más resistente y fortalezca su salud (cf. Molina Sánchez et al., 2019: 1863).

Además, esta investigación propone establecer una estrategia para conservar el paisaje y mantener su conectividad. Como ya se mencionó, Tancítaro y Uruapan son muy cruciales para mantener la conectividad entre diferentes terrenos forestales. Los vientos en estas dos zonas también ayudan al tránsito de semillas y polen. En consecuencia, el viento es importante para el cultivo del paisaje forestal entre Tancítaro y Uruapan. El ecosistema forestal en general puede preservarse mediante la creación de zonas protegidas en Uruapan, Tancítaro y Pátzcuaro, lo que permite un aumento de los movimientos entre plantas y animales entre estas zonas protegidas (cf. Molina Sánchez et al., 2019: 1877-1878).

8.1.3 Las áreas naturales protegidas

Como en Michoacán, la principal amenaza medioambiental es el extenso uso del suelo por la expansión de los cultivos de aguacate y frutas. En consecuencia, la deforestación es muy común y los monocultivos sustituyen a los ecosistemas y (cf. Chávez-León et al. 2012: 31-32). Este Estado alberga más de una docena de tipos de comunidades vegetales, que cubren el 26,4% del Estado, 547 especies de aves y más de 5.000 especies de plantas vasculares (cf. Chávez-León et al. 2012: 31-32).

Además, hay que tener en cuenta las especies amenazadas y endémicas, así como las posibilidades legales de preservar el uso del suelo, como el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas. Esto puede favorecer las actividades recreativas y las prácticas sostenibles en materia de recursos forestales (cf. Chávez-León et al. 2012: 31). En Michoacán existen dos Áreas Naturales Protegidas federales y cuatro Áreas Naturales Protegidas estatales. Estas áreas sirven como importantes reservas naturales porque tienen más biodiversidad que las zonas no protegidas (cf. Chávez-León et al. 2012: 31-34). Estas dos áreas naturales protegidas federales son la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28) y el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio (cf. Chávez-León et al. 2012: 31-34).

Como existen dos áreas protegidas federales en la región aguacatera y varias áreas protegidas a nivel estatal el objetivo es de proteger la biodiversidad en la región, los ecosistemas naturales son el principal foco de atención, lo que deja lagunas en lo que respecta a los huertos de aguacate (cf. Chávez-León et al. 2012: 31-32).

Aproximadamente 1.000 millones de mariposas monarca migraron a México desde Estados Unidos en 1996, frente a solo 35 millones el año pasado. Para protegerlas, la UNESCO ha declarado los santuarios de Michoacán Patrimonio Natural de la Humanidad (cf. Barbieri, 2017). En la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, actividades como la silvicultura sostenible, la gestión de agroecosistemas y el ecoturismo sólo se permiten cuando están autorizadas oficialmente por el gobierno (cf. Ramírez et al., 2024: 4).

A causa de los ricos ecosistemas del Eje Neovolcánico se sustituyan por monocultivos de aguacate, que provoca una menor diversidad genética y de especies. Como existen muchos tipos de comunidades vegetales que cubren el 26,4% En Michoacán, alrededor del 40% de estos bosques se encuentran en la Meseta Purépecha, donde

existen buenas condiciones para la agricultura de aguacate. Además, el estado posee una gran variedad de especies como 547 especies de aves, 160 de mamíferos y 42 de anfibios (cf. Chávez et al. 2012: 31-34).

Como las explotaciones de aguacate se están expandiendo hacia zonas protegidas que incluyen los bordes de la Reserva de la Biosfera Monarca (cf. Arima et al., 2022). Esta expansión del cultivo de aguacate en Michoacán a lo largo de 40 años repercute en una tendencia futura es que los nuevos huertos de aguacate probablemente crezcan cerca de estas zonas vulnerables o menos adecuadas. Es decir, también incluyendo las proximidades de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca en Michoacán (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28).

Además, estas zonas también podrían tener menos precipitaciones, pendientes más inclinadas y estar más lejos de los poblados, por lo que los pequeños agricultores podrían verse afectados. Esto, a su vez, podría provocar la degradación del medio ambiente. Además, el cambio climático podría agravar estos problemas, ya que el aumento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones podrían tener repercusiones negativas en los medios de existencia de los pequeños agricultores (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28).

La Reserva de la Biosfera Monarca está categorizada como “significativamente amenazada” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza debido a la deforestación, el turismo y la ganadería. En su informe se advierte de que la deforestación es un problema importante. Por otro lado, la creación de zonas completamente protegidas donde no haya actividad humana puede perjudicar a las comunidades locales y dificultar la conservación de las zonas protegidas porque sin estas áreas son entonces más vulnerables si son gestionadas por las comunidades locales que gestionan los bosques de forma sostenible. Además, si los bosques están estrictamente protegidos, la tala ilegal podría resultar más fácil (cf. Arima et al., 2022).

En general, la conservación de la naturaleza puede llevarse a cabo mediante la recreación y la gestión sostenible de las áreas naturales protegidas. El turismo también debe formar parte de un sistema fiable y proporcionar nuevas funciones a las comunidades locales y con el fin de aliviar la presión sobre los bosques. Como ejemplo, el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio y la Comunidad Indígena de

Nuevo San Juan Parangaricutiro ponen de relieve el ecoturismo y la conservación (cf. Chávez-León et al. 2012: 31-34).

Además, la dependencia excesiva de una variedad limitada de cultivos conduce a una disminución de la disponibilidad de otros alimentos. Se están abandonando muchas prácticas agrícolas tradicionales y diversas, lo que amenaza la seguridad alimentaria y la diversidad nutricional. Esta situación deja a muchos agricultores en dificultades económicas, ya que su supervivencia está directamente ligada a la salud de sus tierras y al éxito de sus cultivos (cf. CEDRSSA, 2017: 17).

8.2 La disponibilidad de agua

La escasez de agua se ha convertido en una preocupación urgente en las regiones productoras de aguacate. La demanda de agua en estas zonas se ha intensificado debido al riego extensivo necesario para el cultivo del aguacate. En consecuencia, los suministros locales de agua son insuficientes para satisfacer tanto las necesidades agrícolas como las del ecosistema del entorno. Esta combinación de degradación ambiental, pérdida de biodiversidad y escasez de agua pone de evidencia la naturaleza insostenible de las prácticas agrícolas actuales en Michoacán, lo que representa una seria amenaza que afecta por un lado al medio ambiente y por otro a las comunidades locales (cf. CEDRSSA, 2017: 19).

En las zonas productoras de aguacate, la escasez de agua puede oscilar entre 180 y 652 metros cúbicos por hectárea al año. La cantidad de agua necesaria para los cultivos de aguacate que requieren riego varía entre 208 y 585 metros cúbicos por hectárea al año. Esta variación en las necesidades de agua se debe a que los agricultores de las regiones productoras de aguacate se enfrentan a diferentes niveles de disponibilidad de agua. En consecuencia, los cultivadores que sufren escasez de agua debido a las bajas precipitaciones tienen una mayor necesidad de suministro de agua adicional (cf. COMA, 2007: 67). En 2020, cada día se utilizan unos 9.500 millones de litros de agua para producir aguacates en Michoacán. Esta cantidad equivale a 3.800 piscinas olímpicas (cf. Ochoa Ayala, 2020).

Además del agua que las fincas necesitan para compensar la escasez de agua, también está el agua extra que los cultivos podrían utilizar si la tuvieran disponible. Esta necesidad extra de agua varía entre 58 y 800 metros cúbicos por hectárea al año. El consumo potencial de agua se refiere a la cantidad de agua que los cultivos

utilizarían si no hubiera límites en la disponibilidad de agua. Por consiguiente, algunas fincas podrían utilizar mucha más agua si ésta fuera accesible. Además, esta gran variación demuestra que, aunque los agricultores utilizan el regadío, no todos pueden obtener tanta agua como desearían para sus cultivos (cf. COMA, 2007: 67).

Según un sistema que clasifica a los agricultores en función de la cantidad de agua que necesitan sus cultivos, el 63% de los agricultores son capaces de gestionar sus cultivos con una pequeña cantidad de agua adicional. Esta necesidad se tiene en cuenta además de las precipitaciones y el riego que ya reciben sus cultivos. En consecuencia, estos agricultores suelen cultivar productos de temporada, que no requieren una gran cantidad de agua adicional a lo largo del año. Esta clasificación les ayuda a saber cómo utilizar el agua de modo eficiente sin necesitar una gran cantidad de irrigación (cf. COMA, 2007: 67).

Por otro lado, hay un grupo más pequeño de agricultores, en torno al 12%, cuyos cultivos tienen necesidades hídricas adicionales moderadas, altas o incluso muy altas. Este porcentaje representa a las explotaciones que necesitan mucha más agua de la que reciben de forma natural. Este sistema de clasificación de los agricultores en función de sus necesidades hídricas ayuda a poner de manifiesto las grandes diferencias existentes entre las necesidades de agua de las diversas fincas de una misma región (cf. COMA, 2007: 67).

En el estudio de Chávez-León et al. (2012), los aguacateros necesitan 1,6 mm de agua al día con el riego y menos de 0,4 mm al día con la lluvia. Sin embargo, algunos árboles pierden todas sus hojas con estos niveles de agua. Los bosques utilizan aproximadamente la misma cantidad de agua que los aguacateros, unos 0,4 mm al día. El agua del suelo se agota al mismo tiempo en los campos de aguacate y en los bosques, unos 35 días después de que finalice la temporada de lluvias (cf. Chávez-León et al. 2012: 46).

El estudio de Chávez-León et al. (2012) pretende analizar el impacto de la transformación de zonas forestales en tierras de cultivo sobre la producción de agua. La parte donde más llueve en Michoacán es también la cual en la que el uso de suelo se utiliza para la producción de aguacate. La precipitación media anual asciende a 1,100 mm. En Uruapan y la Meseta Purépecha central, las precipitaciones suelen superar los 1.600 mm, mientras que Tacámbaro y el sur de Tingambato reciben al

menos 800 mm. La zona de la Meseta Purépecha puede almacenar más del 90% de esta lluvia porque el suelo es muy absorbente. Como consecuencia, el agua fluye rápidamente a través de la tierra, lo que ayuda a que el agua de lluvia se infiltre y recargue de manera eficiente los acuíferos en la región (cf. Chávez-León et al. 2012: 44).

Al comparar las lluvias durante periodos distintos, se puede mirar el estudio de Tapia Vargas et al. (2011) en el que se comparan los datos de precipitaciones y temperatura de 1963-1972 con los de 2001-2010 para comprobar si se habían producido cambios significativos en estos dos campos. Para ello, los investigadores analizaron las tendencias de la temperatura mediante modelos estadísticos. Se estudiaron los promedios de días lluviosos, periodos secos y precipitaciones en diversos intervalos. Los resultados no mostraron cambios significativos en las temperaturas máximas o mínimas, pero los registros de precipitaciones difirieron. En particular, hubo más días de lluvia intensa (>30 mm) en 2001-2010 que en 1963-1972. El estudio concluye que el cambio climático está afectando a la región (cf. Tapia Vargas et al., 2011: 325-335).

Al comparar los registros de las precipitaciones del periodo uno (1963-1972) con los del periodo dos (2001-2010), el estudio muestra que llueve con menos frecuencia y que, cuando llueve, lo suele de manera más intensa. Es decir, la media de 105,2 días de lluvia anuales (periodo 1) ha caído a 96 días (periodo 2). Sin embargo, la cantidad total de precipitaciones ha ascendido de 1.513,8 mm a 1.858,7 mm. En cuanto a la intensidad de las precipitaciones en un día lluvioso, se observa un aumento de los días en los que llueve intensamente, es la cantidad de más de 30 mm al día. Los días en los que llueve de forma intensa mientras que los días con lluvia ligera (menos de 10 mm por día) son menos comunes en la actual situación (cf. Tapia Vargas et al., 2011: 325-335).

En general, la humedad del suelo puede aumentar con el riego, lo que resulta especialmente útil para los cultivos de aguacate que reciben agua extra. Sin embargo, la humedad del suelo para los cultivos de aguacate que dependen sólo del agua de lluvia es la misma que para los bosques. Así, la cantidad de agua en el suelo disminuye al mismo ritmo tanto para los cultivos de aguacate de temporal como para las zonas forestales y ambos pierden también agua por evapotranspiración (cf. Chávez-León et al. 2012: 44).

Otro aspecto es que los bosques desempeñan un papel crucial en el suministro y la regulación del agua. Sin embargo, el crecimiento del cultivo de aguacate y el aumento del riego están empezando a afectar negativamente a los servicios hídricos estacionales. Prueba de ello es la tendencia a la disminución del caudal de los manantiales del Cupatitzio de la región aguacatera. Es importante controlar con frecuencia estas fuentes de agua para conocer las tendencias futuras. Aunque los manantiales del Cupatitzio en Michoacán tienen buenas condiciones para la recarga, están en riesgo debido a la deforestación y existe un riesgo importante de contaminación biológica que puede limitar su uso para agua potable (cf. Chávez-León et al., 2012: 54-55).

8.2.1 Fuentes de agua en Michoacán

Los acuíferos del Cupatitzio se encuentran cerca de la ciudad de Uruapan, en la región de la Meseta Purépecha de Michoacán. Aproximadamente el 69% del depósito de agua se rellena con agua porque es una zona de recarga. Parte de esta zona de recarga se encuentra en la zona forestal y de cultivo de aguacate. La capa superior del acuífero hace que el agua de lluvia se filtre rápidamente y recargue el acuífero. Alrededor del 70% de esta agua subterránea se utiliza para regar los huertos de aguacate, y el 85% del agua de manantial se utiliza para las necesidades domésticas. Según un estudio de aguas subterráneas de 2002, el 51% de la recarga anual estaba disponible para su uso (cf. Chávez-León et al., 2012: 50).

Los acuíferos del Cupatitzio están equilibrados en su mayor parte, ya que presentan buenas condiciones de recarga, flujo de agua y niveles de agua dinámicos. Sin embargo, existe un riesgo para los manantiales, probablemente a causa de la deforestación, puesto que los árboles ayudan al suelo a absorber el agua. A pesar de la buena calidad de las propiedades químicas del agua, existe un grave riesgo de contaminación biológica. Esto podría limitar su uso como agua potable. Además, muchas ciudades no disponen de sistemas de saneamiento adecuados, y las filtraciones de las actuales infraestructuras de aguas negras pueden contaminar el acuífero (cf. Chávez-León et al., 2012: 54-55).

El ejemplo de la cuenca del río Duero en Michoacán en el análisis de Bernal-Santana et al. (2022) muestra el cambio ambiental y se enfrenta a la contaminación del agua y la sobreexplotación del agua subterránea (cf. Bernal-Santana et al., 2022: 431-432).

Es decir, de 2011 a 2014, fluyó más agua por la superficie de la cuenca del Duero porque los pastos se convirtieron en tierras de cultivo. En la cuenca del Duero se registró un aumento de la temperatura de 0,8°C y 90 mm menos de precipitaciones entre 1950 y 2010. Esto, a su vez, redujo la cantidad total de agua disponible, lo que afectó al ciclo del agua. Por lo tanto, es crucial proteger los recursos naturales y observar y controlar el cambio del uso del suelo a lo largo del tiempo (cf. Bernal-Santana et al., 2022: 454-457).

Como muestra el estudio de Bernal et al. (2022), los cambios humanos en la tierra aumentan la cantidad de agua que corre. Los cambios en el uso de la tierra afectan al flujo de agua en las superficies, como los sistemas fluviales, y pueden repercutir en el clima. Es decir, cuando hay deforestación, la tierra se vuelve más vulnerable a la erosión, ya que no hay raíces de árboles que mantengan unido el suelo y hay menos protección contra el impacto del agua (cf. Bernal-Santana et al., 2022: 431-432).

Según el análisis de Chávez-León et al. (2012) que demuestra el impacto en la producción de agua que el cambio de áreas forestales a tierras de cultivo (cf. Chávez-León et al., 2012: 55). El impacto del cambio de tierras forestales a tierras agrícolas en la producción de agua no puede analizarse en su totalidad debido a las ausencias de conocimientos sobre hidrología, como las mediciones del caudal de los manantiales y el sistema hídrico de la región aguacatera. Los impactos hidrológicos del cambio de uso de suelo podrían ser críticos, ya que más del 85% del agua de manantial se utiliza para agua potable urbana. Muchas zonas carecen de condiciones adecuadas de saneamiento y los sistemas de drenaje existentes presentan filtraciones hacia el manantial (cf. Chávez-León et al., 2012: 54-55).

Además, los factores medioambientales y sociales podrían variar cuando se analiza el impacto de la transformación de zonas forestales en tierras de cultivo sobre la producción de agua. Además, es importante controlar la contaminación del agua por los productos químicos utilizados en la agricultura. Existen lagunas de conocimiento en áreas como la evaluación del caudal de los manantiales y datos sobre el sistema hidrológico en las zonas de cultivo de aguacate. También falta un seguimiento a largo plazo de la relación entre el agua, el suelo, las plantas y la vegetación de la región (cf. Chávez-León et al., 2012: 55).

En conclusión, el gobierno mexicano tiene dificultades para garantizar un acceso justo a los recursos. Es decir, el uso excesivo de agua para el cultivo del aguacate ha reducido significativamente la disponibilidad de agua potable. Como consecuencia, esto repercute en el medio ambiente y las comunidades locales (cf. Khan et al., 2021: 744-758).

