

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS IMPACTOS EN LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVOS DE AGUACATE HASS EN COLOMBIA, MÉXICO Y PERÚ

Comparative Analysis of the Impacts on the Environmental Sustainability in Hass Avocado Cultivation in Colombia, Mexico, and Perú

Mariana Sahali Martinez Rosas
Ingeniera ambiental
Bogotá, Colombia.
est.mariana.smartil@unimilitar.edu.co
sahali1805@gmail.com

Artículo de Investigación

DIRECTOR

Mb. Ximena Lucía Pedraza Nájara, Ph.D.

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología –
Universidad Politécnica de Madrid (España)
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)
Microbióloga Industrial – Pontificia Universidad Javeriana
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto

Gestora Especialización en Gerencia Estratégica de la Calidad
Universidad Militar Nueva Granada
gerencia.calidad@unimilitar.edu.co; ximena.pedraza@unimilitar.edu.co



**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL AMBIENTAL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAYO DE 2023**

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS IMPACTOS EN LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVOS DE AGUACATE HASS EN COLOMBIA, MÉXICO Y PERÚ

Comparative Analysis of the Impacts on the Environmental Sustainability in Hass Avocado Cultivation in Colombia, Mexico, and Perú

[Mariana Sahali Martinez Rosas](#)

Ingeniera ambiental

Bogotá, Colombia.

est.mariana.smart11@unimilitar.edu.co

sahali1805@gmail.com

RESUMEN

El Aguacate Hass (AH) actualmente se encuentra en gran auge dado su alto consumo a nivel mundial, por lo cual Colombia juega un papel importante como exportador. El presente trabajo consistió en realizar una revisión bibliográfica de los impactos sobre la sostenibilidad ambiental por la expansión del cultivo de AH en el país, teniendo en cuenta otros países productores y exportadores (México y Perú). Se encontró que la sostenibilidad ambiental se ve afectada en el recurso hídrico, el suelo, la biodiversidad y además contribuye con el aumento de la deforestación, lo que conlleva a cambios en el uso del suelo. Por último se presentan algunas iniciativas en materia de gestión ambiental en México y Colombia encontradas durante la revisión bibliográfica, así como propuestas para el manejo ambiental del cultivo de AH, destacando el ordenamiento del territorio como pilar fundamental para su sostenibilidad.

Palabras clave: aguacate hass, sostenibilidad ambiental, impactos

ABSTRACT

Hass Avocado (AH) is currently experiencing a great boom due to its high global consumption, in which Colombia plays an important role as an exporter. This study consisted of perform a narrative bibliographic review on the environmental sustainability impacts about the expansión of AH cultivation in the country, taking into account other producing countries such as Mexico and Peru. It was found that environmental sustainability is affected in terms of water resources, soil, biodiversity, and also contributes to an increase in deforestation, leading to changes in the land use. Finally, some environmental management initiatives found in Mexico and Colombia during the literature review are presented, as well as proposals for environmental management of AH cultivation, highlighting land planning as a fundamental pillar for its sustainability.

Keywords: Hass avocado, environmental sustainability, impacts.

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

INTRODUCCIÓN

La naturaleza y alcance de la estructura cambiante de la demanda agroalimentaria ofrece oportunidades sin precedentes para la diversificación y adición de valor en el sector agrícola, especialmente en los países en desarrollo, que además generan un impacto socioeconómico al generar empleo en zonas rurales (Da Silva et al., 2013), por otro lado este sector es de vital importancia en los siguientes objetivos de desarrollo sostenible: hambre cero (2), ya que este busca lograr la seguridad alimentaria y en la meta 2.4 enfoca sus intereses en la práctica de una agricultura productiva y sostenible; el trabajo decente y crecimiento económico (8) que busca promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible; la producción y consumos responsables (12) y el número 15 vida de ecosistemas terrestres.

El Aguacate Hass (AH) es la variedad de mayor importancia en los mercados, resistiendo al transporte y al almacenamiento (Dirección general de información agraria, 2008). El aguacate pertenece a la familia botánica Lauráceae y al género *Persea*, se considera que la especie tuvo su origen en el occidente de México (DANE, 2015), por otro lado la variedad Hass (*Persea Americana*), tuvo su origen en California en 1926 y es conocido por su cremosidad y sabor, además que tiene mayores rendimientos en comparación con otras variedades, un solo árbol puede producir más de un millón de frutos (Avocados from Mexico, 2023). El consumo de Aguacate Hass comenzó a ganar popularidad, gracias a la generación milenial que están tomando un estilo de vida más saludable, puesto que este fruto es rico en nutrientes (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023).

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Los mayores consumidores de esta variedad son los Estados Unidos y la Unión Europea que según la FAO en 2022 alcanzó entre el 25% al 45% de importaciones. Para este mismo año la participación de México en las exportaciones a los Estados Unidos se redujo en un 79%, debido a los competidores, dentro de los cuales se destacan Colombia y Perú (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023). De acuerdo con lo anterior la expansión de este cultivo viene aumentando en los últimos años, en especial el orientado a la exportación, generando altos beneficios económicos e impulsando la economía de las regiones, sin embargo, esta expansión ha traído consecuencias tanto sociales como ambientales (De la Vega-Rivera & Merino-Pérez, 2021).

Conviene especificar que la agricultura industrial ha adoptado una economía extractivista y expansiva, buscando nuevos territorios para abastecer la demanda global, teniendo como consecuencia presiones sobre el medio ambiente (MA) como la deforestación, pérdida de fertilidad del suelo, entre otros (De la Vega-Rivera & Merino-Pérez, 2021). La expansión del aguacate Hass en Latino América no es la excepción a estos modelos de producción puesto que juega un papel importante para suplir las necesidades del “boom del aguacate”, demandando así gran cantidad de recursos naturales. Para establecer este cultivo en un modelo de exportación se es necesario mayores áreas de tierra, conllevando a los monocultivos que a su vez contribuyen con la pérdida de biodiversidad, como es el caso de Pijao, Quindío donde se ha observado la masiva muerte y reducción progresiva de abejas y otros polinizadores (Sánchez-Jiménez & Ángel-Osorio, 2022).

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Por otro lado, el establecimiento de monocultivos genera cambios en el uso del suelo y cambios en la cobertura vegetal a causa de la deforestación; en México los ecosistemas de bosques templados actualmente se encuentran fragmentados y aislados por este cultivo, alterando las condiciones ambientales como las propiedades químicas del suelo (Pérez-Solache et al., 2023). Durante todo el cultivo es fundamental contar con una fuente hídrica y aún más en épocas de sequía; las zonas destinadas a este cultivo en Colombia tienen un régimen de lluvias altas y constantes durante todo el año, lo que hace que los cultivos permanezcan húmedos y en buenas condiciones (Álvarez & Monsalve, 2019), sin embargo, el recurso hídrico se puede ver afectado por la aplicación de agroquímicos y fertilizantes, estos pueden causar la acidificación de los cuerpos de agua y por lo tanto, eco toxicidad (Esteve-Llorens et al., 2022).

Teniendo en cuenta lo anterior, los agroecosistemas al ser ecosistemas intervenidos y demandantes de insumos externos, son sistemas donde el manejo que se haga de los recursos tanto como externos es fundamental para su mantenimiento y sostenibilidad (Gavito et al., 2012), es por ello que el cultivo de aguacate solo será sostenible si es justamente gestionado, es decir, se mantiene un balance entre lo económico, social y ambiental. Durante el desarrollo del presente artículo se busca identificar el impacto en la sostenibilidad ambiental por la expansión del cultivo de Aguacate Hass en Colombia a través de una investigación de tipo descriptiva que busca comparar los cultivos de Aguacate Hass en Perú, México y Colombia, teniendo en cuenta los anteriores argumentos; además de proponer alternativas para el manejo justo en el entorno ambiental de aguacate en Colombia, resaltando que el país aún se encuentra trabajando en una guía ambiental para el cultivo de Aguacate Hass (Tardeando, 2022).

