



MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Caracterización y problemática socioambiental ocasionada por cultivos de aguacate (*Persea americana*) en Zapotlán el Grande, Jalisco, México.

Digna Ahtziri Carrillo González

Universidad de Guadalajara, México

dignaahtziri.carrillo@gmail.com

*Characterization and socio-environmental problems caused by avocado (*Persea americana*) crops in Zapotlán el Grande, Jalisco, Mexico.*

Artículo científico

*Caracterização e problemas socioambientais causados pelas culturas de abacate (*Persea americana*) em Zapotlán el Grande, Jalisco, México.*

Enviado: 2/6/2025

Aprobado: 26/2/2025

Publicado: 28/2/2026

RESUMEN

En la presente investigación se abordan los efectos socioambientales que ha ocasionado el cultivo de aguacate en el municipio de Zapotlán el Grande, estado de Jalisco, México. Este cultivo tecnificado ha generado un impacto significativo en el territorio al no existir una regularización por parte de los gobiernos y al no controlar el crecimiento acelerado de estos monocultivos. Por lo que fue necesario determinar la expansión comercial del crecimiento del cultivo de aguacate y analizar el impacto que ha generado en los ecosistemas y en la población. Para el estudio geoespacial, se aplicó la delimitación de las unidades de fragilidad para caracterizar y determinar en qué áreas se localizan los cultivos de aguacate según el nivel de fragilidad durante el período 2005 - 2023. Para lograrlo, se cartografiaron las hectáreas con cultivo de aguacate, y con ello se comprobó si dichas hectáreas se desarrollaron en zonas aptas o no, según el nivel de fragilidad ambiental. Este proceso permitió profundizar en el diagnóstico socioambiental para evaluar las consecuencias que estos cambios de uso de suelo han traído consigo debido a la inadecuada gestión territorial.

Palabras clave: análisis geoespacial, cultivo tecnificado, fragilidad, monocultivo, territorio.

ABSTRACT

This research addresses the socio-environmental effects caused by avocado cultivation in the municipality of Zapotlán el Grande, state of Jalisco, Mexico. This mechanized cultivation has generated a significant impact on the territory due to the lack of regulation by governments and the uncontrolled rapid growth of these monocultures. Therefore, it was necessary to determine the commercial expansion of avocado cultivation growth and analyze the impact it has had on ecosystems and the population. For the geospatial study, the delineation of fragility units was applied to characterize and determine in which areas avocado crops are located according to the level of fragility during the period 2005 - 2023. To achieve this, the hectares with avocado cultivation were mapped, and with this it was verified whether these hectares were developed in suitable areas or not, according to the level of environmental fragility. This process allowed for a deeper social-environmental diagnosis to assess the consequences that these land-use changes have brought due to inadequate territorial management.

Keywords: fragility, geospatial analysis, monoculture, technified cultivation, territory.

RESUMO

Na presente pesquisa abordam-se os efeitos socioambientais que o cultivo de abacate tem causado no município de Zapotlán el Grande, estado de Jalisco, México. Este cultivo tecnificado gerou um impacto significativo no território por não existir uma regulamentação por parte dos governos e por não controlar o crescimento acelerado desses monocultivos. Por isso, foi necessário determinar a expansão comercial do crescimento do cultivo de abacate e analisar o impacto que tem gerado nos ecossistemas e na população. Para o estudo geoespacial, aplicou-se a delimitação das unidades de fragilidade para caracterizar e determinar em quais áreas se localizam os cultivos de abacate segundo o nível de fragilidade durante o período de 2005 a 2023. Para alcançá-lo, cartografaram-se as hectares com cultivo de abacate, e com isso verificou-se se essas hectares se desenvolveram em zonas adequadas ou não, de acordo com o nível de fragilidade ambiental. Esse processo permitiu aprofundar o diagnóstico socioambiental para avaliar as consequências que essas mudanças de uso da terra trouxeram consigo devido à gestão territorial inadequada.

Palavras-chave: análise geoespacial, cultivo tecnificado, fragilidade, monocultura, território.

INTRODUCCIÓN

En esta investigación se examinan los problemas socioambientales que ha generado el cultivo de aguacate (*Persea americana L.*) en algunas zonas rurales del estado de Jalisco, según su índice de fragilidad. Además, se evalúa el crecimiento y expansión en las últimas décadas debido a la demanda agroindustrial a nivel global. Este tipo de agroindustrias se ha convertido en el foco central para la explotación de tierras y satisfacer las necesidades que se generan en el continente euroasiático y en países como Estados Unidos.

De acuerdo con Saldaña y Cota (2022), las naciones con mayor desarrollo económico y tecnológico suelen establecer sus actividades agrícolas en regiones con condiciones geográficas favorables y disponibilidad de mano de obra a bajo costo, lo que incrementa sus márgenes de ganancia. Esta tendencia se intensificó con la implementación de políticas agrícolas orientadas a la modernización del campo, mediante la incorporación de innovaciones tecnológicas y programas de mejoramiento genético de semillas y árboles, con el propósito de elevar la productividad y la calidad de los productos obtenidos.

Por su parte, la Asociación Nacional de Comercio Exterior (2023) señala que el impacto de dichas innovaciones tecnológicas ha sido considerable en la economía global. En 2023, las exportaciones de aguacate registraron un incremento del 12.5% en comparación con el mismo periodo del año anterior, destacando como principales destinos los Países Bajos, Estados Unidos y España.