8.2.2 La huella hídrica

La huella hídrica para producir un kilogramo de aguacates es de unos 1.100 litros. Esta cifra es relativamente alta en comparación con otros alimentos agrícolas. De ahí que los aguacateros tengan que regarse constantemente y crezcan en climas cálidos. En comparación, las verduras suelen necesitar mucha menos agua, con una media de 322 litros por kilogramo, las frutas requieren unos 962 litros por kilogramo, mientras que las verduras de raíz como las patatas utilizan 387 litros por kilogramo (cf. Glogowski, 2017).

A pesar de su huella hídrica relativamente alta en comparación con algunas frutas y verduras, el cultivo del aguacate utiliza menos agua que los cereales, que tienen una huella hídrica media de 1.644 litros por kilogramo. Comparando los aguacates con los frutos secos, que crecen en condiciones similares, los frutos secos alcanzan alrededor de 9,063 litros por kilogramo. En comparación con los productos animales, los aguacates necesitan menos agua. Es decir, la producción de carne, dependiendo del tipo, tiene una huella hídrica que varía entre 4.325 y 15.415 litros por kilogramo (cf. Glogowski, 2017).

El estudio de Fuerte-Velázquez et al. (2024), analiza la huella hídrica en actividades humanas con el fin de identificar cuánta agua se utiliza para la producción de aguacate en dos zonas de Michoacán que son Acuitzio y Morelia. Los periodos en los que se realizó la recolección de datos fueron de 2012 a 2016 en Acuitzio y de 2016 a 2020 en Morelia. El análisis incluye agua de lluvia y agua de riego (cf. Fuerte-Velázquez et al., 2024: 1).

En los ejemplos concretos de Acuitzio y Morelia, se comparan las aguas de lluvia en m³/tonelada. En Acuitzio, donde el agua de lluvia es de 1.292,49 m³/tonelada, y el agua de riego es de 689,23 m³/tonelada, mientras que, en Morelia, el agua de lluvia es de 582,97 m³/tonelada, y el agua de riego representa 711,74 m³/tonelada. Sobre una base anual el agua necesaria para la producción de aguacate es de 5 millones de

m³ de agua en Acuitzio 6 millones de m³ en Morelia (cf. Fuerte-Velázquez et al., 2024: 1).

El agua es bastante escasa en Acuitzio, ya que la actividad aguacatera requiere el 149,27% del agua disponible en la región, mientras que en Morelia se necesita el 53,18% del agua disponible para la producción de aguacate (cf. Fuerte-Velázquez et al., 2024: 1). El estudio de Fuerte-Velázquez et al. (2024) muestra que la huella hídrica para el cultivo de aguacate está influenciada por los niveles de precipitación. Además, el aire más seco y los vientos más fuertes en Acuitzio y Morelia aumentan la pérdida de agua, lo que conduce a un alto consumo de agua (cf. Fuerte-Velázquez et al., 2024: 11).

A nivel local, la investigación en Michoacán mostró diferentes estimaciones de uso de agua. El aire más seco y los vientos más fuertes en Acuitzio y Morelia aumentan la pérdida de agua, lo que conduce a un mayor consumo de agua en comparación con otras áreas (cf. Fuerte-Velázquez et al., 2024: 11). Según Gómez-Tagle et al. (2022) se necesitan 417,10 m³/tonelada para plantaciones de temporal en la región de Uruapan en Michoacán comparado con 1.071,4 m³/tonelada para plantaciones de riego (cf. Fuerte-Velázquez et al., 2024: 11).

Debido a que el aire es más seco y los vientos son más fuertes en Acuitzio y Morelia, la humedad es menor en estas zonas en comparación con Uruapan. Como consecuencia, estas dos zonas necesitan mayores cantidades de agua para el cultivo del aguacate. Otro factor decisivo que se presenta adicionalmente a los diferentes climas es el rendimiento porque influye en el consumo de agua. Además del clima, el rendimiento de los cultivos también afecta al uso del agua. Cuando los rendimientos son bajos, la huella hídrica de agua de lluvia y de riego aumenta porque se utiliza la misma cantidad de agua, pero con menor cosecha lo que resulta en un mayor uso de agua por fruto (cf. Fuerte-Velázquez et al., 2024: 11).

8.3 El cambio climático

El cambio climático a nivel mundial, que se debe sobre todo a un mayor nivel de emisiones de gases de efecto invernadero, es un problema de escala global que afecta al medio ambiente. El cambio climático afecta a la agricultura, en especial en regiones que ya tienen difíciles predicamentos para el cultivo. Los ecosistemas son

amenazados porque pierden su biodiversidad y se disminuyen las reservas de agua y la erosión del suelo (cf. Tapia Vargas et al., 2011: 325-335).

En la actualidad, el cambio climático supone una amenaza con el aumento de las precipitaciones en las regiones húmedas y de las temperaturas en las zonas cálidas. Esto, a su vez, repercute en la evaporación de las plantas y el crecimiento de los cultivos. La agricultura se ve especialmente afectada, lo que reduce la productividad, sobre todo en las zonas marginales. Los cambios climáticos drásticos dañan la producción agrícola (cf. Chávez-León et al., 2012: 39-40).

El cambio climático también podría afectar a las zonas de cultivo de aguacate en Michoacán. En Michoacán, cada año se pierde alrededor del 1,8% de la tierra con bosques para dar lugar a cultivos y ganadería. Si la deforestación continúa, podría afectar a la disponibilidad de agua y a las condiciones generales de la producción de aguacate, que es un producto agrícola clave en la región (cf. Tapia Vargas et al., 2011: 325-335).

En Michoacán se deforesta con frecuencia, lo que contribuye al calentamiento global y al cambio climático en la zona, ya que aumentan las temperaturas y se intensifican las lluvias imprevisibles. Como resultado, el clima es más seco y caliente y menos frío. Durante las largas olas de calor pueden producirse lluvias torrenciales y ciclones intensos (cf. Ochoa Ayala, 2020). Los cultivos de aguacate pueden ser especialmente vulnerables al cambio climático debido a las menores tasas de fotosíntesis afectadas por el aumento de las temperaturas y la reducción de la humedad del suelo, lo que podría dañar la polinización (cf. Chávez-León et al., 2012: 39-40).

La vegetación natural de Michoacán regula el clima, pero las ciudades de una misma zona pueden tener temperaturas diferentes debido a su ubicación. En Meseta Purépecha se deforestan 360.000 hectáreas para cultivos básicos y pastos. Las plantaciones de aguacate cubren al menos 110.000 hectáreas. Sin embargo, queda medio millón de hectáreas de bosques de coníferas y latifolios que son amenazados por la tala ilegal y la agricultura. La reducción de la superficie forestal puede afectar a la captación de agua en la tierra lo que es crucial para el cultivo de aguacate (cf. Chávez-León et al., 2012: 39-40).

Entre los años 1992 y 2017, la temperatura media en la zona donde se cultivaron los frutos variaba entre 11,2°C y 24,3°C. En cambio, se estima que para el año 2050, los

aguacates podrán cultivarse en terrenos con temperaturas tan bajas como 7,1°C y tan altas como 28,5°C, lo que supera con creces el clima típico de la fruta. Además, los aguacates crecen mejor entre un rango de 20°C y 25°C, las temperaturas que excedan este rango podrían impactar en los árboles de aguacate para que pierdan sus flores y disminuyan las cosechas (cf. Arima et al., 2022).

De 2009 a 2050, el aumento moderado de las temperaturas y el incremento de los niveles de CO₂ podrían beneficiar a la productividad del aguacate y de los bosques. Sin embargo, si las temperaturas medias aumentan más de 2 °C, los bosques podrían sufrir impactos de moderados a graves. En el caso del aguacate, es probable que la producción disminuya en las zonas más cálidas durante la primera fase, ya que los mayores beneficios del CO₂ se verán contrarrestados por las altas temperaturas (cf. Chávez-León et al., 2012: 63).

Las opciones de adaptación de los ecosistemas son limitadas y su eficacia incierta. Estas opciones incluyen reducir los cambios en el uso del suelo, acelerar la reforestación y restaurar las zonas degradadas. Se espera que el avance del cambio sea más rápido de lo que las especies necesitan para recuperarse, lo que hará que los bosques y los ecosistemas montañosos sean especialmente vulnerables al cambio climático debido al aislamiento, la fragmentación y la contaminación (cf. Chávez-León et al., 2012: 63).

8.3.1 Consumo de energía en el cultivo

Anaya y Burgos (2015) también se relacionan con los *límites planetarios* según Khan et al. (2021) puesto que un ejemplo concreto del consumo de energía en el cultivo de aguacate se muestra en el estudio de Anaya y Burgos (2015). Este análisis se realizó en México, entre los municipios de Cotija y Tuxpan, en la región productora de aguacate de Michoacán, a altitudes de 1.400 a 2.200 metros. El clima es templado y subhúmedo, con precipitaciones anuales de 800-1.700 mm y temperaturas que fluctúan entre los 12°C y los 27°C. Para la recopilación de datos se realizaron encuestas a productores con huertos de más de ocho años, centradas en prácticas como la fertilización, el control de plagas y el riego. Se analizaron un total de 455 encuestas, que representaban el 4% de los productores registrados. El consumo de energía se calculó en julios por hectárea, centrándose en el uso de energía fósil en la gestión de los huertos (cf. Anaya, Burgos, 2015: 7-11).

El estudio de Anaya y Burgos (2015) encontró que el consumo de energía en la producción de aguacate varió ampliamente entre los huertos, lo que refleja la diversidad de los sistemas agrícolas en Michoacán. Los pequeños productores, que dominan la muestra, tendieron a tener un consumo de energía más bajo. La productividad media de los huertos (12 Mg/ha) fue ligeramente superior a la media regional. Aunque el uso de energía estaba vinculado a un mayor rendimiento, también influyeron factores como el clima y el suelo. El uso de plaguicidas representó el 39% del consumo energético, especialmente en los lugares de producción de aguacates para exportación puesto que para el comercio internacional se exigen controles de plagas más estrictos. Muchos huertos se excedieron en el uso de fertilizantes, lo que conllevó un mayor consumo de energía (cf. Anaya, Burgos, 2015: 14-17).

Un ejemplo de mostrar la reducción de gases de efecto invernadero y al mismo tiempo conservar los bosques, muestra el estudio de Tauro et al. (2024). Ellos analizaron cómo cambia la tierra cuando se utilizan cada vez más terrenos para la producción de aguacates y el cambio que se produce en el medio ambiente. El lapso de tiempo tras el estudio es superior a los últimos 40 años. En particular, se han analizado las emisiones de gases de efecto invernadero y el uso de energía. Además, en relación con la sostenibilidad, la investigación también analizó los residuos de poda que se generan al utilizar el aguacate para producir energía que podría ayudar a reducir la contaminación. (cf. Tauro et al., 2024: 27344).

Según la investigación una mayor cantidad de terrenos han sido convertidos en tierras de cultivo para el aguacate. Así, aproximadamente el 25% de los bosques y tierras de cultivo se convirtieron en plantaciones de aguacate y entre los años 1974 y 2017 la producción de aguacate creció un 20%. Por lo tanto, las emisiones de carbono aumentaron debido al hecho de que los bosques son capaces de almacenar carbono que luego se libera al aire y también otra contaminación proviene de los bosques y los materiales vegetales que se queman (cf. Tauro et al., 2024: 27344).

Aunque las partes de bosque que aún permanecen han absorbido 717,2 millones de kilogramos de CO₂, el aumento de los campos de aguacate ha liberado 353 millones de kilogramos de CO₂, lo que supone el 91% del total de todas las emisiones derivadas del cambio de uso del suelo. Además, los residuos vegetales aproximadamente 20,68 millones de kilogramos de CO₂ se queman sobre una base

anual y en los últimos 40 años la quema de material vegetal ascendió a 889,16 millones de kilogramos de CO₂ (cf. Tauro et al., 2024: 27344).

Para encontrar una solución a la contaminación, la investigación pretende aprovechar los residuos de la poda del aguacate con el objetivo de convertirlos en una fuente de energía. Además, podría utilizarse como sustituto de combustibles fósiles como el fuelóleo y el gas licuado de petróleo que se emplean con fines industriales. La biomasa de estas podas de aguacate que se estima en aproximadamente 6,5 podría sustituir el combustible que se utiliza para fines industriales en México. Como consecuencia, se podría disminuir la emisión de 25 a 31 millones de kilogramos de CO₂ al año, lo que a su vez ayudaría a reducir la contaminación por combustibles fósiles (cf. Tauro et al. 2024: 27344).

Dado que los residuos de la producción de aguacates suelen quemarse o tirarse a la basura, pueden convertirse en algo valioso si se transforman en biocarbón (véase Medina Orozco et al., 2018: 121). En la actualidad, existen pequeñas máquinas caseras para convertir estos residuos en biomasa, pero su producción es escasa. Esto no es suficiente para cultivos como el aguacate, en los que se producen muchos residuos agrícolas (cf. Medina Orozco et al., 2018: 121).

Además, el biocarbón es una buena opción para mejorar la calidad del suelo, que se pierde con los métodos agrícolas, ya que el suelo pierde hasta el 70 % de su carbono orgánico. Así, al aplicar biocarbón, se puede mejorar la estructura del suelo y aumentar los nutrientes y los microbios. Además, el biocarbón captura carbono y, por lo tanto, reduce los gases de efecto invernadero (cf. Medina Orozco et al., 2018: 122). Como consecuencia, podría utilizarse para ahorrar dinero a los agricultores, apoyar a las comunidades locales y evitar la tala de árboles de los bosques naturales o las selvas (cf. Medina Orozco et al., 2018: 121).

Según Tauro et al. (2024), los agricultores podrían empezar a vender sus residuos de poda y ganar dinero con ellos, y otras industrias podrían utilizarlos como fuente de energía. Para obtener una mayor cantidad de residuos de poda sería necesaria la colaboración de los pequeños productores para facilitar la recogida y el proceso de dichos residuos. Futuros estudios deberían analizar la cantidad de residuos de poda necesaria que se debería generar en cada explotación que además, la calidad para ser utilizada como combustible y los cálculos de estos también tienen que ser

analizados. También es crucial examinar los retos sociales y organizativos que podrían surgir cuando los productores cambien a este sistema (cf. Tauro et al., 2024: 27344).

En definitiva, la investigación de Tauro et al., (2024) muestra que las emisiones de gases de efecto invernadero se pueden reducir mediante la aplicación de métodos de energía sostenible con los residuos de la poda de aguacates. Por lo tanto, los productores, las empresas y los responsables políticos también desempeñan un papel importante para mejorar las soluciones de eficiencia energética y deben establecer nuevas políticas públicas con el objetivo de preservar la naturaleza (cf. Tauro et al., 2024: 27344).

8.3.2 Captura de carbono

La naturaleza intrincada del cultivo de aguacate, que abarca más de 112.000 hectáreas, incluye ciclos de producción y el uso de agroquímicos que contribuyen al daño ambiental. Esta industria genera más de 800 millones de dólares y aproximadamente 50.000 puestos de trabajo gracias a unas exportaciones anuales que superan las 250.000. La conversión de zonas forestales en huertos de aguacate disminuye la infiltración de agua reduce el caudal de los manantiales. Además, esto conlleva una pérdida de más de 0,5 toneladas de captura de carbono por hectárea cada año. En consecuencia, esto pone en peligro la estabilidad climática y la biodiversidad forestal (cf. Chávez-León et al., 2012: 5).

Los gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera afectan al clima de la Tierra y absorben y reemiten la radiación infrarroja de la superficie. Estos gases, que incluyen el dióxido de carbono, el vapor de agua y el ozono, ayudan a regular la temperatura del planeta, lo que hace que la temperatura sea mucho más cálida de lo que sería sin su presencia. Aunque el efecto invernadero siempre ha existido y es esencial para la vida en la Tierra, las acciones humanas intensifican este efecto que provoca impactos negativos para el medio ambiente (cf. Chávez-León et al., 2012: 35-38).

Dado que las emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero están aumentando, se estima que las temperaturas aumentarán entre 0,3 °C y 0,7 °C (IPCC, 2014). Estos cambios afectan al clima, lo que influye en la forma en que los organismos vivos se adaptan a su entorno. La deforestación en Michoacán ya

aumentó entre las décadas de 1960 y 1980. Esta deforestación daña el suelo, reduce las aguas subterráneas y afecta a la biodiversidad, lo que puede observarse en la región y también a escala mundial. Además, la deforestación contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (cf. Bernal-Santana et al., 2022: 454-457).

Desde el Protocolo de Kioto en 1997, países como México se comprometieron a realizar acciones como evitar la deforestación y promover la reforestación para capturar CO₂. Los bosques son clave para la captura de carbono, a condición de que estén protegidos de las perturbaciones humanas y de fenómenos naturales como los incendios forestales. La captura de carbono varía según la especie, la edad y el lugar, y los árboles frutales, que suelen cosecharse anualmente, devuelven parte del carbono a la atmósfera (cf. Chávez-León et al., 2012: 35-38).

Desde el Protocolo de Kioto en 1997, países como México se han propuesto evitar la deforestación y promover la reforestación para capturar CO₂. Los bosques son cruciales para la captura de carbono, pero hay que protegerlos de las perturbaciones. Para compensar las emisiones mundiales de CO₂ de 22.000 millones de toneladas anuales, es necesario plantar 50 millones de hectáreas al año, pero las plantaciones forestales carecen de la biodiversidad de los bosques naturales. En total, los bosques capturan entre cuatro y siete veces más carbono que los huertos frutales, lo que destaca la necesidad de centrarse en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (cf. Chávez-León et al. 2012: 35-38).