MARCO TEÓRICO

Cultivo de Aguacate Hass

Para establecer este cultivo debe tenerse en cuenta distintos criterios, dentro de los cuales se encuentran el uso recomendado del suelo (obtenido del plan de ordenamiento territorial) y la disponibilidad de recursos (ICA, 2012), es recomendado sembrar este fruto en altitudes entre 800 y 2,500 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Fertilab, s.f); para la siembra es necesario la aplicación de nitrógeno, óxido de fósforo y óxido de potasio por cada planta, además cada árbol debe estar entre una distancia 6 m entre árboles y 8 m entre surcos, en zonas de ladera, por manejo fitosanitario y conservación de suelos, se recomiendan siembras en triángulo, también pueden ser usadas en zonas planas con el propósito de obtener un sistema más intensivo, puesto que incrementa la cantidad de árboles en un 15% frente a la siembra (ICA, 2012).

La disponibilidad de agua es de vital importancia durante toda la duración del cultivo, ya que es un factor determinante para el crecimiento del árbol y en la producción, por ejemplo cuando hay periodos de precipitación intensos y prolongados pueden generar pérdida de flores y de nutrientes en el suelo, estos efectos también se pueden presentar por bajas temperaturas (ICA, 2012). En cuanto el control de plagas se deben implementar controles menos riesgosos (por ejemplo feromonas), sin embargo, si estos no funcionan adecuadamente se empleará la aplicación de plaguicidas, y en caso de presentarse alguna enfermedad por hongos, aplicar fungicidas específicos para el control del hongo (ICA, 2012).

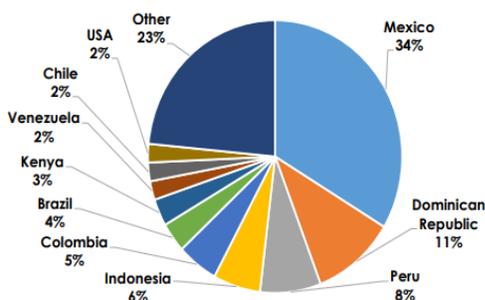
Países productores de aguacate Hass

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

El aguacate ha incrementado su participación en los mercados internacionales, alrededor del mundo hay diferentes cultivos de aguacate y entre los más destacados se encuentran las variedades Fuerte y Hass (Sibulali, 2020). Los Países productores de Aguacate se encuentran en la figura 1, en la cual se puede observar que para 2018 los países líderes pertenecen a Latino América donde México participa con el 34%, República Dominicana con el 11%, Perú con el 8% y Colombia con el 5% (Sibulali, 2020).

Figura 1.

Porcentaje de países productores de AH



Nota: Países productores a nivel mundial. Tomado de (Sibulali, 2020)

Es evidente que el “boom del aguacate” ha llevado a otros países diferentes a México a exportar este alimento, por lo tanto a aumentar su producción, por ejemplo, Colombia y Nueva Zelanda, quienes han estado implementando planes ambiciosos (Sibulali, 2020).

Aguacate Hass en México

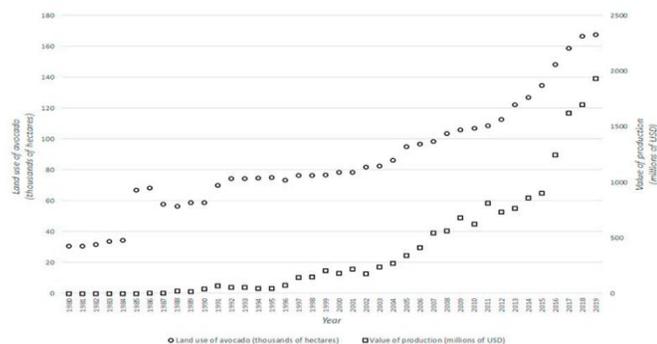
México es el mayor productor y exportador de la variedad Hass (“oro verde”) en el comercio mundial, suele representar entre el 55% y 60% de exportaciones dado su enfoque de mayor calidad, sin embargo, dada la variación climática se han presentado pérdidas, por ejemplo en junio de 2022 se presentó una tormenta destructiva, seguida de condiciones de sequía en las principales regiones productivas (Food and Agriculture Organization of the United Nations,

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

2023). Los mayores productores se encuentran en el estado de Michoacán, representado el 92% de la producción del país y cuenta con alrededor de 30.000 árboles cultivados (Avocados from Mexico, 2023). En la figura 2 se puede observar la rápida expansión del cultivo en Michoacán desde el tratado de libre comercio (TLC) con Estados Unidos en 1994, desde 1997 a 2018 el área ocupada por el AH se ha incrementado en un 217% (De la Vega-Rivera & Merino-Pérez, 2021).

Figura 2.

Uso de la tierra y valor de producción de aguacate en el Estado de Michoacán de 1980 a 2019.



Nota. Tomado de (De la Vega-Rivera & Merino-Pérez, 2021)

En Michoacán uno de cada cinco empleos está relacionado con el aguacate. En este Estado se produce un tercio de los aguacates que se consumen en el mundo (Saldaña Duarte, 2022). El incremento de cultivos en esta zona de México, trajo cambios en el ámbito social, relacionado a lo económico y al incremento de inseguridad, además de problemas de abastecimiento del recurso agua y la sobreexplotación de los suelos (CEDRSSA, 2017). Aproximadamente el 88% de los productores de Michoacán generan de regulares a severos niveles de contaminación, asociados a la erosión, daño a mantos acuíferos por agotamiento y contaminación por uso de pesticidas que teniendo en cuenta el perfil del pueden llegar fácilmente a los acuíferos (CEDRSSA, 2017).

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

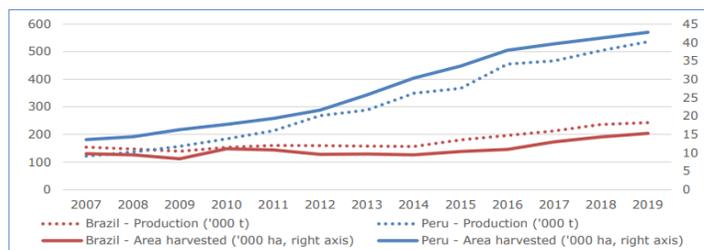
Aguacate Hass en Perú

Perú se encuentra como el segundo productor y exportador de AH, las grandes inversiones han permitido su expansión. Según el ministerio de agricultura de Perú en 2022 el área cosechada en el país se había expandido en un 67% durante un período de cinco años de 2017 a 2021, especialmente en la producción de aguacate orgánico, para ese mismo año, Perú logró una producción de 600.000 toneladas (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023). Los cultivos a gran escala del AH en Perú se encuentran en la Costa Árida, comenzando por Chiclayo en el norte hasta Arequipa en el sur (Imbert, 2018); la región que se destaca por tener la mayor producción de Hass es La Libertad, (Cahuana, 2022).

(andean. fta, s.f) realizó una comparación con Brasil (mayor exportador a EU) (figura 3) donde se puede observar que la producción en Perú ha aumentado cada año durante el periodo de 2007 a 2019, con un crecimiento marcado entre 2012 a 2019 con un promedio aproximado de 38.000 toneladas por año, evidenciando el impacto del TLC entre estos dos países firmado en 2012. Además la figura 3 demuestra que el área cosechada (Area harvested) y la producción (production) son directamente proporcionales (andean. fta, s.f).

Figura 3.

Producción de AH en Perú para el periodo 2007 a 2019



Nota. Tomado de (andean. fta, s.f).

