



Impacto económico potencial de *Xyleborus glabratus* - *Raffaelea lauricola* en el cultivo de aguacate, en el Estado de Michoacán.



ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
FITOSANIDAD Y CALIDAD AGROPECUARIA

Contenido

1.	Resumen Ejecutivo.....	1
2.	Situación mundial de la producción de aguacate.....	1
3.	Situación nacional de la producción de aguacate.....	7
4.	Producción de aguacate en Michoacán.....	18
5.	Complejo <i>Xyleborus glabratus</i> - <i>Raffaelea lauricola</i>	21
6.	Impacto económico potencial de la enfermedad del marchitamiento del laurel (<i>Xyleborus glabratus</i> - <i>Raffaelea lauricola</i>) en el cultivo de aguacate en el Estado de Michoacán.....	25
7.	Conclusiones	36
8.	Referencias bibliográficas.....	37

1. Resumen Ejecutivo

El aguacate es un frutal perene, pertenece a la familia de las Lauráceas y a las especies *Persea gratissima* y *Persea americana Mill.* Se considera como su centro de origen a las partes altas del Centro y Este-Central de México. Es un cultivo de los más exitosos de la exportación agroalimentaria nacional. De acuerdo con datos de FAO (2020), México es el principal proveedor del mercado internacional con una aportación de 41.6% del valor de las exportaciones mundiales.

En 2021 la producción nacional de este cultivo alcanzó un valor de 50,538 millones de pesos, representando el 6.7% del valor de la producción agrícola nacional, esto sin considerar la derrama económica resultante de las exportaciones de aguacate, que fue de 3,270 millones de dólares. Además, generó más de 391 mil empleos directos y 98 mil indirectos a nivel nacional.

El cultivo del aguacate puede ser atacado por ácaros e insectos, los cuales causan daños a la planta, afectan la calidad de los frutos y produciendo mermas en la producción. Además de ser susceptible a enfermedades que pueden generar incrementos en los costos de producción, disminuyendo su rentabilidad. En general, tanto plagas como enfermedades afectan la calidad de la fruta y limitan su comercialización y exportación (Rodríguez, *et al.*, 2017).

Derivado de las detecciones del complejo escarabajo marchitez del laurel rojo en el suroeste de Estados Unidos, existe un alto riesgo de introducción en México por: proximidad geográfica; dispersión mediante el traslado de madera infestada vía terrestre; intercambio comercial con países en donde está presente la plaga, principalmente mediante la importación de productos maderables que pudieran estar infestados; o por materia vegetativo propagativo de especies hospedantes. Además de que las condiciones climatológicas presentes en el mundo muestran la gran similitud entre México y los países donde se encuentra presente el complejo *X. glabratus*- *R. lauricola*, (Magarey, *et al.*, 2008).

El presente trabajo, busca enmarcar la relevancia económica de este fruto de manera general en el mundo, de forma particular en México, y de la principal entidad productora. Finalmente, a través de la pérdida de producción asociados a la posible incidencia de *X. glabratus*- *R. lauricola*, (Marchitez del laurel), se simulan tres escenarios en caso de que la plaga ingrese al país, considerando tasas de afectación con impactos bajos, medios y altos; para posteriormente comparar sus efectos con un escenario libre de la enfermedad.

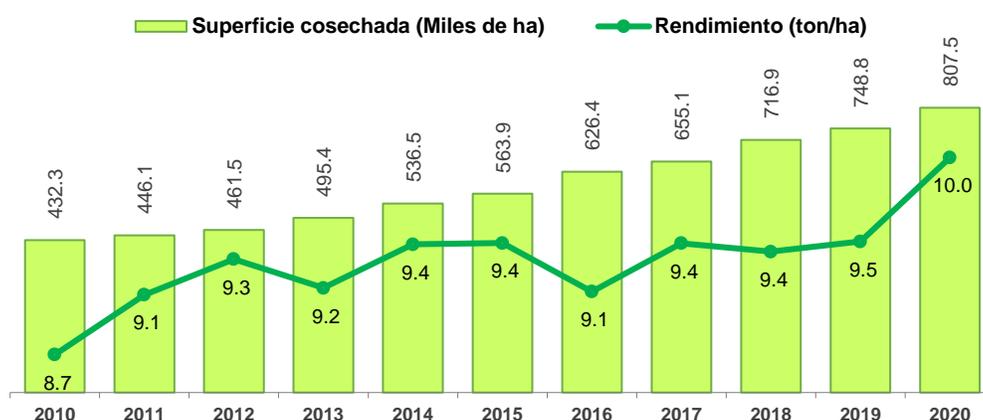
De acuerdo a los resultados obtenidos, para un periodo de 10 años, con una tasa de afectación de 1.0% (escenario de bajo impacto) se tendrían pérdidas agrícolas de 118,873 MDP¹ por pérdida en la producción de aguacate; con tasa de afectación de 2.5% (medio impacto) de 119,795 MDP; y con una tasa de 5.0% (alto impacto) de 121,649 MDP, disminuyendo la rentabilidad del cultivo y propiciando el incremento de los costos productivos.

¹ Millones de pesos

2. Situación mundial de la producción de aguacate.

2.1 Producción mundial

De acuerdo con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la superficie cosechada de aguacate a nivel mundial creció a una tasa promedio anual de 6.5%, entre 2010 y 2020, para ubicarse en 807.5 miles de hectáreas. En el mismo período, los rendimientos promedio crecieron a un ritmo menor, de 1.3% promedio anual, al ubicarse en 10 toneladas por hectárea en 2020. Para ese mismo año, el 54.9% de la superficie cosechada de aguacate, se concentró en cinco países: México (27.8%), Colombia (9.7%), Perú (6.3%), Indonesia (5.7%) y República Dominicana (5.3%), que en total cultivaron 443.1 miles de hectáreas (Gráfica 1).



Gráfica 1. Superficie cosechada y rendimientos mundiales de aguacate, 2010-2020.

(Miles de hectáreas y toneladas por hectárea)

Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT, 2022.

En 2020, la producción mundial de aguacate, se ubicó en un máximo histórico de 8.06 millones de toneladas. Entre 2010 y 2020, el volumen creció a una tasa promedio anual de 7.9%. Lo anterior, impulsado principalmente por incrementos, tanto en la superficie cosechada, como en la productividad promedio. El 64.7% de la producción se concentró en cinco países: México (29.7%), Colombia (10.9%), República Dominicana (8.4%), Perú (8.2%) e Indonesia (7.6%). Mientras que el 35.3% lo concentran 59 países restantes.

México y Colombia destacan por un dinamismo en la producción, superior al promedio mundial. Entre 2010 y 2020, el volumen cosechado en esos países creció a tasas promedio anuales de 8.0% y 15.6%, respectivamente. La participación de México en la producción mundial durante una década pasó de 29.3% a 29.7%, la de Colombia creció de 5.4% a 10.9%, mientras que la de República Dominicana se incrementó de 7.6% a 8.4% (Gráfica 2).

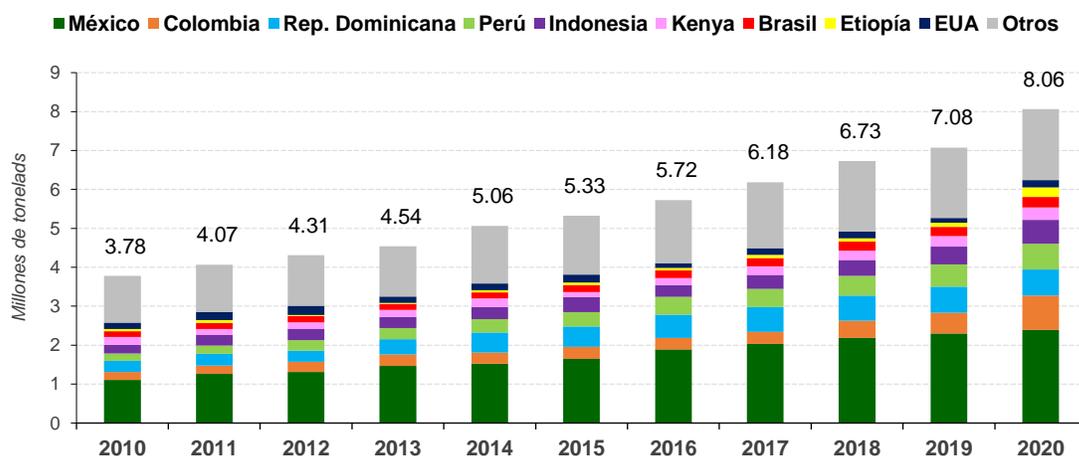


Gráfico 2. Producción mundial de aguacate, 2010-2020.

Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT, 2022.

Entre 2010 y 2020, la superficie cosechada de aguacate en México se incrementó a una tasa promedio anual de 6.2%, mientras que los rendimientos crecieron a una tasa menor, de solo el 1.7%. Así, la producción aumentó a una tasa promedio anual de 8.0%. Con estas condiciones México, durante más de una década ha sido el principal productor de aguacate a nivel mundial, para el año 2020, aportó el 29.7% del total de la producción, seguido de Colombia y República Dominicana (Gráfica 3). Mientras que el rendimiento más alto, en los principales países productores, se registró en Brasil con 16.5 toneladas por hectárea² (Gráfica 4).

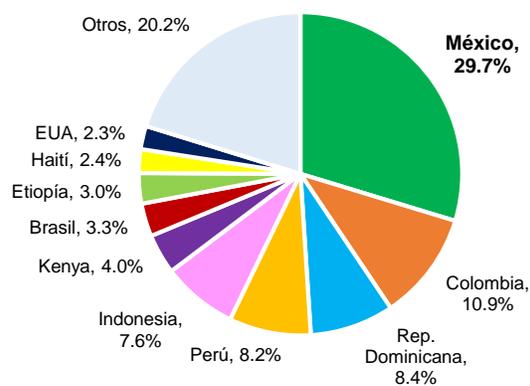


Gráfico 3. Principales países productores de aguacate, 2020.
(Participación porcentual)

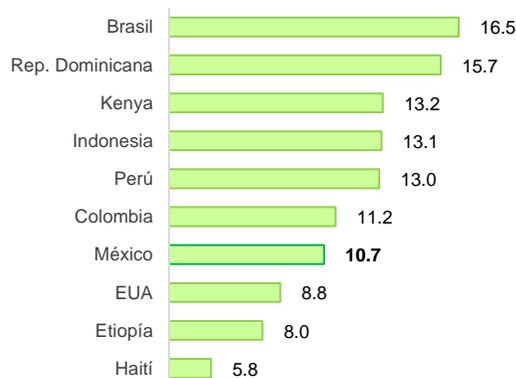


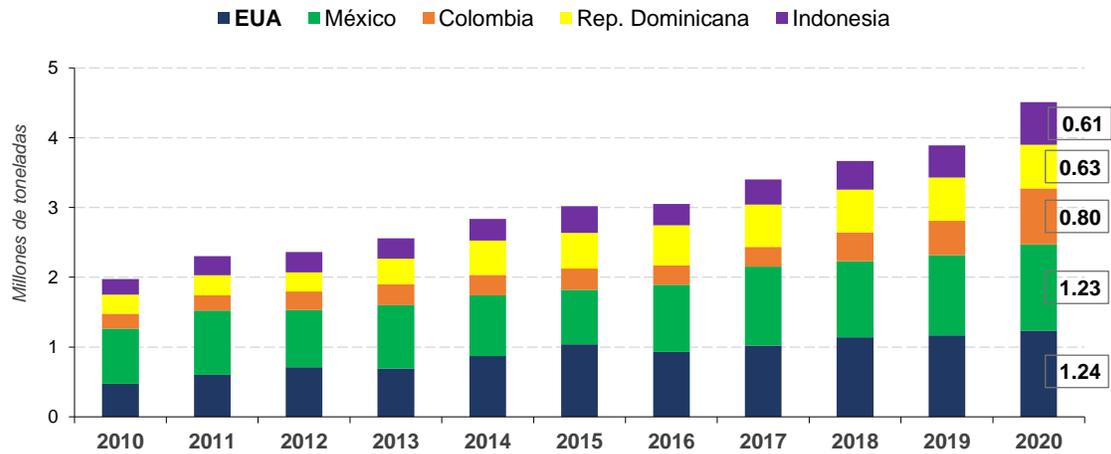
Gráfico 4. Rendimientos promedio en los principales países productores, 2020.
(Toneladas por hectárea)

Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT, 2022.

² Sin embargo, de acuerdo con datos de FAOSTAT, para el año 2020, el Salvador registró el rendimiento más alto a nivel mundial, con 33.3 toneladas por hectárea, seguido de Samoa (29.9 t/ha) y Rwanda (22.1 t/ha), y en cuarto lugar Brasil.

2.2 Consumo aparente mundial

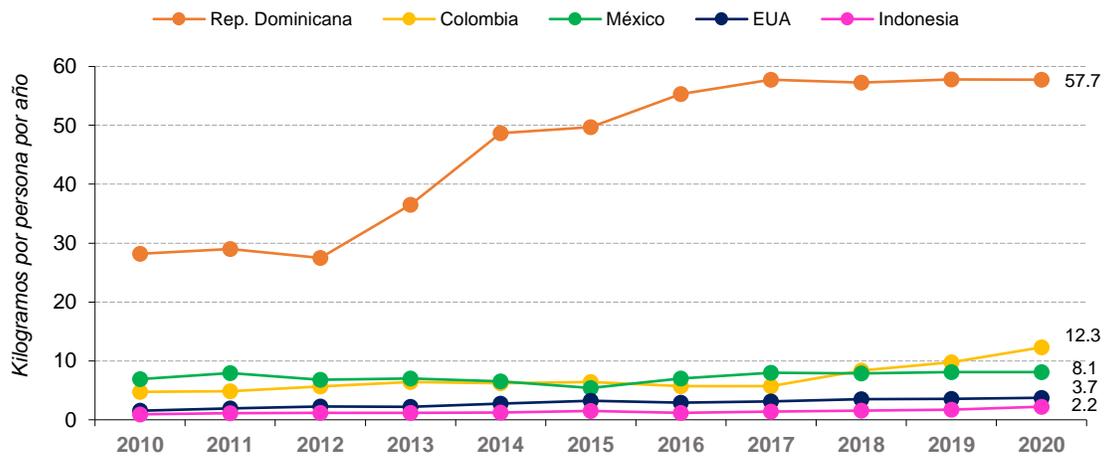
A nivel mundial los cinco principales países consumidores de aguacate son: EUA, México, Colombia, República Dominicana e Indonesia, en orden de importancia. Entre 2010 y 2020, su consumo aparente creció a una tasa promedio anual de 8.6%, al ubicarse en 4.5 millones de toneladas. La demanda de este frutal creció a un ritmo mayor en Colombia e Indonesia: 14.1% y 10.5% promedio anual, respectivamente. En México, el crecimiento de esta variable ha sido más moderado, con una tasa promedio anual de 4.6% (Gráfica 5).



Gráfica 5. Principales países consumidores de aguacate, 2010-2020.

Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT, 2022.

Durante la década mencionada, el consumo per cápita más alto lo presentó República Dominicana, y los más significativos fueron en Colombia al incrementar de 4.7 a 12.3 kilogramos y Estados Unidos al pasar de 1.5 a 3.7 kilogramos. En tanto México en esta variable, se ha mantenido estable, con un promedio durante ese período de 7.3 kilogramos (Gráfica 6).



Gráfica 6. Consumo per cápita de los principales países consumidores de aguacate, 2010-2020.

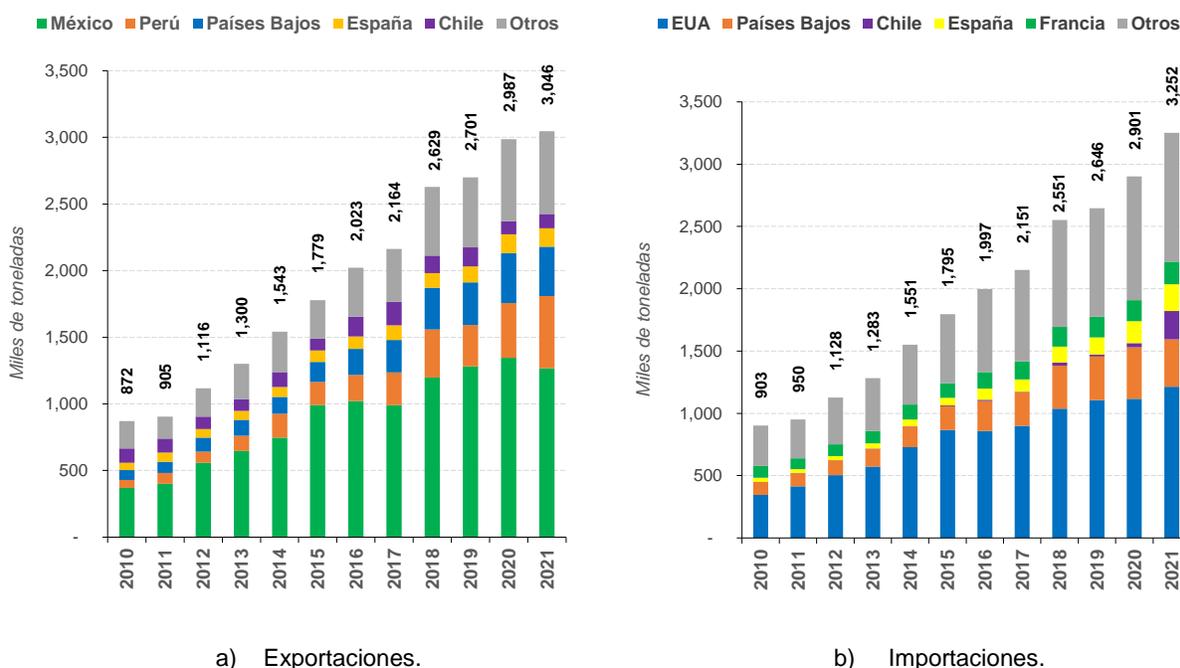
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT, Banco Mundial, SIAP; 2022.