Un paquete pequeño de dos aguacates tiene una huella de carbono de 846,36 g de CO₂, casi el doble que un kilo de plátanos (cf. Ochoa Ayala, 2020). Sin embargo, las plantaciones forestales no favorecen la biodiversidad como lo hacen los bosques naturales puesto que carecen de la biodiversidad de éstos. Existen diferencias significativas en la capacidad de captura de carbono entre los tipos de bosques y los huertos frutales, ya que los bosques capturan entre cuatro y siete veces más. El enfoque debería pasar de la simple captura de carbono a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (cf. Chávez-León et al., 2012: 35-38).

Cuando se trata de conservar carbono en la tierra, depende del tipo de árboles y de los nutrientes del suelo. Dado que los árboles sobre el suelo y los nutrientes en la tierra cooperan para almacenar carbono, el cambio de terreno puede afectar al cultivo de más aguacates y a la cantidad de carbono que permanece en el suelo. Por eso,

cuando los agricultores utilizan grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados y fosfatados que ayudan a mantener el carbono en el suelo, se crea un enorme impacto medioambiental. Especialmente cuando se utilizan grandes o excesivas cantidades de fertilizantes puede crear problemas futuros (cf. Denvir et al., 2024: 1-4).

Para almacenar carbono y proteger a animales y plantas es muy importante dejar grandes árboles autóctonos como los robles dentro de las plantaciones de aguacate. Otra posibilidad es preservar las zonas forestales entre los cultivos de aguacate para evitar demasiados daños medioambientales. El uso de fertilizantes debe ser considerado de manera cuidadosa, ya que como se mencionó anteriormente el uso excesivo de los mismos puede conducir a dañar la tierra a largo plazo. Por lo tanto, es importante utilizar sabiamente los fertilizantes de manera que los cultivos crezcan y el suelo no se vea perjudicado (cf. Denvir et al., 2024: 1-4).

A través de la observación del carbono almacenado en los árboles y en el suelo, tanto en los cultivos de aguacate como en los bosques de pino-encino, es posible predecir el impacto de cómo puede cambiar la tierra con el tiempo. Por lo tanto, es posible estimar la cantidad de carbono que se perderá en el futuro a medida que aumente el cultivo del aguacate. El carbono almacenado en los bosques de pino-encino es de unos 334,4 Mg de carbono por hectárea, mientras que en los cultivos de aguacate la cantidad de carbono asciende a 209,3 Mg por hectárea. En consecuencia, una gran cantidad de carbono podría perderse y esto contribuir al cambio climático (cf. Denvir et al., 2024: 9).

Existen programas como REDD++ en los que se paga a los agricultores para que dejen de expandir sus cultivos. Esto podría ser insuficiente para proteger los bosques, ya que puede no bastar para convencer a los agricultores (cf. Denvir et al., 2024: 9). El programa REDD++ significa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Países en Desarrollo. Si los países en desarrollo consiguen reducir la deforestación, pueden cobrar. Esto les da una razón de peso para proteger sus bosques y luchar contra el cambio climático (cf. United Nations Climate Change, s.f.).

En conclusión, es crucial tener en cuenta los efectos a largo plazo cuando se trata del uso de fertilizantes, ya que pueden ayudar a corto plazo en el cultivo, se está atacando

a la biodiversidad. Por consiguiente, es necesario adoptar un enfoque más cuidadoso para garantizar la protección del medio ambiente (cf. Denvir et al., 2024: 9).

8.4. Consecuencias naturales

Para empezar, en México, más del 60% de las tierras son áridas o semiáridas y esta proporción podría aumentar debido al cambio climático. Como consecuencia, la producción de aguacate en Michoacán podría sufrir un fuerte impacto porque depende de temperaturas frescas y lluvias regulares. El estado pierde anualmente el 1,8% de su superficie forestal en favor de la agricultura (cf. Chávez-León et al., 2012: 39-40). Como el aguacate se cultiva en tierras donde llueve menos, la fruta necesita mucha agua, lo que a su vez aumenta la necesidad de más riego (cf. Arima et al., 2022).

Dado que en Michoacán ya existe una escasez de agua, como se menciona en el capítulo 7.3.3, esto provoca conflictos, es muy probable que este problema aumente en el futuro. Otro problema son los elevados costes que conlleva la irrigación de las tierras de cultivo y el cambio de los métodos agrícolas actuales (cf. Arima et al., 2022).

A lo largo de la pérdida de la biodiversidad, los cultivos se vuelven cada vez más vulnerables a plagas y enfermedades. Los agricultores que se dedican al monocultivo la práctica de cultivar una sola planta en una amplia zona se encuentran en desventaja. Este enfoque puede provocar un aumento de las poblaciones de plagas, puesto que hay menos depredadores naturales en el ecosistema. En consecuencia, los agricultores se ven obligados a utilizar más pesticidas químicos, lo que empeora aún más la contaminación (cf. CEDRSSA, 2017: 17).

Es importante destacar que el uso extensivo de productos químicos de síntesis en la agricultura ha provocado una importante contaminación del suelo, lo que ha dado lugar a una cascada de problemas ecológicos. La erosión del suelo es uno de los más preocupantes, porque reduce la capacidad de la tierra para retener nutrientes y humedad. Esta degradación no sólo afecta al rendimiento de los cultivos, sino que también reduce la biodiversidad, ya que los ecosistemas diversos suelen ser más resistentes a los cambios ambientales y a las plagas (cf. CEDRSSA, 2017: 17).

Sin embargo, pueden producirse grandes escorrentías donde hay inclinaciones con poca cubierta vegetal, como en los campos donde se cultivan las patatas o el maíz. Al final de la temporada de lluvias, en septiembre, los suelos arenosos del Eje

Neovolcánico alcanzan su capacidad de retención de agua. Pero cuando las lluvias terminan en octubre, la humedad del suelo empieza a disminuir. Es decir, la tierra se vuelve muy seca en noviembre. Esto hace que no lleve suficiente agua para sostener los cultivos, también incluyendo el cual, del aguacate, desde noviembre hasta junio (cf. Chávez-León et al., 2012: 44).

Otras consecuencias naturales son pequeños sismos que han estado ocurriendo debido al uso masivo de agua de los mantos acuíferos de Michoacán. Es decir, 3,247 sismos ocurrieron en los alrededores de Uruapan entre el 5 de enero y el 15 de febrero de 2020. Se produjeron grutas subterráneas debido a la gran extensión a la que se extrae el agua y esta es la probable razón de los movimientos sísmicos en la zona aguacatera (cf. Ochoa Ayala, 2020).

Debido al 50% de superficie forestal utilizada para el cultivo de aguacate, que son 22.297 hectáreas, ocurren altos niveles de erosión. En los huertos de aguacate, la erosión tiende a ser mayor al inicio de la plantación y disminuye gradualmente con el tiempo (cf. Chávez-León et al., 2012: 73). La erosión del suelo ya es un problema en las regiones productoras de aguacate y el aumento de la actividad agrícola y la expansión de las tierras de cultivo puede incluso provocar una mayor erosión del suelo. Si en más explotaciones se crean tipos de suelo con escasa absorción de agua, el riesgo de erosión del suelo será aún mayor, lo que podría dañar la vegetación y reducir la calidad del agua. Además, esto puede suponer una amenaza para las plantas y los animales que allí habitan (cf. Arima et al., 2022).

Es importante destacar que cuando se cambia la forma de utilizar la tierra para la agricultura de aguacate en Michoacán, el equilibrio de nutrientes en el suelo también se altera. Así, al talar los bosques nativos y plantar en su lugar árboles de aguacate, cambian los tipos de microorganismos que viven en el suelo. Estos microorganismos se vuelven más homogéneos y algunos grupos importantes de hongos, que ayudan a los árboles a crecer (hongos ectomicorrícicos) y los que combaten las enfermedades de las plantas (hongos antagonistas) se reducen. Además, en la tierra utilizada para el cultivo del aguacate pueden aumentar los hongos dañinos que tienen efectos agresivos sobre las plantas (saprótrofos) y otros que pueden causar enfermedades a las plantas (hongos fitopatógenos) (cf. Baca-Patiño et al., 2025: 11).

En conclusión, si la calidad del suelo se deteriora todo el ecosistema se ve afectado. Los microorganismos esenciales, como las bacterias beneficiosas y los insectos que desempeñan un papel crucial en la salud del suelo, desaparecen debido a los fertilizantes químicos. Esta alteración afecta a la fertilidad del suelo, lo que hace cada vez más difícil que los agricultores produzcan cosechas sanas, perpetuando así la dependencia de fertilizantes y pesticidas sintéticos que dañan aún más el medio ambiente. Estas prácticas no sólo amenazan la productividad agrícola a largo plazo, sino que también ponen en peligro la sostenibilidad de los ecosistemas que sostienen la vida (cf. Nájar, 2016).

8.4.1 La sostenibilidad y posibles soluciones

Cuando se habla de sostenibilidad, uno de los argumentos es que los consumidores son responsables de lo que compran. Esto también puede afectar a los recursos, como el agua, ya que es necesaria para la producción de los bienes que se venden. Por consiguiente, los consumidores deberían preocuparse por el uso que hacen del agua para no perjudicar al medio ambiente. Si los consumidores hacen esto, las empresas tendrían que crear productos más respetuosos con el medio ambiente (cf. Hoekstra, 2011: 99).

Por otra parte, se podría decir que las empresas tienen que tomar medidas para reducir el agua para su producción de bienes. Además, los inversores también deben tener en cuenta el uso que hacen las empresas del agua cuando deciden invertir su dinero. Otras partes interesadas son los gobiernos, responsables de crear normas y sistemas para una gestión eficaz del agua. En definitiva, todas las partes interesadas antes mencionadas, consumidores, empresas, inversores y gobiernos, comparten la responsabilidad común de utilizar el agua de forma sostenible (cf. Hoekstra, 2011: 99).

Esty (2019) muestra en su estudio que la empresa mexicana, FEMSA, se enfoca en la gestión eficaz del agua en una región con escasez. El Grupo FEMSA, fundado en 1890 en Monterrey, México, es una empresa líder en bebidas y comercio al detalle, que también embotella botellas de Coca-Cola (cf. Esty, 2019: 22-28). Debido a la escasez de agua, el negocio se centra en la sostenibilidad, impulsado por la necesidad de conservarla. En 2008, la empresa creó la Fundación FEMSA para equilibrar el crecimiento medioambiental, social y económico. La fundación se enfoca en la conservación del agua, el apoyo a la comunidad y programas sociales como acceso a agua limpia y nutrición. FEMSA colabora con ONGs y lleva a cabo proyectos como

el Fondo del Agua de Monterrey, participa en la reforestación y la restauración del suelo (cf. Esty, 2019: 19-22).

La iniciativa del agua de la fundación se estableció en 2008, con el objetivo de conservar el agua utilizando la educación y la tecnología. Además, la fundación se asoció con los Fondos Latinoamericanos del Agua para crear fondos de agua que gestionan los recursos hídricos. Además, las entidades prestan servicios comunitarios allí donde no existe apoyo gubernamental (cf. Esty, 2019: 22-28).

En 2013 se creó el Fondo para el Agua de Monterrey, en colaboración con ONGs, universidades locales, organismos gubernamentales y empresas como Heineken y PepsiCo. El fondo ayuda a proteger la cuenca de Monterrey y a mejorar la seguridad hídrica. Los objetivos son la reforestación, la restauración del suelo, la reducción de las inundaciones mediante la creación de presas, la prevención de la erosión, la mejora de la infiltración del agua y el aumento de la concienciación sobre el agua. Además, se paga a los propietarios locales para que conserven la tierra ayudando a reducir la deforestación ilegal. Con respecto a la reforestación se plantan árboles nativos, como pinos blancos. Por consiguiente, estas iniciativas crean empleo a las comunidades locales. Lo cual es crucial para asegurar los recursos hídricos y reducir las inundaciones y sequías (cf. Esty, 2019: 22-28).

Con respecto al cambio climático, este fenómeno podría afectar a las zonas de cultivo de aguacate en Michoacán. En Michoacán, cada año se pierde alrededor del 1,8% de la tierra con bosques para dar lugar a cultivos y ganadería. Si la deforestación continúa, podría afectar a la disponibilidad de agua y a las condiciones generales de la producción de aguacate, que es un producto agrícola clave en la región (cf. Tapia Vargas et al., 2011: 325-335).

Los huertos de aguacate de las zonas muy cálidas podrían ser sustituidos por cultivos más adecuados o por variedades de aguacate mejor adaptadas. En consecuencia, los productores pueden migrar a zonas más frías que actualmente no son ideales para el aguacate, a menudo ocupadas por bosques naturales u otros cultivos. Por lo tanto, es esencial gestionar el cultivo del aguacate para evitar su expansión hacia zonas de bosque natural (cf. Chávez-León et al., 2012: 63).

En el caso de una mayor expansión del cultivo del aguacate a nuevos terrenos, la naturaleza sufriría más, ya que las nuevas tierras de cultivo que no son ideales para

el cultivo del aguacate podrían requerir que los agricultores utilizaran más agua, pesticidas o fertilizantes. Debido a las diferencias de temperatura, altitud y diferentes precipitaciones, los agricultores se verían obligados a tomar estas medidas para recoger sus cosechas (cf. Arima et al., 2022).

Esta pérdida de vegetación forestal agrava los efectos de las lluvias intensas, lo que conduce a una mayor erosión del suelo, una mayor velocidad de las corrientes de agua y una menor cantidad de agua retenida en el suelo. El alto nivel de deforestación en la región hace que la tierra sea más susceptible al impacto de las lluvias intensas que ocurren con más frecuencia hoy en día (cf. Tapia Vargas et al., 2011: 325-335).

En Michoacán, el 88% de los cultivadores de aguacate han contribuido a problemas medioambientales, como la erosión y la contaminación del suelo. Resulta alarmante que el 49% de estos agricultores utilicen pesticidas muy potentes que causan daños importantes a la tierra, mientras que sólo el 7% opta por pesticidas sintéticos menos dañinos para el medio ambiente. Inicialmente, el cultivo de aguacate en Michoacán se realizaba en pequeños campos rodeados de bosques, lo que permitía el desarrollo de la fauna local. Actualmente, la sobreexplotación de plantaciones de aguacate ha provocado la pérdida de este hábitat crítico, lo que ha resultado en el deterioro de poblaciones de importantes especies animales. En su lugar, el ecosistema está experimentando un aumento de las poblaciones de animales carnívoros y frugívoros que buscan alimentos en la falta de su hábitat natural (cf. CEDRSSA, 2017: 19).

Como la superficie plantada de aguacate en México creció un 8,7%, totalizando 203.732 hectáreas en la cosecha entre los años 2016 y 2017, y alcanzó las 231.028 hectáreas en la cosecha los años 2018 y 2019, los productores de Michoacán se centraron cada vez más en la mejora del rendimiento a través de técnicas agrícolas mejoradas en lugar de ampliar la superficie cultivada (cf. Flores 2016: 1-5, Flores 2017: 1-6, Flores 2018: 1-6).

9. La sostenibilidad en el cultivo de aguacate

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas ponen de relieve la interconexión de la sostenibilidad social, económica y medioambiental. Aunque las empresas tienen una influencia significativa en los resultados medioambientales, a menudo profundizan las desigualdades en la sociedad. Sin embargo, las empresas pueden hacer frente a retos medioambientales como las catástrofes naturales y el agotamiento de los recursos adoptando prácticas sostenibles (cf. Khan et al., 2021: 744-758).

La humanidad traspasa los límites clave del planeta, los llamados límites planetarios. Como proteger el medio ambiente es tan importante, los gobiernos y las empresas deben colaborar más entre ellos. La sostenibilidad ha ido más allá de las ideas generales de cuidado del medio ambiente para incluir límites científicos claros con el fin de mantener el equilibrio de la tierra (cf. Khan et al., 2021: 744). Un marco clave son los límites planetarios, que establecen importantes límites, como por ejemplo la pérdida de biodiversidad y el uso de la tierra. Estos límites definen un espacio seguro para los seres humanos.

Khan et al. (2021) muestran que existe una brecha límites globales y los efectos sobre la sostenibilidad, sin dejar de enfatizar el enfoque en la producción de aguacate en Michoacán. Es decir, la competencia mundial aumenta el uso de recursos a detrimento de la sostenibilidad. Es decir, hasta el 50% de los alimentos cultivados en el mundo nunca llegan a consumirse. Además, en los países menos desarrollados, más del 40% de los alimentos se pierden tras la cosecha por las deficiencias de almacenamiento y transporte (cf. Khan et al., 2021: 744-758).

Como mencionado en el capítulo 7, existe una gran biodiversidad en Michoacán, pero el cultivo de aguacate depende en gran medida de los pesticidas y ha agotado los recursos hídricos de la zona (cf. De la Vega-Rivera, Merino-Pérez, 2021: 1-18). En agricultura sostenible, el consumo de energía fósil muestra la eficiencia medioambiental y económica de un sistema agrícola. La energía fósil está relacionada con el uso de recursos, los costes de producción y las emisiones de gases de efecto invernadero (cf. Anaya, Burgos, 2015: 6).

Por consiguiente, para medir la energía fósil es necesario conocer la energía utilizada en las prácticas agrícolas, sus fuentes directas, como el combustible y la electricidad.

Además, se necesitan saber las fuentes indirectas, como la producción de materiales. Con estos datos se puede analizar el consumo de energía fósil que ayuda a identificar las prácticas de alto consumo energético y se pueden comparar diferentes métodos de gestión. Este análisis es importante para mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones en cultivos (cf. Anaya, Burgos, 2015: 6).

