



# Análisis de impacto económico ante un posible establecimiento y dispersión del cancro de los cítricos en México en áreas comerciales



\*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,  
INSPECCIÓN Y CALIDAD AGROPECUARIA

## CONTENIDO

1. Resumen Ejecutivo .....	1
2. Generalidades del sector citrícola en México.....	2
3. Producción Mundial de Cítricos .....	3
4. Producción Nacional de Cítricos .....	6
5. Consumo de Cítricos.....	13
6. Comercio de Cítricos.....	14
7. Cadena de valor de los cítricos .....	16
8. Inversión Federal fitosanitaria en cítricos .....	17
9. Cancro de los cítricos .....	19
10. Modelo, costos y pérdida de valor asociados a Cancro de los cítricos por unidad de producción de cítricos en México.....	23
11. Resultados de los posibles impactos económicos en una hectárea comerciales de cítricos, por Cancro en México.....	29
11 Conclusiones.....	33
12 Fuentes consultadas .....	34

## 1. Resumen Ejecutivo

La producción de cultivos cítricos tiene una gran relevancia a nivel mundial, no sólo por los beneficios nutricionales de su consumo en fresco, sino también para su industrialización en jugos y otros subproductos. Por otra parte, se observa su importancia social por la creación de empleos y la generación de ingresos para el sector.

En términos de valor, Maya (2017) apunta que los cítricos son las frutas de mayor importancia para el comercio internacional. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para el año 2020, se alcanzó un volumen de 183 millones de toneladas, lo que representa el 2% de la producción agrícola mundial.

Por las características geográficas y climáticas necesarias para el establecimiento y desarrollo del cultivo, esta actividad se concentra principalmente en regiones tropicales y subtropicales, por lo que su producción y comercialización, se rige esencialmente por la estacionalidad de cada cultivo.

Los cítricos constituyen un producto agrícola básico en México, al formar parte de la dieta de la población, su ingesta es muy elevada y se dirige principalmente al consumo doméstico. En cuanto al comercio, las importaciones son mínimas en relación con sus exportaciones, debido a la alta oferta y disponibilidad de fruta, que es prácticamente todo el año, aunque existen meses, como sucede entre enero y abril, donde la oferta no cubre plenamente la demanda interna total.

En México, se estima que 69 mil familias dependen de la citricultura, demandando anualmente más de 16 millones de jornales, que generan 696 mil empleos directos e indirectos. El sector cítrico se considera una opción rentable dentro de la producción agrícola, debido a la utilidad que se obtiene, tanto por el mercado nacional, pero principalmente para el mercado de exportación, donde hay una demanda del fruto a un precio más remunerable (Zayas, 2019).

Distintos factores pueden incidir directamente en la producción, tales como el clima, el potencial genético de los cultivos, los patrones, las prácticas culturales y la aparición de plagas y/o enfermedades, así como el precio. En cuanto al precio, Valencia y Duana (2019) indican que la demanda de cítricos muestra poca elasticidad, ante los cambios en los precios internacionales. Sin embargo, el efecto hacia los productores puede provocar desmotivación cuando son a la baja, al no generar ganancias estables, que les permita invertir en el control de plagas y acceder a los mercados de exportación.

El presente trabajo plantea los posibles impactos económicos que causaría la bacteria *Xanthomonas citri* de establecerse y dispersarse en México, debido a la alerta que se tiene actualmente, por su presencia a nivel mundial, y a las pérdidas millonarias que ha causado en distintos países, ya sea por acciones de control y erradicación, así como por la regulación que se establece para su comercialización.

Para ello, se presenta un ejercicio basado en la modelación propuesta por la Universidad de la Florida en el año 2003, como un referente de estimación al impacto provocado por Cancro de los cítricos en la década de 1990 en el suroeste de Florida, EUA. Además de considerar

lo expuesto en el programa, “Pagos por recuperación de ingresos por producción pérdida”, llevado a cabo en Florida en el año 2000 por APHIS. El objetivo es poder enfatizar sobre las ventajas económicas de mantener las huertas comerciales libre del Cancro de cítricos, en contraste con los costos adicionales, así como la pérdida potencial en las unidades de producción de los cultivos hospedantes.

Como resultado de la simulación, en una unidad de producción comercial de limón, naranja y toronja, bajo la modalidad de riego y temporal, se identificaron pérdidas por hectárea entre \$327,107 a \$151,210 pesos, de erradicarse al 100% los árboles y de \$19,688 a \$8,960 pesos, de erradicar solo una superficie de 579 m<sup>2</sup>. Considerando la vida productiva de las huertas comerciales de 36 años y una tasa de descuento del 10% anual.