Sin embargo, estas exportaciones requieren de especificaciones rigurosas para el cumplimiento de las normas que cada uno de los países compradores requiere para su venta. Lo que ha ocasionado que los países exportadores busquen alternativas rápidas para abastecer la demanda, las cuales han traído consigo ciertas complicaciones en el ambiente, así como en la salud de los habitantes y modificación en la dinámica poblacional.

El cultivo de aguacate genera diversos impactos ambientales, ya que, según Recamier (2024), su producción ha contribuido a la degradación de zonas forestales y a la pérdida de biodiversidad debido al elevado consumo de agua, lo que ha derivado en la transformación de comunidades locales y en la reducción de áreas boscosas.

Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2024) advierte que este cultivo se asocia con problemáticas ambientales como la escasez hídrica, inundaciones, incremento de temperaturas y estrés térmico, además de fenómenos como granizadas, vientos intensos, disminución de polinizadores, erosión del suelo y la propagación de plagas y enfermedades.

Por ello, esta investigación se enfoca en una estructura que va desde el contexto mundial hasta lo particular. Donde se aborda la correlación entre el proceso metodológico para detectar y delimitar las unidades espaciales de la fragilidad ambiental, y el crecimiento del cultivo de aguacate. Este proceso contribuye a mejorar la planificación territorial y la toma de decisiones, pues se encarga de buscar soluciones eficientes desde los establecimientos de la sustentabilidad.

Contexto general: Principales países en la producción de aguacate

Saldaña y Cota (2022) señalan que el continente americano se ha consolidado como el principal productor y exportador de aguacate, siendo sus mayores compradores países de Europa, China, Estados Unidos y Canadá. En particular, el mercado estadounidense ha adquirido gran relevancia gracias a las estrategias de marketing que destacan los beneficios naturales del fruto, lo que ha provocado una creciente sobredemanda del producto.

De acuerdo con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2021), el aguacate se cultiva actualmente en más de sesenta países, entre los que destacan México, Chile, República Dominicana, Indonesia, Perú, Colombia y Estados Unidos. En conjunto, estas naciones concentran más del 60% de la producción mundial del fruto.

En el caso de Colombia, Sánchez-Jiménez y Ángel-Osorio (2022) advierten que la expansión del cultivo de aguacate en las últimas tres décadas ha estado marcada por experiencias productivas caracterizadas por la incertidumbre y la falta de planificación, pues muchas de ellas surgieron como respuestas improvisadas al auge del mercado internacional, sin el respaldo de políticas públicas estables y sostenibles.

En cuanto a Chile, Guevara *et al.* (2021) destacan que las condiciones climáticas favorables han impulsado el desarrollo del cultivo, lo que ha generado una alta demanda tanto a nivel nacional como internacional y, con ello, importantes beneficios económicos. Para el año 2017, la superficie cultivada alcanzó las 29 289 hectáreas, concentrando el 95% del área total entre las regiones de Coquimbo y Metropolitana, con especial predominio en Valparaíso.

Respecto a Perú, Felles-Leandro y García-Bendezú (2022) reportan que las exportaciones de aguacate alcanzaron las 558 514 toneladas en 2021, con un valor comercial de 1 089 millones de dólares, lo que representó un incremento del 35% en volumen y del 43% en valor en comparación con 2020. Estas cifras reflejan un crecimiento sostenido durante la última década, con una tasa promedio anual de 10.5% entre 2001 y 2018.

Tanto Colombia, Chile y Perú se han posicionado globalmente como los principales países en América Latina en la producción de aguacate, el cual es exportado a Europa, Asia y Estados Unidos (este último como el mayor consumidor a nivel mundial). Sin embargo, para el caso de México, particularmente Michoacán y Jalisco, se han posicionado como los estados con mayor producción de aguacate a nivel nacional.

México en la producción mundial de aguacate

En los últimos años, el cultivo de aguacate ha adquirido una relevancia significativa a nivel mundial. De acuerdo con Figueroa-Figueroa *et al.* (2024), México concentra alrededor del 30% de la producción global, lo que ha impulsado una expansión acelerada y, en muchos casos, descontrolada de este cultivo dentro del país.

El Consejo Nacional Agropecuario, citado por Cruz *et al.* (2020), señala que México se posiciona como el principal exportador de aguacate a nivel mundial, aportando el 35.9% del volumen total comercializado. Actualmente, Estados Unidos es el principal comprador del aguacate mexicano, ya que alrededor del 75% de sus importaciones provienen de México, lo que representa cerca del 58% de las exportaciones nacionales. En el país, la superficie cultivada alcanza las 177 000 hectáreas, de las cuales aproximadamente el 85% se localizan en el estado de Michoacán.

Por su parte, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2024) reporta que, durante los primeros meses de 2024, las exportaciones mexicanas de aguacate ascendieron a 654 297 toneladas, cifra que representa una disminución del 8.9% (equivalente a 64 095 toneladas) en comparación con el mismo periodo de 2023. Sin embargo, Recamier (2024) advierte que, si bien México se ha consolidado como el principal exportador de este fruto, dicha expansión ha dejado una importante huella ecológica en los territorios de Michoacán y Jalisco, debido a la fragmentación de los bosques provocada por la ampliación de las áreas de cultivo.

Estados como Michoacán y Jalisco, se han convertido en el eje central para la producción. Ante esta situación, el estudio se enfoca en análisis mediante la fragilidad ambiental, el crecimiento del cultivo de aguacate en el periodo de 2005 al 2023 y las consecuencias que este ha traído consigo en el municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco.

Situación actual en Zapotlán el Grande Jalisco

Según Macías (2015), el aguacate es una especie con una notable capacidad de adaptación a diferentes entornos geográficos. En el caso de Jalisco, el clima frío favorece su desarrollo, ya que contribuye a una producción más eficiente y ayuda a mantener las plagas bajo control.