9.1 La agricultura sostenible

El estudio de Rubí-Arriaga et al. (2013) analiza el cultivo y venta de aguacate en el sur del Estado de México en 2011. Los investigadores seleccionaron a 338 agricultores de un total de 2.814 registrados en la base de datos de SEDAGRO recolectando información a través de encuestas y analizando los datos. La mayoría de los productores de aguacate de esta región producen a pequeña escala. Es decir, el 85% posee menos de 10 hectáreas de tierra. Además, el 90% de su producción es el aguacate Hass (cf. Rubí-Arriaga et al., 2013: 93).

Los resultados del estudio de Rubí-Arriaga et al. (2013) encontraron que en el Estado de México, un pequeño número de agricultores posee la mayor parte de la tierra. Esto hace necesario que se organicen mejor para poder acceder a los apoyos gubernamentales y poder competir en el mercado de alimentos. Además, estos pequeños agricultores sólo dependen de la variedad Hass, lo que hace que sus cultivos sean más propensos a enfermedades y que la diversidad genética de las especies se reduzca (cf. Rubí-Arriaga et al., 2013: 99-100).

Esto significa que existe un mayor riesgo de propagación de enfermedades de las plantas, lo que a su vez podría agravar los problemas de la región. Amenazas como la principal plaga que afecta a los árboles de aguacate es el insecto barrenador de cuarentena. Por consiguiente, los productores deben invertir en programas que refuercen los controles de plagas para disminuir la propagación de la enfermedad a nuevos terrenos de cultivo (cf. Rubí-Arriaga et al., 2013: 99-100).

Las posibles soluciones que podrían conducir a una reducción del grave impacto sobre el medio ambiente causado por el cultivo intensivo del aguacate son exigir etiquetas alimentarias certificadas en cada fruta que exijan un cultivo basado en el comercio justo y la sostenibilidad, o en prácticas respetuosas con el medio ambiente. Otra posible iniciativa es exigir cláusulas de impacto medioambiental para las exportaciones en los acuerdos comerciales para el aguacate. En lo que respecta a

México, son necesarios controles más estrictos, regulaciones y penalización de la destrucción de terrenos forestales para evitar la deforestación (cf. Ochoa Ayala, 2020).

Otro ejemplo de nuevos métodos para realizar la agricultura de aguacate de una manera sostenible se desarrolló en Zitácuaro que es una ciudad ubicada en el oriente de Michoacán, México. El municipio se localiza en el Cinturón Aguacatero y comprende 51.412 hectáreas de tierra. El pueblo de Zitácuaro combina la herencia indígena y la propiedad comunal de la tierra, lo que lo hace único dentro de Michoacán. Allí viven 157.056 personas, de las cuales dos tercios viven por debajo del umbral de la pobreza (cf. Ramírez et al., 2024: 3).

Estos habitantes se enfrentan a dificultades económicas y a un acceso limitado a recursos cruciales para vivir. El 6% de la población total son indígenas mazahuas y otomíes. En total, los 28 ejidos asentados en Zitácuaro y estas comunidades indígenas controlan más del 70% de las tierras del municipio, desempeñando un papel esencial en la agricultura y el medio ambiente de la región. Además, más de 12.000 hectáreas de Zitácuaro son tierras forestales y forman parte de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca (cf. Ramírez et al., 2024: 4).

Ramírez et al. (2024) investigaron un modelo que se centra en el cultivo sostenible del aguacate para las comunidades locales y gestiona adecuadamente los recursos naturales. Este sistema ayuda a comparar diferentes formas de gestión de los recursos naturales teniendo en cuenta, entre otras cosas, la productividad, la estabilidad y la resiliencia. El modelo tiene un gran aspecto social, ya que proporciona empleo a la población local manteniendo el control sobre sus tierras de cultivo al centrarse en la agricultura local a pequeña escala (cf. Ramírez et al., 2024: 5).

Además, así se pueden proteger los bosques y apoya a las comunidades locales, ya que mezcla métodos agrícolas tradicionales y ecológicos. Así, se reduce el uso de productos químicos nocivos. Los inconvenientes del modelo son los altos costes, los bajos beneficios y las pérdidas de cosechas. En consecuencia, es crucial mejorar el apoyo económico para hacerlo más sostenible y accesible. En general, muchos agricultores utilizan una mezcla de ambos enfoques, se emplean métodos sostenibles y convencionales. Por consiguiente, es muy complejo analizar el cultivo del aguacate porque no es posible una clasificación estricta de los métodos agrícolas (cf. Ramírez et al., 2024: 5).

En conclusión, la pérdida de biodiversidad, el uso de la tierra y la calidad del agua fueron las principales preocupaciones de Michoacán según este estudio. La agricultura ilegal baja los niveles freáticos, lo que dificulta el acceso al agua para los agricultores locales. Como recomiendan Khan et al. (2021), para mejorar la sostenibilidad necesitamos políticas que protejan a los pequeños agricultores y aborden las repercusiones sobre la biodiversidad y la calidad del agua (cf. Khan et al., 2021: 744-758).

9.2 El uso de agua sostenible

A pesar de que el cultivo del aguacate es un gran negocio en México que genera mucho dinero, en particular por sus exportaciones, la industria necesita altos niveles de suministro de agua. Se tematiza en el capítulo 7.2, que el país se encuentra en una lucha contra la escasez de agua, un acceso desigual al agua y también hay contaminaciones (cf. The Water Diplomat, 2024).

La legislación mexicana establece que las licencias de agua sólo se conceden en caso de que el suministro de agua sea suficiente, por lo que el gobierno debe comprobar el suministro de agua cada tres años antes de que se apruebe una licencia. Por lo tanto, las licencias existentes también deben tenerse en cuenta para evitar el uso excesivo del agua con el fin de proteger los ecosistemas mexicanos. A pesar de que el Programa Nacional del Agua mexicano da prioridad a la protección de las reservas de agua para uso humano y su utilización, sigue siendo muy difícil hacer cumplir estas leyes (cf. The Water Diplomat, 2024).

Como el cultivo del aguacate tiene graves consecuencias para el medio ambiente, no sólo por la deforestación, sino también por el elevado consumo de agua, las comunidades locales se ven gravemente afectadas. Además, según Climate Rights International, muchas explotaciones de aguacate infringen las leyes mexicanas sobre el agua porque consumen más agua de la que les permite la ley (cf. The Water Diplomat, 2024).

Ejemplos concretos con respecto a esta sobreexplotación de agua se ve por la una grave crisis de agua en Michoacán que provoca la disminución de lagos y ríos. Ya que el Lago de Cuitzeo, ha perdido el 70% de su agua desde 2021, perdió su comunidad pesquera y el Lago de Pátzcuaro ha perdido más del 50% de su agua. También se instalaron sistemas de riego ilegales por productores de aguacate en Villa Madero en

Michoacán. En consecuencia, en abril de 2024, las comunidades locales iniciaron la remoción de estas instalaciones. Pequeños agricultores y activistas lideraron esta iniciativa con el objetivo de liberar las fuentes de agua que habían sido bloqueadas para el cultivo de aguacate. La motivación principal para estas acciones fue la escasez de agua que enfrentaba la comunidad local, debido al alto consumo por parte de las grandes producciones de aguacate (cf. The Water Diplomat, 2024).

La sobreexplotación no sólo provoca que los pozos se sequen, sino también la falta de riego es una causa. Zunzunegui et al. (2023) estudiaron los diferentes cambios en la agricultura y el medio ambiente en México, donde la tendencia es que las precipitaciones y los niveles de agua subterránea están disminuyendo. Como resultado, a los agricultores les resulta mucho más difícil producir alimentos. Otro dilema en la producción de alimentos es que el aumento de la producción es muy demandado, lo que contrasta con el menor tiempo y esfuerzo que se invierte en las labores agrícolas (cf. Zunzunegui et al., 2023: 12).

El estudio examinó las cantidades de agua necesarias para la producción de distintos cultivos en México, lo que permitió a los investigadores analizar las cantidades de agua necesarias para cada cultivo y el agua disponible. Uno de los resultados fue que el 65% de las tierras de cultivo no dispone de agua suficiente. En consecuencia, la cantidad de alimentos cultivados y su valor están disminuyendo. Esta escasez de agua podría frenar el crecimiento de la agricultura a corto plazo (cf. Zunzunegui et al., 2023: 12).

Dependiendo del método de cultivo y del tipo de cultivo, las cantidades de agua necesarias para el cultivo pueden variar. Además, se pueden cultivar los aguacates con o sin sistema de riego. En 2010, alrededor del 40% de las haciendas aguacateras de Michoacán utilizan el riego para su actividad productiva. Los científicos han desarrollado modelos para reciclar y reutilizar el agua de forma eficiente en entornos agrícolas, lo que también podría beneficiar a las explotaciones de aguacate (cf. González-Estudillo et al., 2017: 110).

Mediante el uso de agua de lluvia cosechada, la producción de aguacate podría ser más eficiente, lo que reduciría los costes y el consiguiente efecto negativo sobre el medio ambiente. Por lo tanto, el agua de lluvia podría utilizarse para regar los cultivos de aguacate. Mediante el uso de modelos matemáticos, el uso natural del agua, como

el agua de lluvia, puede utilizarse de manera eficaz para usos agrícolas con el objetivo de conducir a una producción sostenible de aguacates (cf. González-Estudillo et al., 2017: 110).

Debido al aumento de la producción de aguacate, el consumo de agua también aumenta y el transporte de agua es muy costoso, sobre todo en las zonas más altas y montañosas, donde se encuentran los cultivos. Por lo tanto, se vuelve aún más crucial ahorrar recursos hídricos. Lira-Barragán et al. (2011) desarrollaron un modelo que se centra en la optimización de la reutilización del agua. Esta estructura hídrica está en concordancia con el medio ambiente de los alrededores (cf. González-Estudillo et al., 2017: 110).

Además, Nápoles-Rivera et al. (2013) crearon un modelo para gestionar el uso del agua en grandes sistemas, que incluye el uso de agua de lluvia y otras fuentes alternativas. Arredondo-Ramírez et al. (2015) estudiaron cómo distribuir mejor el agua en zonas agrícolas, incluido el reciclaje del agua. Es decir, estos científicos trabajaron en modelos que ayudan diseñar mejores sistemas de agua para la agricultura y se explican estos estudios mencionados en los siguientes párrafos.

Según el estudio de Nápoles-Rivera et al. (2013), se ha desarrollado un modelo matemático para gestionar la oferta y la demanda de agua. Calcula la cantidad de agua y los posibles cambios en el suministro de agua durante un periodo de tiempo teniendo en cuentas las estaciones en la región. Por lo tanto, el uso del agua puede planificarse en base a las necesidades de riego y a cuándo utilizar las diferentes fuentes de agua. El modelo puede encontrar las mejores soluciones para distribuir el agua y conservarlo considerando fuentes de agua alternativas, como la reutilización de aguas recicladas (cf. Nápoles-Rivera et al., 2013: 115).

En consecuencia, se ahorran recursos naturales y fuentes como los acuíferos pueden durar más en el tiempo. Se puede utilizar el sistema mencionado en zonas donde apenas llueve. Por lo tanto, la importancia no se centra en el agua de lluvia, sino en el uso de agua reciclada. En el futuro, el modelo podría ser mejorado si se añadieran estrategias de gestión del agua a más cortos plazos y alternativas para reutilizar las aguas negras (cf. Nápoles-Rivera et al., 2013: 115).

El modelo respectivo incluye fuentes de agua como estanques, manantiales y pozos que se rellenan con la lluvia y los ríos. El agua de estas fuentes se separa para uso

doméstico o agrícola. El agua doméstica se destina a los residentes, mientras que se suministra el agua agrícola a las haciendas. Además, las aguas domésticas pueden volver a tratarse, y una parte se reutiliza para la producción agrícola y el resto se expulsa de un modo ecológico. Esto exige establecer la proporción óptima de agua que debe reutilizarse y seleccionar la distribución adecuada de los sistemas de almacenamiento y los depósitos (cf. Nápoles-Rivera et al., 2013: 103).

Otro modelo que fue descubierto de Arredondo-Ramírez et al. (2015) maneja la recolección, acumulación, reutilización y distribución de agua durante ciertos plazos. Por consiguiente, se realizó un estudio en Michoacán, donde el agua es bastante limitada. Se implementó un sistema de agua para un terreno agrícola donde se cultivan cosechas particulares que requieren específicas necesidades de uso de agua. Primero, se crea un plan de distribución de agua que utilice eficazmente tanto el agua colectada como la usada. Esto incluye elegir la mejor instalación para el suministro de agua y también minimizar los costes (cf. Arredondo-Ramírez et al., 2015: 162-163)

El sistema de Arredondo-Ramírez et al. (2015), utiliza una combinación de agua dulce, agua reutilizada y agua de lluvia para proporcionar agua cuando las necesidades fluctúan. Por este motivo, también los dispositivos de almacenamiento son esenciales para mantener la eficiencia del sistema (cf. Arredondo-Ramírez et al., 2015: 162-163). Los resultados de la investigación mostraron que una solución posible es economizar hasta un 25% de agua dulce con un gasto anual de 8.234.400 dólares. Como otra posibilidad, la alternativa menos costosa, con un precio anual de 7.012.700 dólares. Esto disminuiría el uso de agua dulce en un 10% (Arredondo-Ramírez et al., 2015: 172).

Con respecto a la ubicación de producción agrícola, la investigación de Lira-Barragán et al. (2011) pretende identificar el mejor sitio para una nueva planta industrial en una zona con necesidades específicas de agua. El sistema hídrico debe incluir una planificación que minimice los costes anuales mediante el reciclaje y la reutilización del agua. Este sistema incluye también una estricta normativa medioambiental sobre las aguas usadas que son emitidas a los ríos cercanos. Estos costes incluyen el precio del agua dulce, el tratamiento de las aguas residuales, las tuberías y la instalación de la planta (cf. Lira-Barragán et al., 2011: 2837).

Además, se debería clasificar las zonas en niveles de contaminación específicos y controlarlos (cf. Lira-Barragán et al., 2011: 2837). Los resultados del estudio de Lira-Barragán et al. (2011) muestran que la ubicación de la planta afecta en gran medida al tratamiento necesario para mantener el agua segura y sostenible. En ocasiones, es necesario activar límites de sostenibilidad para el vertedero principal o para partes concretas del río con el objetivo de proteger el río. Actualmente, el modelo se centra en el control de los principales contaminantes. Los resultados del estudio mostraron que en futuros trabajos podrían añadirse medidas de seguridad adicionales (cf. Lira-Barragán et al., 2011: 2850).

De acuerdo con los estudios de González-Estudillo et al. (2017) quien evalúa críticamente los estudios de Lira-Barragán et al. (2011), Nápoles-Rivera et al. (2013) y Arredondo-Ramírez et al. (2015) que también se mencionan en los párrafos anteriores, es necesario implementar estrategias que combinen el suministro de agua, el uso de la tierra, el impacto ambiental y los beneficios económicos. Teniendo estos factores en cuenta se puede cultivar de manera sostenible en la zona. Este plan tomaría en cuenta la cantidad de terreno, la disposición de recursos hídricos, el contexto climático, los gastos de transportación y los que implica la instalación de nuevas plantaciones y el suministro (cf. González-Estudillo et al., 2017: 110).

El modelo de González-Estudillo et al. (2017) calcula las necesidades de agua por distrito, en función del clima y las precipitaciones de cada zona. Mientras que algunos terrenos necesitan más agua, otros tienen mayores niveles de precipitaciones y disponen de agua acumulada para los periodos de sequía. El sistema establece un equilibrio entre estas distintas condiciones para determinar los campos de cultivo adecuados (cf. González-Estudillo et al., 2017: 110-120).

Los investigadores analizaron un periodo de 10 años en 49 distritos productores de aguacate en Michoacán. Para ello incluyeron tanto cultivos de riego como de temporal. Las zonas de cultivo de aguacate están determinadas por la demanda internacional, nacional e industrial. Como la demanda internacional crece en un promedio de 49.079 toneladas por año el estudio incluye mercados como Norteamérica, Sudamérica, Europa y Asia que son importantes para la exportación del aguacate mexicano. Además, el modelo toma en cuenta la demanda nacional, la cual se basa en el consumo per cápita promedio de México de 6,98 kg y también se ajusta por el incremento de la demografía (cf. González-Estudillo et al., 2017: 110-120).

También incluye el aumento de la demanda industrial en 8.158 toneladas por año. El mayor precio de las exportaciones hace de los mercados internacionales una prioridad. El crecimiento de los distritos depende de la capacidad de riego de cada zona. La agricultura de riego cuesta alrededor de un 15 % más, lo que la hace menos rentable en algunas zonas (cf. González-Estudillo et al., 2017: 110-120).

Asimismo, el programa también calcula los precios del aguacate y los gastos de transporte, distribución y almacenes. Recomendamos aumentar las zonas cultivadas tanto de riego como de secano con el fin de incrementar los ingresos y planear el cultivo adecuadamente. Es decir, se tiene que considerar las sequías y la precipitación en la planificación de la producción agrícola para mejorar la productividad en distintas zonas. Además, la ampliación de las zonas no cultivadas de manera extensiva ayuda a satisfacer la demanda y a conservar el agua. Este enfoque de gestión eficiente del agua podría aplicarse no solo a los cultivos de aguacate, sino también a otras actividades agrícolas en Michoacán, mejorando el suministro y uso sostenible del recurso hídrico (cf. González-Estudillo et al., 2017: 110-120).

9.2.1 El uso de agua sostenible en casos concretos

Dado que la escasez de agua es una de las principales preocupaciones mundiales y aumentará más en el futuro, algunas empresas multinacionales están trabajando en estrategias para reducir su consumo de agua. Como puede verse en el ejemplo de Nestlé, que estableció una forma sostenible de gestionar su suministro de agua en sus operaciones en México (cf. Quinonez, 2019: 171).