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

El coordinador de la Red de Acción en Agricultura Alternativa, resalta que la expansión de este cultivo en las cuencas del Pacífico se ha realizado sin un plan nacional que garantice la sostenibilidad ambiental y económica. Teniendo en cuenta que no se cuenta con una evaluación de balance hídrico las demás actividades económicas de la zona se pueden ver afectadas, especialmente en época de sequía. El crecimiento en la demanda de este producto, obliga a los productores a expandir su cultivo, afectando suelos de uso de protección (Gomero, 2023).

Aguacate Hass en Colombia

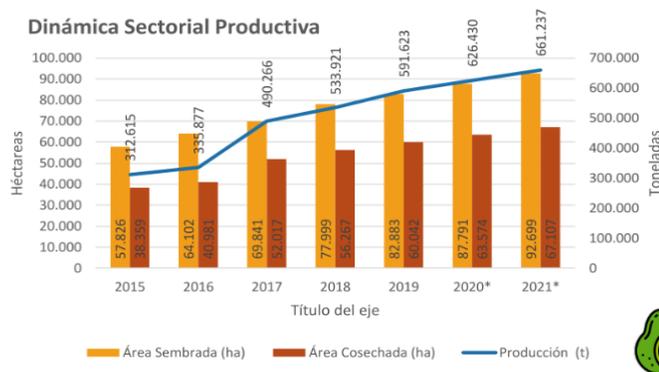
Debido a conflictos que se han presentado con la exportación de Aguacate Mexicano, se da la oportunidad para que Colombia entre en la lista de mayores exportadores y productores. Esta variedad comienza a ser sembrada desde el año 2000, ya que se realizaron campañas de siembra de muchas variedades en las zonas cafeteras con aproximadamente 12.00 hectáreas (Legiscomex, 2022). En los últimos años el área sembrada ha crecido debido al dinamismo e interés en el establecimiento de la variedad Hass (Finagro, 2018), donde los principales departamentos productores se encuentran ubicados en el Eje Cafetero, Tolima, Antioquia, Cauca y Valle del Cauca (ICA, 2022).

Para 2021 se tuvo un área sembrada de 26.427 hectáreas de AH y para junio de 2022 Colombia ya se tenían sembradas 40.000 Ha de la variedad Hass, lo que representa un aumento de 13.573 hectáreas, además el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural comentó que cerca del 65% del área sembrada de esta variedad se encuentra en edad productiva y el restante en etapa de desarrollo, indicando que la producción anual incrementa paulatinamente, además destaca que existen más de 4.000 productores de AH en el país (Ministerio de Agricultura y

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Desarrollo Rural, 2021). Del área sembrada en AH, se encuentran registradas ante el ICA 24.424 hectáreas para el mercado de exportación (ICA, 2022).

Figura 4. Dinámica de producción de Aguacate en Colombia



Nota. Cabe resaltar que la gráfica presenta la dinámica sectorial de las distintas variedades de Aguacate. Tomado de (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021).

Hay algunos estudios relacionados al AH en Colombia, por ejemplo, (Molina, 2022) encontró que en el complejo del Páramo de Sonsón (Antioquia y Caldas) los productores presentan bajos índices de gestión respecto al cumplimiento de la normatividad ambiental, en particular en lo relacionado con la gestión del recurso hídrico y la biodiversidad, también encontró que existe una relación entre las certificaciones y el cumplimiento de la normatividad sanitaria.

Paralelamente, en el año 2020 Corpocaldas inició un proceso sancionatorio ambiental hacia una empresa aguacatera extranjera dada las denuncias de la comunidad de Neira y Aranzazu por la contaminación de los cauces y vertientes que confluyen al río Tareas, así como la afectación de las áreas forestales protectoras de dichos cuerpos de agua, destacando que estas presiones sobre el ambiente se originaron por la construcción de una carretera, donde la tierra removida fue arrojada sobre estos manantiales que proveen agua a más de 900 familias de 17

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

veredas (Agudelo et al., 2019), incumpliendo así el acuerdo de voluntarios que firmaron los productores de aguacate Hass con las “Mesas Municipales del Aguacate” , en este se acordó proteger las fuentes hídricas y disminuir la contaminación que se puede generar (Vargas & Gallego, 2021).

Como se menciona anteriormente, el recurso hídrico es fundamental, ya que es usado durante todas las etapas del cultivo y aunque Colombia tiene un alto régimen de lluvias en la mayor parte del año, es necesario el uso de sistemas de irrigación (Erazo-Mesa et al., 2022); estas necesidades hídricas por parte de las grandes multinacionales ha llevado a una gestión deficiente de este recurso.

MÉTODOS

La presente investigación es de tipo descriptiva. Se desarrolló a partir de la información bibliográfica existente en bases de datos acerca del cultivo de AH con el fin de identificar el impacto en la sostenibilidad ambiental por la expansión del mismo en Colombia.

Primera fase. Revisión bibliográfica sobre el cultivo de AH de exportación en México, Perú y Colombia. Durante el desarrollo de esta fase se realizará una exhaustiva revisión bibliográfica (libros, artículos, noticias, entrevistas, informes) en bases de datos acerca de la expansión del cultivo de AH y sus impactos ambientales en los países con mayor exportación, es decir, México, Perú y Colombia a partir de la búsqueda de palabras clave: impactos ambientales por el cultivo de AH en cada uno de los países analizados mencionados anteriormente, cultivo de AH en México, cultivo de AH en Perú, cultivo de AH en Colombia, expansión del cultivo de

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

AH en Colombia, México y Perú (en el caso de Perú la búsqueda se realizó con la palabra “palto”) y finalmente sostenibilidad ambiental del AH.

Segunda fase. Revisión bibliográfica de acciones y propuestas para su gestión. Una vez identificados los impactos, se busca realizar una revisión bibliográfica sobre las acciones actuales para la gestión del cultivo de AH destinado a exportación, su manejo y las alternativas para un manejo justo del AH de exportación en Colombia a partir de palabras clave como “gestión ambiental del cultivo de AH”, estas palabras se combinaron con cada uno de los países. Finalmente en la **Tercera fase.** Análisis de la información. A partir de la información recolectada se realizó su respectivo análisis con tablas comparativas, esto con el fin de identificar el impacto en la sostenibilidad ambiental por la expansión del cultivo de AH en Colombia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los impactos sobre la sostenibilidad ambiental generados por el establecimiento de cultivos de AH se identificaron a partir de una revisión bibliográfica de información secundaria (artículos, investigaciones, reportes del gobierno o de organizaciones, informes). En el caso de México se encontraron 28 materiales que se encuentran en el periodo de 2008 a 2023. En la tabla 1 se puede observar que 10 de los materiales revisados establece que se presentan presiones sobre el agua y suelo, la deforestación ha sido citada en 7 de los documentos y en cuanto la biodiversidad 6 de los materiales analizados mencionan este aspecto, sin embargo, se resalta que no hay suficiente evidencia confiable y precisa acerca de los impactos sobre este (Cuarón & Díaz Ávila, 2023; Espinoza et al., 2009).

Tabla 1.