2.3 Comercio mundial del aguacate

Entre 2010 y 2021, las exportaciones mundiales de aguacate crecieron a una tasa promedio anual de 13.3%. En este rubro destacan México y Perú, que participaron en 2021 con 41.6% y 17.8% del volumen mundial exportado, respectivamente. Las exportaciones de estos países crecieron a tasas promedio anuales de 13.2% y 24.7% durante la citada década.

Países Bajos, el tercer exportador mundial, participa con 12.1% de las ventas mundiales; el volumen exportado de este país creció a una tasa promedio anual de 17.1% en esos diez años. Otros exportadores, como España y Chile, participaron con 4.6% y 3.5% del total mundial, registraron tasas promedio anuales en sus ventas, para ese mismo periodo, de 9.9% y menos 0.1%, respectivamente.

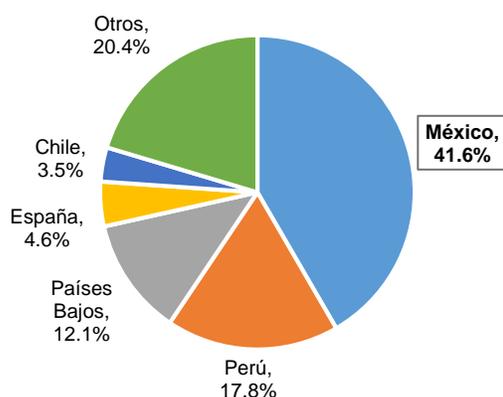
Por otra parte, el 68.2% del volumen mundial importado en 2021 se concentró en cinco países: Estados Unidos (37.3%), Países Bajos (11.7%), Chile (7.1%), España (6.6%) y Francia (5.6%). Las importaciones de aguacate estadounidense crecieron a una tasa promedio anual de 12.1% entre 2010 y 2021, mientras que para Países Bajos y Chile lo hicieron a tasas promedio anuales de 12.3% y 82.7%, respectivamente (Gráfica 7).



Gráfica 7. Intercambio comercial de aguacate, 2010-2021.

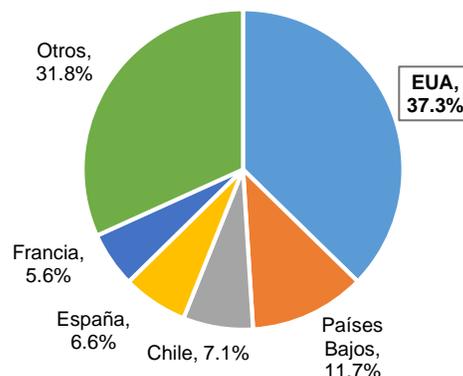
Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT, Trade Map, SIAVI-Secretaría de Economía; 2022.

El comercio internacional de aguacate puede explicarse principalmente por el comercio de esta fruta entre México y Estados Unidos. En 2021 México abasteció 89.4% del volumen importado por Estados Unidos; en segundo lugar, Perú, aportando el 7.0%; este país también importó producto de República Dominicana, Chile y Colombia (Gráfica 8 y 9).



Gráfica 8. Principales países exportadores de aguacate, 2021.

(Participación porcentual)



Gráfica 9. Principales países importadores de aguacate, 2021.

(Participación porcentual)

Fuente: Elaborado con datos de Trade Map, SIAVI-Secretaría de Economía; 2022.

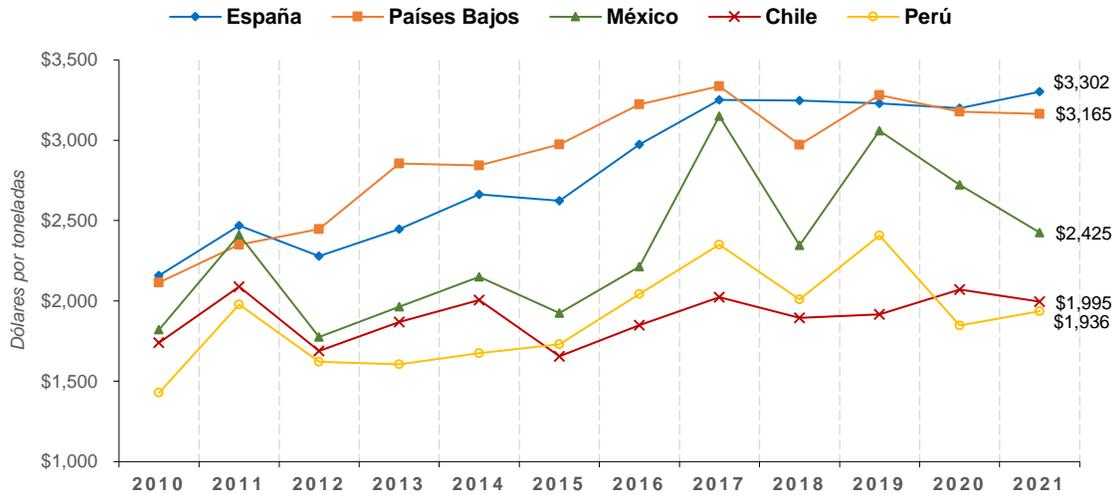
Durante más de una década, las importaciones de Estados Unidos se han incrementado y han desempeñado un papel dominante para satisfacer la creciente demanda de aguacate en ese país. Gran parte del crecimiento en las importaciones, se ha visto facilitado por el acceso de aguacate mexicano al mercado estadounidense durante todo el año (USDA, 2022).

Por su parte, Perú exporta aguacate principalmente a Países Bajos, Estados Unidos, España, Chile y Reino Unido. Mientras que Países Bajos exporta a Alemania, Francia, España, Polonia y Dinamarca, como principales mercados.

2.4 Precios internacionales

El precio implícito o valor unitario de las exportaciones (resultado de dividir el valor entre el volumen comercializado) es más alto para el producto de España en comparación con el resto de los principales países exportadores. Lo anterior, debido principalmente a la reexportación de este producto.

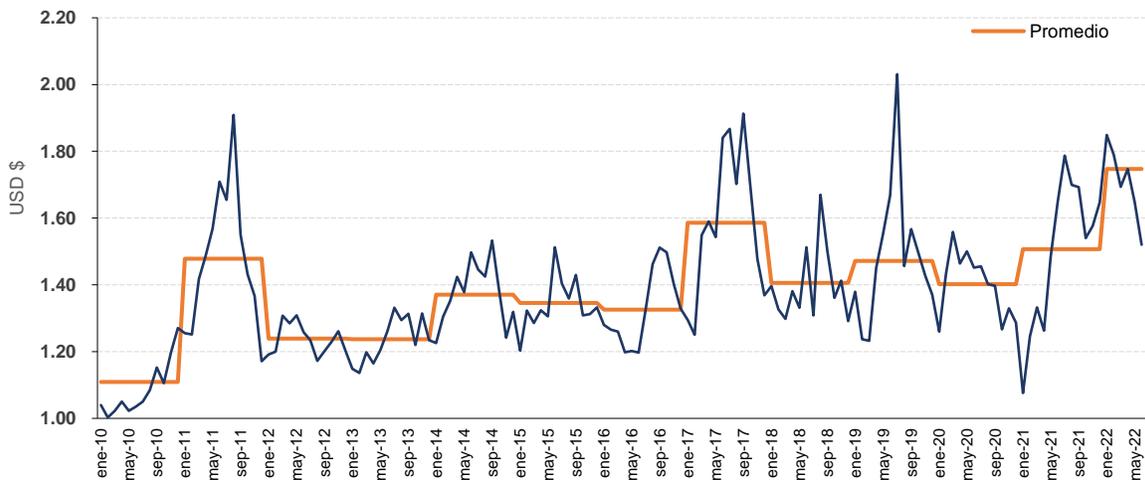
El precio implícito de las exportaciones españolas registró, durante la última década, variaciones anuales, derivadas de la disponibilidad de la oferta del producto para exportación en ese país, en 2021, el precio implícito fue mayor en 53% en comparación con 2010. En el mismo período, los precios implícitos para la exportación de aguacate en Países Bajos, Perú, México y Chile, crecieron 3.7%, 2.8%, 2.6% y 1.2%, respectivamente (Gráfica 10).



Gráfica 10. Precios implícitos del aguacate, principales países exportadores, 2010-2021

Fuente: Elaborado con datos de Trade Map, 2022.

Por otra parte, el precio del aguacate en Estados Unidos, principal importador de este fruto, registra variaciones durante el año. La estacionalidad de los precios muestra que éstos son más altos en los meses de junio, julio y agosto. En junio 2019, el precio del aguacate al consumidor en Estados Unidos, alcanzó un nivel máximo histórico (2.03 dólares por pieza), desde el periodo de enero de 2010 (1.04 dólares por pieza) hasta junio de 2022 (1.52 dólares por pieza), lo que significó un incremento a tasa anual de 7.7% (Gráfica 11).



Gráfica 11. Precio del aguacate al consumidor en Estados Unidos, 2010- junio/2022.

(Dólares por pieza)

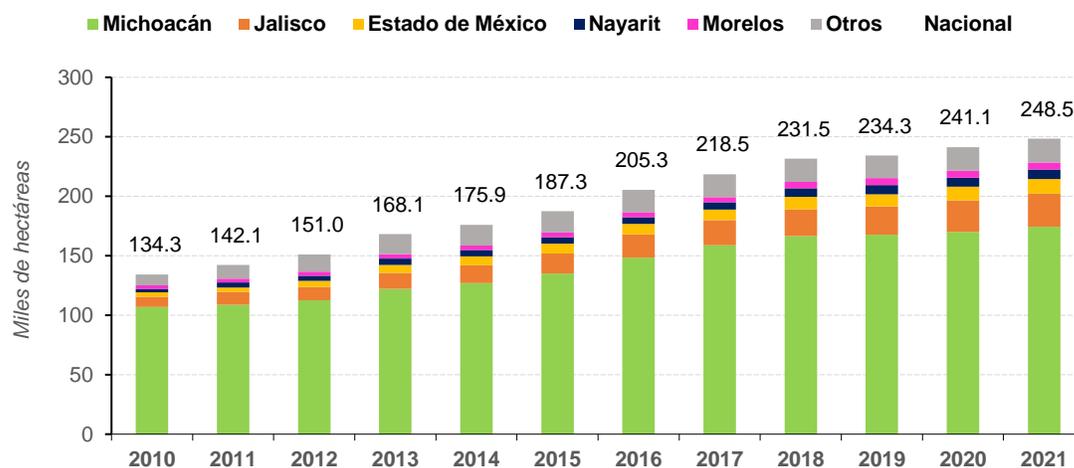
Fuente: Elaborado con datos de USDA, 2022.

3. Situación nacional de la producción de aguacate.

3.1 Producción nacional

El cultivo del aguacate es el segundo en importancia por su contribución en el valor de la producción agrícola primaria en México, asimismo, beneficia a más de 35 mil productores a nivel nacional, de los cuales el 80% posee menos de 10 hectáreas y generan más de 391 mil empleos directos y 98 mil indirectos³. En 2021, con 50,538 millones de pesos, participó con el 6.7% del valor de la producción agrícola nacional, después del maíz grano (21.4%) y en tercer lugar la caña de azúcar (6.8%). Además, la cadena de valor del aguacate, actualmente, es una de las que genera mayor valor agregado a lo largo de sus eslabones, donde el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) ha sido parte fundamental al mantener la inocuidad del fruto desde su producción hasta el consumidor final, colocando al aguacate mexicano en los mercados internacionales, por sus altos estándares de calidad⁴.

En el periodo de 2010 a 2021, la superficie total destinada al cultivo de aguacate creció a una tasa promedio anual de 5.8%. En 1980 se contaba con una superficie plantada de 65,361 hectáreas, en 2000 con un área de 94,892 hectáreas y en 2021 la superficie plantada llegó a un máximo histórico de 248,456 hectáreas (Gráfica 12).



Gráfica 12. Superficie plantada de aguacate en México, 2010-2021.

Fuente: Elaborado con datos de SIAP-SADER, 2022.

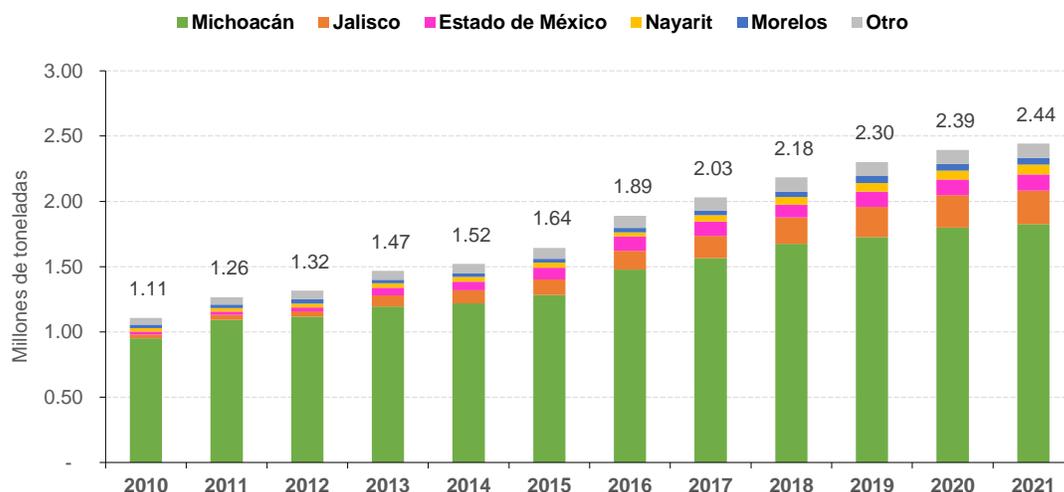
En 2021, el 70.2% de la superficie plantada de aguacate se ubicó en Michoacán, 11.2% en Jalisco, 5.0% en el Estado de México, 3.2% en Nayarit, 2.3% en Morelos y 8.1% en el resto de las 23 entidades del país donde se cultiva. Durante 2010 al 2021, destaca el crecimiento que la superficie establecida con aguacate tuvo en Jalisco y Estado de México, con tasas promedio anuales de 11.8% y 11.4%, respectivamente. Así, la superficie cultivada de aguacate en Jalisco pasó de 8,468 hectáreas en 2010 a 27,779 hectáreas en 2021; mientras que en el Estado de México creció de 3,615 a 12,356 hectáreas en ese lapso. Cabe

³ Se estima que cada mil toneladas cosechadas de aguacate generan 160 empleos (SENASICA, 03 de marzo de 2020).

⁴ Recientemente el SENASICA, elaboró un estudio donde se identifica su participación en cada uno de los eslabones de la cadena del valor del aguacate. Disponible en: <https://dj.senasica.gob.mx/AtlasSanitario/storymaps/aguacate.html>

destacar que, en 2021, el 54.7% de la superficie plantada de aguacate en México, se cultivó en condiciones de temporal, mientras que 45.3% de la superficie fue de riego.

De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción de aguacate en México creció a una tasa promedio anual de 4.8% entre 2010 y 2021, para ubicarse en un volumen máximo histórico de 2.44 millones de toneladas (Gráfica 13).



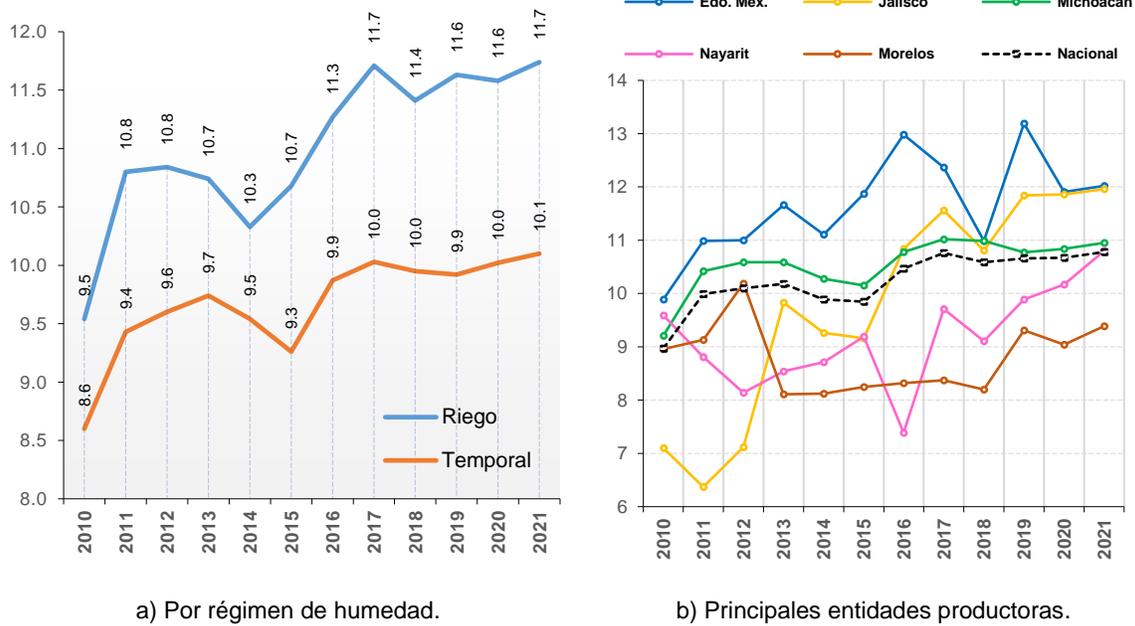
Gráfica 13. Producción de aguacate en México, 2010-2021.