Especialmente con la planta de leche en polvo Cero Agua en Lagos de Moreno, una ciudad de Jalisco, la empresa reduce sus necesidades de agua de 2.000 metros cúbicos diarios a cero. Para la planta de leche en polvo Cero Agua, un proyecto de desarrollo rural, se involucró a los agricultores locales porque la agricultura es el mayor consumidor de agua de la región. Es decir, en Jalisco, el 97% del agua superficial y el 83,67% del agua subterránea se utilizan para actividades agrícolas. La empresa coopera con los productores lácteos locales y los educa para que utilicen el agua de forma sostenible (cf. Quinonez, 2019: 175).

En 2016, Nestlé también proporcionó financiación para sistemas de riego avanzados biodigestores e iniciativas de reciclaje de agua. Por estas iniciativas, Rogelio Airre, un ganadero específico pudo duplicar la producción de leche y disminuyó el uso de agua

en un 30%. Sin embargo, los productores pueden enfrentarse a retos como trabajadores que se resisten al cambio y también a un aumento de los gastos debido a la introducción de la sostenibilidad en el proceso de producción. Otro agricultor redujo el consumo de agua en un 30-40% mediante el riego por aspersión (cf. Quinonez, 2019: 176-178).

En 2015, 738 productores de leche mexicanos fueron capacitados por Nestlé en eficiencia hídrica y uso de energías renovables, pues la multinacional exige a sus socios producir de manera sostenible y los evalúa mediante la plataforma *Response-Inducing Sustainability Evaluation*. Ahí se evalúan factores como el uso de agua y energía, la producción de cultivos y las condiciones laborales (cf. Quinonez, 2019: 176-178).

Antes de que se construyera la innovadora planta de agua cero, se utilizaban 2.000 metros cúbicos de agua al día. Tras la introducción del sistema sin agua, la planta dejó de necesitar agua subterránea porque utilizaba el agua que se perdía al evaporarse la leche. Además, la planta se modificó gradualmente entre 2011 y 2014. En primer lugar, el consumo de agua se redujo en un 22% y luego, en diferentes fases, se convirtió en una planta de agua cero (cf. Quinonez, 2019: 176-178).

El proyecto Cero Agua se enfrentó a retos como los elevados costes que supuso su puesta en marcha, como la formación de los empleados y la adquisición de conocimientos específicos. De todos modos, la necesidad de agua sostenible en Michoacán era muy necesaria debido a la escasez de agua y al aumento de los precios del agua en la región. Por ello, la empresa destinó entre el 18 y el 20% de su presupuesto global de inversiones a proyectos de agua y energía y ha invertido más de 7 millones de dólares en la planta Cero Agua. A pesar de que los gastos operativos de la planta aumentaban en 10 millones de pesos al año, Nestlé se centró en la estrategia a largo plazo y en el objetivo de conservar el agua (cf. Quinonez, 2019: 176-178).

El hecho de que la empresa se centre en la sostenibilidad y aplique estrategias para hacer frente al consumo de agua beneficia no sólo a la empresa, sino también a la comunidad en general y a las partes interesadas. Al abordar la escasez de agua, Nestlé muestra cómo actuar como ejemplo en el ámbito empresarial, lo que puede repercutir en otras empresas para que opten por soluciones sostenibles. Además, el

suministro sostenible de agua es crucial para las generaciones futuras y desempeña un papel importante para hacer negocios con éxito en el futuro (cf. Quinonez, 2019: 176-178).

Según Esty (2019), las empresas que son capaces de gestionar los riesgos medioambientales de forma eficaz pueden reducir los costes operativos y evitar interrupciones de la actividad a largo plazo. A pesar de los elevados costes iniciales del proyecto, Nestlé consiguió implantar un suministro estable de agua, incluso cuando se produce escasez de agua. El proyecto de la planta Cero Agua es la mayor inversión en sostenibilidad de Nestlé en México (cf. Quinonez, 2019: 180).

Otro ejemplo concreto para gestionar el uso de agua de manera sostenible, se puede mirar del Grupo FEMSA que es un gran productor de bebidas y operador de tiendas en México con la sede en Monterrey. El caso demuestra cómo funciona en la práctica la *teoría de los grupos de interés*, explicada por Phillips y Freeman (2003). Según esta teoría, una empresa no debe centrarse únicamente en maximizar los beneficios para sus accionistas, sino también en crear valor para todos los grupos afectados por sus operaciones. Estos grupos, conocidos como partes interesadas, incluyen a la comunidad, los empleados, los clientes, los proveedores, el gobierno y el medio ambiente. En este contexto, Esty (2019) muestra que FEMSA logra hacer crecer su negocio al mismo tiempo que crea beneficios para la sociedad. En otras palabras, FEMSA genera valor económico de una manera que también apoya a las personas y al planeta.

Aunque Esty (2019) no hace referencia explícita a la *teoría del valor compartido*, la integración por parte de FEMSA del bienestar de la comunidad y la sostenibilidad ambiental en su estrategia de negocio refleja principios clave del concepto de *valor compartido* Porter y Kramer (2011). La *teoría de los grupos de interés* de Phillips y Freeman (2003) es relevante para los esfuerzos de conservación de agua de FEMSA porque considera los intereses de todos los grupos que afectan o son afectados por sus actividades.

Dado que la empresa ha integrado la sostenibilidad en su modelo de negocio, ésta juega un papel importante en la operación de la empresa. Por lo tanto, la gestión sostenible del agua es una gran preocupación y el estudio de Loutfi Olivares (2019) analiza la gestión del agua de la empresa FEMSA ya que se requiere mucha agua

debido a su producción de bebidas y su operación en zonas donde el agua es escasa (cf. Loutfi Olivares, 2019). Además, el ahorro de agua es crucial para el medio ambiente y la gestión del agua de FEMSA ha permitido que las personas mejoren sus condiciones de vida cuando se trata de la naturaleza. Para potenciar las mejoras ambientales la empresa ha colaborado con grupos, como organizaciones no gubernamentales (cf. FEMSA, 2025).

La empresa ya empezó operaciones en 1890 y hoy en día la empresa tiene presencia en 12 países con más de 18 mil millones de dólares cada año y emplea a más de 260.000 personas. Como FEMSA es el embotellador independiente de Coca-Cola más grande del mundo, necesita enfocarse en una forma sostenible de obtener el agua que es crucial para su negocio (cf. FEMSA, 2015). Por ello, en 2008 se creó la Fundación FEMSA, que ayuda a proteger la naturaleza y a apoyar a los seres humanos. Esta organización se encarga del ahorro de agua, el acceso al agua potable, la educación y la mejora del saneamiento (cf. Loutfi Olivares, 2019).

Los datos obtenidos del estudio son de datos obtenidos visitando la cuenca en las montañas cerca de Monterrey, fuentes en línea como las declaraciones de la misión de FEMSA y de entrevistas de directores de la Fundación FEMSA en Monterrey. Ellos trabajan en la cuenca del Río San Juan y también colaboran con organizaciones sin fines de lucro. FEMSA publica informes de sostenibilidad en línea desde 2005. En estos informes la gente puede ver lo que FEMSA está haciendo para mejorar la protección del medio ambiente (cf. Loutfi Olivares, 2019).

La gente consume el agua del Río San Juan para la agricultura, la industria y el uso diario. Además, también es importante para hacer caso a los desastres naturales como inundaciones y sequías. En general, los habitantes de la región que fueron entrevistados para el estudio de Loutfi Olivares (2019), afirman que Monterrey y sus alrededores suelen recibir poca lluvia durante todo el desgaste por lo que las carreteras y puentes, no están planificados para hacer frente a una cantidad excesiva de agua durante las tormentas. En caso de fuertes lluvias, la infraestructura de la ciudad no tiene la capacidad para hacer frente a las altas cantidades de agua que a su vez conducen a graves problemas durante las tormentas (cf. Loutfi Olivares, 2019).

La ciudad de Monterrey se localiza en la región de Nuevo León que forma parte de la cuenca del Río San Juan. Se trata de una importante zona hídrica que abarca los

estados de Coahuila y Tamaulipas y, como ya se ha mencionado, Nuevo León. En esta zona, alrededor de cinco millones de personas dependen de esta agua para sus necesidades diarias y las reservas de agua son escasas y las cantidades fluctúan mucho a lo largo del año. Otra causa de amenaza es que adicionalmente, debido a la contaminación, las fuentes de agua se han vuelto menos limpias, lo que las hace inseguras para el uso humano (cf. Návar Cháidez, 2011: 125-126).

Dos grandes inundaciones ocurrieron en Monterrey, la primera en 1988 durante el huracán Gilbert, y la segunda en 2010 durante el huracán Alex. Como consecuencia, el daño que se causó en la ciudad de Monterrey fue mucho peor en el año de 2010, en comparación con el huracán anterior. Las razones para el aumento de los daños son los cambios ambientales sustanciales que se produjeron entre este período de tiempo. En primer lugar, los bosques y el suelo fueron dañados porque los forestales se volvieron menos y más débiles debido a los incendios y las enfermedades de los árboles, la cuenca alta se debilitó y el suelo perdió su capacidad de absorber agua. Así, las enormes cantidades de agua no fueron absorbidas por el suelo y el agua de lluvia fluyó hacia abajo por las colinas (cf. Loutfi Olivares, 2019).

Otra causa de mayores riesgos y daños durante las tormentas fue el crecimiento urbano no planificado, ya que la población creció mucho en Monterrey. Como consecuencia, se construyeron más casas, calles y aparcamientos sin una planificación adecuada. Es decir, estas estructuras de concreto y asfalto no absorben el agua, por lo que el agua de lluvia no pudo entrar al suelo como antes. Y como Monterrey tenía canales de agua limitados y drenaba mayormente y sólo a través de Santa Catarina, era difícil que el exceso de agua se esparciera con seguridad. En cualquier caso, la ciudad necesita una mejor planificación para hacer frente adecuadamente a los problemas de suministro de agua en el futuro (cf. Loutfi Olivares, 2019).

Aunque el gobierno local construyó una presa de 70 metros de altura en 2007 para evitar inundaciones y controlar el flujo de agua hacia el río Santa Catarina, la ciudad sufrió graves inundaciones durante el huracán Alex. Las inundaciones se producen cuando los huracanes vienen del Golfo de México y traen demasiada agua a las ciudades (cf. Loutfi Olivares, 2019). Por ello, en 2013 se inició la formación del Fondo de Agua de Monterrey para ayudar a resolver los problemas de agua causados por el huracán Alex. Incluso antes, en 2016, el gobierno pidió al Fondo del Agua de

Monterrey que creara un Plan Hídrico para Nuevo León con el fin de proteger el agua en la región (cf. FEMSA, 2013).

Para desarrollar el Plan del Agua, participantes clave como el Tecnológico de Monterrey, la Universidad Autónoma de Nuevo León y organismos gubernamentales como la CONAGUA, la SEMARNAT y la CONAFOR, gobiernos locales y organizaciones sin ánimo de lucro empezaron a colaborar incluso dos años antes de que tuviera lugar el lanzamiento del plan. Además, el Fondo del Agua de Monterrey recibió el apoyo del Natural Capital Project, que incluye a The Nature Conservancy, WWF, la Universidad de Stanford y la Universidad de Minnesota. Este equipo creó una herramienta para identificar las mejores zonas para la conservación. KPMG y Baker & McKenzie ayudaron a diseñar la estructura del fondo y empresas de renombre, como FEMSA, CEMEX y Heineken, se asociaron a la iniciativa (cf. Loutfi Olivares, 2019).

Los principales objetivos del fondo son reducir las inundaciones, mejorar la absorción de agua, educar al público y aumentar los fondos destinados a la conservación. Para cumplir estos objetivos, el fondo apoya proyectos que mejoran el flujo del agua y protegen su calidad mediante la reforestación. Así, se ha restaurado el suelo, se han plantado árboles y se han construido pequeñas presas para frenar el movimiento del agua y reducir la erosión (cf. FEMSA, 2013).

9.3 Cambios del terreno de cultivo

A causa de la alta demanda internacional de aguacate, los agricultores de Michoacán se ven presionados a producir de manera más eficiente y a mejorar la reducción de costes para mantener su competitividad internacional. Además, los productores se centran cada vez más en manejar de manera efectiva sus gastos de producción y en mejorar la productividad total para que sea más eficiente (cf. Franco Sánchez et al., 2018: 391-401).

Para identificar las perspectivas y tendencias futuras en el cultivo de aguacate, el estudio de Mas et al. (2017) fue desarrollado y compara un mapa clasificado con imágenes multiespectrales por satélites (véase la figura 9). Este desarrollo se llama *Método de Detección de Cambios* con el fin de identificar y detectar los cambios que se producen en el terreno a lo largo del tiempo. Aplicando este método las fotografías de diferentes épocas del año pueden seguir siendo útiles y actualiza un mapa

existente. Esto puede garantizar que los cambios que se producen en el terreno sean coherentes durante los periodos de tiempo analizados (cf. Mas et al., 2017: 121).

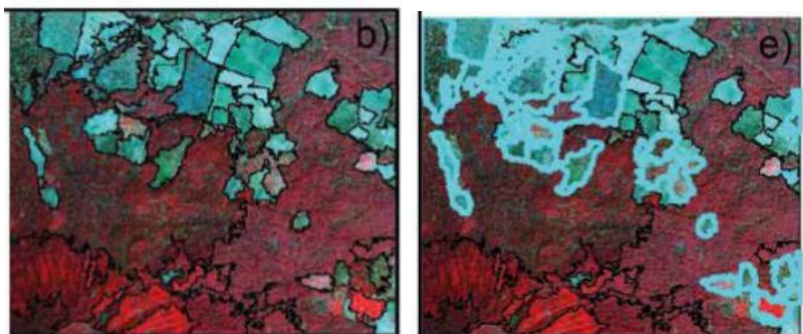


Figura 9. Imagen satélite desforestación en Michoacán entre 2007-2014, Mas et al., 2017.

Los expertos humanos desempeñan un papel importante en el *Método de Detección de Cambios* en el terreno, ya que garantizan que las modificaciones detectadas sean realmente reales. Es decir, estos especialistas no solo analizan diferentes factores, como la textura, el tamaño, la forma, sino que también analizan las disposiciones de los terrenos. Estas diferentes formas de disposición se incluyen en el estudio para comprender cómo cambia el uso del suelo y cómo identificar los cambios causados activamente por los seres humanos frente a las variaciones naturales que son causadas por la naturaleza (cf. Mas et al., 2017: 120-129).

El estudio de Mas et. al (2017) muestra que su método es similar al de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) que se introdujo en 1996 porque analizan imágenes de satélite (cf. Mas et al., 2017: 123). El *Método de Detección de Cambios* de Mas et al. (2017) puede centrarse en tipos específicos de terreno que pueden detectarse y sólo éstos pueden analizarse. Sin embargo, pueden ocurrir debido a la confusión de luces y colores en las imágenes de satélite. En consecuencia, los expertos humanos todavía tienen que revisar las imágenes atentamente y clasificarlas o reagruparlas en la categoría correcta. Otro reto se plantea cuando los cambios de terreno se producen muy rápidamente en determinadas zonas (cf. Mas et al., 2017: 120-123).

Dado que México tiene una naturaleza muy diversa y sus niveles de degradación del suelo varían mucho en diferentes zonas, esto puede dar lugar a confusiones en las imágenes espectrales de los satélites. Además, se dificulta la clasificación precisa del estado de conservación de los bosques. (cf. Mas et al., 2017: 120-123).

Habtu y Katihally (2023) llevaron a cabo la última investigación sobre imágenes de satélite en relación con la ordenación del territorio, en la que los investigadores utilizaron la cartografía digital para analizar los cambios en el suelo de la cuenca Megech-Dirma, situada en el noroeste de Etiopía (cf. Habtu, Katihally, 2023). La zona tiene diferentes formas del terreno, pendientes y tipos de suelo, y la agricultura es el principal uso de la tierra, por lo que es muy importante gestionar cuidadosamente los cambios en el terreno, prevenir la erosión y degradación del suelo. Las fuentes de datos consistieron en imágenes de satélite del modelo digital de elevación a 30-m y mapas de suelos que comprenden diferentes terrenos como laderas montañas bajas llanuras irregulares y laderas empinadas (cf. Habtu, Katihally, 2023).

Otro método que puede utilizarse y aplicarse debidamente a la zona de Mexico, para planificar eficazmente los futuros esfuerzos agrícolas es una investigación realizada por Hebbar et al. (2019) en la India. Se utilizó tecnología geoespacial para el inventario de plantaciones de café a través de diversas regiones tradicionales de cultivo de café con datos de alta resolución para mapear las plantaciones de café. Las técnicas de aprendizaje automático podrían evaluarse para mejorar la precisión de la clasificación porque los datos auxiliares como la pendiente, el aspecto y los parámetros climáticos podrían usarse como datos de entrada en los modelos de aprendizaje automático. Esto podría utilizarse para desarrollar un esquema de clasificación semiautomatizado. Además, podría utilizarse un mapa de café a escala nacional para crear una base de datos geoespaciales de referencia que podría actualizarse periódicamente para su planificación operativa (cf. Hebbar et al. 2019: 297).