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Citas relacionadas con las presiones ejercidas sobre el MA por cultivos de AH

País	Presiones	Citas	Número de citas
	Deforestación	(Cho, 2020), (Denvir et al., 2021), (Molina Sánchez et al., 2019),(CEDRSSA, 2017),(Cuarón & Díaz Ávila, 2023) ,(Hansen, 2018), (Arima et al., 2022)	7
	Agua (consumo, uso, contaminación)	(Bravo-Espinosa et al., 2012),(Denvir et al., 2021),(Chávez León et al. 2012),(González-Estudillo et al., 2017),(Khan et al., 2021) ,(Gavito et al., 2012),(Cuarón & Díaz Ávila, 2023) ,(Gómez-Tagle et al., 2022),(Sanchez, 2018),(Ruíz-Sevilla & Ortiz-Paniagua, 2021)	10
	Biodiversidad (pérdida)	(Khan et al., 2021) ,(Chávez León et al.2012),(Cuarón & Díaz Ávila, 2023),(Gomez, 2019),(Ramírez-Mejía et al., 2022) ,(Marroquin-Paramo et al., 2017)	6
México	Paisaje (alteración)	(Gomez, 2019) (Denvir et al., 2021)	2
	Suelo (contaminación)	(Bravo-Espinosa et al., 2012), (Chávez León et al.2012),(Gavito et al., 2012),(Guadalupe & Alcalá, 2021),(De la Vega-Rivera & Merino-Pérez, 2021),(Pérez-Solache et al., 2023),(Triana & Gutierrez, 2016),(Denvir et al., 2021),(Espinoza et al., 2009)	10
	Energía (consumo, uso)	(Anaya et al., 2014),(Gavito et al., 2012)	2
	Deforestación	(Molina, 2022)(Quiceno Rico et al., 2019), (Equipo Tolima, Proyecto Internacional Territorios en Conflicto. Fase II, 2021)	3
Colombia	Aire (contaminación)	(Alvarez & Monsalve, 2019)	1
	Agua (consumo, uso, contaminación)	(Molina, 2022),(Naranjo & Reyes Pineda, 2021), (Quiceno Rico et al., 2019) ,(Equipo Tolima, Proyecto Internacional Territorios en Conflicto. Fase II, 2021),(Diaz, 2019), (Alvarez & Monsalve, 2019),(Triana & Gutierrez, 2016)	7
	Biodiversidad (pérdida)	(Sánchez-Jiménez & Ángel-Osorio, 2022), (Quiceno Rico et al., 2019) ,(Velásquez Restrepo et al., 2023),(Triana & Gutierrez, 2016)	4
	Paisaje (alteración)	(Agudelo et al., 2019),(Vargas & Gallego, 2021)	2
	Suelo (contaminación)	(Quiceno Rico et al., 2019) ,(Diaz, 2019), (Alvarez & Monsalve, 2019)	3
Perú	Agua (consumo, uso, contaminación)	(andean. fta, s.f), (Apaza, 2019), (Esteve-Llorens et al., 2022),(Salmoral et al., 2020),(Apaza et al., 2019)	4
	Aire	(Esteve-Llorens et al., 2022)	1

País	Presiones	Citas	Número de citas
	(contaminación)		
	Biodiversidad		
	(pérdida)	(andean. fta, s.f)	1

Nota. Elaboración propia a partir de todas las fuentes consultadas.

Respecto a la información bibliográfica encontrada para el Perú, esta se enfoca en el recurso hídrico, ya que como se mencionó anteriormente los cultivos de AH se encuentran en la costa Árida, cabe resaltar que este país tiene un bajo número de documentos relacionados a los impactos ambientales sobre los recursos naturales. Finalmente la revisión bibliográfica realizada para Colombia se encontró que en su mayoría la investigación ha sido empírica y bibliográfica, es decir, no se tienen datos exactos (cuantificables) de los impactos sobre la sostenibilidad ambiental en cada uno de las presiones mencionadas. Cabe resaltar que en 2 de estos documentos se menciona la transformación sobre el paisaje cafetero.

La tabla 1 permite evidenciar que se encontraron pocos estudios relacionados a la energía y aire en comparación con los demás. En cuanto a la energía, esta hace referencia al gasto energético, la eficiencia energética (Gavito et al., 2012) y al uso de combustibles fósiles (Anaya et al., 2014) encontró que el mayor consumo energético se presentó en los procesos de fertilización y en el manejo de plagas; además estos procesos también afectan el componente atmosférico (Alvarez & Monsalve, 2019).

Recurso Hídrico

La información bibliográfica encontrada permitió evidenciar que diversos autores concluyen que el recurso hídrico se ha visto altamente impactado por la expansión del cultivo de AH (Denvir et al., 2021;Chávez León et al. ,2012;González-Estudillo et al., 2017;Khan et al.,

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

2021;Molina, 2022;Naranjo & Reyes Pineda, 2021,Triana & Gutierrez, 2016). En Perú, la expansión de estos cultivos se ha presentado en zonas costeras con climas hiperáridos (zonas desérticas y con déficit hídrico) (Juárez, 2019), por lo cual es necesario un gran volumen de aguas subterráneas para suplir las necesidades de este (Esteve-Llorens et al., 2022) y debido a esto las grandes empresas de agronegocios de cultivos de AH en Olmos están generando una reducción en los niveles del agua subterránea, impactando ecológicamente al bosque seco existente en el norte del país, destacando que este bosque tiene especies endémicas (andean. fta, s.f) ; (Gómez-Tagle et al.,2022).

A partir de la huella hídrica azul encontró que en México se presenta un comportamiento similar, ya que el uso del agua fue excedida en un 40% del total de concesiones otorgadas para el uso de la agricultura en Uruapan, además el instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias encontró que en ciertas áreas del estado de Michoacán las personas tienen que excavar más profundo para encontrar agua por la caída del nivel freático (Chávez León et al.2012), como consecuencia de la agricultura ilegal excesiva del AH lo que ha encareciendo el recurso y requiriendo tecnología que permita la extracción de aguas más profundas (Khan et al., 2021).

En el caso de Colombia también se ha presentado conflicto con este recurso, ya que se han realizado captaciones ilegales hasta por 400.000 litros de agua para satisfacer las necesidades del cultivo en el municipio de Pijao (EcoGénova, 2023), además empresas aguacateras se han ubicado en la cuenca alta del Río Roble (Equipo Tolima, Proyecto Internacional Territorios en Conflicto. Fase II, 2021).

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Además, la calidad del agua se puede ver afectada por el alto uso de fertilizantes y el aumento de los niveles de escorrentía (Bravo-Espinosa et al., 2012), en una evaluación del impacto ecológico del cultivo de aguacate en Michoacán encontraron que los principales problemas principales con el suelo derivaron en 6 elementos de diagnóstico, entre ellos los vertimientos con derivado de los adherentes de las aspersiones foliares (Gavito et al., 2012). En Perú, (Esteve-Llorens et al., 2022) a través de un análisis de ciclo de vida encontraron que los impactos en el agua como la eutrofización eco-toxicidad y la acidificación se encuentran mayoritariamente (80% al 90%) en las etapas de cultivo y cosecha, esto debido al uso de agroquímicos; estudios realizados en la región del oriente de Antioquia y en la Calera, Cundinamarca concluyen que el impacto de mayor relevancia es la contaminación del recurso hídrico, dado el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes (Molina, 2022; Triana & Gutierrez, 2016).

Un ejemplo de ello es la investigación realizada por (Quiceno Rico et al., 2019) donde obtuvo un valor de $1315 \text{ m}^3/\text{ton}$ para la huella gris en la fracción de nitrógeno usado como fertilizante en el cultivo de AH en el Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen (Quindío), indicando que esta es “la cantidad de agua que el cuerpo receptor necesita para diluir la fracción de lixiviación y escorrentía” (Quiceno Rico et al., 2019, p63) representando así un alto riesgo a la sostenibilidad de los recursos hídricos de esta reserva natural.

Por último, diversos estudios resaltan la importancia de tomar medidas frente a la sostenibilidad de este recurso, por ejemplo, a través de investigaciones amplias y de largo plazo para hacer cumplir las políticas establecidas en cada país (Khan et al., 2021), teniendo en cuenta

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

que la productividad del cultivo y el consumo de agua están directamente relacionados (mayores beneficios económicos, mayor consumo) (González-Estudillo et al., 2017) y que la competencia por el agua con otros sectores económicos puede generar conflictos sociales (Cuarón & Díaz Ávila, 2023).