## 2. Generalidades del sector citrícola en México

La citricultura en México representa una actividad de gran relevancia dentro de la fruticultura nacional, dada su importancia para la economía del país. Esta actividad es una fuente de ingresos de aproximadamente 69 mil familias. El cultivo y comercialización de cítricos genera una gran cantidad de empleos para jornaleros y profesionales en el campo, los empaques, la industria, el transporte, tanto para la comercialización nacional como de exportación. En conjunto este sector demanda anualmente 16 millones de jornales, generando 173 mil empleos directos y 523 mil indirectos<sup>1</sup>. Además, existe un considerable número de viveros productores de plantas y de empresas proveedoras de insumos que se benefician con estos cultivos (SAGARPA, 2018). Por el volumen de frutos obtenidos, nuestro país se ubica en el 4to lugar mundial en la producción de cítricos; 5to lugar como productor de naranja, 2do lugar como productor de limones y limas, 4to lugar como productor de toronja y pomelos y 13vo lugar como productor de mandarina, clementina y tangerinas.

Existen dos mercados para los cítricos: uno, el mercado de fruta fresca y el segundo como fruta procesada o transformada en otros productos como: zumo, aceites esenciales y pulpas. En el caso de la naranja, se estima que entre el 55% y el 60% de la cosecha en promedio, se ha procesado en los últimos cinco años; 50% de las limas se consumen frescas mientras que el resto se procesaron; mientras que el limón el 60% se consume en fresco y 40% se manda a la industria. La región Este de México concentra alrededor del 75% de la producción de cítricos (Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León, Puebla, Yucatán, Tabasco, Campeche y Quintana Roo), con la excepción de las limas mexicanas que crecen principalmente en la costa Oeste<sup>2</sup>.

Cabe mencionar que el cultivo de cítricos, es una actividad productiva que requiere de altas inversiones iniciales, seguido por un período de bajos rendimientos que por lo general dura los 3 primeros años. Los árboles de cítricos tienen una longevidad muy variable, que oscila entre los 30 y 40 años, pasando por las siguientes etapas: desarrollo en vivero de 1 a 3 años; desarrollo de árboles joven de 2 a 5 años; desarrollo de la producción de 3 a 7 años; periodo

---

<sup>1</sup> Estimación con base a datos del estudio: Evaluación del impacto económico de la enfermedad de los cítricos HLB (Greening) en la cadena citrícola mexicana

<sup>2</sup> Panorama general de la industria de los cítricos en México. Disponible en: <https://citrusindustry.net/2018/04/11/mexican-citrus-discussed/>

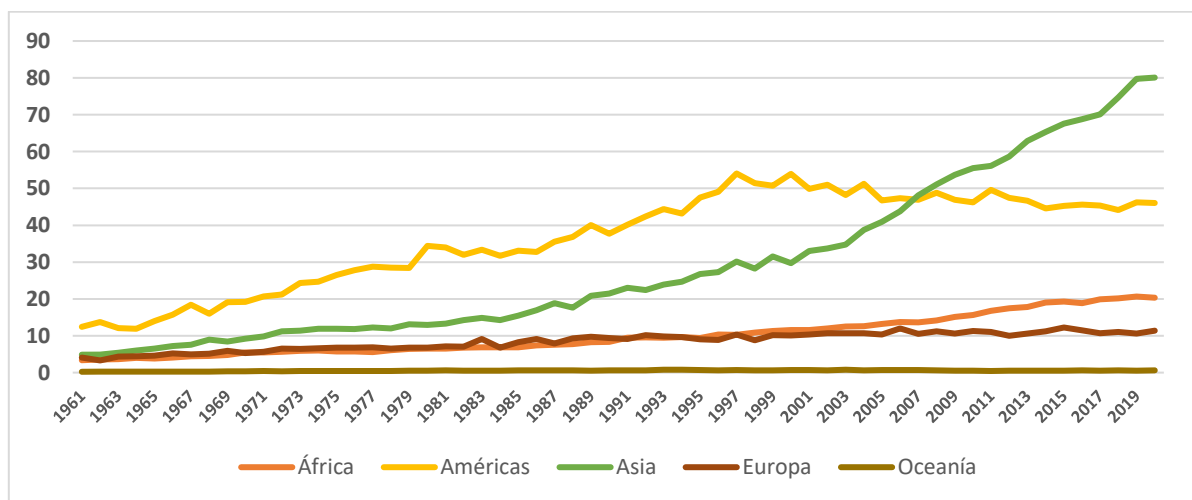
de plena producción de 8 a 20 años; y periodo de envejecimiento y muerte de 20 a 40 años. Desde luego que en la duración de estas etapas influyen diversas variables como la ubicación tropical o subtropical, la especie, variedad o híbrido, la oferta agroecológica de la zona y el manejo agronómico del cultivo. De acuerdo a su ciclo productivo, existen dos tipos, los de ciclo temprano y las de ciclo tardío, se les denomina así en base a los meses en que se cosechan (Amórtegui, *et al.*, 2001).