Un pequeño equipo de tres especialistas en *Sistemas de Información Geográfica* tardó un total de tres meses en preparar los mapas correspondientes al periodo comprendido entre 2004 y 2014. Los mapas utilizados para el modelo combinaban la automatización, que ayuda a procesar grandes cantidades de datos, y la interpretación visual humana, que garantiza la precisión de los datos. Los especialistas corrigieron manualmente los mapas para corregir los errores en los bordes de las imágenes (cf. Mas et al., 2017: 123). En conclusión, la inclusión de expertos humanos permitió al sistema ser más preciso y la escala de los mapas es 1:50.000 y lo suficientemente detallada para detectar la deforestación en Michoacán (cf. Mas et al., 2017: 126-127).

Con respecto a analizar los cambios de terreno de cultivo de manera sostenible, el modelo creado por los investigadores González-Estudillo et al. (2017) tiene como

objetivo analizar diferentes zonas de la región productora de aguacate Michoacán. Así, se analizan cadenas de suministro como la cantidad de tierra y agua que se necesitan para el cultivo de aguacate, con el fin de mejorar el uso de la tierra y el agua de manera sostenible. Se utilizan técnicas de programación matemática e integración masiva para crear una cadena de suministro adecuada para el cultivo de aguacate. Estos métodos especiales no sólo pueden mejorar las prácticas agrícolas para el cultivo de aguacate en Michoacán, sino también los métodos agrícolas en diferentes áreas para diferentes cultivos (cf. González-Estudillo et al., 2017: 118).

Los investigadores sugieren hacer uso del suministro de agua en dos formas diferentes que son el uso temporal del agua dependiendo de la lluvia. La otra forma de uso es el riego. Este método utiliza sistemas específicos para regar los aguacateros. Así que ambos métodos de uso del agua de una manera correcta y la instalación de la infraestructura adecuada puede conducir a una producción de aguacate más sostenible y proteger el medio ambiente (cf. González-Estudillo et al., 2017: 118).

Es importante mencionar aquí que en el estudio de González-Estudillo et al. (2017), se encontró que los agricultores necesitan más terrenos para cultivar la misma cantidad de aguacates cuando hay escasez de agua. Esto se debe a que el uso temporal del agua requiere de mayores superficies para producir suficientes cosechas. En consecuencia, los productores tienen que decidir si quieren utilizar una mayor cantidad de terreno o de agua (cf. González-Estudillo et al., 2017: 118).

Ciertamente, existe un compromiso en el proceso de toma de decisiones sobre cómo producir aguacates, ya que los agricultores pueden decidir entre estos dos métodos. Esto permite a los productores utilizar y planificar su consumo de agua para el cultivo de una forma más sostenible, ya que pueden utilizar menos agua cultivando más terreno. En consecuencia, esto es útil para crear un equilibrio óptimo entre la protección del medio ambiente y la gestión económica y de los recursos naturales de sus producciones (cf. González-Estudillo et al., 2017: 118).

En la Meseta Purépecha sólo 18.022 hectáreas de tierra están protegidas y cada vez se talan más terrenos debido a la producción de aguacate. Debido a la tala ilegal, vastas superficies de terreno forestal han desaparecido por lo que es muy importante restaurar los bosques lo que puede ayudar a reconectar diferentes bosques.

Específicamente en Uruapan, S. Andrés Coru sufrió muchos daños debido a las actividades agrícolas y es necesario realizar intervenciones urgentes para su recuperación. S. Andrés Coru es un importante punto de conexión entre diferentes bosques. Además, la plantación de árboles nativos en estas áreas también puede mejorar para conectar los parches de tierra forestal y mejorar los movimientos de animales y plantas (cf. Molina Sánchez et al., 2019: 1877-1878).

10. Conclusión

En primer lugar, esta sección destaca las principales conclusiones de los estudios analizados anteriormente y establece el marco para el capítulo de discusión posterior. A continuación, se pasa a una reflexión más amplia sobre las conclusiones generales que pueden obtenerse de esta tesis, en particular con respecto a las preguntas e hipótesis de investigación abordadas a lo largo de esta tesis.

10.1 Resultados principales

Este subcapítulo presenta los resultados más significativos de la tesis, ofreciendo una visión global de los aspectos de la investigación. En él se muestran los principales resultados y se exponen las conclusiones extraídas de los estudios mencionados. Además, se destaca su pertinencia en el contexto más amplio de los objetivos de la investigación de la tesis.

Como se ha visto en la primera parte de la tesis (especialmente en el capítulo 5 y 6), el cultivo del aguacate tiene una gran importancia para la economía del mercado mundial y en particular para México, ya que es el primer productor y exportador de aguacate del mundo. El aspecto socioeconómico y las consecuencias para la población mexicana se ven a diario, debido a la implicación de las mafias y el terror que albergan para los agricultores de la región del cinturón aguacatero.

Asimismo, se discutió en el capítulo 5.2.1, el estudio de Ramírez-Mejía et al. (2022) sobre los pequeños agricultores en Michoacán que se conecta de manera muy cercana con el *marco de resiliencia socio ecológica* propuesto por Khan et al. (2021), ya que trata de prácticas que combinan de manera equilibrada las dimensiones económica, social y ambiental que tiene como consecuencia el cultivo de aguacate.

Con respecto al crimen organizado (capítulo 7), es importante y necesario destacar que es difícil de combatirlo para el gobierno mexicano, especialmente porque en parte los funcionarios gubernamentales están involucrados en actividades criminales y también porque la mafia ha logrado, no sólo apoderarse de ciertas áreas, sino también involucrarse profundamente en toda la gestión de la cadena de suministro del negocio del aguacate. Esto hace que sea muy difícil luchar contra las actividades ilegales en el campo y el surgimiento de grupos de autodefensa ocurre debido a la forma caótica y violenta de hacer negocios de aguacate en Michoacán.

El capítulo 8 aborda el medioambiente en la zona aguacatera. Se mencionó que Michoacán es rico en biodiversidad y ecosistemas preciosos, que son reemplazados por el cultivo excesivo de aguacates. Para evaluar la preservación de la biodiversidad y la vegetación natural, se tienen que implementar reglas gubernamentales más estrictas, mayor observación en los bosques y otras áreas protegidas.

Según Nájar (2016), los bosques de pinos necesitarían ser supervisados más en detalle por la plantación ilegal de aguacates porque estas actividades ilegales causan un mayor daño ambiental, entre ellos la disminución de los pinos autóctonos y de las tierras forestales de la región. Asimismo, ciertas especies de pino en la región aguacatera de Michoacán enfrentan un serio riesgo de extinción (véase el capítulo 8.3). El aguacate se está desplazando a zonas boscosas más frescas debido al cambio climático. Por lo tanto, es necesario tomar medidas legales para regular el uso del suelo para el cultivo de aguacate y se necesita una protección adecuada de los bosques bajo leyes ambientales y forestales para evitar que los bosques se conviertan en cultivaciones de aguacate (cf. Chávez-León et al. 2012: 93-94).

Otro aspecto importante con respecto al medioambiente es que se deben ofrecer a los productores forestales incentivos como el pago por servicios ambientales, la captura de carbono y el desarrollo del ecoturismo. Como destaca el estudio de Chávez-León et al. (2012), los cambios en el uso del suelo podrían afectar gravemente a los sistemas hídricos a medio y largo plazo, puesto que más del 85% del agua de manantial se utiliza para abastecer de agua potable a las ciudades (cf. Chávez-León et al. 2012: 93-94). En consecuencia, es importante apoyar estudios e infraestructuras que aborden estas lagunas de conocimiento y control.

En cuanto al tema del consumo de energía (capítulo 8.3.1) para la producción de aguacate, Anaya y Burgos (2015) mencionan en su investigación que mejorar las prácticas de fertilización y control de plagas podría disminuir significativamente el uso de energía. Además, el estudio sugiere mejorar la eficiencia de la fertilización y las prácticas de manejo de plagas para reducir el uso de energía y el impacto ambiental con el fin de cultivar aguacates de manera sostenible.

También se vio que el uso del agua para la plantación de aguacate es crucial (véase el capítulo 8.3.2) y que se necesita una implementación de prácticas basadas en la reutilización y reciclado de agua potable en regiones donde es escasa. Este asunto

debería y tiene que ser tratado más en serio, puesto que es de vital importancia y tendría que estar a la orden del día; especialmente en Michoacán, donde las tierras de cultivo y el suelo en general se vuelven cada vez más áridos debido a las condiciones climáticas, es crucial implementar modelos como en la investigación de Fuerte-Velázquez et al. (2024), o implementar una planta Cero Agua como lo hizo Nestlé, o establecer formas sostenibles en el caso de la empresa FEMSA como muestra la investigación de Esty (2019).

Siguiendo el tema medioambiental, el capítulo 9.3 aborda los cambios del terreno de cultivos y trata de programas para poder predecir tendencias futuras en el cultivo. Mas et al. (2017) utilizan mapas clasificados con imágenes multiespectrales. En consecuencia, el uso de la tierra puede gestionarse de una manera más sostenible teniendo en cuenta las necesidades futuras, una planificación más precisa y exacta para aprovechar el agua, la tierra y no explotar excesivamente estos recursos naturales.

En cuanto al uso sostenible del agua (capítulo 9.2), González-Estudillo et al. (2017) no solo muestran que los aguacates necesitan más agua para crecer, o más tierra de cultivo para obtener el mismo tamaño de cosecha, sino también técnicas de riego eficientes. Esto destaca que el manejo cuidadoso del agua es imperativo para el cultivo de aguacate en México. Por lo tanto, las prácticas agrícolas y de riego específicas de la zona pueden reducir la huella y el impacto medioambiental.

Así se ha mostrado en los estudios mencionados que se pierde la biodiversidad y se repiten fenómenos meteorológicos extremos. Además, el suelo se degrada para crear más tierras de cultivo para los aguacates. Por lo tanto, es imperativo que todas las partes interesadas (incluidos los consumidores) se cuestionen críticamente el origen de nuestros alimentos en el planeta.

10.2 Discusión

Tras haber presentado los estudios en relación con mis preguntas e hipótesis de investigación, que se centran en las prácticas socioeconómicas, así como medioambientales y sostenibles en el cultivo del aguacate, el siguiente capítulo analiza las conclusiones de los estudios más relevantes.

En el *marco de resiliencia socio ecológica* propuesta por Khan et al. (2021), se relaciona con los esfuerzos de los habitantes del Cinturón Aguacatero y con la investigación de Ramírez-Mejía et al. (2022) (véase capítulo 5.2.1). Sin embargo, el estudio de Ramírez-Mejía et al. (2022) omite investigar algunas partes del *marco de resiliencia socio ecológica* según Khan et al. (2021), ya que deja de lado cómo se adaptan las comunidades al cambio. Adicionalmente, tampoco se investiga cómo las comunidades construyen las habilidades que necesitan para lidiar con los problemas causados por el cultivo de aguacate y la participación de la población local en tomar decisiones. En consecuencia, se necesitan más estudios que relacionen las prácticas agrícolas locales con las tendencias del mercado internacional (cf. Ramírez-Mejía et al., 2022: 28).

En lo que respecta a los aspectos socioeconómicos y los estudios mencionados en la primera parte de esta tesis, es importante señalar que mientras que el estudio De la Vega-Rivera y Merino-Pérez (2021) destaca las condiciones de los agricultores indígenas de aguacate, centrándose en su pérdida de acceso al agua y la tierra debido a las grandes empresas agrícolas de aguacate y no se entrevista a los habitantes indígenas son entrevistados en la investigación. Para futuras investigaciones sobre este tema, se podría incluir la voz de estos agricultores ya que en su mayoría está ausente en el estudio. Además, en futuros estudios también deberían tenerse en cuenta las soluciones para proteger los derechos legales o las tierras de los pueblos indígenas.

Una ausencia similar se observa en el estudio de Khan et al. (2021) donde se subraya la necesidad de reformas priorizando a las comunidades locales en vez de las grandes empresas. Aunque Khan et al. (2021) abordan un tema de gran relevancia, se deberían incluir también ejemplos reales de sistemas y marcos para los agricultores locales y podría incluir también entrevistas a grupos indígenas en la investigación. Igualmente, Denvir et al. (2024) no incluye el aspecto social en su investigación puesto que se demuestra que el uso excesivo de fertilizantes conduce a dañar la tierra a largo plazo. Como este análisis se concentra en preservar las zonas forestales y el cambio de los bosques que se convierten en huertas de aguacate en Michoacán, este estudio ignora principalmente cómo los agricultores o la gente en Michoacán se ven afectados debido a la conversión de bosques en tierras de cultivo de aguacate. En consecuencia, para estudios futuros se pueden incluir también estos aspectos sociales.

Otro factor que es importante considerar para una investigación en el futuro es el periodo de tiempo que se analiza en un estudio científico. Como la investigación De la Vega-Rivera y Merino-Pérez (2021) utiliza principalmente información de 2014 y 2018, que es un periodo de tiempo reducido. Con el fin de comprender mejor cómo el cultivo del aguacate afecta a las personas y al medio ambiente a lo largo del tiempo, los futuros estudios deberían tener en cuenta periodos de tiempo más largos y también incluir entrevistas con la población local. Además, una comparación general del cultivo del aguacate en otros países de Latinoamérica, por ejemplo, Perú o la República Dominicana, como productores de la fruta al nivel mundial, también podría aportar información importante para analizar problemas que podrían ser similares.

Tras haber examinado los aspectos socioeconómicos en la primera parte de la discusión, los siguientes párrafos se centran en la segunda parte de la tesis que aborda el tema del medioambiente y la sostenibilidad. En relación con la teoría de límites planetarios según Khan et al. (2021), Anaya y Burgos (2015), Chávez-León et al. (2012) y Esty (2019) no se comprometen explícitamente con los *límites planetarios*. Es decir, el cambio en el uso de la tierra o la pérdida de biodiversidad se centran en los límites locales sin tener en cuenta los límites ambientales globales.

Además, los estudios citados en el párrafo anterior examinan principalmente los cambios ambientales en Michoacán. Sin embargo, como se discute en el capítulo 8.3, se espera que el cambio climático afecte a toda la región productora de aguacate de México. Por lo tanto, es posible que tanto el potencial de producción como la distribución de las tierras de cultivo adecuadas cambien en el futuro. Esto podría conducir a un desplazamiento del cultivo de aguacate hacia otras regiones, lo que repercutiría no sólo en Michoacán, sino también en otros estados mexicanos, entre otros Jalisco, Nayarit o estado de México.

En cuanto al uso del suelo en Michoacán del capítulo 8.1, que analizan Chávez-León et al. (2012) en su informe, es recomendable investigar y actualizar los datos para medir la superficie forestal ocupada por las plantaciones de aguacate. Según los investigadores esto se puede hacer mediante el uso de SIG (sistemas de información geográfica) y encuestas de campo. Además, para estudios en el futuro, también se puede detectar mediante la realización de estudios cuantitativos la erosión en las regiones forestales de aguacate.

Con respecto al cultivo sostenible, Denvir et al. (2024) omite detalles sobre cómo se puede mejorar el cultivo del aguacate en la práctica e incluye ejemplos de explotaciones de aguacate que utilizan métodos sostenibles. Es decir, no sólo se pueden analizar las consecuencias para los habitantes en futuros estudios, sino que se pueden también investigar más a fondo alternativas que mejoren el suelo y reducir el uso de fertilizantes para futuros cultivos de aguacate.

La misma ausencia de detalle, cómo encontrar soluciones a la cuestión de sostenibilidad se demuestra en la investigación de Chávez-León et al. (2012). Aunque el estudio investiga claramente el problema de la pérdida de biodiversidad debido a las plantaciones de árboles de aguacate, no aborda exactamente como proteger la biodiversidad cuando se trata de prácticas agrícolas. Por consiguiente, se podrían investigar métodos de cultivo alternativos que ayuden a mantener a salvo las diferentes especies y tener en cuenta la integración de prácticas sostenibles junto a la educación de los agricultores sobre la biodiversidad.

Otro aspecto importante que está omitido en el análisis de Mas et al. (2017) son los costes que tendrían que asumir los agricultores de aguacate, así como la accesibilidad debida a los costes de la tecnología. Es decir, los pequeños agricultores e indígenas carecerían de recursos financieros para cubrir los precios de dichos modelos. Por lo tanto, también las posibles reformas sobre cómo planificar la distribución y accesibilidad de la tecnología podrían ser tomadas en cuenta para futuros estudios. Se necesita mencionar aquí que la investigación de González-Estudillo et al. (2017) deja de lado los aspectos económicos, las políticas comerciales y los aspectos sociales, como, por ejemplo, afecta el cambio del uso de suelo a la sociedad mexicana, además no hay distinción entre prácticas agrícolas orgánicas o convencionales.

En general, la investigación y la innovación deben adaptarse continuamente a las prácticas futuras para que los aguacates puedan cultivarse con un uso reducido de agua, en consonancia con las prácticas agrícolas sostenibles. Hay que destacar que las prácticas agrícolas sostenibles son cruciales para equilibrar los beneficios económicos de la producción de aguacate. Igualmente es imprescindible cuidar el medio ambiente y naturaleza. Esto incluye la aplicación de técnicas de riego que ahorren agua para la preservación de los hábitats naturales y la reducción de químicos que se utilizan en la agricultura de aguacate.

10.3 Conclusiones generales

Este capítulo pretende ofrecer una síntesis de las principales aportaciones de la tesis y articular sus implicaciones revisando cada una de las preguntas de investigación a partir de los resultados obtenidos. Enseguida, se abordan sistemáticamente las preguntas e hipótesis de investigación que han guiado este trabajo. Empezando por la primera pregunta de investigación:

¿En qué medida el cultivo de aguacate en México afecta a la población mexicana en la región Michoacán y cómo la involucración de la mafia en el comercio afecta específicamente a las comunidades locales en términos económicos y sociales?