Recurso Suelo

El cultivo de AH ejerce diferentes presiones sobre el suelo, por ejemplo, los suelos en Michoacán presentan niveles de erosión clasificados como de altos a severos, debido al mal manejo de los suelos agrícolas (Espinoza et al., 2009), otros impactos citados por (Gavito et al., 2012) sobre el suelo son la reducción de la capa efectiva del suelo para el crecimiento vegetal, la pérdida de materia orgánica y de nutrientes, también evidenció que en un cultivo de 20 años que realiza aplicación de herbicidas presentó mayor erosión en comparación con una de 37 años donde usaban chaponeos para el control de herbáceas (Gavito et al., 2012). En Michoacán, (Guadalupe & Alcalá, 2021) por medio de un análisis del estado de los suelos de bosque y aguacateros encontraron que las comunidades microbianas son más diversas en los suelos con bosques por el contenido de materia orgánica, además los suelos ideales para el establecimiento del cultivo han ido disminuyendo (Arima et al., 2022)

Por otro lado, debido al cambio del uso de suelo de bosque a cultivos de AH han las propiedades físicas del suelo han cambiado (Pérez-Solache et al., 2023; Triana & Gutierrez, 2016). En el municipio de la Calera (Triana & Gutiérrez, 2016) y (Díaz, 2019) en Popayán identificaron que en la etapa de adecuación del terreno se presentan los puntos críticos

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

potenciales de degradación del recurso suelo, esto se puede contrastar con la información presentada en el marco teórico del presente artículo “*cultivo de Aguacate Hass*”.

Recursos flora y biodiversidad

La deforestación después del agua y del suelo es el aspecto que más mencionado después del agua y el suelo (ver tabla 1). En México se han realizado diversos estudios acerca de cómo los bosques se han visto afectados por la instalación de cultivos de AH, por ejemplo, (Cho, 2020) realizó un análisis multitemporal de deforestación encontrando que 17% de la pérdida de bosques (tropicales y montanos) en Michoacán entre 2001 y 2017 corresponde al establecimiento de AH, destacando que 25,4% del total de áreas planteadas se encuentran ubicadas en áreas biológicas clave (preservación de especies amenazadas), esta información también se encuentra establecida por (Denvir et al., 2021; CEDRSSA, 2017). Durante un estudio realizado en 2019 por (Molina Sánchez et al., 2019) se encontró un aumento en la fragmentación de los bosques de pino y de robles asociado al uso de la tierra para el cultivo de AH; resaltando que se ha presentado deforestación ilegal para estos cultivos (Hansen, 2018).

La pérdida de bosques en Michoacán puede verse impulsada por la distancia a los cultivos, los caminos, las localidades y la disminución de suelos Andosol, esto se concluyó a partir de un modelo espacial que proyecta la expansión del aguacate (Arima et al., 2022). La deforestación se ha presentado por incendios forestales provocados, otros esconden las plantas entre los pinos para después cortarlos y así evadir a las autoridades, evidenciando una regulación ineficaz en la adquisición de tierras y una mala planificación del uso de la tierra (Khan et al., 2021; CEDRSSA, 2017).

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

A diferencia de México donde se encuentra información cuantificada directamente relacionada a la deforestación por los cultivos de AH, en Perú y Colombia no se encuentra esta información específica, en la tabla 1 es posible observar que los documentos encontrados respecto a este tema son reducidos para Colombia y para Perú, sin embargo, en Colombia se han presentado denuncias por parte de la comunidad de Cajamarca, donde se han provocado incendios con el fin de establecer este cultivo (Liga contra el Silencio, 2020).

Como se mencionó anteriormente la deforestación provoca cambios en el uso de la tierra (Denvir et al., 2021; Ramírez-Mejía et al., 2022), en la tabla 2 se puede observar este impacto en los países de estudio del presente artículo, para el caso de Colombia este no se ha citado textualmente en alguno de los estudios, sin embargo a partir de estos y de las denuncias presentadas es posible concluir la existencia de este impacto en el país.

Cabe destacar que el cambio en el uso de la tierra por deforestación puede conllevar a otros impactos negativos sobre la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos (Sahagún & Reyes, 2018). La preservación de especies se ha visto afectada por estos cambios, ya que se generan pérdidas de hábitats como es el caso de la mariposa monarca para México en los bosques de Oyamel (Cho, 2020) y de hepertofauna (Marroquin-Páramo et al., 2017), el loro orejiamarillo especie en peligro de extinción en Colombia y debido a que la población conocida de individuos maduros es muy pequeña es aún más vulnerable a las amenazas que enfrenta (CORTOLIMA, 2022) y en el caso de Perú se presentó un impacto negativo potencial en la biodiversidad por la degradación de los bosques secos (andean. fta, s.f).

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

En un estudio donde se compararon cultivos con diferente manejo, se encontró mayor biodiversidad de polinizadores en cultivos con manejo orgánico (libre de pesticidas), que en otros donde se hace uso de pesticidas (Gavito et al., 2012), a diferencia en Colombia la corporación autónoma regional del Quindío demostró preocupación por la muerte y reducción de polinizadores por el monocultivo en el Páramo de Chilí (Pijao) (Sánchez-Jiménez & Ángel-Osorio, 2022).

Continuando con la biodiversidad, de acuerdo con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en México hay 7 especies de pinos en peligro de desaparecer por la producción de AH en el territorio de Michoacán, las cuales son: *Pinus oocarpa*, *P. douglasiana*, *P. leiophylla*, *P. michoacana* Var. *Martínez*, *P. michoacana* Var. *Cornuta*, *P. pseudostrobus* y *P. montezumae*. (CEDRSSA, 2017), también han reportado la reducción de robles nativos (Arima et al., 2022), en Colombia se han reportado cultivos en cercanías a zonas con palma de cera, sin embargo, hace falta más investigación sobre como la palma de cera se ve afectada por el AH.

Tabla 2.

Cambios en el uso de la tierra en cada uno de los países estudiados.

País	Cambio en el uso de la tierra
México	<p>El 25,4% de las áreas biológicas clave de Michoacán pasaron a cultivos de AH (Cho, 2020).</p> <p>Los bosques nativos de pino-encino han sido deforestados para establecer los cultivos (Denvir et al., 2021).</p> <p>(Ramírez-Mejía et al., 2022) predijeron los posibles patrones de expansión del AH, encontrando impactos sobre las áreas importantes para la conservación de la biodiversidad.</p>

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

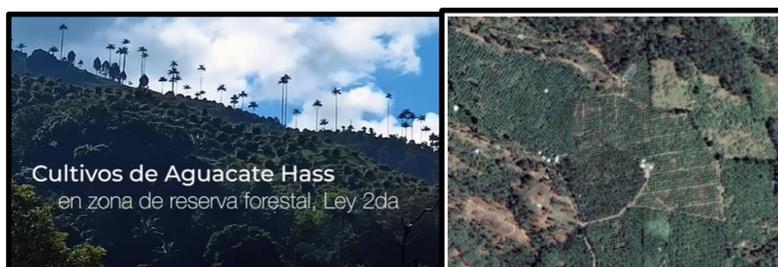
País	Cambio en el uso de la tierra
Perú	El cambio del uso de la tierra se dio en las áreas desérticas costeras que ahora son áreas de producción. (andean. fta, s.f)
Colombia	Los cultivos de café en el eje cafetero han sido transformados a cultivos de AH (Agudelo et al., 2019), además se han presentado denuncias por cultivos establecidos en cercanías o en zonas donde se encuentran las palmas de cera (La Liga Contra el Silencio, 2021)

Nota. Elaboración propia a partir de todas las fuentes consultadas.