Dentro del Plan Agrícola Nacional 2016 – 2030 de la SAGARPA (hoy Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural - SADER), se señaló que, durante el año 2016, en el contexto productivo, el 61% de la superficie sembrada de cultivos cítricos se encontraba mecanizada, el 63% contaba con tecnología aplicada a la sanidad vegetal, mientras que 43% contó con asistencia técnica. Para el año 2021 de acuerdo con estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el 40% de la superficie sembrada de cítricos (lima, limón, limón real, naranja, mandarina, tangelo, tangerina y toronja) en México fue mediante la modalidad de riego, la cual aportó el 43% de la producción nacional y el 54% del valor de la producción, el resto corresponde a la modalidad de temporal.

En cuanto a la comercialización de los cultivos, los citricultores, venden su producción bajo dos modalidades: venta en árbol, en 65% de los casos, y los restantes, bajo corte y entrega del producto en huerta o a pie de la industria.

### 3. Producción Mundial de Cítricos

Si observamos las diversas variedades de cítricos, en conjunto, estos se podrían considerar como las frutas de mayor importancia para la producción mundial, sumados representan el 19% del volumen total de este grupo, aportando 183 millones de toneladas para el 2020. Se cultivan en los cinco continentes, siendo Asia el que aporta el mayor volumen con el 51%, seguido de América con el 29%, África 13%, Europa 7% y Oceanía 0.4%; tendencia que se ha mantenido en los últimos cinco años (Gráfica 1).



**Gráfica 1.** Producción histórica mundial de cítricos (millones de toneladas).  
Elaborado con datos de FAO, 2022.



En relación a la oferta mundial de cítricos<sup>3</sup>, se pueden distinguir dos mercados nítidamente diferenciados: uno corresponde a los productos frescos, principalmente **naranjas**, encabezado por **Brasil y China**; el de **tangerinas, mandarinas y clementinas**, liderado por **China, España y Turquía**; **limones y limas**, encabezado por **India y México**; y finalmente el de **toronjas y pomelos**, con **China y Vietnam** como los principales productores mundiales (Tabla 1). Maya (2017), señala que el otro es el mercado de productos cítricos en **jugo**, principalmente el de **naranja**, donde domina **Brasil**.

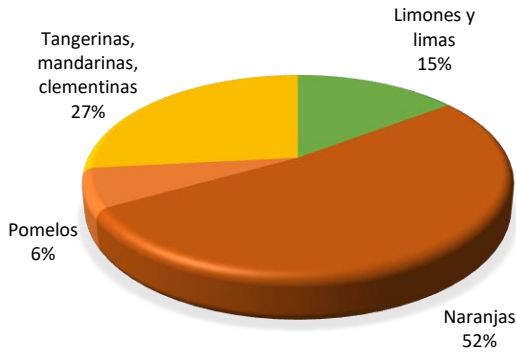
Los países del hemisferio norte son los mayores productores de cítricos con una participación del 70 al 80%; el resto proviene de los países del hemisferio sur.

Naranja				Tangerinas, mandarinas, clementinas			
País	Volumen (ton)	Lugar Mundial	% que aporta	País	Volumen (ton)	Lugar Mundial	% que aporta
Mundial	75,458,588			Mundial	38,600,907		
Brasil	16,707,897	1	22%	China	23,288,770	1	60%
India	9,854,000	2	13%	España	2,172,180	2	6%
China	7,641,167	3	10%	Turquía	1,585,629	3	4%
EUA	4,766,350	4	6%	Brasil	1,026,638	4	3%
México	4,648,620	5	6%	México	530,368	13	1%
Limones y limas				Toronjas y pomelos			
País	Volumen (ton)	Lugar Mundial	% que aporta	País	Volumen (ton)	Lugar Mundial	% que aporta
Mundial	21,353,502			Mundial	9,342,632		
India	3,717,000	1	17%	China	5,034,297	1	54%
México	2,879,023	2	13%	Vietnam	833,401	2	9%
China	2,732,502	3	13%	EUA	518,000	3	6%
Argentina	1,823,226	4	9%	México	490,834	4	5%
Brasil	1,585,215	5	7%	Sudáfrica	416,124	5	4%