De acuerdo con datos del Instituto de Información Estadística y Geografía de Jalisco (2020), para ese año se registraban 31 649.64 hectáreas destinadas al cultivo de aguacate en el estado, de las cuales la Región Sur concentraba cerca del 70% de la superficie total. En particular, el municipio de Zapotlán el Grande contaba con 5 031.9 hectáreas, equivalentes al 21.04% de la producción estatal.

Posteriormente, Hurtado (2023) informó que, para 2023, la superficie dedicada al cultivo de aguacate en Jalisco aumentó un 8% respecto al año anterior, alcanzando las 29 589 hectáreas. En el mismo periodo, el Instituto de Información Estadística y Geografía de Jalisco (2020) señaló que Zapotlán el Grande se consolidó como el municipio con mayor extensión de plantaciones de aguacate en el estado, con 6 816.73 hectáreas, superando a San Gabriel y Tuxpan.

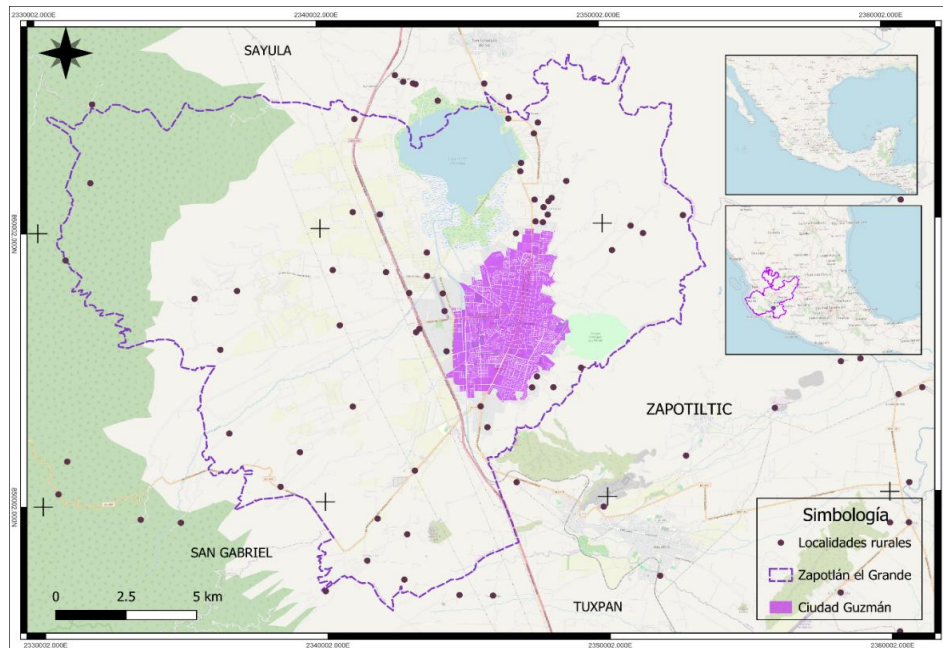
MATERIALES Y MÉTODOS

Área objeto de estudio

El municipio Zapotlán el Grande políticamente se localiza en la región Sur del estado de Jalisco. Geográficamente se ubica entre las coordenadas 19°34'12" y 19°46'00" de latitud Norte y 103°23'00" a los 103°38'00" de longitud Oeste, a una altura promedio de 1 580 metros sobre el nivel

del mar (*figura 1*). La cabecera municipal está enclavada a una altura de 1 530 metros sobre el nivel del mar. Colinda con un total de seis municipios: al Norte con Gómez Farías; al Este con Tamazula de Gordiano; al Sureste con Zapotiltic; al Sur con Tuxpan; al Suroeste con Zapotitlán de Vadillo y al Oeste con San Gabriel. El municipio tiene una superficie de 295.29 kilómetros cuadrados (Secretaría General de Gobierno, 2025).

Figura 1 Localización del municipio Zapotlán el Grande.



Fuente. Elaborada por la autora, con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020).

Fragilidad ambiental

Para realizar el cálculo de fragilidad ambiental de Zapotlán el Grande, se implementó el proceso metodológico de la guía para la elaboración del Programa del Ordenamiento Ecológico Local, de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco (2020). Para el proceso cartográfico, se utilizaron capas vectoriales sobre la geomorfología, uso de suelo y edafología extraídas de INEGI del año 2020.

Para la elaboración del proceso, fue necesario clasificar cada uno de sus atributos de acuerdo con el grado de fragilidad correspondiente según lo establecido en la guía. A estos atributos se les asignó un valor numérico, para después procesarlos en formato *ráster* y realizar la operación correspondiente. La metodología refiere que las variables cuentan con un nivel de fragilidad diferente, de acuerdo con las condiciones naturales, pues algunas son más propensas al deterioro y degradación ambiental.

Es decir, las capas se ponderaron del 1 al 5, siendo el 1 el valor con menor fragilidad y 5 el de mayor fragilidad (*1 muy bajo, 2 bajo, 3 medio, 4 alto y 5 muy alto*). Las cuales se clasificaron de la siguiente manera:

Tabla 1 Ponderación de atributos de la capa de uso de suelo.

Atributo	Fragilidad	Valor
Bosques	Alta	4
Vegetación secundaria	Alta	4
Pastizal inducido	Media	3
Tular	Muy alta	5
Agricultura	Muy baja	1
Urbano	Muy baja	1

Fuente: Elaborada por la autora.

Tabla 2 Ponderación de atributos de la capa geomorfológica.