Fuente: Elaborado con datos de SIAP-SADER, 2022.

En cuanto a rendimientos, durante el período 2010-2021, bajo condiciones de riego fue de 11.0 toneladas por hectárea y en temporal de 9.7 toneladas por hectárea, en promedio. El rendimiento nacional creció a una tasa media anual de 1.7% durante dicho periodo, al ubicarse en 10.8 toneladas por hectárea en 2021.

Entre las principales entidades productoras de aguacate, el Estado de México y Jalisco registraron los mayores rendimientos por hectárea de aguacate en 2021, con un promedio de 12.0 toneladas por hectárea, seguidos por Michoacán, con 11.0 toneladas por hectárea.

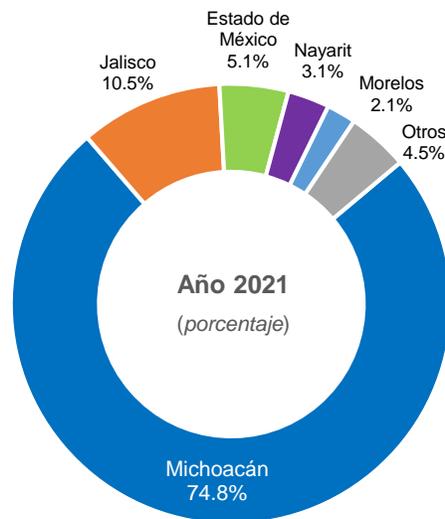
Cabe destacar que, en el Estado de México, 54.4% de la superficie cosechada de aguacate en 2021 se cultivó con riego; dicha proporción fue de 86.6% en Jalisco, mientras que en Michoacán fue de 37.8% (Gráfica 14, a y b).



Gráfica 14. Rendimientos de aguacate en México, 2010-2021.
(Toneladas por hectárea)

Fuente: Elaborado con datos de SIAP-SADER, 2022.

Históricamente, la producción de aguacate está altamente concentrada geográficamente, en 2021, el 95.5% del total nacional se aglomero en cinco entidades: Michoacán (74.8%), Jalisco (10.5%), Estado de México (5.1%), Nayarit (3.1%) y Morelos (2.1%). Mientras que el 4.5%, corresponde a las 23 entidades restantes (Gráfica 15).

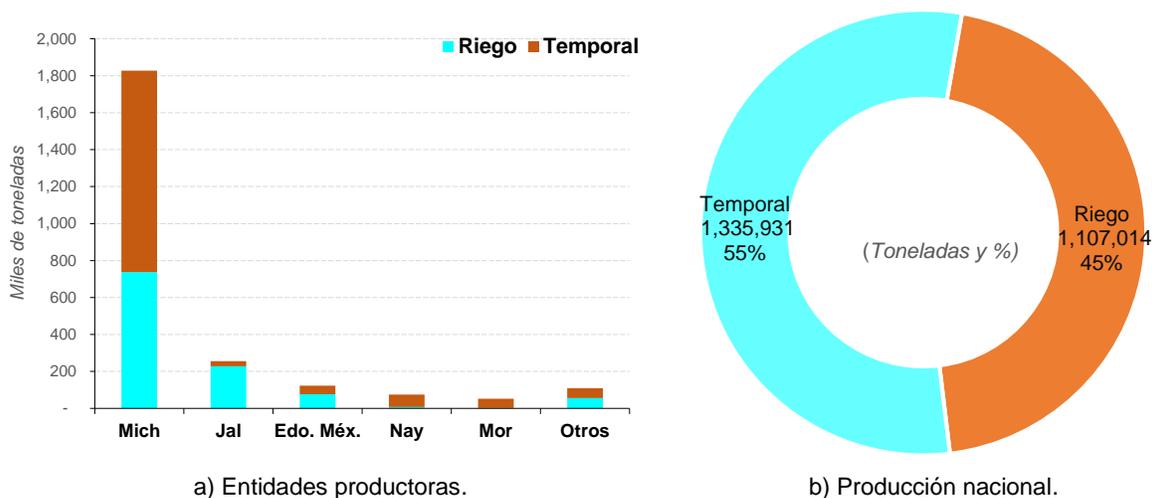


Gráfica 15. Principales entidades productoras de aguacate.

Fuente: Elaborado con datos de SIAP-SADER, 2022.

De acuerdo con información de la SADER, un 88.3% de la superficie cultivada se encuentra mecanizada, 82.3% con tecnología aplicada a la sanidad vegetal, y 76.7% de la superficie recibió servicios de asistencia técnica.

En 2021, 55% de la cosecha se obtuvo bajo el régimen de temporal y 45% con riego. La producción de Michoacán, Nayarit y Morelos proviene en su mayor parte de temporal, mientras que la de Jalisco y Estado de México se obtiene principalmente con riego (Gráfica 16, a y b).



Gráfica 16. Principales entidades productoras y producción por régimen de humedad, 2021.

Fuente: Elaborado con datos de SIAP-SADER, 2022.

El aguacate es el cultivo de mayor importancia en el valor de la producción agrícola de Michoacán, con una participación de 45.6% del total en 2021. En Jalisco, este cultivo contribuyó con 7.2% del valor de la producción agrícola de la entidad, ubicándose en la cuarta posición, después del maíz grano, agave y caña de azúcar. En tanto que, para el Estado de México el aguacate representó el segundo lugar, con el 8.7% del valor de la producción agrícola de la entidad, después del maíz grano. Además de que a nivel nacional se cultivó en 638 municipios de 28 entidades del país; 66 de estos municipios se ubican en Michoacán, 75 en Jalisco y 31 en el Estado de México. El 58.5% de la producción nacional de este fruto se obtuvo en los diez principales municipios productores, ubicados en Michoacán (Tabla 1).

No.	Municipio	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	Valor de la producción	Participación %	
		(hectáreas)	(toneladas)	(ton/ ha)	(miles de pesos)	Producción	Valor de la producción
1	Tancítaro	22,940	227,677	9.9	4,863,531	9.3%	9.6%
2	Ario	16,008	193,260	12.1	4,136,780	7.9%	8.2%
3	Salvador Escalante	16,363	193,254	11.8	4,093,530	7.9%	8.1%
4	Uruapan	17,490	186,079	10.6	4,298,354	7.6%	8.5%
5	Tacámbaro	17,085	182,996	10.7	3,864,841	7.5%	7.6%
6	Peribán	11,705	139,426	11.9	2,947,594	5.7%	5.8%
7	Nuevo Parangaricutiro	8,940	93,873	10.5	2,041,586	3.8%	4.0%
8	Los Reyes	6,314	74,335	11.8	1,532,832	3.0%	3.0%
9	Turicato	6,327	70,736	11.2	1,488,621	2.9%	2.9%
10	Tingüindín	5,336	67,053	12.6	1,382,094	2.7%	2.7%
	Otros	98,026	1,014,256	10.9	19,888,530	41.5%	39.4%
	Nacional	226,534	2,442,945	10.8	50,538,293	100.0%	100.0%

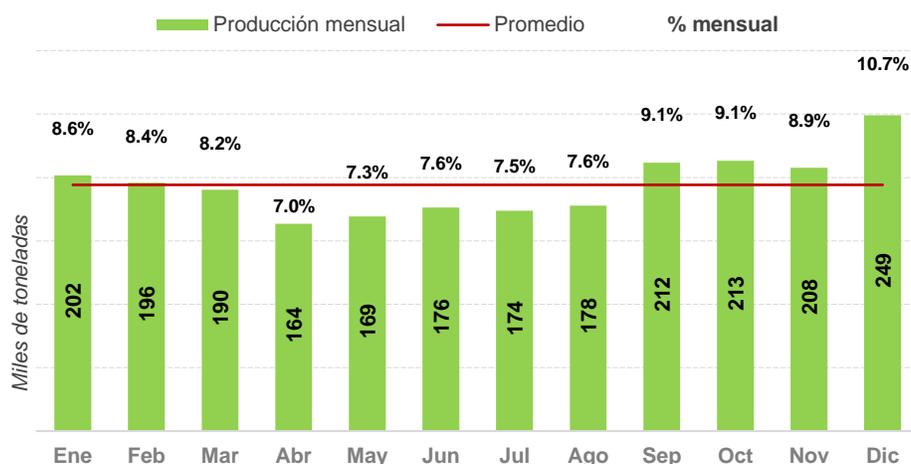
Tabla 1. Principales municipios productores de aguacate a nivel nacional.

Nota: Todos estos municipios pertenecen al Estado de Michoacán.

Fuente: Elaborado con datos de SIAP-SADER, 2022.

En Jalisco, los principales municipios productores son Zapotlán el Grande (21.4% de la producción de la entidad), San Gabriel (7.9%), Gómez Farías (6.7%) y Tuxpan (6.4 %). En el Estado de México, se produce principalmente en Coatepec Harinas (26.2% del total de la entidad), Temascaltepec (13.7%), Donato Guerra (12.6%) y Valle de Bravo (8.1%).

La producción mensual promedio de aguacate en México es de 194.4 miles de toneladas. Cabe destacar que, la mayor producción se da en el primer y último trimestre del año (Gráfica 17).



Gráfica 17. Producción mensual promedio de aguacate, 2018-2021.

Fuente: Elaborado con datos de SIAP-SADER, 2022.

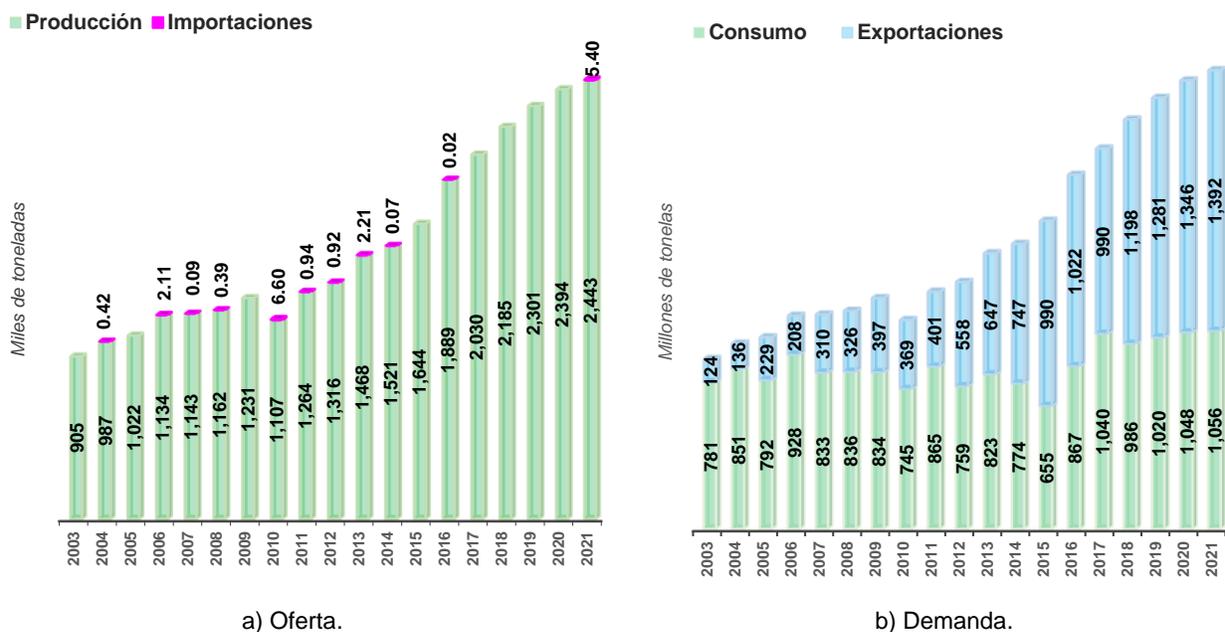
México es abastecedor de tres de las variedades más importantes de aguacate: Hass, Criollo y Fuerte (FIRA; 2017). En 2021, la producción de aguacate Hass representó 97.6% del total de la producción de aguacate en México, el aguacate Criollo 2.2% y la variedad Fuerte 0.2%.

La producción de aguacate Hass se concentró en tres estados: Michoacán (76.6%), Jalisco (10.7%) y Estado de México (5.1%). La producción orgánica de aguacate Hass en 2021 representó 3.4% del total de la producción nacional; en esta modalidad los principales estados productores son: Michoacán y Nayarit. De la variedad de aguacate Criollo, los principales estados productores fueron: Yucatán (23.0%), Nayarit (19.0%), Puebla (13.7%) y Guerrero (10.0%). Mientras que el aguacate de la variedad Fuerte se produjo principalmente en Morelos (68.0%), Puebla (11.0%) y Oaxaca (8.6%).

Durante los primeros cinco meses de 2022, se tuvo una producción de un millón 14 mil toneladas de aguacate en México, es decir, 0.7% más que en el mismo período de 2021, de acuerdo a cifras reportadas por SIAP.

3.2 Consumo aparente nacional

Durante 2021, oferta nacional de aguacate fue de 2,448 miles de toneladas, de las cuales 99.2% de las toneladas se produjeron en el país y solo el 0.2% de importaciones. En tanto que, la demanda de aguacate mexicano fue en un 56.9% para exportaciones y 43.1% para consumo nacional, equivalente a 1,056 miles de toneladas. Las variaciones en el consumo nacional de aguacate, que se observan de 2003 a 2021, dependen de las fluctuaciones de la producción nacional, así como del nivel de las exportaciones (Gráfica 18).

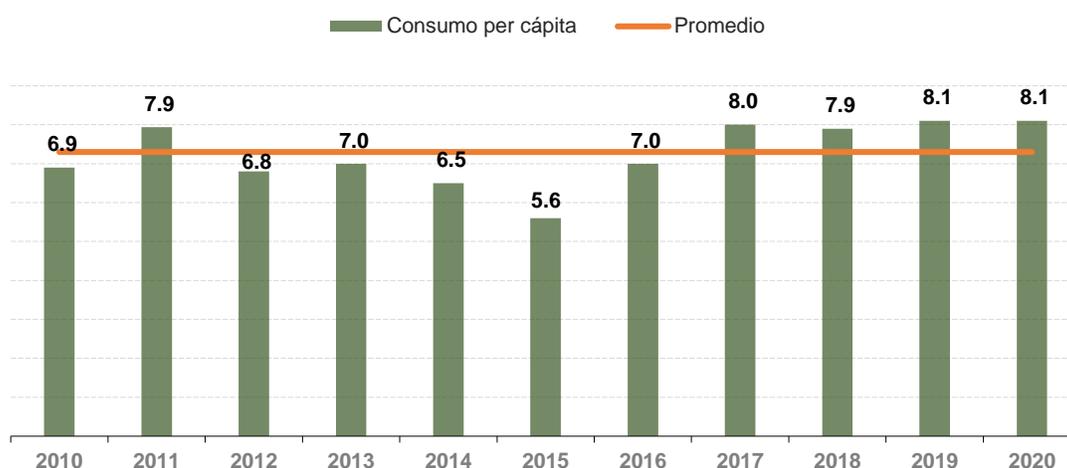


Gráfica 18. Oferta y demanda de aguacate en México, 2003-2021. Estimaciones SIAP para 2021.

Fuente: Elaborado con datos de SIAVI-Secretaría de Economía, Banco de México y SIAP-SADER, 2022.

Cabe destacar, que los productores de aguacate con acceso a la exportación, prefieren enviar tanto producto como sea posible a los mercados internacionales, debido al mayor precio que esto representa en comparación con la venta en el mercado nacional.

Por otra parte, el consumo per cápita promedio de aguacate en México, durante la última década, se ubicó en 7.3 kilogramos por persona por año. Dicho volumen es inferior al consumo per cápita promedio en República Dominicana, de 57.7 kilogramos y mayor al de Estados Unidos, de 3.7 kilogramos. El consumo per cápita nacional ha fluctuado entre 5 kg a 8 kg en el periodo mencionado, situación impulsada por dos factores, el aumento de las exportaciones y al aumento de los precios internos.



Gráfica 19. Consumo per cápita de aguacate, 2010-2020.

Fuente: Elaborado con datos de SIAP-SADER, 2022.

3.3 Intercambio comercial

En la década reciente, el valor de las exportaciones agropecuarias totales de México creció a una tasa promedio anual de 6.8%, mientras el valor de las ventas de aguacate al exterior registró un mayor dinamismo entre los productos agropecuarios, después de la fresa, al crecer a una tasa promedio anual de 14.6%.