En las comunidades locales los grupos de autodefensa, según Erickson y Owen (2024) surgen cuando es más probable que la gente pase a la acción si tiene la sensación de que su comunidad está amenazada. Por un lado, estos grupos de autodefensa pueden reducir la delincuencia porque luchan contra los cárteles mafiosos. Por otro lado, sus actividades violentas provocan más violencia a corto plazo porque se enzarzan en una lucha de poder.

Otra razón por el surgimiento de los grupos de autodefensa es que pueden compensar la falta de actividades gubernamentales que garantizarían la seguridad. Por lo tanto, es importante proporcionar a las comunidades locales, los medios y el apoyo suficientes para que sean más resistentes frente a los sobornos, la tala ilegal de bosques y la quema de bosques, con el fin de proteger a los agricultores locales y las pequeñas comunidades agrícolas que dependen económicamente en gran medida de las plantaciones de aguacate. En consecuencia, se comprueba la primera hipótesis puesto que la violencia diaria de los mafiosos conlleva a una precariedad enorme para los habitantes de Michoacán.

En este contexto, retomaré el análisis de los factores que influyen la primera hipótesis:

La forma en que se produce el aguacate en Michoacán, como la sustitución de bosques por grandes plantaciones, el uso de mucha agua y la participación de grupos criminales provoca problemas económicos y sociales para la población local.

Se menciona en el capítulo 5.2.1 que los pequeños agricultores en Michoacán, en particular la gente indígena, es extremadamente pobre y la seguridad alimentaria (incluso el uso de agua) en México está relacionada con problemas sociales y económicos provocados en parte por el cultivo de aguacate en esta región. Además, en el capítulo 10.1, los estudios mencionados demuestran que la plantación de aguacate y la participación de grupos criminales provocan problemas socioeconómicos en la región.

La segunda parte de esta tesis trata el medio ambiente en relación con el cultivo de aguacate con respecto a la segunda cuestión de investigación:

¿Qué impactos medioambientales resultan de los actuales métodos de cultivo de la producción intensiva de aguacate en Michoacán y qué cambios o prácticas sostenibles podría aportar la industria local para llegar a una sostenibilidad en el comercio y respeto hacia el medio ambiente?

Como mencionado en los estudios de Anaya y Burgos (2015) se puede mejorar el uso de fertilización y el control de plagas, y en general también la captura de carbono según Chávez-León et al. (2012), Todo esto puede conducir a ecosistemas más sanos y sistemas agrícolas más resistentes. Asimismo, los productores pueden adoptar prácticas sostenibles para mejorar no sólo su competitividad en el mercado, sino también para tener el objetivo de mejorar la huella de carbono y cuidar el medio ambiente.

Así se comprueba mi segunda hipótesis:

Los impactos medioambientales van más allá del estado de Michoacán.

Dado que el cultivo del aguacate en Michoacán requiere grandes cantidades de agua, el suministro de agua de los ríos y las aguas subterráneas se ve limitado, lo que afecta también a otros estados además de Michoacán. Por lo tanto, hay menos agua disponible para la población mexicana, los ecosistemas naturales y las prácticas agrícolas. Además, los ríos que fluyen más allá de Michoacán pueden contaminarse debido al uso extensivo de fertilizantes y pesticidas utilizados en la producción de aguacate. Estos productos químicos penetran en el suelo y llegan a las aguas subterráneas.

Otro aspecto importante es la reducción de la biodiversidad, ya que conecta los ecosistemas de todas las regiones. Como se ha visto en el capítulo 8.1.3 Las áreas naturales protegidas, la biodiversidad disminuye, se muestra concretamente en el ejemplo de la migración de las mariposas monarca, cuyo número ha disminuido significativamente entre las que migran a México desde Estados Unidos. Además, la deforestación también altera las rutas de los animales, ya que los bosques de Michoacán se talan para plantar huertos de aguacates.

Como se ve en el capítulo 8.3.2 Captura de carbono, el almacenamiento de carbono contribuye a los gases de efecto invernadero y, en consecuencia, al cambio climático, un resultado que no solo se produce a nivel local, sino también a un nivel más amplio. Por lo tanto, los cambios sostenibles en la producción tienen que organizarse a nivel nacional. Todos estos temas tienen que ser reconocidos y deberían ser atendidos, no sólo en el estado de Michoacán, sino a nivel nacional porque no solo afectan a todo el país, sino que es a coste de la salud del planeta.

En general, los estudios mencionados sobre los cambios medioambientales y el uso de la tierra y agua son cruciales para una futura planificación agrícola. Sin embargo, es importante señalar que estas investigaciones presentan ciertas limitaciones, ya que se basan en una muestra reducida y poco representativa de explotaciones de aguacate. Esta escasez de datos puede llevar a conclusiones sesgadas o incompletas, al no reflejar adecuadamente la diversidad y complejidad del sector en su conjunto.

No obstante, muestran lo necesario que es implementar las herramientas correctas y adecuadas para provocar el cambio, primero en la agricultura sostenible y segundo en las zonas áridas, que va más allá de la región del cinturón de aguacate y afecta a todo el país. Por consiguiente, la comparación entre agricultores que operan en condiciones notablemente dispares y emplean sistemas de cultivo significativamente diferentes. Todos estos factores presentan un desafío considerable.

Así, se hace evidente, la necesidad de desarrollar enfoques más flexibles y adaptables con el objetivo de ajustarse a las particularidades de cada contexto agrícola. No se debería depender de directrices universales que podrían resultar ineficaces o incluso contraproducentes en determinadas circunstancias, porque no corresponden a las necesidades de los productores de aguacate.

En conclusión, existe la necesidad de soluciones más individuales y adaptaciones específicamente enfocadas a la perspectiva agricultora. Hay que tener en cuenta el sistema de cultivo que los productores están utilizando, el tamaño de la granja y el tipo del suelo enfocado en el cultivo. Todos estos factores son indispensables para establecer soluciones para tales explotaciones diferentes. También es crucial actuar de manera urgente, un cambio de mentalidad y una mayor concienciación de la sociedad para lograr producir de una manera más ecológica. Esto debería llevar a crear y establecer cadenas de suministros de alimentos que sean más sostenibles para las generaciones futuras y que ayuden a preservar al medio ambiente.

Bibliografía

- Abi-Habib, Maria. 04.05.2022. "El conflicto de nunca acabar": residentes de Michoacán están atrapados en la guerra de los cárteles." *The New York Times*. Disponible en: <https://www.nytimes.com/es/2022/05/04/espanol/mexico-cartel-michoacan.html>. [Acceso: 22 de enero de 2025].
- Agencia Quadratín. 01.06.2020. "Michoacán, entre 5 estados con mayor aumento de pobreza tras Covid 19." *Quadratín Michoacán en línea*. Disponible en: <https://www.quadratin.com.mx/economia/michoacan-entre-5-estados-con-mayor-aumento-de-pobreza-tras-covid-19/>. [Acceso: 22 de enero de 2025].
- Aguirre, Jerjes, Gómez, Mario. 2020. "Competitive Strategies in Contexts of Organized Crime: The Case of the Avocado Industry in Mexico." En: *International Journal of Criminal Justice Sciences* 15, no. 1: 114–126. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4744467>.
- Alvarado, Isaías. 02.02.2020. "El año más violento de Michoacán: el lado oscuro del popular aguacate mexicano en el Super Bowl." *Univision Noticias*. Disponible en: <https://www.univision.com/noticias/narcotrafico/el-ano-mas-violento-de-michoacan-el-lado-oscuro-del-popular-aguacate-mexicano-en-el-super-bowl>. [Acceso: 18 de diciembre de 2024].
- Anaya, Carlos, Burgos, Laura. 2015. "Energy Consumption in the Management of Avocado Orchards in Michoacán, Mexico." En: *Revista Chapingo Serie Horticultura* 21, no. 1: 5–20. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2014.01.002>.
- Arima, Eugenio Y., Denvir, Audrey, Young, Kenneth R., González-Rodríguez, Antonio, García-Oliva, Felipe. 2022. "Modelling Avocado-Driven Deforestation in Michoacán, Mexico." En: *Environmental Research Letters* 17, no. 3: 34015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac5370>.
- Arredondo-Ramírez, Karla, Rubio-Castro, Eusiel, Nápoles-Rivera, Fabricio, Ponce-Ortega, José María, Serna-González, Medardo, El-Halwagi, Mahmoud M. 2015. "Optimal Design of Agricultural Water Systems with Multiperiod Collection, Storage, and Distribution." En: *Agricultural Water Management*, 152: 161–172. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.01.007>.

- Astier, Marta, Merlín-Urbe, Yair, Villamil-Echeverri, Laura, Garciarreal, Alfredo, Gavito, Mayra E., Masera, Omar R. 2014. "Energy Balance and Greenhouse Gas Emissions in Organic and Conventional Avocado Orchards in Mexico." En: *Ecological Indicators*, 43: 281–287. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.03.002>.
- Baca-Patiño, Brenda, González-Rodríguez, Antonio, García-Oliva, Felipe, García, Ariana, Lara-De La Cruz, Ingrid, Garibay-Orijel, Roberto, Poret-Peterson, Amisha, Maldonado-López, Yurixhi, Cuevas-Reyes, Pablo, Gómez-Tagle, Alberto, Tapia-Torres, Yunuen. 2025. "Land-Use Change from Native Forest to Avocado Orchards: Effects on Soil Nutrient Transformation and Microbial Communities." En: *Applied Soil Ecology: A Section of Agriculture, Ecosystems & Environment*, 205: 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105748>.
- Baíza Avelar, Vladimir Humberto. 2003. *Guía Técnica del Cultivo del Aguacate*. El Salvador: IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).
- Barbieri, Alberto. 08.02.2017. "Estos son los graves daños escondidos detrás del cultivo del aguacate." *La Vanguardia*. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/natural/20170208/413985071733/aguacate-peligros-cultivo.html>. [Acceso: 20 de enero de 2025].
- Barría, Cecilia. 07.08.2019. "Por qué se ha disparado el precio del aguacate y hasta cuándo seguirá subiendo." *BBC*. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49209380>. [Acceso: 15 de diciembre de 2025].
- Bergh, Bob, Ellstrand, Norm. 1986. "Taxonomy of the Avocado." En: *California Avocado Society Yearbook*, 70: 135–146. https://www.avocadosource.com/cas_yearbooks/cas_70_1986/cas_1986_pg_135-145.pdf.
- Bernal Estrada, Jorge Alonso, Díaz Díez, Cipriano Arturo. 2008. *Tecnología para el Cultivo del Aguacate*. Rionegro: Impresos Begón. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13459>.
- Bernal-Santana, Nelly, Cruz-Cárdenas, Gustavo, Teodoro Silva, José, Martínez-Trinidad, Sergio, Moncayo-Estrada, Rodrigo, Estrada-Godoy, Francisco, Ochoa-Estrada, Salvador, Álvarez-Bernal, Dioselina. 2022. "Variation of Surface Runoff

Due to Change of Land Use in the River Duero Watershed.” En: *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 13, no. 1: 427–469. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2022-01-10>.

Bravo Espinoza, Miguel, Sánchez Pérez, José de la Luz, Vidales Fernández, José, Sáenz Reyes, José, Chávez León, José, Madrigal Huendo, Salvador, Muñoz Flores, Hipólito, Tapia Vargas, Luis, Orozco Gutiérrez, Gabriela, Alcántar Rocillo, Juan, Vidales Fernández, Ignacio, Venegas González, Eulalio. 2009. *Impactos Ambientales y Socioeconómicos del Cambio de Uso del Suelo Forestal a Huertos de Aguacate en Michoacán*. Texcoco de Mora: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <https://de.scribd.com/document/58992641/Impactos-ambientales-y-socioeconomicos-del-cambio-de-uso-del-suelo-forestal-a-huertos-de-aguacate>.

Carrillo, Daniel, Schaffer, Bruce, Wolstenholme, B. Nigel, Whiley, Anthony W. 2025. *The Avocado: Botany, Production and Uses*. Wallingford: CABI.CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). 2017. En: *Reporte: Caso de Exportación: El Aguacate*. Ciudad de México: Palacio Legislativo de San Lázaro.

Chávez-León, Gilberto, Tapia, L., Bravo, Miguel, Reyes, J., Flores, Hipólito, Fernández, Ignacio, Guzmán, M.C., Ánima, Juan, Ramírez, Francisco, Pérez, José, Rocillo, Juan, Mendoza, Manuel. 2012. *Impacto del cambio de uso del suelo forestal a huertos de aguacate*. Uruapan: Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. https://www.researchgate.net/publication/265125083_Impacto_del_cambio_de_uso_del_suelo_forestal_a_huertos_de_aguacate_IMPACT_OF_FOREST_LAND_USE_CHANGE_TO_AVOCADO_ORCHARDS.

COMA (Comisión Michoacana del Aguacate). 2007. *Censo Aguacatero del 2005, con Actualización al 2007*. Morelia: Comisión Michoacana del Aguacate.

De la Vega-Rivera, Alfonso, Merino-Pérez, Leticia. 2021. “Socio-Environmental Impacts of the Avocado Boom in the Meseta Purepecha, Michoacan, Mexico.” En: *Sustainability* 13, no. 13: 7247. 1-18. <https://doi.org/10.3390/su13137247>.

Denvir, Audrey, Arima, Eugenio, González-Rodríguez, Antonio, Young, Kenneth. 2022. “Ecological and Human Dimensions of Avocado Expansion in México: Towards Supply-Chain Sustainability.” En: *Ambio* 51 (1): 152–166. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01538-6>.

- Denvir, Audrey, García-Oliva, Felipe, Arima, Eugenio Y., Latorre-Cárdenas, María Camila, González-Rodríguez, Antonio, Young, Kenneth R., Lara De La Cruz, Libny Ingrid. 2024. "Sustainability Implications of Carbon Dynamics on the Avocado Frontier." En: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 359: 108746. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108746>.
- Díaz Castellanos, Rafael. 2021. "Mercado Mundial de Aguacate: 60 Años Del Liderazgo de México y Su Impacto En La Próxima Década." En: *The Anáhuac Journal* 21(2): 12–49. <https://doi.org/10.36105/theanahuacjour.2021v21n2.01>.
- Domínguez, Charlene. 01.06.2019. "Aumenta 76% precio del aguacate." *El Norte*. Disponible en: https://www.elnorte.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?_rval=1&urlredirect=https://www.elnorte.com/aumenta-76-precio-del-aguacate/ar1690745?referer=--7d616165662f3a3a6262623b727a7a7279703b767a783a—. [Acceso: 15 de enero de 2025].
- Durán Ramírez, Felipe. 2019. *Cultivo y Explotación del Aguacate*. Grupo Latino Editores.
- Elo, Satu, Kyngäs, Helvi. 2008. "The Qualitative Content Analysis Process." En: *Journal of Advanced Nursing* 62, no. 1: 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>.
- Erickson, Megan, Owen, Lucas. 2024. "Blood Avocados? Trade Liberalization and Cartel Violence in Mexico." En: *Comparative Political Studies* 58, no. 9: 2049-2089. <https://doi.org/10.1177/00104140241290198>.
- Esty, Daniel. 2019. *The Labyrinth of Sustainability: Green Business Lessons from Latin American Corporate Leaders*. Londres: Anthem Press.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2025. "Crops and livestock products." Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/data/QCL>. [Acceso: 21 de abril de 2025].
- FEMSA (Fomento Económico Mexicano, S.A.B. de C.V.). 2013. "Se unen regios en favor de la naturaleza." Disponible en: <https://www.femsa.com/es/sala-de->

[prensa/comunicado/se-unen-regios-en-favor-de-la-naturaleza/](#). [Acceso: 2 de septiembre de 2025].

FEMSA (Fomento Económico Mexicano, S.A.B. de C.V.). 2015. "FEMSA: 125 Years Creating Economic and Social Value." Disponible en: <https://www.femsa.com/en/press-room/press-release/femsa-125-years-creating-economic-and-social-value/>. [Acceso: 2 de septiembre de 2025].

FEMSA (Fomento Económico Mexicano, S.A.B. de C.V.). 2025. "Alianza multiactor para mejorar la calidad de vida de más de un millón de personas en América Latina." Disponible en: <https://www.femsa.com/es/sala-de-prensa/comunicado/alianza-multiactor-para-mejorar-la-calidad-de-vida-de-mas-de-un-millon-de-personas-en-america-latina>. [Acceso: 2 de septiembre de 2025].

Flores, Dulce. 2016. *Mexico Avocado Annual: Greater Volume of Mexican Avocados to the U.S. Market*. Ciudad de México: USDA (United States Department of Agriculture).
https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Avocado%20Annual_Mexico%20City_Mexico_11-30-2016.pdf.

Flores, Dulce. 2017. *Mexico Avocado Annual: Avocado Production to Increase*. Ciudad de México: USDA (United States Department of Agriculture).
https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Avocado%20Annual_Mexico%20City_Mexico_11-28-2017.pdf.

Flores, Dulce. 2018. *Mexico Avocado Annual: Avocado Exports to the US Remain Strong in MY 2018/19*. Ciudad de México: USDA (United States Department of Agriculture).
https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Avocado%20Annual_Mexico%20City_Mexico_11-27-2018.pdf.

Franco Sánchez, Mario Alberto, Leos Rodríguez, Juan Antonio, Salas González, José María, Acosta Ramos, Marcelo, García Munguía, Argelia. 2018. "Análisis de Costos y Competitividad en la Producción de Aguacate en Michoacán, México." En: *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9, no. 2: 391–403.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1080>.