Atributo	Fragilidad	Valor
Estructura volcánica	Alta	4
Sierra	Alta	4
Lomerío	Muy alta	5

Fuente: Elaborada por la autora.

Tabla 3 Ponderación de atributos de la capa edafológica.

Atributo	Fragilidad	Valor
Litosol	Media	3
Fluvisol	Muy alta	5
Gleysol	Muy alta	5
Regosol	Alta	4
Cambisol	Alta	4
Feozem	Baja	2
Andosol	Muy alta	5

Fuente: Elaborada por la autora.

Una vez concluido el procesamiento, las capas se convirtieron a formato *ráster* para realizar la suma (traslape de capas) con la calculadora *ráster*. Se utilizó la fórmula de la suma algebraica que corresponde al factor de fragilidad de la vegetación más el factor de susceptibilidad de erosión. Es decir, la suma de la capa de **usos de suelo + geomorfología + edafología** (sin importar el orden al momento de utilizar la calculadora). Cabe señalar que este proceso se realiza en formato *ráster* debido a que el sistema trabaja a nivel de píxeles en forma de una malla cuadriculada, y cada cuadro de le otorga el número correspondiente.

La información ejecuta una interpolación de capas, donde se une la numerología correspondiente de cada uno de los valores asignados por cada píxel. Es decir, los códigos y valores de 1 (*fragilidad muy baja*) se integran con el resto de la numeración de 1. La numeración 2 (*fragilidad baja*) se operan las intercesiones con el resto de los códigos 2, para el caso de los valores 3, 4 y 5 se realiza el mismo proceso. Al interpolarse estos códigos, logra que se identifique y delimite espacialmente el territorio para generar las unidades de fragilidad ambiental.

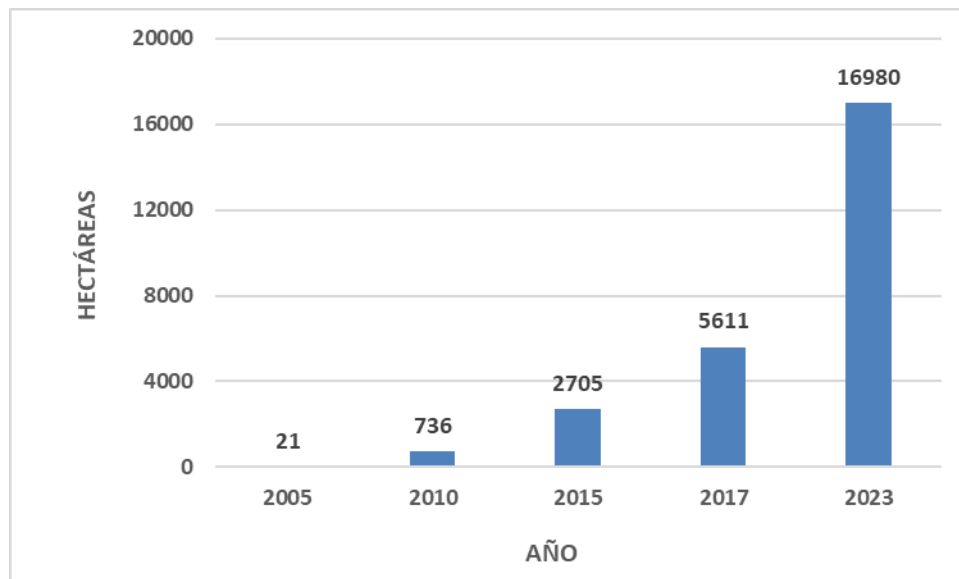
Para la digitalización de los cultivos de aguacate, se utilizó el software de *Google Earth* para detectar los cultivos en el período 2005 - 2023. Cabe mencionar que se implementó dicho programa debido a su efectividad para localizar las áreas con aguacate y la disposición de las imágenes georreferenciadas para la ejecución del proceso.

RESULTADOS

En la zona Sur de Jalisco, Zapotlán el Grande es uno de los principales municipios que se dedican a la exportación de aguacate; pero su cultivo ha ocasionado, con el paso del tiempo, una problemática ambiental importante. Si bien, se habla de un monocultivo sustentable, su crecimiento durante las últimas dos décadas ha permeado de forma significativa, debido a las formas de producción. Cabe destacar que esta sustitución por monocultivos ha desplazado a cultivos tradicionales como maíz (*Zea Mays L.*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), así como las áreas naturales (suelos desnudos), donde actualmente el aguacate se ha figurado como el cultivo principal en el municipio.

Es decir, para el año 2005 en la zona únicamente se localizaban 21 ha de aguacate, para el 2010 tuvo poco crecimiento con un total de 736 ha. Pero a raíz de la demanda a nivel global, para el año 2015 el cultivo tuvo un crecimiento importante, alcanzando las 2 705 ha. Esta aceleración provocó que las condiciones en el municipio fueran aptas para que el aguacate se desarrolle de forma adecuada y que cumpla con los estándares de la demanda mundial. Sin embargo, este crecimiento ha ido en aumento pues en 2017 ya existían un total de 5 611 ha, las cuales crecieron de forma sumamente gradual para el 2023 con 16 980 ha como se muestra en la *figura 2*.