El paisaje se puede ver alterado por los monocultivos de AH, como sucede en México donde los parches de bosque se han visto más aislados (ver figura 1), mientras que el cultivo se ha expandido creando un paisaje homogéneo en algunas partes de la región de Michoacán (Denvir et al., 2021), que a su vez afecta la diversidad de aves, ya que los paisajes son de vital importancia en términos de conservación, el aumento de este cultivo respecto a los bosques tiende a disminuir la riqueza (Gómez, 2019) . Específicamente en el eje cafetero Colombiano el Paisaje Cultural Cafetero (PCC) se ha visto afectado, ya que está siendo arrasado por el “boom del aguacate” que tiene mejores precios que el café, el pago al campesino es mejor y además es una alternativa para contrarrestar la depreciación del café tras la caída del pacto internacional de cafeteros; en muchos de los casos los campesinos se están viendo obligados a cambiar sus cultivos o a vender sus tierras a extranjeros (Agudelo et al., 2019).

Figura 5.

Alteración del paisaje por cultivos de HA en cultivos de AH.



SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Nota. La primera imagen se encuentra un cultivo de AH en la zona de reserva forestal (páramo del Chili) y en la segunda imagen se observan los monocultivos de AH en Michoacán. Tomado de (EcoGénova, 2023) y (Denvir et al., 2021).

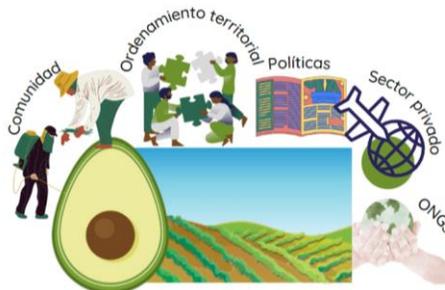
Así como el PCC se ha visto afectado, el paisaje natural tradicional de palma de cera está siendo impactado por el establecimiento de este cultivo, en 2020 en el municipio de Pijao la CRQ solicitó que una empresa aguacatera retirará más de 800 árboles que se encontraban en cercanía (<3 metros) a las palmas de cera (CRQ, 2021), sin embargo, hacía el páramo de Chilli (ver figura 5) y en el municipio de Cajamarca (Tolima) se siguen encontrando hileras extensas de aguacate invadiendo el territorio de la palma de cera (La Liga Contra el Silencio, 2021; Bonilla, 2022). Es necesario conservar los fragmentos de bosques en unidades productivas de AH, ya que estos permiten la conservación de la biodiversidad de aves, como fue demostrado en un estudio realizado por el instituto de investigación Humboldt en 2023 (Velásquez Restrepo et al., 2023).

Programas, políticas y acciones en el ámbito ambiental del cultivo de Aguacate Hass

Existen diferentes actores dentro del cultivo de AH que son de vital importancia para alcanzar la sostenibilidad ambiental como el sector público (ordenamiento del territorio y políticas), el sector privado (multinacionales), las comunidades campesinas, las organizaciones no gubernamentales, entre otras (ver Figura 6). Está articulación, la adecuada gestión ambiental y la aplicación estricta de las políticas sobre los recursos ambientales es necesaria para mitigar los impactos sobre la sostenibilidad ambiental anteriormente mencionados.

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Figura 6. Actores para la gestión ambiental del cultivo de AH



Nota. Elaboración propia.

México ha presentado algunas iniciativas como el Programa Nacional Forestal (PROFANOR) que promueve la conservación y restauración de los recursos forestales, dentro de sus acciones, se incluye la reforestación y restauración de áreas degradadas, contribuyendo a contrarrestar la deforestación asociada con la expansión de los cultivos de aguacate, además de las certificaciones de buenas prácticas agrícolas. Otra iniciativa importante de mencionar es la relacionada con el programa “Forests for Monarchs” de la organización sin ánimo de lucro “La Cruz Habitat Protection Project, Inc.” que busca reforestar dentro y alrededor de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, donde la exportadora MHAIA hace parte a partir del compromiso de prácticas sostenibles destinadas a la protección del medio ambiente y es el principal benefactor de este programa desde 2017 en Michoacán (mhaia, 2022).

Además México cuenta con su propio instituto dedicado al estudio del aguacate “The Avocado Institute of Mexico”. Por otro lado, el gobierno de México dentro de la planeación agrícola nacional (2017-2030) establece estrategias para promover la sustentabilidad en la producción de AH. En el caso de Colombia, desde 2019 se viene trabajando en la guía ambiental para el cultivo de AH, además para el año 2018 se identificaron y se publicó un documento con

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

las zonas aptas para el cultivo comercial de AH teniendo en cuenta diferentes variables, es importante resaltar que este documento ahora aparece como “obsoleto” en la página de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, más sin embargo, da una idea de cómo podría ser la distribución del cultivo en el país, actualmente se debería tener en cuenta las áreas ya transformadas y contemplar distintos escenarios de restricción por ejemplo productivos, restrictivos y conservacionista.

En Colombia se han adelantado proyectos exitosos respecto a la sostenibilidad ambiental en cultivos como el “paisaje palmero biodiverso” (PB), además que el sector palmero cuenta con certificaciones como la RSPO para aceite de palma, demostrando cómo influyen los certificados en la sostenibilidad y a su vez ayuda a los consumidores a apoyar la producción sostenible (Cho, 2020). Teniendo en cuenta el PB es importante resaltar que este proyecto tiene en cuenta la articulación de tipo productivo y ambiental, además de un enfoque educativo sobre la biodiversidad a los palmeros y la identificación de áreas de importancia ambiental para así profundizar en sus características y relevancia para posteriormente tener en cuenta el riesgo de una potencial afectación (Paisaje Palmero Biodiverso, 2018).

Lo anterior podría comenzar a ser aplicado para el sector aguacatero del país a partir de los actores primordiales como el Ministerio de Ambiente y el de Agricultura, así como la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) y el Instituto Colombiano Agropecuario.

CONCLUSIONES

La comparación entre los países donde se ha expandido el AH permitió tener un amplio panorama acerca de cómo los recursos naturales se ven afectados por la expansión de este cultivo, lo que evidencia la necesidad de que en Colombia se continúe con el diagnóstico en materia de sostenibilidad ambiental del cultivo, a partir de investigaciones en las áreas donde se ha ido expandiendo y en las zonas denunciadas por las comunidades, esto con el fin de continuar con la toma de decisiones, porque aunque en 2018 se establecieron zonas aptas para el mismo, se evidencio que aun así se presenta este cultivo en áreas de protección como en las zonas de reserva forestal de Palma de Cera.

Los múltiples estudios sobre los impactos sobre la sostenibilidad ambiental del monocultivo de AH permiten evidenciar la reducida gestión que se tiene sobre los recursos naturales agua, suelo, flora y fauna. Destacando que estos impactos son desatados por la alta demanda a nivel mundial, la rentabilidad económica del cultivo, entre otros factores provocando que se utilice más tierra para expandir el cultivo, por lo cual las políticas de ordenamiento territorial son de vital importancia. La deforestación y el cambio en el uso del suelo desatan otros impactos negativos sobre el medio ambiente, especialmente en el paisaje, la biodiversidad,, la cobertura vegetal, el suelo y el agua.