La participación porcentual del valor de las exportaciones de aguacate, en el total de las exportaciones agropecuarias del país, pasó de representar el 0.7% en 1993 a 3.9% en 2003, posteriormente a 9.8% en 2013 y finalmente a 16.4% en 2021. A partir del año 2015, las exportaciones de aguacate superaron en importancia a las de jitomate, colocándose desde entonces, en el producto agropecuario que más valor genera en el comercio exterior para México.

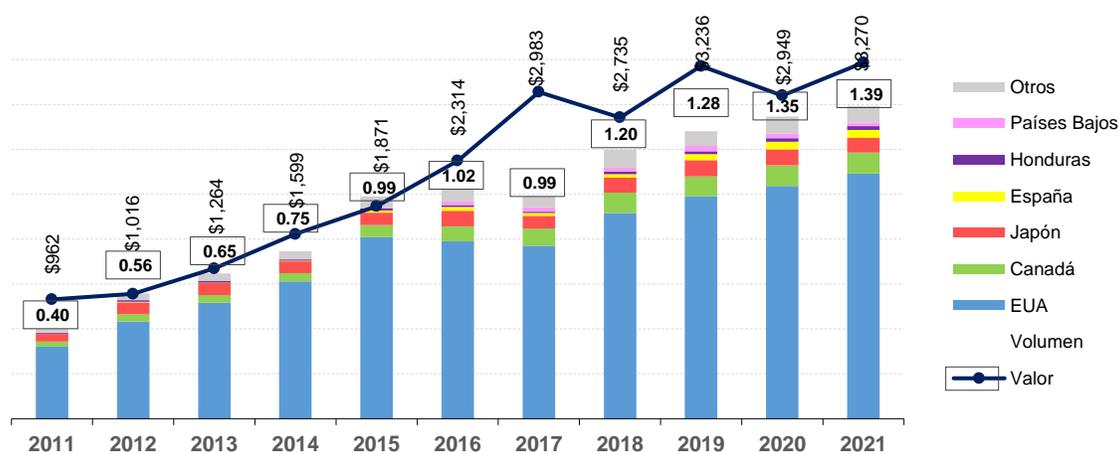
3.3.1 Exportaciones

En el año 2021, el aguacate fue el producto agropecuario más importante respecto a ventas realizadas por México al extranjero, tan sólo en el valor de las exportaciones, alcanzó una participación de 16.4%, al obtener 3,270 millones de dólares y exportar 1.39 millones de

toneladas. El volumen exportado entre 2003 y 2021 creció a una tasa promedio anual de 13.3%, en este último año, fue equivalente al 57.0% de la producción nacional de aguacate (Gráfica 20).

Durante los meses de enero a abril del 2022, México exportó 392 mil toneladas de aguacate, cuando en los mismos meses de 2021 el volumen fue de 543 mil toneladas. Pese al menor volumen vendido al extranjero, los ingresos por la venta de aguacate subieron 6.1%, al pasar de 1,189 millones de dólares en los cuatro primeros meses del 2021 a 1,262 millones en los mismos meses del presente año. Lo anterior se explica por el encarecimiento del fruto que provoca menores ventas, pero a un precio más remunerado⁵.

Algunos factores que influyen en el aumento del precio de exportación fueron: una ligera escasez de camiones, mayores tarifas de fletes y menor producción mexicana en comparación con el año agrícola anterior 2020/2021. Aunado a que el pasado 12 de febrero de 2022, Estados Unidos suspendió las importaciones de aguacates, debido a las preocupaciones de seguridad de los inspectores de aguacate del Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS) en México. La prohibición duró poco, y el comercio se reanudó el 18 de febrero de 2022. Luego de la suspensión, los precios subieron más durante la última semana de febrero, con un incremento de 80% en promedio (USDA, 2022).



Gráfica 20. Volumen y valor de las exportaciones mexicanas de aguacate, 2011-2021.

(Millones de toneladas y millones de dólares)

Fuente: Elaborado con datos de SIAVI-Secretaría de Economía y Banco de México, 2022.

Nota: Incluye la fracción arancelaria 08044001 Aguacates (paltas).

Para el año 2021 se exportó aguacate mexicano a 43 países, sin embargo, el 94.7% del volumen exportado se centró en 6 países: Estados Unidos (78.4%), Canadá (6.8%), Japón

⁵ Los datos preliminares de volumen de las exportaciones 2022 se extrajeron del documento publicado por el SIAP, "Escenario mensual de productos agroalimentarios", correspondiente al mes de mayo. Mientras que los valores de las exportaciones, se obtuvieron de la base de datos sobre la Balanza de Productos Agropecuarios, emitido por Banco de México. Los datos de años anteriores de SIAVI-secretaría de Economía.

(4.6%), España (2.6%), Honduras (1.2%), Países Bajos (1.1%) y el restante 5.3% a otros 37 países (SIAVI, 2022).

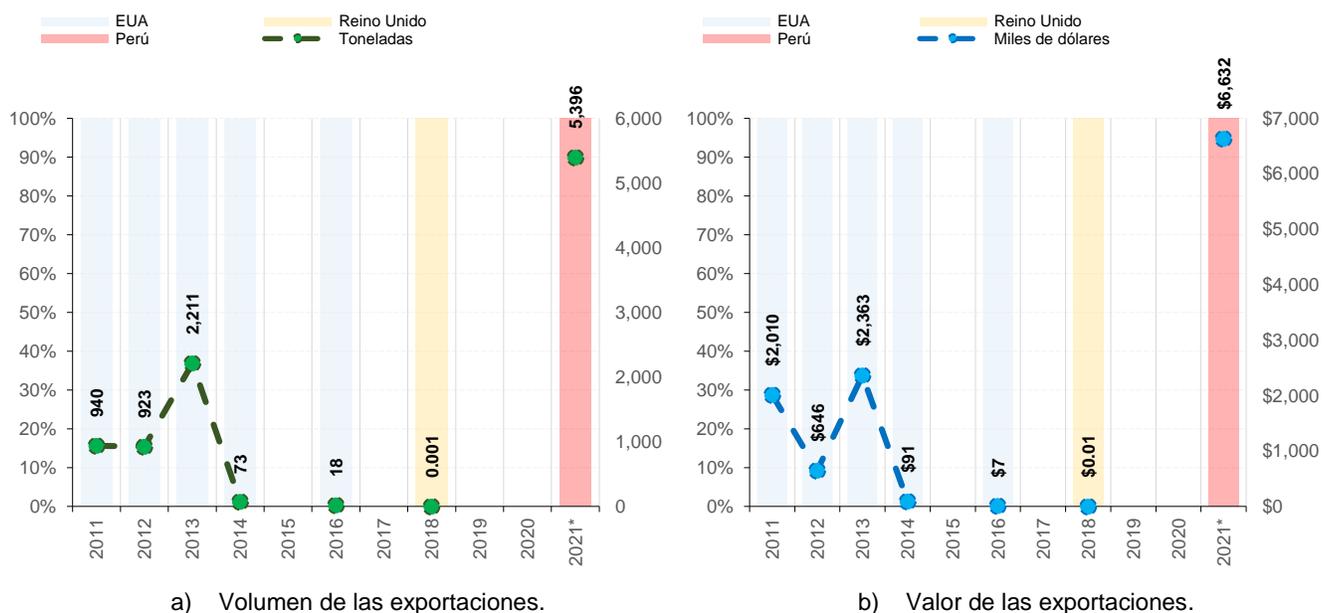
En el período 2011-2021, México proveyó en promedio 88.0% del volumen total de aguacate importado por Estados Unidos, Perú 6.2%, Chile 3.1% y República Dominicana 2.5%. Estados Unidos importa mayor volumen de aguacate durante el primero y último cuatrimestre del año. Con ello, los consumidores en ese país pueden tener una oferta estable debido a la complementariedad en las ventas de producción de sus abastecedores.

3.3.2 Importaciones

En cuanto a las importaciones de aguacate, de acuerdo con datos del SIAP, en la reciente década se importaron 9,561 toneladas, con un valor estimado de 11.7 millones de dólares. Los países a los que se les ha comprado aguacate son: Perú (56.4%), Estados Unidos (43.6%), y Reino Unido.

Las importaciones de aguacate han sido mínimas, conservando una balanza comercial superavitaria, durante varios años el principal proveedor de aguacate hacia México había sido EUA, sin embargo, a partir del año 2017 no se han reportado compras de este país, figurando Perú, como principal socio comercial de este fruto para el 2021.

Los meses en que se han importado aguacate, han sido de marzo a septiembre, siendo de junio a agosto donde se han registrado los mayores volúmenes de compra, coincidiendo con los meses de menor producción nacional. En el periodo de 2011 a 2022, no se registraron importaciones de este fruto en los años: 2015, 2017, 2019 y 2020 (SIAP, 2022). Gráfica 21.



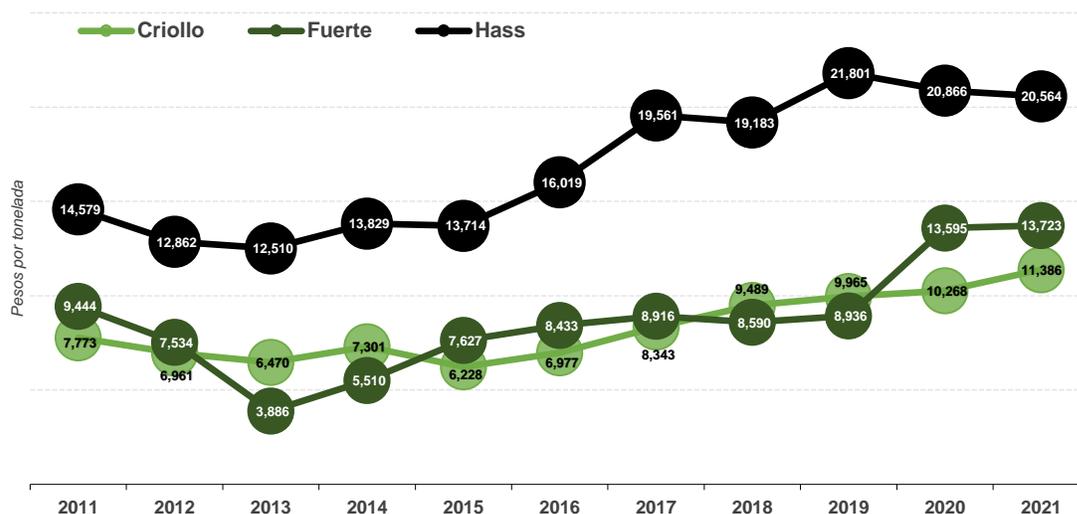
Gráfica 21. Importaciones mexicanas de aguacate, 2011-2021.

Fuente: Elaborado con datos de SIAVI-Secretaría de Economía, Banco de México y SIAP-SADER, 2022.

Nota: Incluye la fracción arancelaria 08044001 Aguacates (paltas).

3.4 Precios a nivel nacional

Los precios del aguacate al productor reportan diferencias significativas entre variedades. Las variedades Criollo, Fuerte y Hass, registraron promedios nacionales al productor de 11 mil 386, 13 mil 723 y 20 mil 464 pesos por tonelada en el año 2021, respectivamente. Por su parte, el precio del aguacate Hass orgánico registró un precio promedio nacional al productor de 30 mil 629 pesos por tonelada (Gráfica 22).



Gráfica 22. Precio medio rural por variedad de aguacate, 2011-2021.

Fuente: Elaborado con datos de SIAP-SADER, 2022.

En el mercado nacional, la estacionalidad de la producción y de las exportaciones determina la disponibilidad para el consumo y como consecuencia, definen las variaciones de los precios.

En 2021, el precio medio rural promedio del aguacate Hass fue de 20.7 pesos por kilogramo, es decir, 0.9% menos con respecto al precio promedio de 2020. Mientas que, en las centrales de abasto del país, se reportó un promedio de 46.2 pesos por kilogramo, esto fue 11.9% más que el año anterior. En tanto, el precio promedio al consumidor fue de 56.8 pesos por kilogramo, lo que significó un incremento anual de 6.4%.

Durante los primeros cinco meses de 2022, el precio al mayoreo⁶ del aguacate Hass se ubicó en un promedio de 68.2 pesos por kilogramo, lo que significa un incremento de 79.0% con respecto al precio promedio del mismo período de 2021. Por su parte, el precio al consumidor registró un promedio de 84.8 pesos por kilogramo, es decir, se incrementó a tasa anual de 75.8% (Gráfica, 23).

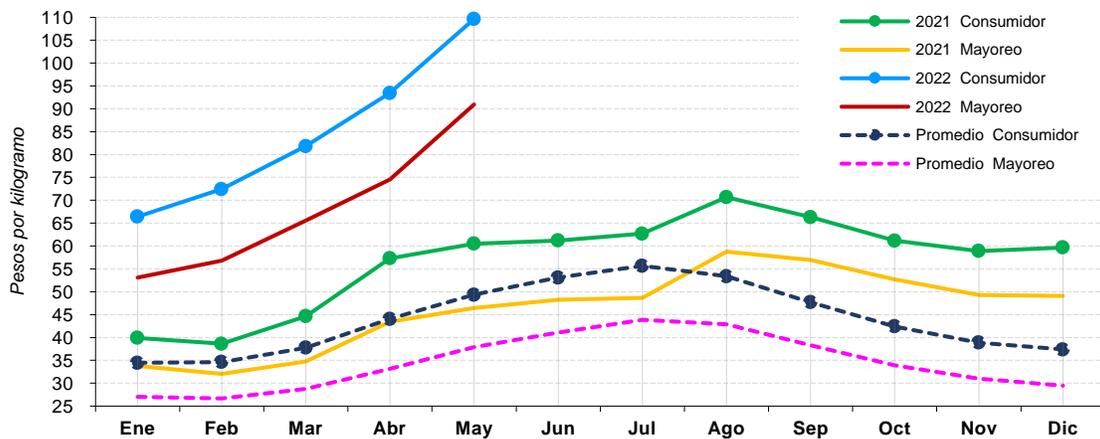
⁶ Precios ofertados al público en general, en las centrales de abasto nacional, con base a datos del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados de la Secretaría de Economía.



Gráfica 23. Precios del aguacate Hass al productor y en el mercado nacional, 2011- 05/2022.

Fuente: Elaborado con datos de SNIIM-SE, INEGI, SIAP-SADER; 2022.

Cabe destacar que durante abril y mayo de 2022 los precios del aguacate en el mercado nacional registraron niveles máximos históricos, con incrementos a tasa anual de 78.2%. Esto a consecuencia de una menor oferta del fruto entre enero y mayo de 2022, donde la producción de aguacate nacional, disminuyó 8.7% con respecto al mismo período de 2021. Dicha caída se explica por dos causas. Una, la menor productividad de los árboles, que se estarían recuperando luego de la cosecha récord de la temporada 2020/2021, en especial en el Estado de Michoacán. A ello se suman las bajas precipitaciones y altas temperaturas que reducirían los rendimientos en otros estados productores (Red Agrícola, 2022). Y en promedio, en los meses de junio a agosto, se reportan los mayores precios del año (Gráfica, 24).



Gráfica 24. Estacionalidad de los precios del aguacate Hass en el mercado nacional, comparativo 2022, 2021, y promedio del periodo 2011-2021.

Pese a los altos precios, el aguacate es una de las joyas agroalimentarias del país, pues es el tercer producto de este rubro que más exporta México, sólo por debajo de la cerveza y el tequila.

4. Producción de aguacate en Michoacán

Michoacán alberga aproximadamente la mitad de la producción mundial de aguacate Hass, a nivel estatal abarca apenas el 10% de la superficie apta para este cultivo. Las condiciones edafoclimáticas ideales que prevalecen en esta entidad, y la fortaleza de la demanda de los Estados Unidos, han brindado a los productores de la región, un muy buen nivel de rentabilidad económica, a pesar de un sistema de producción a menudo básico y parcelas muy fragmentadas (CIRAD, 2019). La producción y exportación del aguacate ha sido fundamental para colocar a la entidad, como primer lugar en el valor de la producción de este fruto a nivel nacional, provee 8 de cada 10 aguacates que se consumen en el país, y 5 de cada 10 aguacates de la producción mundial.

En 2020 y 2021, aproximadamente el 80% de los aguacates exportados desde esta Entidad se dirigieron a los mercados estadounidenses. Tan solo en el último año, Estados Unidos importó de Michoacán 2,800 millones de dólares en aguacates, lo que significó un 92% del valor de sus importaciones de este fruto, equivalente en términos de volumen a 1.1 millones de toneladas métricas, es decir el 89% del volumen importado de este cultivo.

Cabe destacar que Michoacán, es el centro de producción número uno del país, cuenta con el 70% de la superficie sembrada de aguacate a nivel nacional y ha presentado el mayor crecimiento en la expansión de áreas de cultivo, más de 5 mil 200 hectáreas en promedio durante los últimos cinco años. En 2021 contaba con una superficie planta de 174 mil hectáreas de las cuales obtuvo un valor de producción de 38,885 millones de pesos (Tabla 2) y generó al alrededor de 292 mil empleos directos⁷ y 57 mil indirectos, a nivel estatal.

Cultivo de Aguacate	Superficie (hectáreas)			Producción (toneladas)	Rendimiento (toneladas / hectárea)	PMR (pesos / tonelada)	Valor Producción (millones de pesos)
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada				
Riego	64,621	63,042	1,579	737,904	11.7	\$ 21,598	\$ 15,937
Temporal	109,821	103,809	6,012	1,088,512	10.5	\$ 21,081	\$ 22,947
Total	174,442	166,851	7,591	1,826,416	11.0	\$ 21,290	\$ 38,885

Tabla 2. Producción de aguacate en Michoacán, 2021.