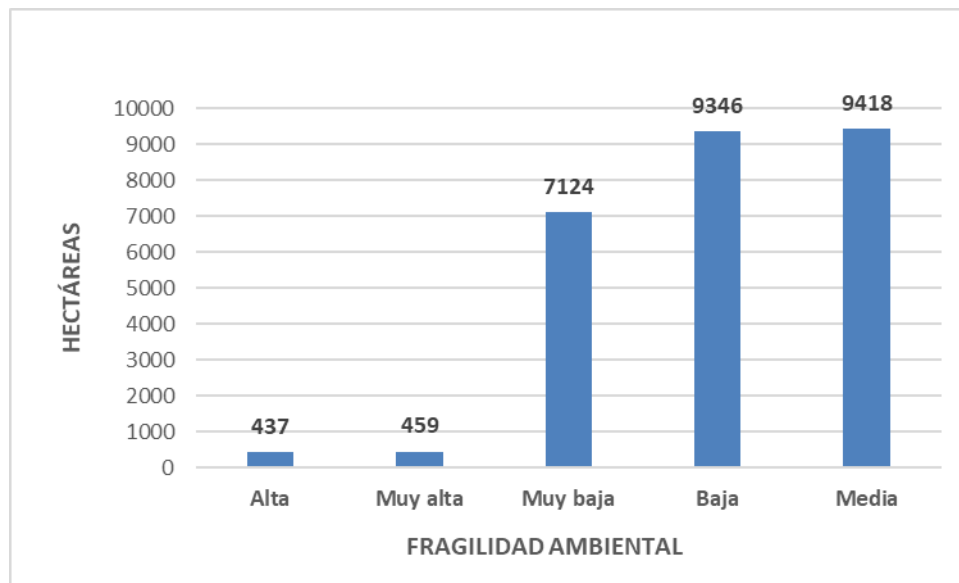
Figura 2 Crecimiento del cultivo de aguacate del año 2005 al 2023.



Fuente: Elaborado por la autora.

Este crecimiento motivó la realización de un análisis geoespacial para detectar si estas áreas con aguacate se encuentran en zonas susceptibles a la fragilidad ambiental. De acuerdo con los resultados obtenidos en el municipio el grado de fragilidad que predomina es la media con 9 418.73 ha, después la fragilidad baja con 9 346.62 ha y muy baja con 7 124.35, mientras que los rangos más bajos son la fragilidad muy alta y alta con 459.78 y 437.83 ha, respectivamente (*figura 3*).

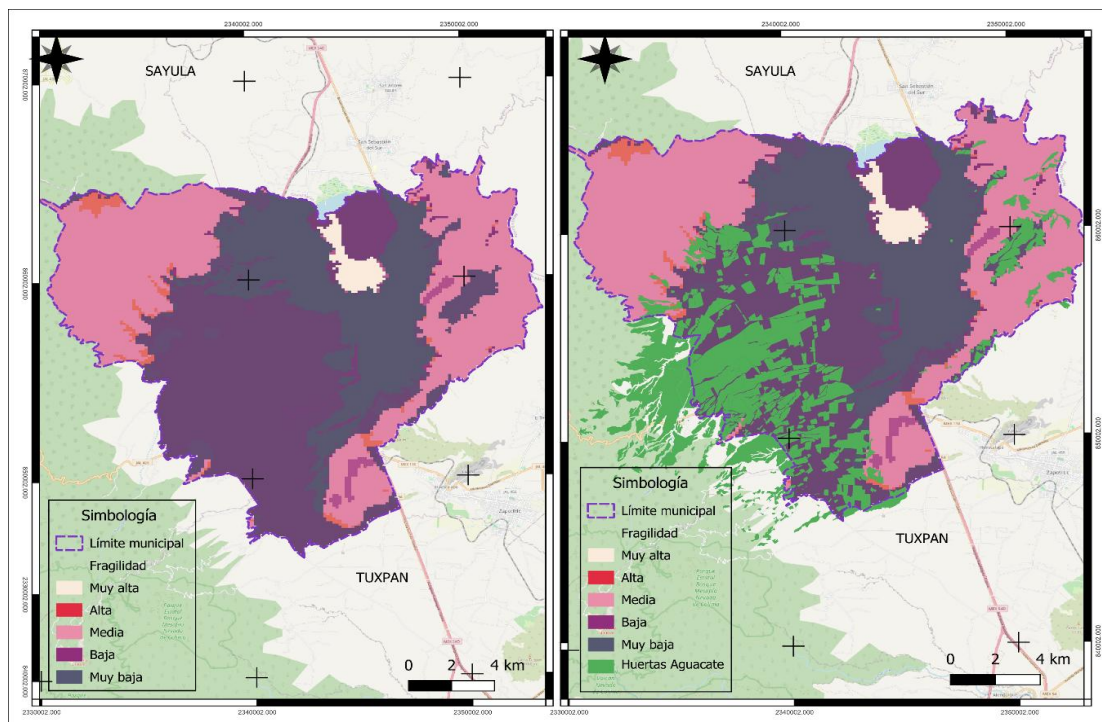
Figura 3 Hectáreas de cultivo en unidades de fragilidad ambiental.



Fuente: Elaborada por la autora.

De acuerdo con estos datos y lo citado en Dávila (2011), especialmente se puede observar que los cultivos de aguacate se localizan en áreas con muy baja fragilidad lo que implica que las condiciones ambientales la convierten en unas zonas para el desarrollo de cualquier tipo de actividad humana, siempre y cuando se tomen las medidas pertinentes para mitigar, reducir, eliminar o potenciar los impactos ambientales, como se representa en la figura 4 y tabla 4.

Figura 4 Cultivos de aguacate en unidades de fragilidad ambiental.



Fuente: Elaborada por la autora con datos vectoriales de INEGI (2020).