- Fuentes Díaz, Antonio, Paleta Pérez, Guillermo. 2015. "Violencia y Autodefensas Comunitarias en Michoacán, México." En: *Iconos*, 19, no. 53: 171–186. <https://doi.org/10.17141/iconos.53.2015.1702>.
- Fuerte-Velázquez, Diana J., Seguí-Amórtégui, Luis, Gómez-Tagle, Alberto, and Guerrero-García-Rojas, Hilda. 2024. "Avocado Water Footprint for Two Municipalities in Michoacán, Mexico: A Research of the Blue and Green WF." En: *Agriculture*, 14, no. 7: 981, 1–17. <https://doi.org/10.3390/agriculture14070981>.
- García Tinoco, Miguel. 12.12.2016. "Michoacán fue el inicio de la crisis; combate al crimen." *Excelsior*. Disponible en: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2016/12/12/1133699>. [Acceso: 8 de diciembre de 2024].
- Giacinti, Miguel Ángel. 2002. "Visión mundial del consumo de aguacate o palta." En: *Agroalimentaria*, 7, no.14: 43-50.
- Glogowski, Stella. 13.07.2017. "Kurzporträt: Superfood Avocado." *Ernährungsumschau*. Disponible en: <https://www.ernaehrungs-umschau.de/news/13-07-2017-superfood-avocado/>. [Acceso: 23 de abril de 2025].
- Gómez-Tagle, Alberto F., Gómez-Tagle, Alberto, Fuerte-Velázquez, Diana J., Barajas-Alcalá, Alma G., Quiroz-Rivera, Fernando, Alarcón-Chaires, Pablo E., Guerrero-García-Rojas, Hilda. 2022. "Blue and Green Water Footprint of Agro-Industrial Avocado Production in Central Mexico." En: *Sustainability* 14: 9664. <https://doi.org/10.3390/su14159664>.
- González-Estudillo, Joan Cristian, González-Campos, J. Betzabe, Nápoles-Rivera, Fabricio, Ponce-Ortega, José María, El-Halwagi, Mahmoud M. 2017. "Optimal Planning for Sustainable Production of Avocado in Mexico." En: *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 1, no. 2: 109–120. <https://doi.org/10.1007/s41660-017-0008-z>.
- Grillo, Ioan. 02.03.2020. "Boycotting avocados won't hurt cartels." *The New York Times*. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2020/03/02/opinion/avocados-drug-cartels-mexico.html>. [Acceso: 18 de diciembre de 2024].
- Habtu, Worku, Katihally, Jayappa. 2023. "Terrain Mapping and Analysis for Land Management; the Case of Megech-Dirma Watershed, Sub-Basin of the Blue Nile

- Basin, Northwest Ethiopia.” En: *Arabian Journal of Geosciences*, 16, no. 64. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-11110-5>.
- Hattam, Caroline E., Lacombe, Donald J., Holloway, Garth J. 2012. “Organic Certification, Export Market Access and the Impacts of Policy: Bayesian Estimation of Avocado Smallholder ‘Times-to-Organic Certification’ in Michoacán, Mexico.” En: *Agricultural Economics*, 43, no. 4: 441–457. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2012.00595.x>.
- Hebbar, Ramesh, Ravishankar, H. Muralidhar, Trivedi, Siddharth, Manjula, V. Bindu, Kumar, N. Mohan, Mukharib, D. Suresh, Mote, J. Kiran, Sudeesh, S., Raj, Udaya, Raghuramulu, Y., Ganesha Raj, K. 2019. “National Level Inventory of Coffee Plantations Using High Resolution Satellite Data.” En: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, no. 3: 293–298. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-3-W6-293-2019>.
- Hincapié Jiménez, Sandra. 2015. “Éxito económico o pérdida de estatalidad? Ordenamientos mixtos en tiempos del oro verde.” En: *Política y cultura* (Mexico City, Mexico), no. 43: 75–94.
- Hirshleifer, Jack. 1988. “The Analytics of Continuing Conflict.” En: *Synthese*, 76 no.2: 201–233. <https://doi.org/10.1007/BF00869589>.
- Hoekstra, Arjen Y. 2011. *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. London: Earthscan.
- Huang, Kuan-Ming, Guan, Zhengfei, Blare, Trent, Hammami, A. Malek. 2023. “Global Avocado Boom.” En: *Choices* (Ames, Iowa), 38: 1–9. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.338212>.
- Khan, Nadeem, Korac-Kakabadse, Nada, Skouloudis, Antonis. 2021. “Socio-ecological resilience and environmental sustainability: case of avocado from Mexico.” En: *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28: 744–758. <https://doi.org/10.1080/13504509.2021.1902419>.
- Linthicum, Kate. 21.11.2019. “No son sólo drogas. Los cárteles de México están peleando por aguacates.” *Los Angeles Times en línea*. Disponible en: <https://www.latimes.com/espanol/mexico/articulo/2019-11-21/mexico-cartel-violencia-aguacates>. [Acceso: 10 de octubre de 2024].

- Lira-Barragán, Luis Fernando, Ponce-Ortega, José María, Serna-González, Medardo, El-Halwagi, Mahmoud M. 2011. "Synthesis of Water Networks Considering the Sustainability of the Surrounding Watershed." En: *Computers & Chemical Engineering*, 35, no. 12: 2837–2852. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2011.03.021>.
- López Jiménez, José Jaime. 2005. "La Reforma Económica y La Liberalización de La Agricultura En México." En: *México y La Cuenca Del Pacífico*, no. 26: 59–79. <https://doi.org/10.32870/mycp.v8i26.265>.
- Loutfi Olivares, Fairuz. 2019. "Grupo Herdez Takes the Initiative in Mexico's Food Market." En: *The Labyrinth of Sustainability: Green Business Lessons from Latin American Corporate Leaders*, edited by Daniel Esty. London: Anthem Press.
- Macías Macías, Alejandro. 2011. "México en el mercado internacional de aguacate." En: *Revista de Ciencias Sociales*, 17, no. 3: 517–532.
- Mas, Jean-Francois, Lemoine Rodríguez, Richard, González, Rafael, López Sánchez, Jairo, Piña Garduño, Andrés, and Herrera Flores, Evelyn. 2017. "Evaluación de las tasas de deforestación en Michoacán a escala detallada mediante un método híbrido de clasificación de imágenes SPOT." En: *Madera y bosques*, 23, no. 2: 119–132. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2321472>.
- Matei, Adrienne. 31.10.2019. "Boycotting Mexican avocados is not the best way to fight cartels." *The Guardian en línea*. Disponible en: <https://www.theguardian.com/global/commentisfree/2019/oct/31/avocados-mexican-cartels-why-boycotting-doesnt-help>. [Acceso: 2 de mayo de 2024].
- Metzeltin, Michael, Bru-Peral, Javier. 2017. *Landeswissen: Ein Methodenbuch*. Wien: Praesens Verlag.
- Medina Orozco, Lenin Ejecatl, Medina Orozco, Iván N. 2018. "Prototipo Autotérmico Móvil Para Producción de Biocarbón Con Biomasa de Esquilmos de Aguacate." En: *Revista Terra Latinoamericana*, 36, no. 2: 121–129. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i2.217>
- Mexico News Daily. 13.01.2022. "Super Bowl avocado exports expected to break record." Disponible en: <https://mexiconewsdaily.com/news/superbowl-avocado-exports-record/>. [Acceso: 19 de abril de 2025].

- Mexico News Daily. 23.01.2023. "Mexico avocado exports to US buoyed by Super Bowl." Disponible en: <https://mexiconewsdaily.com/news/mexico-avocado-exports-to-us-buoyed-by-super-bowl/>. [Acceso: 19 de abril de 2025].
- Migdal, Joel S. 2001. "Strong States, Weak States: Power and Accommodation." En: *State in Society*: 58–94. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511613067.003>.
- Molina Sánchez, Agustín, Delgado, Patricia, González-Rodríguez, Antonio, González, Clementina, Gómez-Tagle Rojas, A. Francisco, López-Toledo, Leonel. 2019. "Spatio-Temporal Approach for Identification of Critical Conservation Areas: A Case Study with Two Pine Species from a Threatened Temperate Forest in Mexico." En: *Biodiversity and Conservation*, 28, no. 7: 1863–1883. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01767-y>.
- Muñoz Villagrán, Marcelo. 13.12.2018. "La palta chilena en los mercados internacionales." Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/articulos/la-palta-chilena-en-los-mercados-internacionales>. [Acceso: 22 de abril de 2025].
- Nájar, Alberto. 11.10.2016. "Los daños ocultos que provoca el aguacate, el 'oro verde' de México." *BBC en línea*. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-37581668>. [Acceso: 2 de noviembre de 2024].
- Nápoles-Rivera, Fabricio, Serna-González, Medardo, El-Halwagi, Mahmoud M., Ponce-Ortega, José María. 2013. "Sustainable Water Management for Macroscopic Systems." En: *Journal of Cleaner Production*, 47: 102–117. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.038>.
- Návar Cháidez, José de Jesús. 2011. "Water Scarcity and Degradation in the Rio San Juan Watershed of Northeastern Mexico." En: *Frontera Norte*, 23, no. 46: 125–150. <https://doi.org/10.17428/rfn.v23i46.826>.
- North, Douglass C., Wallis, John Joseph, Weingast, Barry R. 2009. *Violence and Social Orders: A Conceptual Framework for Interpreting Recorded Human History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ochoa Ayala, Manuel. 10.03.2020. "El aguacate: el 'oro verde' que provoca estragos ambientales." *World Economic Forum*. Disponible en:

<https://es.weforum.org/stories/2020/03/el-aguacate-el-oro-verde-que-provoca-estragos-ambientales/>. [Acceso: 18 de diciembre de 2024].

Ornelas, Ruth. 2018. "Organized Crime in Michoacán: Rent-Seeking Activities in the Avocado Export Market." En: *Politics & Policy* (Statesboro, Ga.), 46, no. 5: 759–89. <https://doi.org/10.1111/polp.12270>.

Osoyo, Ariel. 2021. *Avocado Annual Mexico 2021*. Ciudad de México: USDA (United States Department of Agriculture). https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Avocado%20Annual_Mexico%20City_Mexico_12-01-2021.pdf.

Phillips, Robert, Freeman, Edward R. 2003. *Stakeholder Theory and Organizational Ethics*. Oakland: Berrett-Koehler Publishers.

Porter, Michael E., Kramer, Mark R. 2011. "Creating Shared Value: How to Reinvent Capitalism—and Unleash a Wave of Innovation and Growth." *Harvard Business Review*, 89, no. 1–2: 62–77. <https://www.communitylivingbc.ca/wp-content/uploads/2018/05/Creating-Shared-Value.pdf>.

Quinonez, Hellen. 2019. "Water Use Efficiency Initiatives in Nestlé's Value Chain and the Implications of the Company's Business Model." En: *The Labyrinth of Sustainability: Green Business Lessons from Latin American Corporate Leaders*, editado por Daniel Esty: 171–180. Londres: Anthem Press.

Ramírez, M. Isabel, Špirić, Jovanka, Orozco-Meléndez, Francisco, Merlo-Reyes, Ana. 2024. "Sustainability of the Community Model of Avocado Production in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Michoacán, México." En: *GeoJournal*, 89, no. 5: 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10708-024-11195-3>.

Ramírez-Mejía, Diana, Levers, Christian, Mas, Jean-François. 2022. "Spatial Patterns and Determinants of Avocado Frontier Dynamics in Mexico." En: *Regional Environmental Change*, 22, no. 1: 28. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01883-6>.

RubíArriaga, Martín, Franco Malvaiz, Ana, Rebollar Rebollar, Samuel, Babadilla Soto, Encarnación Ernesto, Martínez De La Cruz, Isabel, Siles Hernández, Yareli. 2013. "Situación actual del cultivo del aguacate (*Persea americana* mill.) en el Estado de

- México, México.” En: *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16, no. 1: 93–101.
<https://doi.org/10.56369/tsaes.1633>.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2017. *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030*. Ciudad de México: SAGARPA.
- Schelling, Thomas. 1971. “What is business of organized crime.” En: *Journal of Public Law*, 20, no. 1: 71–84.
- Statista. s.f. “Consumo per cápita de aguacate en México de 2015 a 2022.”
Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/1263554/consumo-per-capita-de-aguacate-mexico/#:~:text=Consumo%20por%20persona%20de%20aguacate%20en%20México%202015%2D2022&text=En%202022%2C%20una%20persona%20en,azteca%20durante%20el%20año%20anterior>. [Acceso: 10 de diciembre de 2025].
- Tapia Vargas, Luis Mario, Larios Guzmán, Antonio, Vidales Fernández, Ignacio, Pedraza Santos, Martha Elena, Barradas, Víctor Luis. 2011. “Cambio climático en la zona aguacatera de Michoacán: análisis de precipitación y temperatura a largo plazo.” En: *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2, no. esp2: 325–335.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000800012.
- Tauro, Raúl, Manrique, Silvina, Franch-Pardo, Iván, Charre-Medellín, Juan F., Ortega-Riascos, Cristian E., Soria-González, José A., Armendáriz-Arnez, Cynthia. 2024. “Spatial Expansion of Avocado in Mexico: Could the Energy Use of Pruning Residues Offset Orchard GHG Emissions?” En: *Environment, Development and Sustainability*, 26, no. 11: 27325–27350.
<https://doi.org/10.1007/s10668-023-03762-4>.
- The Water Diplomat. 2024. “Conflicts emerge over water permits and water footprint of avocado production in Mexico.” Disponible en: <https://www.waterdiplomat.org/story/2024/05/conflicts-emerge-over-water-permits-and-water-footprint-avocado-production-mexico>. [Acceso: 8 de diciembre de 2024].

United Nations Climate Change. s.f. "What Is REDD?" Disponible en: <https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/redd/what-is-redd>. [Acceso: 4 de noviembre de 2024].

USDA (United States Department of Agriculture). 2024. *Avocado Annual*. Ciudad de México: USDA. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Avocado%20Annual_Mexico%20City_Mexico_MX2024-0018.pdf.

Villamil, Laura, Astier, Marta, Merlín, Yair, Ayala-Barajas, Ricardo, Ramírez-García, Enrique, Martínez-Cruz, Juan, Devoto, Mariano, Gavito, Mayra E. 2018. "Management practices and diversity of flower visitors and herbaceous plants in conventional and organic avocado orchards in Michoacán, Mexico." En: *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42, no. 5: 530–551. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1410874>.

Zunzunegui Escamilla, Enrique, Ángeles Ordóñez, Gonzalo, Orozco-Ramírez, Quetzalcóatl, Caballero Castrillo, Maribel A., Morales Mora, Miguel A. 2023. "Applying Societal Metabolism to Characterize Water Availability, Requirement, and Scarcity in Agriculture. A Case Study of Mexico." En: *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7: 1-14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1252546>.

Filmografía

Kennedy, Lucy, dir. 2019. *Rotten*. Temporada 2, episodio 1, “The Avocado War.”

Disponible en: <https://www.netflix.com/title/80146284>. [Acceso: 19 de julio de 2024].

Resumen

Esta tesis analiza el impacto socioeconómico del cultivo del aguacate en Michoacán, que es la principal región productora de aguacate de México. La tesis pone en relieve la compleja interacción entre la inestabilidad social provocada por la mafia, el desarrollo económico y el daño medioambiental.

Aunque la creciente demanda mundial ha creado más puestos de trabajo y ha provocado un aumento de las exportaciones de aguacate mexicano, también ha causado degradación ecológica, donde destacamos la deforestación, escasez de agua y la pérdida de la biodiversidad. Además, la alta rentabilidad del aguacate ha atraído al crimen organizado, provocando violencia, extorsión y empeoramiento de las condiciones de vida de las comunidades locales. Las conclusiones de este trabajo apuntan a la urgente necesidad de prácticas de cultivo más sostenibles y de regulaciones y apoyos gubernamentales tanto en el ámbito social y económico para proteger a los productores de aguacate, así como al medio ambiente.

Abstract in English

This thesis analyzes the socioeconomic impact of avocado cultivation in Michoacán which is the top avocado producing region in Mexico. This work highlights the complex interplay between social instability caused by the mafia, economic development and environmental harm.

While growing global demand has created more jobs and has led to increased exports of Mexican avocados, it has also caused ecological degradation, such as deforestation, water scarcity and biodiversity loss. Furthermore, the high profitability of avocados has attracted organized crime, resulting in violence, extortion and worsening living conditions for local communities. The findings of this work point to an urgent need for more sustainable cultivation practices, governmental regulations and support on a social and economic level in order to protect avocado farmers, as well as the environment.

Abstract in German

In dieser Arbeit werden die sozioökonomischen Auswirkungen des Avocado-Anbaus in Michoacán, des wichtigsten Avocadoanbaugebietes in Mexico, analysiert. Die Arbeit beleuchtet das komplexe Zusammenspiel zwischen sozialer Instabilität durch die Mafia, wirtschaftlicher Entwicklung und Umweltschäden.

Die wachsende weltweite Nachfrage von mexikanischen Avocados hat nicht nur mehr Arbeitsplätze geschaffen und zu einem Anstieg von Exporten geführt, sondern auch ökologische Schäden wie Abholzung, Wasserknappheit und Verlust der biologischen Vielfalt verursacht. Darüber hinaus hat die hohe Gewinnspanne im Avocadoanbau kriminelle Organisationen angelockt, was zu Gewalt, Erpressung und einer spürbaren Verschlechterung der Lebensverhältnisse in den betroffenen Gemeinden geführt hat. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass dringend nachhaltigere Anbaupraktiken, staatliche Vorschriften und Unterstützung auf sozialer und wirtschaftlicher Ebene erforderlich sind, um Avocadobäuer*innen und die Umwelt zu schützen.