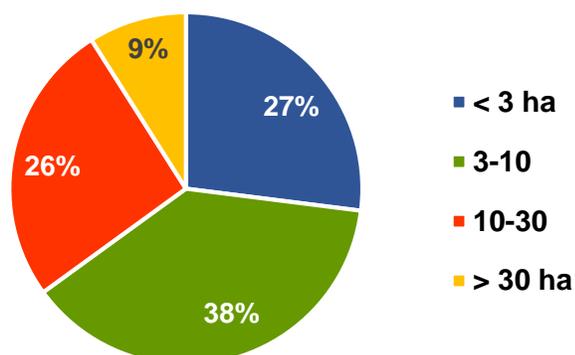
Fuente: Elaborado con datos del SIAP, 2022.

4.1 Estructura de producción

La inmensa superficie de cultivo de aguacate en Michoacán se encuentra altamente fragmentada, en manos de aproximadamente 30,387 productores. Más del 60% de la superficie total se concentra en plantaciones de menos de 10 ha, con un 27% en plantaciones de menos de 3 ha. Este número ha aumentado en los últimos años, y ahora los pequeños agricultores pueden obtener la certificación de exportación a los Estados Unidos. Los huertos medianos (de 10 a 30 ha) representan aproximadamente el 26 % de la superficie total, mientras que los huertos grandes (más de 30 ha) representan aproximadamente el 9 %. Casi el 70% de los productores cultivan su propia tierra o la alquilan, y el 30% restante, disfruta de acceso a tierras comunitarias (ejidos). Una

⁷ Una hectárea de aguacate genera aproximadamente 1.7 empleos agrícolas (SIAP, 2022)

proporción importante de productores, especialmente los pequeños, no están especializados en el cultivo (Gráfica, 25).



Gráfica 25. Relación hectáreas por productor.

Fuente: MHAIA, 2019.

4.2 Prácticas de producción

La cosecha anual de 1.8 millones de toneladas de Michoacán, se deriva principalmente de sistemas de producción altamente tradicionales, así como baja tecnología, que actualmente da buenos resultados, debido a las excelentes condiciones microclimáticas del suelo. El stock de plantas es viejo, con una edad media de los árboles entre 20 y 25 años, y en ciertos huertos por encima de los 40 o 50 años. Para la gran mayoría, el stock proviene de viveros que no ofrecen garantía sanitaria (no existe un sistema de certificación). Se utiliza un solo portainjerto de raza mexicana “local” (Criollo Mexicano). La densidad de plantación es baja, generalmente entre 150 y 200 árboles por hectárea, los huertos más viejos tienen un espaciamiento de 10 m X 10 m, en hileras escalonadas (CIRAD, 2019).

Las prácticas de producción son básicas, y consisten sobre todo en la aplicación de fertilizantes y mejoradores del suelo, así como en el combate de las plagas y fitopatógenos más comunes en la zona, donde predominan condiciones de alta humedad. Las medidas de vigilancia, prevención y/o control se enfocan en las principales plagas del aguacatero, entre las que se incluye a las reglamentadas [barrenadores del hueso (*Conotrachelus aguacatae*, *C. perseae*, *Heilipus lauri* y *Stenomoma catenifer*) y de ramas (*Copturus aguacatae*)], y a otras como ácaros (como *Oligonychus perseae* y *O. punicae*), escamas (p. ej. *Aonidiella aurantii*, *Abgrallaspis aguacatae*, *Hemiberlesia lataniae*, *Diaspis coccois*), trips (Thysanoptera: Tripidae), agalla (*Trioza anceps*), minador de hojas (*Gracillaria perseae*), mosquita blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) y larvas de *Amorbia emigratella* y *Sabulodes aegrotata* (González-Hernández, 2013; SENASICA, 2018). Entre los fitopatógenos que afectan a dicho frutal se encuentran la antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*), roña o sarna (*Sphaceloma perseae*), tristeza del aguacatero (*Phytophthora cinnamomi*), verticilosis (*Verticillium* sp.) y mancha negra (*Cercospora purpurea*) (CIRAD, 2019, CODESIN, 2021). El apego a estrictos protocolos fitosanitarios, como parte de la vigilancia epidemiológica de plagas cuarentenarias y de la campaña contra plagas reglamentadas del aguacatero, ha posibilitado el mantenimiento de las zonas libres de estas y, consecuentemente, el éxito del programa de exportación de aguacate a los Estados Unidos de América (EUA).

En cuanto al régimen de humedad, los huertos se abastecen en un 60% con agua de lluvia, y los árboles están potencialmente expuestos a estrés hídrico en ciertas etapas fenológicas clave. El período de estrés hídrico tiende a aumentar con el cambio climático, recurrentemente las principales lluvias tienden a retrasarse, de junio en lugar de mayo. La ausencia de riego también limita el uso de fertilización, cuando se aplica el riego, es principalmente a través de microaspersores (70%). El agua es generalmente de buena calidad y se abastece principalmente de ollas o pozos de gran profundidad de hasta 500 metros (CIRAD, 2019).

Los rendimientos medios rondan las 8.5 a 10.5 ton/ha en huertos de temporal alimentados con agua de lluvia que representan el 63% de la superficie sembrada. Esta cifra alcanza de 11.7 a 18 ton/ha promedio, en huertas de riego y de alta tecnología, reflejando mejor el potencial productivo real de esta región con alto potencial microclimático de su suelo, este sistema, por su parte representa el 37% de la superficie sembrada (SIAP, 2022).

Los huertos plantados en los últimos años, están cambiando hacia prácticas de producción de alta tecnología, en respuesta a restricciones edafoclimáticas más estrictas en zonas desarrolladas recientemente. El riego y la poda anual son más comunes, y las densidades de plantación son más altas. Sin embargo, los rendimientos no siempre son mejores, en ciertas zonas que han resultado inadecuadas para el cultivo (CIRAD, 2019).

Gran parte del trabajo agrícola es realizado por contratistas. La recolección, que corresponde al comprador del producto, siempre se subcontrata. Las principales certificaciones de producción son las relativas al Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) y Buen Uso y Manejo de Plaguicidas (BUMP). Las certificaciones requeridas por los principales mercados mundiales fuera de los Estado Unidos, están poco desarrolladas y en declive (por ejemplo, solo aproximadamente 3,500 ha cubiertas por la certificación Globalgap en 2019, en comparación con 9,000 ha unos años antes). Aproximadamente el 10% de la producción tiene certificación orgánica, con huertos operados bajo este sistema repartidos por toda la zona de producción. Sin embargo, las superficies están estancadas y los productores se están desplazando hacia un sistema convencional más productivo. Actualmente hay 46,516 huertos certificados dentro de 43 municipios (SENASICA, 2021).

4.3 Costo de producción y rentabilidad

Los costos de producción son relativamente bajos, debido a las favorables condiciones microclimáticas del suelo y, en general, a la utilización de prácticas básicas de producción. Los costos variables⁸ representan un 51% de los costos totales en los sistemas de temporal y de 61% en los sistemas de riego, excluida la cosecha, la diferencia corresponde a los costos fijo. Los dos principales rubros de costos son la fertilización y la protección sanitaria. El costo de la mano de obra agrícola sigue siendo competitivo, aunque el precio por día de trabajo es dos o tres veces el oficial (fijado en 2020 en aproximadamente 123.22 pesos

⁸ Un costo variable es aquel que se modifica de acuerdo a variaciones del volumen de producción, se trata tanto de bienes como de servicios.

mexicanos por día⁹). Los costos variables asociados con el riego son limitados a la electricidad, utilizada en particular para bombear agua, está subvencionada por el Estado en un 80 %, mientras que el acceso al agua se factura (Tabla 2).

COMPARATIVOS DE PROMEDIOS DE RIEGO Y TEMPORAL VS LOS MÁS COMPETITIVO	Cultivo de Temporal		Cultivo de Riego	
	Promedio	Más competitiva	Promedio	Más competitiva
1.- Indicadores Productivos				
Rendimiento (ton/ha)	10.4	15	13.6	15
Precio de venta (\$/ha)	\$ 21,081	\$ 18,581	\$ 21,598	\$ 24,481
2.- Ingresos por Hectárea	\$ 219,245	\$ 278,715	\$ 293,736	\$ 367,208
3.- Costos de Operación por Ha	\$ 152,385	\$ 118,360	\$ 196,689	\$ 219,576
Costos variables	68,050	58,133	77,805	83,041
Costos fijos	84,333	60,227	118,884	136,536
4.- Utilidades por hectárea				
Sin depreciación y sin renta tierra	\$ 133,991	\$ 212,724	\$ 203,457	\$ 273,031
Con depreciación y sin renta de la tierra	\$ 128,840	\$ 209,889	\$ 195,479	\$ 267,305
Sin depreciación y con renta tierra	\$ 72,011	\$ 163,190	\$ 105,023	\$ 153,358
Con depreciación y con renta de la tierra	\$ 66,860	\$ 160,355	\$ 97,047	\$ 147,632
5.- Resultados por tonelada (\$/ton)				
Costo	\$ 14,652	\$ 7,891	\$ 14,462	\$ 14,638
Utilidad de operación (con depreciación y con renta de tierra)	\$ 6,429	\$ 10,690	\$ 7,136	\$ 9,842

Tabla 3. Resultados de rentabilidad 2022.

Fuente: Elaborado con datos de FIRA, 2008 y SIAP, 2022.

5. Complejo *Xyleborus glabratus* - *Raffaelea lauricola*

5.1 Distribución, hospedantes y daños

El escarabajo ambrosia del laurel rojo, *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Scolytidae), y el hongo fitopatógeno *Raffaelea lauricola* (Ophiostomatales: Ophiostomataceae), plagas no presentes en México (IPPC, 2019), ocasionan la enfermedad conocida como marchitez del laurel, actuando en simbiosis. El insecto funge como vector del hongo al cultivarlo como alimento, en galerías que perfora en la corteza de sus hospedantes (Crane *et al.*, 2008, Fraedrich *et al.*, 2008 Hanula *et al.*, 2008). Los árboles afectados exhiben manchas oscuras bajo la corteza, que se extienden por todo el xilema, y decoloración foliar rojiza o violácea (Mann *et al.*, 2018).

La presencia de ambos organismos ha sido reportada en cuatro países de Asia (China, India, Japón, Myanmar y Taiwán) y en los Estados Unidos de América (EUA). El insecto también se ha detectado en Bangladesh, Hong Kong, Corea del Sur, Tailandia y Vietnam. (CABI, 2022, EPPO, 2022; Gazis *et al.*, 2022). Este último habita en zonas tropicales y templadas (24-32°C); la temperatura óptima para su desarrollo es de 28 a 32 °C; en estado de huevo no se desarrolla por debajo de 16°C, en cambio, como adulto tolera temperaturas de hasta -26 °C (Brar *et al.*, 2015; Koch y Smith, 2008). Su dispersión ocurre principalmente mediante el transporte de leña, productos de madera y residuos de poda infestados, donde los adultos recién emergidos pueden permanecer hasta por un mes (Rabaglia, 2008; Brar *et al.*, 2013).

⁹ El Financiero 2020

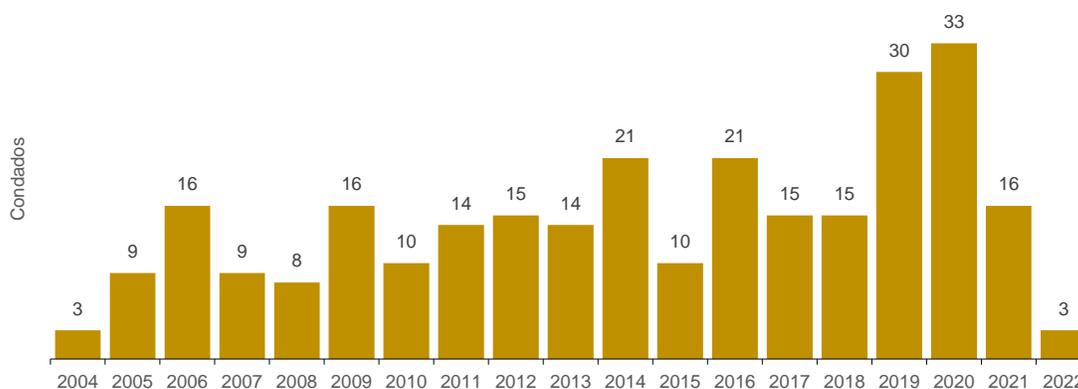
El complejo *Xyleborus glabratus* - *Raffaelea lauricola* (XgRI) afecta a especies de la familia Lauraceae, de la cual se han reportado al menos 10 hospedantes naturales, que incluyen al aguacate (*Persea americana*) y a especies silvestres o de importancia forestal, tales como *P. borbonia* (laurel rojo), *P. humilis*, *P. palustris* (laurel de los pantanos), *Cinnamomum camphora* (alcanfor), *Laurus nobilis*, *Lindera benzoin*, *L. melissifolia*, *Litsea aestivalis* y *Sassafras albidum* (sasafrás). Adicionalmente, el escarabajo se ha detectado en 13 especies de las familias Lauraceae (8), Fabaceae (1), Fagaceae (1), Dipterocarpaceae (1), Theaceae (1) y Pinaceae (1); a nivel experimental, el hongo ha mostrado capacidad de infectar a otras 10 lauráceas (CABI, 2022; EPPO, 2020 y 2022; Fraedrich *et al.* 2008, Hanula *et al.*, 2008; Ploetz y Konkol, 2013; Huges *et al.*, 2013 y 2016; Shih *et al.*, 2018; Olatinwo *et al.*, 2021; Rabaglia *et al.*, 2006).

XgRI ocasiona daños severos en diversas especies, teniendo un impacto ecológico y económico potencialmente devastador, pues la muerte de árboles puede ocurrir a seis semanas de iniciada la infección (Fraedrich *et al.*, 2008; Harrington *et al.*, 2008). Su principal hospedante cultivado a nivel comercial es el aguacate.

5.2 Situación en los Estados Unidos de América

XgRI se detectó por primera vez en EUA en 2002, cerca de Savannah, Georgia, y Carolina del Sur, afectando a especies arbóreas de la familia Lauraceae (principalmente al laurel rojo) (Fraedrich, *et al.*, 2008), a donde posiblemente fue introducido desde Asia en embalajes de madera (Bocanegra, 2012, citado en CONABIO, 2017). Se ha dispersado con rapidez debido al transporte de material infestado, aunado a condiciones ambientales favorables y la amplia disponibilidad de hospedantes (FDACS, 2010; USDA, 2019).

Hasta ahora, *R. lauricola* se ha identificado en 278 condados, distribuidos en 12 estados de EUA: Georgia (79), Florida (67), Carolina del Sur (22), Tennessee (16), Texas (16), Carolina del Norte (16), Louisiana (14), Kentucky (13), Alabama (13), Arkansas (12), Mississippi (9) y Virginia (1); los cuáles también registran presencia de *X. glabratus*, con excepción del último. La cantidad de condados con infección, detectados/año, ha mostrado tendencia al alza, con máximos de 33 y 34 en 2019 y 2020, respectivamente (Gráfica 27) (USDA, 2022).



Gráfica 26. Número de condados de EUA con infección de *Raffaelea lauricola*, detectados por año.

Fuente: Elaborado con datos del USDA, 2022.

En Carolina del Sur y Florida, *XgRI* ha ocasionado una alta mortalidad del laurel rojo. Similarmente, en el sitio de su detección inicial, la muerte de árboles de esta especie aumentó de 10% a más de 90% en un período de sólo 15 meses (Fraedrich *et al.*, 2008; Hanula *et al.*, 2008). El cultivo de aguacate también ha sido afectado; se calculan pérdidas de 3% por mortalidad de árboles, además de que más de 7,000 de ellos (que equivalen aproximadamente al 1% de la producción) han tenido que ser eliminados a causa de *XgRI*, en áreas de huertos comerciales de Florida, donde se infiere que los daños podrían aumentar significativamente; también están en riesgo las plantaciones de aguacate de estados del occidente de EUA, principalmente California (Mosquera *et al.*, 2015; Ploetz *et al.*, 2017).

Considerando la dispersión continua de *XgRI*, se han estimado pérdidas económicas anuales de 468 millones de dólares para Carolina del Norte y Carolina del Sur, y de 23.5 millones en el caso de Florida (USDA, 2013, citado en Kendra *et al.*, 2014). Además de las pérdidas potenciales en la producción comercial, se encuentra en riesgo el Depósito Nacional de Germoplasma para el aguacate del USDA-ARS, en Miami, así como especies vegetales de zonas naturales y urbanas, en estados o protectorados de EUA como California, Hawái y Puerto Rico (Ploetz *et al.*, 2017).

5.3 Situación en México

Derivado de las detecciones de *XgRI* en EUA, principalmente las de Texas (condados: Anderson, Grimes, Jefferson, Hardin, Jasper, Tyler y Polk), se infiere un alto riesgo de introducción a México, sobre todo considerando la proximidad geográfica de estados como Coahuila (293.47 km), Chihuahua (538.76 km), Nuevo León (420.73 km) y Tamaulipas (584.90 km) (Figura 1). Una posible limitante para su dispersión directa es la barrera de matorrales xerófilos del sur de Texas y norte de Tamaulipas (Atkinson (2014).