Sin embargo, estos parámetros sugieren que se tomen las medidas necesarias para su desarrollo, lo cual no ha sido propio, pues el cultivo presenta algunas deficiencias en su forma de producción debido a la gran cantidad de agua que requieren para el mantenimiento de los árboles. Además, esta producción ha ocasionado la sobreexplotación y degradación de los suelos, que, en un futuro no muy lejano, estos suelos quedarán debilitados y no serán aptos para introducir otro tipo de cultivo para la alimentación como el maíz y el frijol.

Tabla 4 *Categorías de la fragilidad ambiental.*

Grado	Característica
Muy baja	La fragilidad ambiental muy baja refiere a que las condiciones ambientales son aptas para el desarrollo de cualquier, siempre tomando las medidas obligatorias.
Baja	La fragilidad baja sugiere que las condiciones ambientales son aptas para la actividad agrícola. Es decir, continuar con la misma dinámica de uso de suelo o se puede permitir una modificación, siempre y cuando se tomen las medidas adecuadas y sea factible.
Media	La fragilidad media, supone las áreas con características adecuadas para el desarrollo de la actividad humana, siempre y cuando estas no supongan un peligro latente para el ambiente, sino que es prevenir los desastres ecológicos. A este nivel, no se permiten los cambios de usos de suelo a lo que existe actualmente.
Alta	La fragilidad alta comprende que los factores ambientales son frágiles para el desarrollo de nuevas actividades. Por lo que se recomienda implementar acciones que reduzcan la vulnerabilidad y el riesgo en estas áreas.
Muy alta	La fragilidad muy alta corresponde a que las condiciones ambientales no son aptas para el desarrollo de la actividad humana. Pues estas presentan elementos sumamente frágiles y limitantes, por lo que no se permiten cambios o ejecución de actividades que puedan ocasionar daños en el medio natural.

Fuente: *Elaborada por la autora con datos de Dávila (2011).*

Cabe destacar que las zonas con fragilidad alta, muy alta y media no son factibles para que el cultivo se desarrolle, pues son altamente vulnerables y cualquier tipo de actividad en dichas zonas podría alterar aún más las condiciones ambientales y traer consecuencias tanto para los ecosistemas como para la población. De igual forma, en las zonas con fragilidad media, que son las de mayor predominancia en el municipio, se reúnen ciertas características que podrían ser factibles, pero se impide el cambio de uso de la tierra, y las áreas protegidas deben ser utilizadas como zonas de amortiguamiento. Como tal, el aguacate no es apto para estas áreas.

Ante esta situación se deben tomar ciertas estrategias, pues espacialmente en la *figura 3* se puede apreciar como el cultivo poco a poco se ha desplazado hacia las aéreas con fragilidad media. Esta forma de producción requiere de regulaciones concretas, donde se especifique que estas nuevas formas de trabajo no han sido las más adecuadas.

Por otra parte, los fertilizantes que se requieren, a pesar de ser orgánicos, las grandes cantidades utilizadas generan impactos negativos tanto en los ecosistemas como en la salud de los habitantes. El exceso de estos fertilizantes es capaz de contaminar las aguas superficiales y subterráneas. Además, la población se ha visto afectada debido a la aplicación de productos químicos y al mal uso de otras sustancias peligrosas, incrementando las afecciones respiratorias.

Aunado a lo anterior, estos cambios en los usos de suelo a cultivos tecnificados como lo es el aguacate inciden en el clima local, especialmente en variables como la humedad, distribución de los vientos a nivel de piso y la temperatura. Por otra parte, los paisajes del municipio se han convertido en paisajes monocromáticos sin variedad de texturas, formas y coloraciones. En otras cuestiones también se han visto perjudicados los acuíferos locales, se ha modificado el relieve y los flujos laminares de agua pluvial, así como la compactación de los suelos.

Además, el crecimiento del cultivo ha provocado su desplazamiento hacia las áreas boscosas del Complejo Volcán Nevado Colima. Asimismo, al requerir grandes cantidades de agua, se han colocado ollas agrícolas para la captura de agua de lluvia como una supuesta fuente de suministro, pues otra de las problemáticas es la gestión del abasto de agua para las comunidades aledañas al complejo volcánico (*figuras 5, 6 y 7*).

Figura 5 *Ollas agrícolas.*



Fuente: *Fotografía de Carlos Suárez (2023).*

Figuras 6 y 7. *Cultivo en zonas de ladera del complejo volcánico.*



Fuente: *Fotografía de Carlos Suárez (2023).*

DISCUSIÓN

La agricultura convencional y extensiva orientada a la exportación se ha convertido en una de las principales causas del deterioro ambiental, especialmente por el cambio de uso de suelo y la disminución de los recursos hídricos disponibles (Ruíz-Sevilla y Ortiz-Paniagua, 2021). En las últimas décadas, este modelo productivo se ha centrado en el establecimiento de monocultivos, como el del aguacate, que han generado importantes repercusiones tanto ambientales como sociales. En este sentido, Arias *et al.* (2018) señalan que la producción mundial de aguacate ha mantenido un crecimiento promedio anual del 4.1% desde 2010, impulsado principalmente por la creciente demanda de los consumidores en Europa y Estados Unidos.

Desde una perspectiva ambiental, el rápido incremento en el consumo de aguacate ha implicado un uso intensivo del recurso hídrico, ya que cada árbol requiere en promedio 70 litros de agua de 2 a 3 veces por semana. Lo que equivale a más de tres veces el volumen necesario para un naranjo (*Citrus × sinensis* L.) y catorce veces el requerido para una planta de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Además, este cultivo contribuye a la pérdida de biodiversidad y, debido a que los frutos suelen transportarse a largas distancias en cámaras de refrigeración, su huella de carbono es considerable (Food Empowerment Project, s.f.).