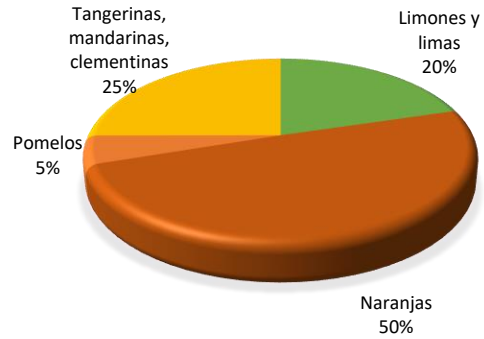
**Tabla 1.** Top cinco de los principales países productores por grupos de cítricos en 2020. Elaborado con datos de FAO, 2022.

Entre los mayores países productores de cítricos se encuentran **China, Brasil, India, México, Estados Unidos y España** (Mapa 1). Anteriormente Brasil era el líder en producción, sin embargo, China se convirtió en el mayor productor debido a las buenas condiciones climáticas y al incremento de la superficie dedicada al cultivo de cítricos, situación contraria a la de Brasil, donde las condiciones climáticas no fueron favorables y disminuyó la superficie de cítricos (Maya, 2017). De entre los cítricos, la **naranja es la principal especie cítrica que se produce en el mundo** con casi dos tercios de la producción mundial; le siguen en orden de importancia las mandarinas, limones y toronjas. De igual manera fue la que aportó el mayor valor de producción con el 50% en 2020 (Gráfica 2 y 3).

<sup>3</sup> De acuerdo a la FAO, los cítricos se clasifican en 4 grupos: 1. Naranja; 2. Tangerinas, mandarinas, clementinas, satsumas; 3. Limones y limas; y 4. Toronja y pomelo.



**Gráfica 2.** Participación porcentual de producción por grupo de cítricos 2020. Elaborado con datos de FAO, 2022.



**Gráfica 3.** Participación porcentual del valor de producción por grupo de cítricos 2020. Elaborado con datos de FAO, 2022.



**Mapa 1.** Principales países productores de cítricos del mundo. Fuente: Cítrica, 2019.

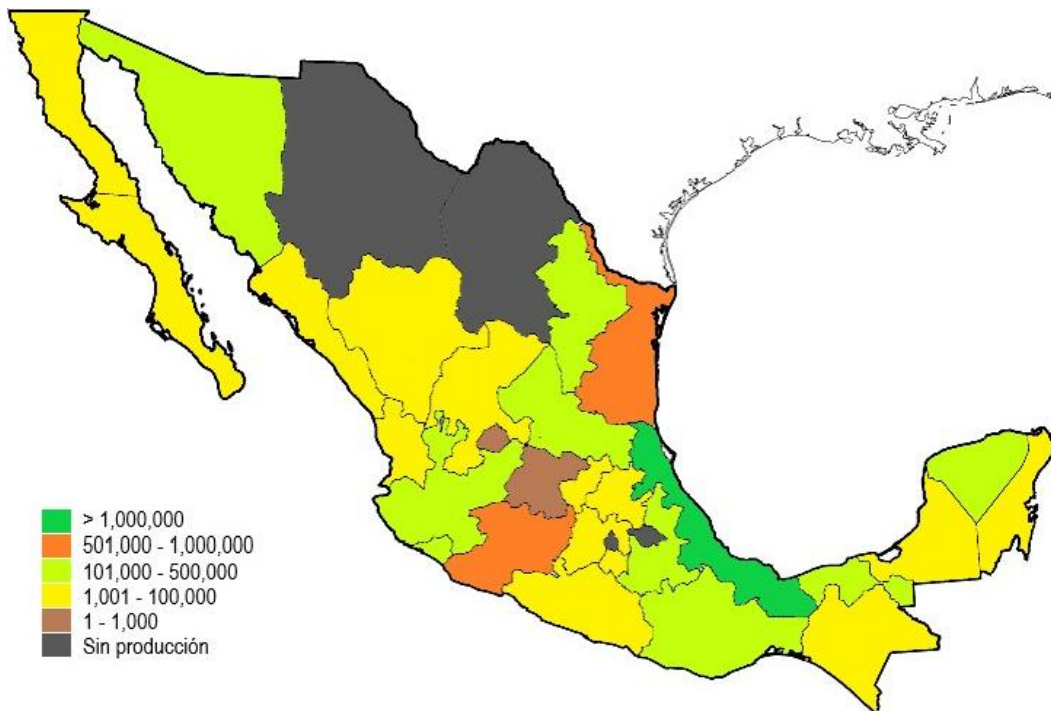
Para el año 2020, de acuerdo con registros estadísticos de la FAO, los 10 principales países exportadores de cítricos del mundo, movilizaron 14,586 mil toneladas de producto, lo equivalente al 77.99% del volumen exportado; en este rubro **México ocupó el séptimo lugar aportando el 4.68% de esta cantidad**. Mientras que, del lado de las importaciones, diez países adquirieron 10,103 mil toneladas de cítricos, igual al 56.81% del volumen importado. Tabla 2.