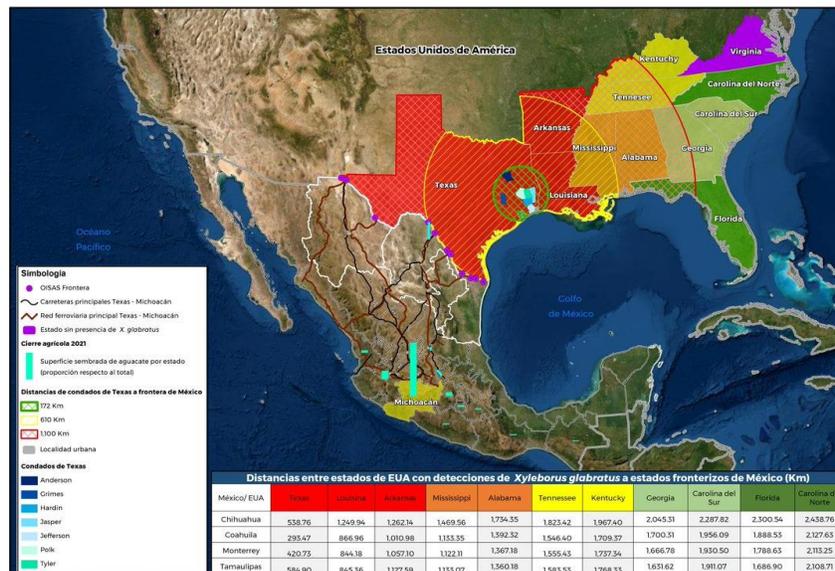


Figura 1. Detecciones de *Xyleborus glabratus*- *Raffaelea lauricola* en EUA y factores de riesgo de introducción en las zonas de mayor producción de aguacate.

El traslado de madera infestada es otra posible vía de entrada de *XgRI*, pues por este medio el fitopatógeno puede diseminarse a más de 700 km (Bates *et al.* 2015, citados en Lira-Noriega *et al.*, 2018), por lo que la importación de madera aserrada nueva, secada al aire, húmeda o verde, representa un alto riesgo para México; al respecto, en 2020 el país importó alrededor de 38,409 m³ de madera en rollo, de países como Brasil, Canadá, Chile, Estados Unidos y China (estos dos últimos con presencia de *XgRI*) (WITS, 2018; FAO, 2022). *R. lauricola* también es capaz de diseminarse mediante injertos entre las raíces de árboles adyacentes, a una velocidad de 3 a 6 árboles/mes, lo que puede resultar en la pérdida de 90 o más de estos en un periodo de seis meses (Crane *et al.* 2016; Ploetz *et al.* 2017).

Cabe señalar que el ingreso de madera al país se regula mediante la NOM-016-SEMARNAT-2013 y la NIMF 15, y el embalaje de madera que sirve de soporte a otro tipo de mercancías está regulado por la NOM-144-SEMARNAT-2012. Asimismo, para la importación de plantas de aguacate originarias y procedentes de EUA existe la clave de combinación 2181-131-4512-USA-USA, la cual establece que el certificado fitosanitario debe especificar que el producto se encuentra libre de *R. lauricola*.

De introducirse a México, *X. glabratus* encontraría condiciones climáticas y hábitats apropiados para su desarrollo, principalmente en la costa del Golfo, donde están presentes la mayoría de lauráceas hospedantes potenciales, silvestres y cultivadas (en menor grado) (Figura 2) (Lira-Noriega *et al.*, 2018).

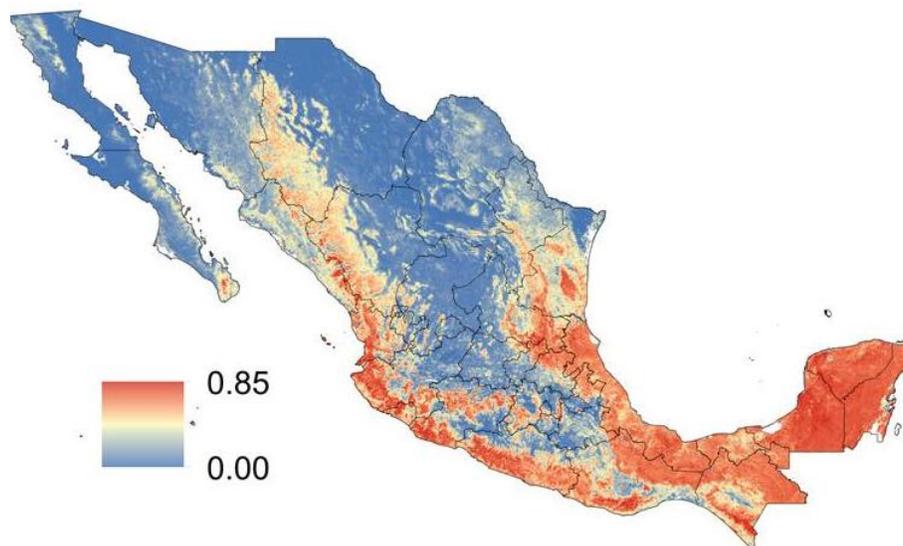


Figura 1. Distribución potencial de lauráceas en México (modelo de nicho ecológico).
Tomada de: Lira-Noriega *et al.*, 2018.

El ingreso de *XgRI* al país causaría afectaciones en el cultivo de aguacate, del cual México es el mayor productor a nivel mundial (principalmente en los estados de Michoacán, Jalisco y Estado de México) (SIAP, 2022), pues pondría en riesgo más de 248 mil hectáreas de este frutal, en las que se producen más de 2.4 millones de toneladas, con valor de más de 50 mil millones de pesos, impactando negativamente el flujo comercial con países como EUA, Japón, Canadá, España y Francia, entre otros. Asimismo, podrían verse afectados

más 391 mil empleos directos y más de 70 mil familias (SIAP, 2022). El complejo también dañaría a especies forestales y endémicas de la familia Lauraceae; al menos 19 de estas se encuentran sólo en el estado de Veracruz (Lira-Noriega *et al.*, 2018).

5.4 Recomendaciones de manejo actuales para el marchitamiento del laurel de aguacates

Las recomendaciones para controlar la propagación de la marchitez del laurel (ML) tienen cuatro componentes: detección temprana mediante exploración, sanidad de los árboles afectados, tratamientos profilácticos con fungicidas sistémicos y control del escarabajo ambrosía. Actualmente, la detección temprana de ML consiste en una inspección de toda la industria cada 6 a 8 semanas para identificar huertas con árboles sospechosos. En huertas donde no se haya detectado previamente, se recomienda el muestreo para verificación; en huertos previamente positivos se procede al saneamiento, que incluye la remoción y destrucción inmediata de los árboles afectados, arrancándolos de raíz o triturando, astillando y/o quemando. Además de apoyarse con tratamientos fungicidas profilácticos, que consisten en inyecciones de propiconazol en huertas enteras o árboles adyacentes a los afectados y seguir con muestreos.

Los costos de control y erradicación implican un aumento del 40% al 50% de los costos de producción. Si bien los huertos bien manejados, con variedades de alto rendimiento, estarían en condiciones de absorber este costo anual, muchos tendrían dificultades para mostrar rentabilidad y seguir siendo viables a largo plazo (Crane *et al.*, 2016).

6. Impacto económico potencial de la enfermedad del marchitamiento del laurel (*Xyleborus glabratus* - *Raffaelea lauricola*) en el cultivo de aguacate en el Estado de Michoacán.

Derivado de las detecciones del complejo escarabajo marchitez del laurel rojo en el suroeste de Estados Unidos, principalmente en Texas, existe un alto riesgo de introducción en México por: proximidad geográfica; dispersión mediante el traslado de madera infestada vía terrestre; intercambio comercial con países en donde actualmente está presente la plaga, mediante la importación de productos maderables que pudieran estar infestados; y/o por material vegetativo propagativo de especies hospedantes. Además de que las condiciones climatológicas presentes en el mundo muestran la gran similitud entre México y los países donde se encuentra presente el complejo *XgRI*, (Magarey *et al.*, 2008).

En el presente apartado, se estiman las posibles pérdidas económicas en el cultivo de aguacate, que podrían resultar de una incursión de la marchitez del laurel, en las principales zonas aguacateras del Estado de Michoacán, tanto directas, como indirectas. El modelo de pérdidas se basó en dos investigaciones previas, una realizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) México en 2019, "Impacto económico potencial en ecosistemas forestales de México, así como un estudio costo-beneficio del control de cinco especies exóticas invasoras: *Euwallaceae sp.*, *Xyleborus glabratus*, *Cactoblastis*

cactorum, *Agrilus planipennis* y *Lymantria dispar* ”, y una segunda dirigida por la Universidad de Florida en 2010, “Impacto económico potencial de la enfermedad del marchitamiento del laurel en la industria del aguacate en Florida”.

Mientras que el PNUD, realiza un análisis de costo-beneficio de las acciones de prevención (Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria - PVEF) que lleva a cabo el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) a nivel nacional para la prevención, control y erradicación de los complejos ambrosiales en México. El cual compara el valor actual de los beneficios generados por el PVEF, con relación a sus costos en términos diferenciales, es decir, los beneficios netos incrementales que se obtienen de comparar la situación con programa y sin programa (no hacer nada), en un horizonte de evaluación de 10 años y utilizando una tasa de descuento del 10%. Dicha metodología se adaptó del análisis económico del Programa Global de Especies Invasoras de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). La investigación propone tres escenarios, con base a tasas de afectación de *X. glabratus* en el hospedante (cultivo de aguacate y bosques de lauráceas): afectación baja del 1.0%, media 2.5% y alta del 5.0%. **Los impactos que considero el estudio fueron: afectación a la producción de aguacate, pérdidas anuales en almacenamiento de carbono y pérdida anual de la biodiversidad a nivel nacional.** Con una tasa de afectación de 1.0% se estimaron pérdidas de 2,277.20 MDP¹⁰, con la del 2.5% las pérdidas ascendieron a 5,981.62 MDP y con la de 5.0% las pérdidas fueron equivalentes a 13,029.40 MDP para el año 2019.

Por su parte la Universidad de Florida, investigó tres escenarios basados en las estimaciones del peor de los casos, de una incursión de la marchitez del laurel: el primer escenario es el caso base o el escenario de no hacer nada; el segundo considera la situación en la que la pérdida de producción es igual al 75%, lo que implica que el tratamiento sería solo un 25% efectivo; y el tercer escenario describe una pérdida de producción equivalente al 50%.

Las afectaciones económicas directas al cultivo se calcularon sobre posibles **pérdidas de venta del fruto, disminución del valor de los huertos y aumento de los costos de producción**, incluidos los costos asociados con la vigilancia, los productos fitosanitarios, la pérdida y/o eliminación de árboles infectados y la posible replantación con cultivares de aguacate tolerantes o resistentes. En tanto que, las afectaciones indirectas se relacionaron con: **mermas en el empleo, los ingresos laborales y los impuestos que dejaría de percibir el gobierno por parte de las empresas involucradas en la cadena de valor de aguacate**, consecuencia de la reducción de la demanda de productos y servicios¹¹, al disminuirse la producción de aguacate por presencia de la plaga. Esto a su vez concluye que, ocasionara una reducción en los ingresos de los hogares, creando una reacción en cadena adversa en toda la economía regional, así como efectos en las interdependencias entre la industria y los factores primarios de producción asociados.

¹⁰ MDP = Millones de pesos

¹¹ La industria del aguacate tiene un requerimiento directo de insumos como productos químicos, fertilizantes y materiales de empaque del sector manufacturero, así como servicios de transporte; estos sectores, a su vez, requieren insumos energéticos para procesar sus productos y transportar mercancía

Se seleccionó el Estado de Michoacán, para implementar un modelo de posibles afectaciones en el cultivo de aguacate, por la representatividad que tiene en relación a la producción del cultivo, tanto a nivel nacional, como internacional, y por contar con información estadística y sectorial puntual, para poder medir los impactos de la plaga, mediante metodologías científicas implementadas por instituciones oficiales, mencionadas anteriormente.

6.1 Materiales y métodos.

La cuantificación de las pérdidas potenciales que podrían resultar del establecimiento de la plaga y la enfermedad que se presentan en este estudio, se enlistan en la siguiente tabla:

Tipo de impacto	Impacto
Directo	Afectación de la producción y valor monetario (reducción) del aguacate. Aumento de los costos de producción del aguacate, lo que implica reducción en las ganancias del productor
Indirectos	Afectación de empleos agrícolas que dependen de la producción de aguacate Reducción de la demanda de productos agrícolas: fertilizantes y plaguicidas Reducción de las exportaciones de aguacate de México Afectación del Producto Interno Bruto Agrícola

Tabla 5. Potenciales impactos provocados por *Xyleborus glabratus* - *Raffaelea lauricola* en el Estado de Michoacán.

Debido a que el escarabajo ambrosía y la enfermedad del marchitamiento del laurel son plagas recientemente identificadas y los efectos exactos de los tratamientos no se pueden conocer con certeza (Universidad de Florida, 2010). Se analizaron escenarios basados en las estimaciones proporcionadas por científicos, que investigan y manejan la enfermedad, los cuales propusieron tasas de afectación por *Xyleborus glabratus* - *Raffaelea lauricola* para el cultivo de aguacate mexicano de 1.0%, 2.5% y 5.0%.

Para ello se simuló un escenario base donde el cultivo de aguacate está libre de la plaga a lo largo de 10 años, con base al comportamiento que han tenido las estadísticas agrícolas de 2011 al 2021, y así poder analizar la tendencia de crecimiento de producción y valor del cultivo. Posteriormente, se simulan escenarios con presencia de la plaga, para analizar los posibles daños en el cultivo, en ese mismo lapso de tiempo, consecutivamente obtener las pérdidas, al diferenciar el escenario base o libre de la plaga con los escenarios con presencia de la marchitez del laurel. Un primer escenario, considera una tasa de afectación en el cultivo de aguacate con impacto baja del 1.0%; un segundo escenario, considerando una tasa de afectación de impacto medio del 2.5%; y un tercer escenario calculando una afectación de impacto alta del 5.0%.

Asumiendo que la plaga puede tener un crecimiento poblacional exponencial, es decir, que aumentará en un porcentaje fijo con respecto al número total existente durante un intervalo unitario de tiempo (Glynn & Heinke, 1999), el cálculo de la reducción de la producción anual se obtuvo con la siguiente fórmula:

Fórmula 1.	Donde:
$P_i = P_0 - (P_0 * (e^{r*t} - 1))$	<p>P_i= producción del año i P_0= producción en el año 0 e= base de los logaritmos naturales r= tasa de afectación de la plaga sobre la producción t= tiempo, número de años a evaluar</p>

6.1.1 Consideraciones para el análisis:

El impacto económico directo de este complejo se evaluó estimando la reducción de la producción de aguacate a consecuencia de la plaga con tres diferentes tasas de afectación, y así obtener las pérdidas en ventas del fruto y en las exportaciones, tomando como referencia la proyección de la producción en el escenario base o libre de la enfermedad. Para la cuantificación de los impactos indirectos, con los resultados de reducción en la producción, en cada escenario, se estimó la disminución en la venta de fertilizantes y plaguicidas (principales insumos agrícolas utilizados en la producción de aguacate), la pérdida de empleos y salarios agrícolas.

Para obtener las pérdidas futuras a valor presente de la producción de aguacate en el Estado de Michoacán, se realizó un análisis beneficio - costo (ABC), en un horizonte de evaluación de 10 años (2022-2032), empleando una tasa de descuento social de 10%, dada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de México (SHCP)¹², la cual se aplicó a las proyecciones de beneficios y costos tanto en el escenario base o libre de la enfermedad, como en los escenarios con la plaga, para ello, se calcularon dos indicadores: el valor presente neto (VPN) y la Relación Beneficio-Costo (RBC).

Tasa de descuento es un factor financiero, que se utiliza para calcular el valor actual de un dinero futuro, debido a que el valor del dinero no es constante a lo largo del tiempo. Su estimación considera costos de oportunidad del dinero propio o costos de un recurso financiado (en caso de un préstamo), prima de riesgo e inflación. Cuanto mayor es la tasa de descuento, menor es el valor actual. Además, esta tasa reduce el valor de los flujos de efectivo en función del tiempo, a más tiempo analizado, menor valor se le otorga al dinero en el momento presente, y sirve para traer un valor del dinero futuro al día de hoy. El valor de la tasa de descuento social es proporcionado por una institución financiera oficial, que en este caso es de SHCP.