En cuanto al costo humano, Gavito *et al.* (2022) advierten que el uso de agrotóxicos en los cultivos está directamente relacionado con una mayor incidencia de enfermedades como el cáncer entre los trabajadores agrícolas. La exposición a estos compuestos afecta no solo a quienes los aplican sin protección adecuada, sino también a las comunidades cercanas, ya que los contaminantes pueden desplazarse por el aire y el agua más allá de las zonas de cultivo.

Por otro lado, Álvarez (2021) menciona que, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador, el monocultivo de aguacate se ha promovido como una alternativa para fortalecer la economía campesina, al ofrecer precios accesibles en el mercado local. Sin embargo, aunque este modelo ha generado beneficios económicos para los principales países productores, las ganancias se concentran principalmente en grandes empresas, sin distribuirse de manera equitativa entre los pequeños agricultores. Esta desigualdad económica, junto con los impactos ecológicos y sociales asociados, convierte al crecimiento del cultivo de aguacate en un tema de alta controversia.

La organización internacional GRAIN (2023) advirtió que el cultivo de aguacate ha generado múltiples consecuencias ecológicas y sociales derivadas de la sustitución de cultivos, tanto a nivel global como local. En México, este fenómeno se ha evidenciado principalmente en los estados de Michoacán y Jalisco, donde actualmente Michoacán concentra el 75% de la producción nacional y Jalisco el 10%. Esta concentración ha provocado una profunda degradación ambiental, caracterizada por la destrucción de extensas áreas boscosas que, debido al lento proceso de regeneración, no pueden ser reforestadas mediante prácticas sostenibles. Además, se reportan problemáticas sociales como la extorsión a productores, la imposición de “impuestos” por parte de grupos delictivos y el desplazamiento forzado de comunidades campesinas que se han visto obligadas a abandonar sus tierras.

En el caso de Jalisco, Leal (2021) destaca que uno de los principales conflictos asociados al cultivo es la alta demanda hídrica de los árboles de aguacate, la cual ha ocasionado el agotamiento de pozos y acuíferos locales. A esta situación se suma la degradación del suelo, otro de los impactos negativos derivados de la expansión del cultivo. Carrillo (2019) documenta que, en municipios del Sur del estado, como Zapotlán el Grande, se han presentado casos de desvío de agua potable, tala clandestina, disminución de los mantos acuíferos, pérdida de fauna—particularmente de abejas— y extracción desmedida de agua subterránea.

Ante este panorama, el análisis de la fragilidad ambiental se plantea como una herramienta clave para mejorar la gestión territorial y orientar la toma de decisiones hacia una producción agrícola más sostenible. Este tipo de estudios permite identificar zonas vulnerables y comprender la capacidad del entorno para resistir y recuperarse frente a perturbaciones naturales o inducidas por la actividad humana (Rosso *et al.*, 2021).

A pesar de que el cultivo de aguacate en Zapotlán el Grande se desarrolla en áreas aptas para su crecimiento, el incremento exponencial del cultivo ha sido impulsado por la alta demanda internacional, y ha limitado la capacidad del suelo para regenerarse y mantener su equilibrio ecológico. En este sentido, Andrade *et al.* (2010) subrayan la importancia de incorporar la planificación territorial como parte de las decisiones sobre el uso del espacio, de modo que la información espacial generada sirva como un recurso estratégico para fortalecer los sistemas ecológicos, económicos y sociales bajo un enfoque de desarrollo sostenible.

CONCLUSIONES

El desarrollo del cultivo de aguacate, en las últimas décadas ha dejado una huella importante en los cambios de uso de suelo y en el territorio en términos ecológicos y sociales. Si bien se ha hecho mención que dichos cultivos se producen de forma sustentable, esto se ha convertido en un tema controversial, debido a que las formas de producción. Ante esta situación, el análisis de la fragilidad ambiental abrió un panorama interesante referente a los cambios en el territorio municipal y las posibles consecuencias que pueden llegar a surgir.

En cuanto a la problemática ambiental, se encontró que la degradación y compactación de suelo, reducción en los mantos acuíferos y aguas subterráneas, paisajes monótonos y pérdida de la biodiversidad son algunos de los factores negativos, que se han hecho presentes en el municipio.

Por un lado, se demostró que los cultivos de aguacate se encuentran en áreas de muy baja fragilidad, lo que no supone un riesgo latente en las áreas cultivadas. Sin embargo, la tendencia del crecimiento del aguacate demuestra que su reciente desplazamiento es hacia las áreas boscosas del municipio. Dichas áreas presentan una fragilidad muy alta, por lo que no es apto el desarrollo del cultivo.

Gracias al análisis espacial, se apreció que si estos cultivos siguen en crecimiento acelerado en un corto plazo invadirán zonas con fragilidad alta y muy alta, con el objetivo de abastecer la demanda global, sin importar las consecuencias que esto traiga consigo. Asimismo, se evaluó que el cultivo de aguacate se está desplazado hacia áreas con fragilidad media, que si bien, son zonas que permiten ciertos cambios, estos cambios no han sido la mejor estrategia, porque no se han tomado las medidas necesarias para no generar un impacto negativo en el ambiente y la sociedad.