Países exportadores				Países importadores			
Lugar	País	Cantidad (miles de toneladas)	% de aportación	Lugar	País	Cantidad (miles de toneladas)	% de aportación
1	España	3,800	20.32%	1	Rusia	1,664	9.36%
2	Sudáfrica	2,351	12.57%	2	EUA	1,469	8.26%
3	Egipto	1,839	9.83%	3	Países Bajos	1,389	7.81%
4	Turquía	1,805	9.65%	4	Alemania	1,210	6.80%
5	China	1,228	6.57%	3	Francia	1,077	6.05%
6	Países Bajos	907	4.85%	6	China	817	4.59%
7	<b>México</b>	<b>874</b>	<b>4.68%</b>	7	Reino Unido	783	4.40%
8	EUA	728	3.89%	4	Arabia Saudita	685	3.85%
9	Marruecos	575	3.08%	9	Canadá	507	2.85%
10	Pakistán	480	2.56%	10	Polonia	503	2.83%
<b>Resto del mundo</b>		<b>4,116</b>	<b>22.01%</b>	<b>Resto del mundo</b>		<b>7,682</b>	<b>43.19%</b>
<b>Total</b>		<b>18,702</b>	<b>100.00%</b>	<b>Total</b>		<b>17,785</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 2.** Principales países exportadores e importadores de cítricos en 2020. Elaborado con datos de FAO, 2022.

#### 4. Producción Nacional de Cítricos

Los cítricos constituyen un producto agrícola básico en México, ya que forman parte de la dieta de la población, es decir, el consumo de cítricos es muy elevado. La mayor parte de su producción en el país, se dedica al consumo doméstico (Maya, 2017). En cuanto a la zona productora, esta abarca 28 entidades federativas, de acuerdo con registros estadísticos del SIAP para el año 2021 (Mapa 2).