¹² Conforme a lo establecido en el numeral 31 de los "Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión" publicados en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2013

Relación beneficio costo (B/C): es un criterio que consiste en calcular el valor presente de los beneficios y dividirlo entre el valor presente de los costos, utilizando el costo de oportunidad de los fondos, igual a la tasa de descuento, que en este ejercicio se tomó del 10%. Para que se considere una inversión rentable, los beneficio a obtener deben ser mayores a los costos en valor presente, por lo tanto, se puede concluir que aquellas inversiones con un B/C mayor a 1 son aceptadas. La fórmula matemática es:

Fórmula 2.	Donde:
$B/C = VPI/VPe$	VPI = Valor Presente de los ingresos VPe = Valor Presente de los egresos

Valor Presente Neto (VPN): es un criterio que mide la ganancia o pérdida en pesos a precio actual de un proyecto (producción del cultivo de aguacate), después de descontar la inversión o costos incurridos, aplicando una tasa de descuento. A mayor valor de la tasa de descuento menor será el VPN. Un valor positivo del VPN, indica que el valor remanente o en términos de valor presente, excede el valor original de la inversión, por lo tanto, existe una ganancia o beneficio; de lo contrario, si es negativo, es una pérdida; si es cero, no generará ni beneficios ni pérdidas. La expresión matemática para obtener este indicador es la siguiente:

Fórmula 3.	Donde:
$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FC_t}{(1+r)^t}$	t = tiempo n = años de vida útil del negocio FCt = Flujo de caja neto en el periodo indicado r = tasa de descuento

6.1.2 Análisis beneficio - costos de las acciones de prevención, control y erradicación de *Xyleborus glabratus* – *Raffaelea Lauricola*

Se hizo un análisis beneficio-costos (ABC) del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF) que lleva a cabo el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) a nivel estatal, para la prevención, control y erradicación de los complejos ambrosiales. El ABC comparó el valor actual de los beneficios generados por el PVEF con relación a sus costos en términos diferenciales, es decir, los beneficios netos incrementales que se obtienen de comparar la situación con programa y sin él, en la producción de aguacate.

Alternativas:

Se compararon dos alternativas relacionadas con la producción de aguacate en el Estado de Michoacán y su relación con *Xyleborus glabratus* – *Raffaelea Lauricola*. La primera alternativa, fue una situación con la implementación del PVEF y libre de la plaga, donde se

considera un aumento tendencial de la producción a lo largo de 10 años, derivado de aplicar diferentes acciones del PVEF, para tratar de mantener fuera la plaga y sin afectación a la productividad del cultivo, por lo tanto, a los costos de producción se le sumaron las inversiones realizadas para llevar a cabo el PVEF.

Una segunda alternativa, donde se simula presencia de la plaga en el cultivo, lo que ocasionaría una reducción en la producción de aguacate, como consecuencia de las afectaciones del escarabajo, que a su vez daría como resultado una disminución en los ingresos percibidos y una menor demanda de productos y servicios por parte de la industria aguacatera. Esto mediante la aplicación de tres posibles escenarios con tasas de afectación diferentes (1%, 2.5% y 5%). Además de considerar incrementos en los costos de producción en un 40%, a consecuencia de tomar acciones para controlar, erradicar e impedir que la enfermedad entre a los huertos que quedan sanos.

6.1.3 Identificación de beneficios y costos

Para el análisis se consideró las siguientes variables para obtener los beneficios:

- Superficie sembrada, valor y volumen de producción, obtenidos de SIAP;
- Paquete tecnológico del aguacate en el Estado de Michoacán (temporal y riego), para estimar el valor de ventas de plaguicidas y fertilizantes, con base a referencias del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA).
- Empleos agrícolas con datos de la Asociación Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México (APEAM), quienes referencias que por cada mil toneladas de producción de aguacate se generan 160 empleos directos;
- Volumen y valor exportado del cultivo de aguacate, información extraída del Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI). Para ello se considerando las exportaciones realizadas a Estados Unidos por parte de México, las cuales en un 100% provienen de Michoacán.

Variables para obtener los costos:

- Costos de producción promedio referidos en la investigación de FIRA (2008) quienes analizan los costos y competitividad del cultivo de aguacate en el Estado de Michoacán;
- Costos de prevención, equivalentes al presupuesto del PVEF en el Estado de Michoacán, 2019.
- Incremento de los costos de producción para el control y erradicación de la plaga, equivalente al 40% de acuerdo a un estudio realizado por Crane y otros en 2016, en los EUA.

Los costos de prevención obedecen a los costos del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF), que lleva a cabo SENASICA. Este programa contiene una serie de estrategias operativas que tienen la finalidad de detectar oportunamente la incursión de plagas cuarentenarias en cualquier parte del territorio mexicano.

Para ello se revisó el Programa de Trabajo anual de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria en el Estado de Michoacán. Cabe destacar que la identificación de tales acciones se hizo con base al Programa de Trabajo del año 2019, que desglosa las acciones y presupuestos exclusivos de la plaga, el presupuesto total en ese año fue de 533,789 pesos e incluyó las siguientes acciones:

- Áreas de exploración.
- Rutas de trampeo, las cuales incluyen número de rutas establecidas, trampas instaladas y revisiones programadas.
- Rutas de vigilancia: incluyen número de rutas establecidas, puntos de vigilancias establecidos y revisiones programadas en los puntos de vigilancia.
- Plantas centinelas: involucra siembra de especies hospederas en sitios riesgo y revisiones programadas.
- Fortalecimiento de capacidades y divulgación de información a productores.
- Supervisión del programa

Los costos de vigilancia, fueron actualizados al año 2022, para ser proyectados a lo largo del horizonte de evaluación.

6.2 Resultados

Para obtener los beneficios directos en el escenario base o libre de la plaga se partió del volumen de la producción total de aguacate, manteniendo los precios del fruto de acuerdo a su comportamiento actual, creciendo a una tasa promedio anual de 4.7%, en el periodo de 10 años, y con esta referencia obtener el valor de la producción. Además, se asume que el PVEF, impide que la plaga afecte de manera negativa la producción. Para la proyección del presupuesto anual del programa, este se incrementó un 10% cada año en el horizonte de evaluación, considerando que los esfuerzos para mantener al escarabajo lejos de las áreas de producción de aguacate y del territorio, deben aumentar anualmente, al igual que lo hace la superficie sembrada y, por lo tanto, también el presupuesto destinado para la vigilancia (Tabla 6).

El volumen de producción obtenido por año en cada escenario, sirve para estimar los beneficios directos e indirectos, en el escenario libre de la plaga; y las pérdidas directas e indirectas, en los escenarios con la plaga, después de aplicar las tasas de afectación en la producción del escenario base, mediante la fórmula 1.

La pérdida de producción es la falta o ausencia de volumen de aguacate a consecuencia de *Xyleborus glabratus*, mismo que en ausencia de la plaga se tendría, basándonos en una hipótesis de una situación normal, suponiendo condiciones meteorológicas normales, ningún cambio en las condiciones políticas, y en particular, ningún cambio en la prevalencia de enfermedades del cultivo.

Año	Superficie (Miles de ha)			Producción	Valor de la producción	Costos de producción	Ganancias	Inversión del PVEF	Mano de obra	Fertilizantes y plaguicidas	Exportaciones Volumen	Exportaciones Valor	Empleos directos (agrícolas)
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada	Miles de ton	MDP	MDP	MDP	(Miles de \$)	MDP	MDP	Miles de ton	MDD	personas
2021	174	167	8	1,826	38,885	26,651	12,234	756	2,985	8,101	1,100	2,800	292,227
2022*	188	181	7	1,991	47,599	32,396	15,203	831	3,623	9,824	1,099	2,570	318,508
2023*	195	183	12	2,003	51,200	35,877	15,322	914	4,016	10,896	1,056	2,521	320,551
2024*	202	187	16	2,048	55,110	39,198	15,912	1,006	4,393	11,928	1,145	2,743	327,756
2025*	209	195	14	2,155	60,361	42,415	17,946	1,106	4,757	12,922	1,183	2,850	344,866
2026*	216	202	13	2,237	64,987	45,496	19,491	1,217	5,106	13,878	1,237	2,989	357,918
2027*	221	204	17	2,247	66,785	47,486	19,298	1,339	5,333	14,502	1,279	3,103	359,552
2028*	227	203	24	2,234	68,141	50,007	18,134	1,473	5,621	15,295	1,328	3,233	357,475
2029*	234	213	21	2,372	75,367	54,111	21,256	1,620	6,081	16,542	1,368	3,348	379,510
2030*	241	230	11	2,572	84,623	58,165	26,458	1,782	6,537	17,783	1,405	3,448	411,581
2031*	249	244	6	2,726	93,582	62,847	30,735	1,960	7,066	19,225	1,431	3,525	436,183
2032*	256	245	11	2,743	97,544	66,913	30,630	2,156	7,527	20,488	1,451	3,597	438,870

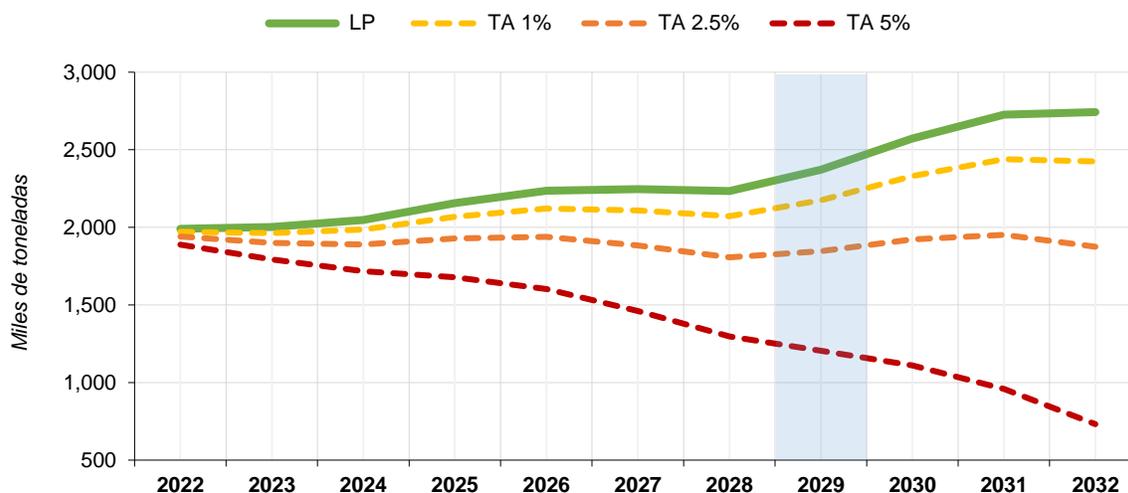
Tabla 6. Proyecciones de las estadísticas agrícolas (2022-2032), alternativa libre de la plaga.

Nota: El año 2021 son las estadísticas basadas con datos oficiales reportadas por SIAP, APEA y SIAVI.

* Proyecciones de las estadísticas agrícolas.

En la Gráfica 27, se muestra el comportamiento de la producción en el escenario libre de la plaga (LP), la cual tiende a crecer en el periodo de análisis, y se compara con cada escenario con la plaga, donde se observa la reducción de la producción de aguacate a lo largo del tiempo, en los tres escenarios de afectación (Escenarios: uno, TA1 %; dos, TA 2,5%; y tres, TA 5%).

Con una tasa de afectación del 5%, los volúmenes se reducen significativamente, sobre todo a partir del séptimo año. Mientras que en el año siete, el escenario uno con la plaga tendría una reducción de 8.3% en la producción, respecto al escenario libre de la plaga; el escenario dos con la plaga, refleja un 22.1% menos de producción; en tanto que, el escenario tres, se disminuye en un 49.2% la producción, llegando a decrecer dicho volumen casi a la mitad. Con las mermas en la producción, se obtienen las pérdidas directas e indirectas, estas últimas pérdidas, bajo el supuesto de que, a menor producción, existe una menor demanda de productos y servicios agrícolas.



Gráfica 27. Escenarios de reducción de la producción de aguacate, proyectada en el Estado de Michoacán, con base a tres tasas de afectación por *Xyleborus glabratus* 2022-2032.

Nota: Alternativa libre de la plaga (LP), Tasa de Afectación (TA).

En el escenario base o **libre de la plaga**, la producción estatal de aguacate crece un 38% durante el período de 2022 a 2032, al pasar de 1.99 a 2.74 millones de toneladas, previendo con esto, un incremento en el valor de la producción de 105%. Así mismo, el valor de las ventas de dos de los insumos más importante para el cultivo, fertilizantes y plaguicidas, tendrían un aumento del 109%, mientras que el empleo directo lo haría en un 38%. Las exportaciones de aguacate también proyectan un incremento en un 32%. Por tanto, en esta alternativa, el cultivo de aguacate seguiría generando derrama económica y empleos para el Estado de Michoacán.

Los resultados del análisis económico se presentan en la Tabla 7. Se comparan las ganancias del escenario libre de la plaga y las posibles pérdidas en cada uno de los tres escenarios con presencia de la plaga, a través del comportamiento de las variables: producción, mano de obra, venta de los principales insumos y exportaciones.

Alternativas (Ganancias en 10 años)	Producción	Empleos directos (agrícolas)	Exportaciones Volumen	Valor de la producción	Salarios agrícolas	Fertilizantes y plaguicidas	Exportaciones Valor
	Miles de toneladas	Miles de personas	Miles de toneladas	Millones de pesos			Millones de dólares
	A valor presente						
Escenario base LP	25,330	4,053	13,982	\$ 422,551	\$ 33,199	\$ 90,227	\$ 19,337
E1 (TA 1.0%)	23,658	3,785	13,062	\$ 397,305	\$ 31,217	\$ 84,838	\$ 18,249
E2 (TA 2.5%)	20,885	3,342	11,538	\$ 355,655	\$ 27,949	\$ 75,950	\$ 16,459
E3 (TA 5.0%)	15,442	2,471	8,549	\$ 274,588	\$ 21,592	\$ 58,662	\$ 12,994

Impactos	Directo		Indirecto		Indirecto			
	Pérdidas en 10 años.	Producción	Empleos directos (agrícolas)	Exportaciones Volumen	Valor de la producción	Salarios agrícolas	Fertilizantes y plaguicidas	Exportaciones Valor
		Miles de toneladas	Miles de personas	Miles de toneladas	Millones de pesos			Millones de dólares
		A valor presente						
E1 (TA 1.0%)	1,672	268	920	\$ 25,247	\$ 1,982	\$ 5,389	\$ 1,089	
E2 (TA 2.5%)	4,445	711	2,444	\$ 66,896	\$ 5,250	\$ 14,277	\$ 2,879	
E3 (TA 5.0%)	9,888	1,582	5,434	\$ 147,964	\$ 11,606	\$ 31,565	\$ 6,344	

Tabla 7. Ganancias y pérdidas del cultivo de aguacate en las alternativas libre y con presencia de la plaga en Michoacán, 2022-2032.

Nota: LP, libre de la plaga; E, escenario; TA, tasa de afectación.

Se puede observar que las pérdidas en el volumen de producción son mayores con conforme incrementa la tasa de afectación de *X. glabratus* en los escenarios con la plaga. Con la tasa de afectación baja del 1.0%, la producción se reduce un 7.0% en 10 años; mientras que con la tasa de afectación media del 2.5%, la reducción es del 18.0%; y con la tasa de afectación alta del 5.0%, la producción desciende en un 39.0%, siendo este el escenario más catastrófico al incrementar considerablemente el volumen de aguacate que se pierde. En consecuencia, se reduce casi en el mismo porcentaje el valor de la producción, el empleo y salario agrícola, la venta de los principales insumos, así como el valor y volumen de las exportaciones.

Con la disminución de la producción en cada escenario, los posibles impactos económicos de la plaga en el cultivo de aguacate a lo largo de 10 años, serían:

- Pérdida de la producido de aguacate: 1.67 millones de toneladas en el escenario de impacto bajo; de 4.44 millones de toneladas en el escenario de impacto medio; y de 9.88 millones de toneladas en el escenario de impacto alto. Ocasionando con esto, que el valor de la producción se deprecie en un rango de 25.24 a 147.96 mil millones de pesos.
- La disminución en el volumen de producción, causaría pérdida de empleos directos, al requerir menos jornales, en un rango de 268 a 1,582 mil personas, que, a su vez, provocaría que se dejaran de percibir salarios agrícolas por este cultivo, de entre 1.98 a 11.60 mil millones de pesos.
- Los proveedores de fertilizantes y plaguicidas, reducirían sus volúmenes de venta y en consecuencia sus ganancias, entre 5.38 a 31.56 mil millones de pesos.
- Pérdida de la ventaja competitiva, que actualmente tiene el Estado de Michoacán para la comercialización mundial del fruto, principalmente a Estados Unidos, se dejarían de exportar entre 920 a 5,434 miles de toneladas, derivado de esto, habría una reducción en divisas que ingresan al país, de entre 1.08 a 6.34 mil millones de dólares.

6.2.1 Análisis beneficio – costo del cultivo de aguacate

Una vez identificados los beneficios y costos, así como las posibles ganancias o pérdidas, con y sin la plaga en la industria de aguacate, se realizó un análisis beneficio costo del cultivo, considerando el valor de la producción, como beneficio; y en la partida de costo, los costos de producción y las inversiones realizadas para llevar a cabo el PVEF, para la alternativa libre de la plaga.

En el caso de los escenarios con la plaga, se considera en los beneficios, el valor de la producción que queda, después de una infestación de la plaga en los huertos afectados de aguacate, de acuerdo a las tasas de afectación propuestas; y en la partida de costo, los costos de producción más un incremento del 40% a consecuencia del control y la erradicación de la plaga. En la Tabla 8., se presenta los indicadores económicos de rentabilidad, el Valor Presente Neto (VPN) o ganancias a valor presente y la Relación Beneficio Costo (RBC), así como las pérdidas por cada escenario a valor presente que se tendrían en el periodo de 2022 a 2032, de incursionar la plaga en el presente año 2022.