Este análisis cartográfico brindó una estructura complementaria para conocer y gestionar el territorio de forma adecuada. Es decir, sí se requiere realizar algún tipo de cambio en los usos de suelo, primero es necesario evaluar cómo se va a ejercer esta dinámica. Aunque las áreas sean óptimas para el desarrollo, no significa que se pueda implementar cualquier tipo de actividad, sino que se debe formular formas de trabajo que sí cumplan con la base de la sustentabilidad y exista un equilibrio entre lo ecológicos, lo económico y lo social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, J. J. (2021). *Análisis de la producción de aguacate en el Ecuador y su exportación a mercados internacionales en el periodo 2008 al 2018* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. <https://acortar.link/PNrlh9>

- Andrade, B., Arenas, F. y Lagos, M. (2010). Incorporación de criterios de fragilidad ambiental y riesgo en la planificación territorial de la costa de Chile central. *Revista de Geografía Norte Grande*, (45), 5-20. <https://acortar.link/d3qJ2Y>
- Arias, F., Montoya, C. y Velásquez, O. (2018). Dinámica del mercado mundial de aguacate. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (55), 22-35. <https://acortar.link/ohNaBL>
- Asociación Nacional de Comercio Exterior. (2023). *Informe de exportaciones de aguacate Hass 2023*. Dirección de Asuntos Económicos. <https://acortar.link/19D03C>
- Carrillo, D. A. (2019). *Implicaciones territoriales en el paisaje por el cambio de uso de suelo en la microcuenca La Difunta, ladera nororiente del Complejo Volcán Nevado Colima (2000 al 2018)* [Tesis de maestría no publicada, Universidad de Guadalajara].
- Cruz, D. F., Caamal, I., Pat, V. G., Gómez, A. A. y Espinoza, L. E. (2020). Posicionamiento internacional del aguacate (*Persea americana*) producido en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 47, 561-571. <https://acortar.link/hYyJ7i>
- Dávila, G. H. (julio 2011). *El método Dávila & McDonald (I) para la estimación de la fragilidad ambiental del territorio: El caso de la cuenca del río Toro, Costa Rica*. Ponencia presentada en el XIII Encuentro de Geógrafos de América Latina, San José, Costa Rica.
- Felles-Leandro, D. y García-Bemdezú, S. (2022). Factores físicos y técnicos que influyen en el rendimiento del cultivo orgánico de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Perú. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 38(3), 243-258. <https://acortar.link/rSuhvR>
- Figuroa-Figuroa, D. K., Ramírez-Dávila, J. F., Antonio-Némiga, X., & Serrato-Cuevas, R. (2024). Modelo espacial de áreas potenciales para plantaciones de aguacate en el Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(5), e3515. <https://acortar.link/mJP0Db>
- Food Empowerment Project. (s.f.). *El problema con los aguacates*. <https://acortar.link/dy959v>
- Gavito, M. E., Merlín-Uribe, Y., Astier Calderón, M., Villamil-Echeverri, L. y Armendáriz Arnez, C. (2022). *Manual de manejo de coberturas en huertas de aguacate*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://acortar.link/UUG1A1>
- GRAIN. (2023). *Aguacates de la ira*. Colectivo por la autonomía. <https://acortar.link/6yAijT>
- Guevara, W., Hidalgo-Alcázar, C. y Rojas, J. (2021). Análisis de la agroindustria chilena del aguacate (palta) en el mercado internacional. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 37(1), 54-64. <https://acortar.link/8iknpT>
- Hurtado, R. (31 julio de 2023). *Jalisco aumenta 40% hectáreas para aguacate*. Milenio. <https://acortar.link/drvoad>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Biblioteca digital de mapas*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapas>
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. (2020). *Estudio técnico del aguacate del estado de Jalisco*. <https://acortar.link/tSwgDJ>

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2021). *Informe anual 2021 del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. <https://acortar.link/Xmpru2>
- Leal, C. (2021). *Proyecto de plantación de 7 ha de aguacate en el término municipal de Castro Marim (Portugal)* [Trabajo de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://acortar.link/EgLn6>
- Macías, A. (2015). *La agroindustria del aguacate en el sur de Jalisco*. Editorial Universitaria.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). Ripe for change: adapting avocado production to a changing climate. *Sustainable Tropical Fruits*, No. 4. <https://acortar.link/zveLrz>
- Recamier, M. (2024). *El drama de la expansión del aguacate en México: Amenazas a la biodiversidad y comunidades locales*. <https://acortar.link/9ViIFU>
- Rosso, M., Pérez, A. K., Méndez, Y., Tavera, H., Cárdenas, J., Martínez, M. A. y Torres, S. (2021). Análisis de la fragilidad ecosistémica como estrategia para la estimación del riesgo asociado a la contaminación atmosférica en el Alto San Jorge, Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 31(2), 303-323 <https://acortar.link/6YR4Bf>
- Ruíz-Sevilla, G., & Ortiz-Paniagua, C. F. (2021). Implicaciones de la producción de aguacate en el balance hídrico desde una perspectiva de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), 2011-2019. *Revista CIMEXUS*, 16(2), 11-35. <https://acortar.link/QDgahc>
- Saldaña, M. G. y Cota, R. (2022). Principales efectos socioambientales del cultivo agroindustrial de aguacate en San Gabriel, Jalisco. Contexto Latinoamericano. *Horizontes Territoriales*, 1(1), 1-28. <https://acortar.link/20Tq9y>
- Sánchez-Jiménez, W. y Ángel-Osorio, J. (2022). Tendencias económicas y agroambientales del monocultivo del aguacate Hass en Colombia. *Libre Empresa*, 19(1), 67-80. <https://acortar.link/TitGb7>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024). *Escenario mensual de productos agroalimentarios*. Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://acortar.link/gx9F0o>
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco. (2020). Ordenamiento Territorial Ecológico. <https://acortar.link/ybE7Ar>
- Secretaría General de Gobierno. (2025). *Zapotlán el Grande es un municipio de Jalisco de la Región Sur del estado de Jalisco*. <https://acortar.link/IQp5Ed>