El presente trabajo puede ser utilizado como referencia para otros trabajos relacionados con la sostenibilidad en los ámbitos económicos y sociales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Agudelo, C., María, L., & Gutiérrez, A. (2019). *HASS BAJO LA MANGA Serie*

Documental páginas

Anaya, C. A., & Burgos, L. (2015). Energy consumption in the management of avocado orchards in Michoacán, Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, , 5-20. 10.5154/r.rchsh

Andean. fta. (s.f). *Annex j: case study 9 -the impact of the agreement on biodiversity -the case of avocado production in peru*

Apaza, W. (2019). *Sustentabilidad de los fundos productores de palto y espárrago en la irrigación chavimochic*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Apaza, W., Quiroz, P., & Julca-Otiniano, A. (2019). Characterisation of avocado and asparagus farms in the Chavimochic irrigation project in La Libertad, Peru. *Peruvian Journal of Agronomy*, 3(3), 91-103. 10.21704/pja.v3i3.1342

Arima, E. Y., Denvir, A., Young, K. R., González-Rodríguez, A., & García-Oliva, F. (2022). Modelling avocado-driven deforestation in Michoacán, Mexico. *Environmental Research Letters*, 1710.1088/1748-9326/ac5419

Avocados from México. (2023). The hass avocado. 19 de marzo de 2023 <http://surl.li/fqgag>
Bonilla, H. (2022, 3 de diciembre de). Cultivos de aguacate Hass amenazan bosques de Palma de

Cera en Tolima. <https://caracol.com.co/2022/12/03/cultivos-de-aguacate-hass-amenazan-bosques-de-palma-de-cera-en-tolima/>

Bravo-Espinosa, M., Mendoza, M. E., Carlón Allende, T., Medina, L., Sáenz-Reyes, J. T., & Páez, R. (2012). Effects of converting forest to avocado orchards on topsoil properties in the

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

trans-mexican volcanic system, mexico. *Land Degradation*

Development, 25(5)10.1002/ldr.2163

Cahuana, M. (2022). Las exportaciones de palta hass y contribución en el desarrollo del agro no tradicional de la región La Libertad, período 2010-2016. (). Lima, Perú: <http://surl.li/fqgno>

CEDRSSA. (2017). *Caso de exportación: El Aguacate*. (). Ciudad de México:

Chávez León, G., Tapia Vargas, L. M., Bravo Espinoza, M., Sáenz Reyes, J., Muñoz Flores, H.

J., Vidales Fernández, I., Larios Guzmán, A., Rentería Anima, J. B., Villaseñor Ramírez, F.

J., & Sánchez Pérez, J. d. l. L. (2012). Impacto de cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate.

Cho, K. (2020). Environmental impacts of the U.S.-Mexico avocado supply chain. *Handbook of Healthcare Analytics* (pp. 159-185). John Wiley & Sons, Incorporated.

10.1002/9781119300977.ch8

CORTOLIMA. (2022). *Cortolima: a la defensa de los bosques de palma de cera amenazados*

por cultivos agrícolas. 18 de mayo de 2023 [https://www.cortolima.gov.co/sala-de-](https://www.cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3677-cortolima-a-la-defensa-de-los-bosques-de-palma-de-cera-amenazados-por-cultivos-agricolas)

[prensa/noticias/3677-cortolima-a-la-defensa-de-los-bosques-de-palma-de-cera-amenazados-por-cultivos-agricolas.](https://www.cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3677-cortolima-a-la-defensa-de-los-bosques-de-palma-de-cera-amenazados-por-cultivos-agricolas)

CRQ hizo que empresa aguacatera en Pijao retirara más de 800 árboles que. CRQ (Director).

(2021).[Video/DVD] Quindío:

Cuarón, A. D., & Díaz Ávila, M. (2023). *3876 -Avocado Environmental Impact Study Mexico*

Final report. (). Mexico:

DANE. (2015). Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. (). Colombia: DANE.

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

- De la Vega-Rivera, A., & Merino-Pérez, L. (2021). Socio-Environmental Impacts of the Avocado Boom in the Meseta Purépecha, Michoacán, Mexico. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 13(13), 7247. 10.3390/su13137247
- Denvir, A., Arima, E. Y., González-Rodríguez, A., & Young, K. R. (2021a). Ecological and human dimensions of avocado expansion in México: Towards supply-chain sustainability. *Ambio*, 51(1), 152-166. 10.1007/s13280-021-01538-6
- Díaz, C. (2019). *Implementación de un plan de manejo ambiental al sistema de producción de aguacate Hass en la finca Jireh, vereda La Claridad, municipio de Popayán*. páginas
- Dirección general de información agraria. (2008). Estudio paltas en el Perú y el Mundo. (). Perú, EcoGenova (Producer), & Viera, V. (Director). (2023). *La agroindustria del aguacate hass amenaza la vida*. [Video/DVD] Quindío, Colombia:
- Equipo Tolima, Proyecto Internacional Territorios en Conflicto. Fase II. (2021). *Resumen de prensa y artículos varios sobre el aguacate Hass*. (). Colombia: <https://territoriolab.org/wp-content/uploads/2021/11/DOSSIER-UNIFICADO-DE-PRENSA-AGUACATE-HASS-COLOMBIA-2020-2021-1.pdf>
- Erazo-Mesa, E., Gómez, E. H., & Sánchez, A. E. (2022). Surface soil water content as an indicator of Hass avocado irrigation scheduling. *Agricultural Water Management*, 273, 107864. 10.1016/j.agwat.2022.107864
- Espinoza, M. B., Sanchez, J. d. I. L., Vidales, J., Saenz, j., Chavez, J., Madrigal, S., Muñoz, H., Tapia, L., Orozco, g., Alcantar, J., Vidales, I., & Venegas, E. (2009). *Impactos ambientales*

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

y socioeconómicos del cambio de uso del suelo forestal a huertos de aguacate en

Michoacán. (). Texoco: Centro de Investigación Regional Pacífico

Centro. http://www.inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/libro_aguacate.pdf

Esteve-Llorens, X., Ita-Nagy, D., Parodi, E., González-García, S., Moreira, M. T., Feijoo, G., &

Vázquez-Rowe, I. (2022). Environmental footprint of critical agro-export products in the

Peruvian hyper-arid coast: A case study for green asparagus and avocado. *Science of the*

Total Environment, 818, 151686. 10.1016/j.scitotenv.2021.151686

Finagro. (2018). Ficha de inteligencia aguacate. (). Colombia: <http://surl.li/fqggp>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). Major tropical fruits. (). Roma: <http://surl.li/fqgiq>

García, B. (2020). *La producción de aguacate Hass (Persea Americana) como eje de desarrollo en tetela del volcán, morelos*

Gavito, M., Calderon, M., Martinez, J., barajas, R., & Ramirez, e. (2012). *INFORME FINAL ETAPA 2*. ().

Morelia: [http://www.oikos.unam.mx/interaccion_planta_microbio_ambiente/tmp/REPORT E TECNICO FINAL ETAPA2.pdf](http://www.oikos.unam.mx/interaccion_planta_microbio_ambiente/tmp/REPORT_E_TECNICO_FINAL_ETAPA2.pdf)

Gomero, L. (2023, Abr 7,). Cultivo de palta y su impacto

ambiental. <https://www.agroperu.pe/cultivo-de-palta-y-su-impacto-ambiental/>

Gomez, A. (2019). *Diversidad funcional de aves en paisajes aguacatero en Michoacán, Méxicopáginas*

Gómez-Tagle, A. F., Gómez-Tagle, A., Fuerte-Velázquez, D. J., Barajas-Alcalá, A. G., Quiroz-Rivera, F., Alarcón-Chaires, P. E., & Guerrero-García-Rojas, H. (2022). Blue and Green

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Water Footprint of Agro-Industrial Avocado Production in Central Mexico. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 14(15)10.3390/su14159664

González-Estudillo, J. C., González-Campos, J. B., Nápoles-Rivera, F., Ponce-Ortega, J. M., & El-Halwagi, M. M. (2017). Optimal Planning for Sustainable Production of Avocado in Mexico. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 1(2), 109-120.
10.1007/s41660-017-0008-z

Guadalupe, A., & Alcalá, B. (2021, Oct 20,). ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND ECONOMIC SUSTAINABILITY CAPACITY OF AVOCADO CROPPING IN URUAPAN, MICHOACAN, MEXICO. *Suelos Ecuatoriales*, , 1-13. 10.47864/SE(51)2021p1-12_135

Hansen, O. (2018). Am Neckar.49(6) <https://repository.law.miami.edu/umialr/vol49/iss1/6/>

Imbert, E. (2018). *Producer country file Peruvian Avocado* páginas

Juarez, Y. (2019). *IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA EL CULTIVO DE PALTA* páginas

Khan, N., Kakabadse, N. K., & Skouloudis, A. (2021). Socio-ecological resilience and environmental sustainability: case of avocado from Mexico. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 28(8), 744-758.
10.1080/13504509.2021.1902419

La agroindustria del aguacate hass amenaza la vida. Ecogenova (Director).