Escenarios	Valor Presente Neto (Millones de pesos)	Relación Beneficio Costo	Pérdidas a valor presente (Millones de pesos)
Libre de la plaga	126,711	1.43	0
Afectaciones	1.0%	1.02	118,873
	2.5%		119,795
	5.0%		121,649

Tabla 8. Indicadores económicos del Análisis Beneficio – Costo del cultivo de aguacate con o sin PVEF.

En cuanto a los resultados del análisis beneficio – costo, se confirma la rentabilidad del PVEF sobre el cultivo de aguacate, al mostrar resultados positivos del VPN y una RBC mayores a 1. Los impactos que puede provocar el escarabajo *Xyleborus glabratus* son altos, comparados con el costo de llevar a cabo el PVEF, el cual es relativamente bajo, si este se contrasta con las pérdidas directas, evidenciando que la mejor opción y más económica es el control preventivo de la plaga.

Cada peso que el SENASICA invierte en el PVEF en el Estado de Michoacán, para el control de *Xyleborus glabratus*, vector de la enfermedad de la marchitez del laurel, genera en promedio 1.43 pesos de retorno (al productor en específico y a la sociedad en general), lo cual pueden ser significativamente mayor si se incluyen en el análisis económico, las pérdidas evitadas en otros rubros de importancia, como la producción del cultivo de canela, así como también la valoración de los servicios ecosistémicos de los bosques de lauráceas.

Pareciera que, con la tasa de afectación severa, igual al 5%, la producción de aguacate seguiría siendo rentable con base al Valor Presente Neto obtenido, al recuperar los costos y tener una ganancia, aunque esta sería menor en un 96% a la obtenida en el escenario libre de la plaga. Aun así, la opción de prevenir el ataque del escarabajo con la continuidad del PVEF, representa una alternativa mucho más rentable.

7. Conclusiones

- México es un país con alta competitividad en su sector agrícola. Una plaga como la simbiosis del escarabajo ambrosia *Xyleborus glabratus* y el hongo fitopatógeno *Raffaelea lauricola*, representarían una seria amenaza para el cultivo de aguacate, principalmente en el Estado de Michoacán, donde se produce el 74.8% del volumen de este cultivo, además de generar una gran derrama económica a lo largo de su cadena de valor, tanto a nivel estatal, como nacional.
- Durante el 2021, el aguacate en Michoacán generó un valor de producción de 38.8 mil millones de pesos y de 2.8 mil millones de dólares en divisas. Igualmente, contribuyó con el empleo de mano de obra agrícola de aproximadamente 292 mil personas, quienes percibieron 2.9 mil millones de pesos en salarios. Además, los productores adquirieron 8.1 mil millones de pesos en plaguicidas y fertilizantes de sus proveedores. Estos logros han sido gracias al impacto positivo de la sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria del cultivo, situación que se traduce en una balanza comercial superavitaria del aguacate para el país.
- El análisis económico realizado en el presente estudio para un periodo de 10 años indicó que, si la enfermedad del marchitamiento del laurel se estableciera en la principal región aguacatera del país, la pérdida directa en termino de menores ganancias agrícolas, oscilarían entre 118.87 a 121.64 mil millones de pesos. En términos indirectos al perder divisas entre 1.08 a 6.34 mil millones de dólares. Por otra parte, también los proveedores de los principales insumos, fertilizantes y plaguicidas, tendrían pérdidas entre 5.38 a 31.56 mil millones de pesos. De igual forma, se perderían empleos directos en un rango de 268 a 1,582 mil personas, las cuales dejarían de percibir salarios agrícolas de entre 1.98 a 11.06 mil millones de pesos.
- No obstante, a la cuantificación de las pérdidas realizada en la presente investigación, el impacto en la economía local sería aún más catastrófico, si se considera toda la derrama económica y los empleos que se generan a lo largo de la cadena de valor del aguacate. Solo como ejemplo, en el eslabón de la transformación, muchas de las empacadoras ya no podrían permanecer en el negocio, ya que su actividad es exclusiva al cultivo, limitando la reconversión de su actividad.
- Las pérdidas cuantificadas por la plaga, no deben de menospreciarse, son valores referenciales mínimos de los impactos económicos que genera *X. glabratus* – *R. lauricola*, los cuales pueden ser significativamente mayores, si se considera que pueden presentarse tasas de afectación más altas al 5%, o si se suman otras variables como servicios ecosistémicos u el valor económico de otros hospedantes como el cultivos de canela o especies forestales, con lo cual se incrementaría la valoración de las pérdidas.
- La cuestión sanitaria del aguacate en el país está controlada, pues el Gobierno Federal, ha impulsado acciones para aumentar la calidad de este cultivo, fomentando su exportación, esto a través del SENASICA, quien ha logrado erradicar plagas del aguacatero y prevenir, mediante los PVEF, que entren nuevas a territorio

nacional, como por ejemplo el complejo del escarabajo ambrosia del laurel rojo, ausente en México, pero presente actualmente en el país vecino de norte.

- Los resultados obtenidos de los Análisis Beneficio-Costo, puede ayudar a los tomadores de decisión, para mantener y/o aumentar el presupuesto del PVEF; y convencer que la prevención, el monitoreo y la detección temprana son las opciones más rentables. Con los beneficios representativos para obtener los impactos económicos y considerando los supuestos mínimos creíbles de afectación; las pérdidas obtenidas en el presente trabajo, deben ser interpretados con cautela y tomando en cuenta que son una base mínima de los beneficios que se pueden perder por la potencial invasión de *X. glabratus* - *R. lauricola* en el Estado de Michoacán.
- En este análisis también se resaltó que el cultivo de aguacate, es muy atractivo y rentable económicamente, aún en los casos de baja productividad. Sin embargo, de incursionar *X. glabratus* - *R. lauricola* en el Estado de Michoacán, solo los productores altamente tecnificados podrían seguir en el negocio, ya que el control de la plaga ocasionaría incrementos en los costos de producción, mermando con ello la rentabilidad positiva del cultivo para los pequeños y medianos productores.
- Si bien el Estado de Michoacán, es el escenario geográfico que se consideró representativo para el análisis de impacto económico de la plaga en el cultivo de aguacate, la producción de este fruto tiene una amplia distribución en todo el país, lo que da un mayor énfasis en prevenir la entrada de plagas cuarentenarias del aguacatero en México.
- Las acciones que realiza el SENASICA en cuanto a la sanidad del aguacate, han sido reforzadas por la cooperación del sector privado, así como instituciones públicas que coadyuvan con las sanidades (Consejo Nacional Forestal - CONAFOR), llevando a cabo estrategias para la vigilancia y contención de plagas exóticas y nativas de interés común, así actuar de manera temprana, organizada y eficiente, en caso de determinar la incursión de alguna plaga, esto con el fin de proteger la riqueza agrícola del país.

8. Referencias bibliográficas

- Aguirre, A. & Mendoza, R. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. Capítulo 6: Capital Natural de México. Volumen III: Estado de conservación y tendencias de cambio. México. 43 pp.
- Center for Agricultural Bioscience International – CABI, (2022). Datasheet: *Raffaelea lauricola* (laurel wilt). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/109424>
- Center for Agricultural Bioscience International – CABI, (2022). Datasheet: *Xyleborus glabratus* (redbay ambrosia beetle). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/118760>
- Centre de Cooperation International en Recherche Agronomique Pour Le Développement – CIRAD, (2019). Country Profile: Mexico 2019. Disponible en: <https://hassavocadoboard.com/wp-content/uploads/2019/11/hab-marketers-country-profiles-2019-mexico.pdf>
- Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa (CODESIN). (2021). Manual para el establecimiento del cultivo de aguacate en la zona centro norte de Sinaloa. 124 p.

https://codesin.mx/file/4/128_Manual%20del%20Aguacate%20-%202017%2011%202021%20.pdf_1637099646.pdf

- Crané, Jonathan; Ploetz Randy; Carrillo, Daniel; Evans, Edward A.; Wasielewski, Jeff; Pybas, Don (2016). Current Management Recommendations for Laurel Wilt of Avocados. University of Florida/IFAS, Tropical Research and Education Center. Disponible en: C:/Users/ltany/Downloads/perrycollins-4-10.pdf
- European and Mediterranean Plant Protection Organization – EPPO, (2022). *Raffaelea lauricola*(RAFFLA). EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/taxon/RAFFLA/distribution>
- European and Mediterranean Plant Protection Organization – EPPO, (2022). *Xyleborus glabratus* (XYLBGR). EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/taxon/XYLBGR>
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (2020). EPPO Technical Document No. 1081: EPPO Study on the risk of bark and ambrosia beetles associated with imported non-coniferous Wood. https://www.eppo.int/media/uploaded_images/RESOURCES/eppo_publications/TD-1081_EPPO_Study_bark_ambrosia.pdf
- Universidad de Florida (2010). Potential Economic Impact of Laurel Wilt Disease on the Florida Avocado Industry. *Evans, Edward A.; Crané, Jonathan; Daniel; Hodges, Alan; Osborne, Jason L.*. Artículo de investigación, disponible en: <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/20/1/article-p234.xml#:~:text=Conclusion,million%20annually%20in%20government%20revenue>.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura - FIRA (2007). Aguacate: análisis de rentabilidad del ciclo 2006-2007 y costos de cultivo para el ciclo 2007-2008. Dirección de Consultoría en Agronegocios de la Dirección Regional de Occidente, Residencia Estatal Michoacán. Octubre de 2007.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura – FIRA, (2017). Panorama Agroalimentario de Aguacate, 2017. Disponible en: <https://www.fira.gob.mx/InvYEvalEcon/EvaluacionIF>
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura – FIRA, (2022). Precios nacionales de Aguacate Hass. Disponible en: <https://www.fira.gob.mx/InvYEvalEcon/EvaluacionIF>
- Food and Agricultural Organization of the United Nations – FAO, (2022). Estadísticas de producción y comercio del cultivo de aguacate mundial. En línea: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/FO/visualize>. Fecha de consulta: junio de 2022.
- Fraedrich S. W., Harrington T. C., Rabaglia R. J., Mayfield A. E., Hanula J. L., Eickwort J. M., Miller D. R. (2008). A fungal symbiont of the redbay ambrosia beetle causes a lethal wilt in redbay and other Lauraceae in the Southeastern United States. *Plant Disease* 92: 215-224. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PDIS-92-2-0215>
- Fraedrich, S. W. (2008). California laurel is susceptible to laurel wilt caused by *Raffaelea lauricola*. *Plant Disease*, 92(10), 1469. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-10-1469A>
- Gazis (2022). First Report of Laurel Wilt Disease Caused by *Raffaelea lauricola* on Sassafras in Virginia. *Plant Disease*. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-21-2616-PDN>
- Glynn, J. & Heinke, G. (1999). Ingeniería ambiental. 2da Ed. Prentice Hall. Mexico. 800p
- González-Hernández, H. (2013). Plagas reglamentadas, ácaros y trips del aguacate. Ponencia. <http://cesix.inifap.gob.mx/frutalestropicales/biblioteca/manejo/2.pdf>
- Hughes, M. A., Brar, G., Ploetz, R. C., Smith, J. A. (2013). Field and growth chamber inoculations demonstrate *Persea indica* as a newly recognized host for the laurel wilt pathogen, *Raffaelea lauricola*. *Plant Health Progress*, (No.August), PHP-2013-0814-02-BR. <https://doi.org/10.1094/PHP-2013-0814-02-BR>
- Hughes, M. A., J. A. Smith and D. R. Coyle (2016). SREF-FH-006: Biology, Ecology, and Management of Laurel Wilt and the Redbay Ambrosia Beetle. Southern Regional Forestry; Forest Health. <https://www.agriculture.arkansas.gov/wp-content/uploads/2020/05/Redbay-Ambrosia-Beetle-and-Laurel-Wilt-1.pdf>

- Hulcr, J. and Q. Z. Lou (2013). The Redbay Ambrosia Beetle (Coleoptera: Curculionidae) Prefers Lauraceae in Its Native Range: Records from the Chinese National Insect Collection. *Florida Entomologist* 96(4), 1595-1596. <https://doi.org/10.1653/024.096.0444>
- Magarey, Roger D.; Borchert, Daniel M.; Schlegel, Jay W., (2008). Global plant hardiness zones for phytosanitary risk analysis. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/sa/a/QpBRyPmZQTXsG6VrQYmv9zy/?lang=en&format=pdf>
- Mayfield, A. E., III, MacKenzie, M., Cannon, P. G., Oak, S. W., Horn, S., Hwang, J. S., Kendra, P. E. (2013). Suitability of California bay laurel and other species as hosts for the non-native redbay ambrosia beetle and granulate ambrosia beetle. *Agricultural and Forest Entomology*, 15(3), 227-235. <https://doi.org/10.1111/afe.12009>
- Mexican Hass Avocado Importer Association – MHAIA (2022). *Crop Analytcs*, 2019. Disponible en: <https://mhaia.org/>
- Mosquera, M., E. A. Evans, R. Ploetz. 2015. Assessing the Profitability of Avocado Production in South Florida in the Presence of Laurel Wilt. *Theoretical Economics Letters* Vol.05 No.02 (2015), Article ID:56018, 13 9. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=56018>
- Olatinwo, R. O., S. W. Fraedrich and A. E. Mayfield III (2021). Laurel Wilt: Current and Potential Impacts and Possibilities for Prevention and Management. *Forests* 12, 181. <https://doi.org/10.3390/f12020181>
- Ploetz, R. C., Konkol, J. (2013). First report of gulf licaria, *Licaria trianda*, as a suscept of Laurel wilt. *Plant Disease*, 97(9), 1248-1249. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-13-0027-PDN>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo México – PNUD, (2019). Impacto económico potencial en ecosistemas forestales de México, así como un estudio costo-beneficio del control de cinco especies exóticas invasoras: *Euwallaceae* sp., *Xyleborus glabratus*, *Cactoblastis cactorum*, *Agrilus planipennis* y *Lymantria dispar*. Proyecto 00089333 – FSP – “Fortalecimiento de Capacidades para el Manejo de Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. Valera, V., Esquivel, M.
- Red Agrícola (2022). México: Producción de aguacate descendería hasta 2,33 millones de toneladas en la temporada 2021/2022. Disponible en: <https://www.redagricola.com/cl/mexico-produccion-de-aguacate-descenderia-hasta-233-millones-de-toneladas-en-la-temporada-2021-2022/>
- Rodríguez-Campos, Jacobo; Escobedo-Reyes, Antonio; Lugo-Melchor, O. Yadira, (2017). Inocuidad en Aguacate. Unidad de Servicios Analíticos y Metrológicos, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ). Disponible en: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/634/1/cap%20Inocuidad%20Aguacate.pdf>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación – SAGARPA, (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Disponibilidad: <https://www.gob.mx/agricultura/documentos/planeacion-agricola-nacional-2017-2030?state=published>
- Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2018). Manual de Identificación de las Principales Plagas del Aguacate en México. Tecámac, México.32 p. <http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF/AreaDiagnostico/DocumentosReferencia/Documentos/ManualesGuias/Manuales/Manual%20de%20Identificaci%C3%B3n%20de%20las%20Principales%20Plagas%20del%20Aguacate%20V.1%202018%20Pub.pdf>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria – SENASICA (2022). Importancia del SENASICA y los retos del futuro. Ponencia del Dr. Trujillo en el Foro Internacional Agroindustrial, FIA 2022. Disponible en: <https://fb.watch/e5H5E0SDZz/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera - SIAP (2022). Aguacate: Escenario mensual de productos agroalimentarios. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/reportemensual-de-escenarios-de-18-productos-agroalimentarios-2022>.

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera - SIAP (2022). Estadísticas agrícolas del cultivo de aguacate en México. En línea: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: junio de 2022.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria – SENASICA, (2020). Aguacate michoacano igual a empleo y bienestar. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/articulos/aguacate-michoacano-igual-a-empleo-y-bienestar?idiom=es#:~:text=El%20cultivo%20de%20aguacate%20produce%20310%20mil%20empleos%20directos&text=Los%20%C3%ADndices%20de%20empleo%20que,ciento%20durante%20la%20%C3%BAltima%20d%C3%A9cada.>
- SENASICA (2020). Gestión estratégica en la Cadena de valor- AGUACATE. Disponible en: <https://dj.senasica.gob.mx/AtlasSanitario/storymaps/aguacate.html>
- Shih H. H., Wuest, C. E., Fraedrich, S. W., Harrington, T. C., Chen ChiYu, 2018. Assessing the susceptibility of Asian species of Lauraceae to the laurel wilt pathogen *Raffaelea lauricola*. *Taiwan Journal of Forest Science*, 33(3), 173-184. <https://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2018/20183348056.pdf>
- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet – SIAVI (2022). Estadística agrícola comercial del aguacate en México. Disponible en: <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta- SIACON (2022). Estadísticas agrícolas de aguacate en México. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- U.S. Department of Agriculture – USDA, (2022). Fruit and Tree Nuts Yearbook Tables. Marzo 30, 2022. Economic Research Service.
- U.S. Department of Agriculture – USDA, (2022). Laurel Wilt. National Invasive Species Information Center. <https://gfcgis.maps.arcgis.com/apps/dashboards/d43391c8fdb741b597e6ccf1236d2a02>