(2023).[Video/DVD]

Quindio, Colombia: <https://www.youtube.com/watch?v=WwCc2QWHr4c>.

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

La Liga Contra el Silencio. (2021). *El aguacate desata conflictos en el Eje Cafetero*. 18 de Mayo de 2023 <https://ligacontraelsilencio.com/2021/04/21/el-aguacate-desata-conflictos-en-el-eje-cafetero/>

Liga contra el Silencio. (2020, 30 de Octubre de). Los aguacates de AngloGold dividen a Cajamarca. https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Los-aguacates-de-AngloGold-dividen-a-Cajamarca?fbclid=PAAaY5PSWI14Zq5TiDfn6rDaePoGPOvZvdrM6hQoIGCPwnEFlczGu7C_0NcKs

Marroquin-Paramo, J., suazo, I., Mendoza, E., Alvarado, J., & siliceo, H. (2017). Vista de Diversidad de la herpetofauna en huertos de aguacate y hábitats conservados en Michoacán, México. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 88, 235-240. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.025>

mhaia. (2022). *Saving the Monarch Butterfly: The Efforts by MHAIA to Reforest Michoacán*. 18 de Mayo de 2023 https://mhaia.org/sustainability/?_gl=1*y84pvr*_up*MQ..*_ga*NTA4MzQ0MTgxLjE2ODI5OTM3Nzc.*_ga_TJ8J1D2MNM*MTY4Mjk5Mzc3NS4xLjEuMTY4Mjk5Mzk0OC4wLjAuMA..

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). *Cadena productiva Aguacate*. No. 1). Colombia: Retrieved from <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Molina Sánchez, A., Delgado, P., González-Rodríguez, A., González, C., Gómez-Tagle Rojas, A. F., & Lopez-Toledo, L. (2019). Spatio-temporal approach for identification of critical

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

- conservation areas: a case study with two pine species from a threatened temperate forest in Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 28(7), 1863-1883. 10.1007/s10531-019-01767-y
- Molina, A. (2022). *Importancia de la adopción de las buenas prácticas agrícolas en sostenibilidad ambiental y económica del cultivo de aguacate Hass en la región del oriente de Antioquia* páginas
- Naranjo, J. F., & Reyes Pineda, H. (2021). Huella hídrica del cultivo de aguacate cv. Hass (Persea americana Mill.), en el Distrito de Conservación de Suelos Barbas - Bremen, Quindío, Colombia. *Entre Ciencia E Ingeniería*, 15(29), 63-70. 10.31908/19098367.1813
- Ordóñez, J. A. B., de Jong, B. H. J., García-Oliva, F., Aviña, F. L., Pérez, J. V., Guerrero, G., Martínez, R., & Maserá, O. (2008a). Carbon content in vegetation, litter, and soil under 10 different land-use and land-cover classes in the Central Highlands of Michoacan, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 255(7), 2074-2084. 10.1016/j.foreco.2007.12.024
- Paisaje Palmero Biodiverso, G. (2018). *Una mirada al proyecto: paisaje biodiverso palmero*. Colombia: <http://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107611>
- Pérez-Solache, A., Vaca-Sánchez, M. S., Maldonado-López, Y., De Faria, M. L., Borges, M. A. Z., Fagundes, M., Oyama, K., Méndez-Solórzano, M. I., Aguilar-Peralta, J. S., Hernández-Guzmán, R., & Cuevas-Reyes, P. (2023). Changes in land use of temperate forests associated to avocado production in Mexico: Impacts on soil properties, plant traits and insect-plant interactions. *Agricultural Systems*, 204, 103556. 10.1016/j.agry.2022.103556

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

- Pulido, J., Guevara, A., Torre, J., Nuñez, J., Riojas, J., Perez, V., Breceda, K., Barragan, M., Ezzine-de-Blass, D., & Jimenez, C. (2021). Honey-Guacamole: Evaluación del servicio ambiental de la polinización en la producción de aguacate en Michoacán, México. *Acta Universitaria*, 31 <http://doi.org/10.15174/au.2021> . 3083
- Quiceno Rico, J. M., Londoño Chica, S., Mora Gaviria, G. A., Giraldo Franco, M., Molina, A. R., Morales García, B. L., & Pássaro Carvalho, C. (2019). Diagnóstico de aspectos productivos y ambientales en el cultivo de Aguacate Hass del Oriente Antioqueño. *Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño*, 5(1), 45-63.
- Ramírez-Mejía, D., Levers, C., & Mas, J. F. (2022). Spatial patterns and determinants of avocado frontier dynamics in Mexico. *Regional Environmental Change*, 22(1), 1-19. 10.1007/s10113-022-01883-6
- Ruíz-Sevilla, G., & Ortiz-Paniagua, C. F. (2021a). Implicaciones de la Producción de Aguacate en el Balance Hídrico desde una Perspectiva de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), 2011-2019. *Cimexus*, 16(2), 11-35. 10.33110/cimexus160201
- Sahagún, F., & Reyes, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. *Ciencia UAT*, 12(2) https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582018000100006#:~:text=Los%20cambios%20en%20el%20uso,cambio%20climatico%20a%20nivel%20regional.
- Saldaña Duarte, M. G. (2022). Principales efectos socioambientales del cultivo agroindustrial de aguacate en San Gabriel, Jalisco. (Contexto latinoamericano). *HorizonTes Territoriales*, 2(4), 1-28. 10.31644/HT.02.04.2022.A19

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Salmoral, G., Viñarta Carbó, A., Zegarra, E., Knox, J. W., & Rey, D. (2020). Reconciling irrigation demands for agricultural expansion with environmental sustainability - A preliminary assessment for the Ica Valley, Peru. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123544. [10.1016/j.jclepro.2020.123544](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123544)

Sanchez, M. (2018). *The implication of the avocado trade for global water scarcity* páginas

Sánchez-Jiménez, W., & Ángel-Osorio, J. (2022). Tendencias económicas y agroambientales del monocultivo del aguacate Hass en Colombia. *Libre*

Empresa, 19(1)<https://doi.org/10.18041/1657-2815/libreempresa.2022v19n1.9424>

Tardeando. (2022, Jul 29,). CARDER Acompañó Construcción De La Guía Ambiental Para Cultivo De Aguacate Hass. <https://tardeando.com/carder-acompano-construccion-de-la-guia-ambiental-para-cultivo-de-aguacate-hass/>

Triana, J., & Gutierrez, M. (2016). *Estudio de gestión ambiental para el cultivo del aguacate Hass (Persea americana Hill) en el municipio de La calera (Cundinamarca)*.

Vargas, B., & Gallego, J. (2021). El acaparamiento de tierras con propósitos aguacateros pone en riesgo el agua en el norte del departamento Caldas. *Semillas*, 77, 51-55. https://semillas.org.co/apc-aa-files/353467686e6667686b6c676668f16c6c/rev-semillas-77-78_bibiana-vargas-humberto-gallego.pdf

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN CULTIVO DE AGUACATE HASS

Velásquez Restrepo, S., Giraldo-Amaya, M., Saavedra-Porras, S., & Díaz-Nieto, J. F. (2023).

Avifauna asociada a bosques nativos inmersos en agroecosistemas de aguacate Hass en

Caldas y Risaralda (Colombia). *Biota Colombiana*, 24(1), 1-23. 10.21068/2539200X.1070