**Mapa 2.** Distribución de la producción de cítricos por estado 2021 (Toneladas). Elaborado con datos de SIAP, 2022.

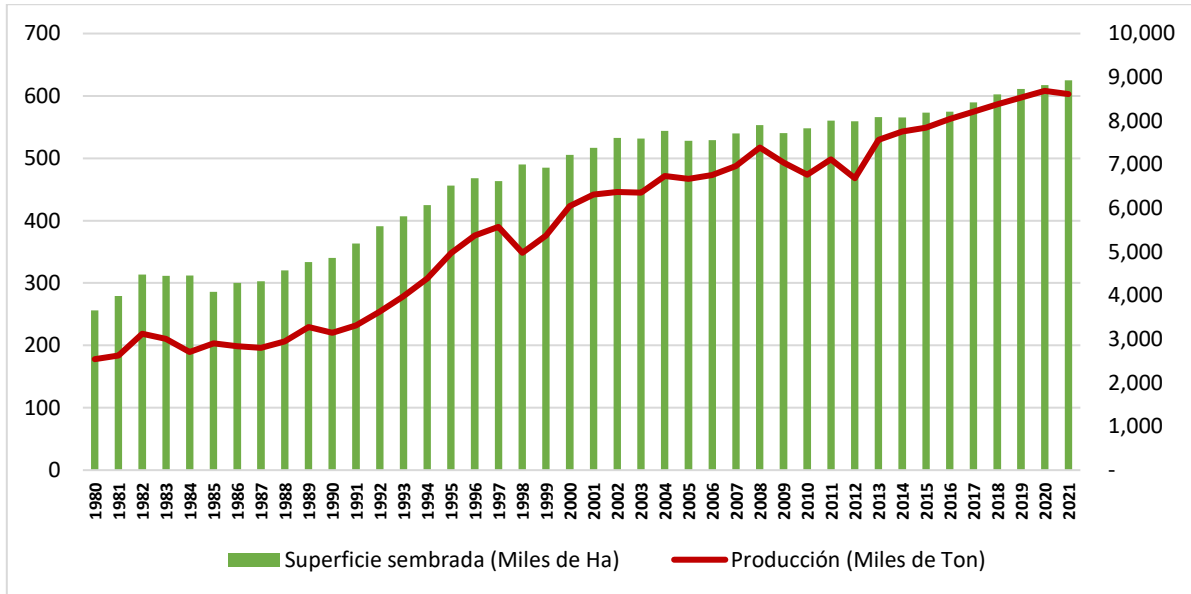


Para el cierre del año 2021, el SIAP reportó 625 mil hectáreas de cultivos de cítricos, 55.1% naranja, 33.4% limón y 10.5% los restantes: mandarinas, toronjas, tangerinas, tangelo y lima. Obteniendo así una producción de 8.61 millones de toneladas, con valor estimado de 36 millones de pesos (Tabla 3).

Cultivo	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	Precio medio rural (\$/Ton)	Valor de la producción (Miles de pesos)
Limón	215,167	193,284	2,954,431	15.29	6,666	19,694,398
Lima	2,365	2,334	29,371	12.58	5,534	162,527
Mandarina	22,747	22,169	238,276	10.75	3,137	747,461
Naranja	344,285	331,438	4,595,129	13.86	2,851	13,099,251
Toronja	21,419	19,955	453,208	22.71	3,109	1,409,005
Tangerina	13,536	13,536	213,555	15.78	2,719	580,637
Tangelo	5,489	5,489	128,105	23.34	2,805	359,303
<b>Total</b>	<b>625,007</b>	<b>588,206</b>	<b>8,612,074</b>			<b>36,052,582</b>

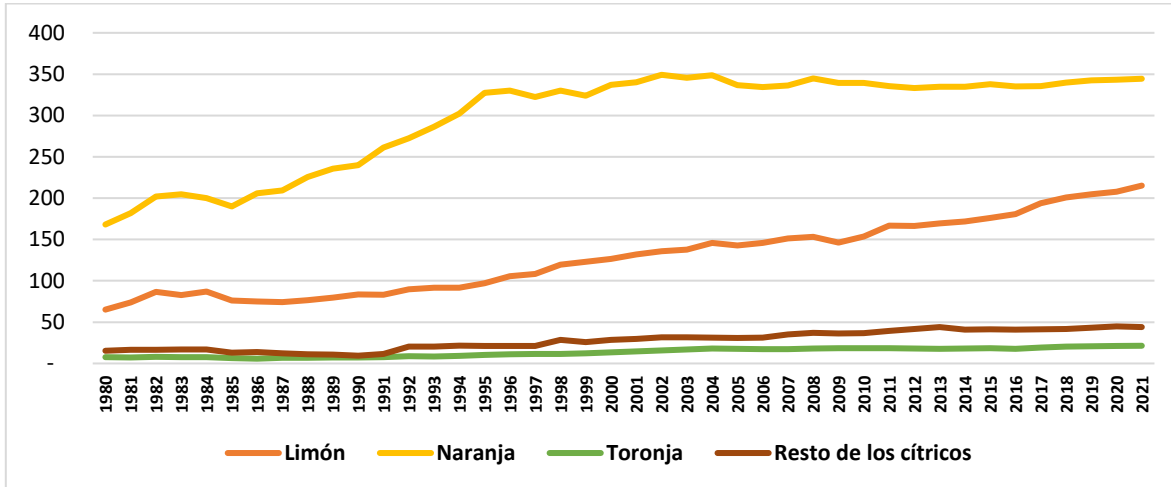
**Tabla 3.** Estadísticas agrícolas de cítricos en México 2021. Elaborado con datos de SIAP, 2022.

Entre el año 2010 y el 2021, la superficie sembrada de cítricos incrementó 13% a nivel nacional, a una tasa media anual de crecimiento de 1.2%, lo que significa, haber incorporado más de 77 mil hectáreas en este periodo. El incremento de la superficie, dio como resultado un aumento de la producción del 25% en ese período, a un ritmo promedio anual de 2.3% (Gráfica 4).

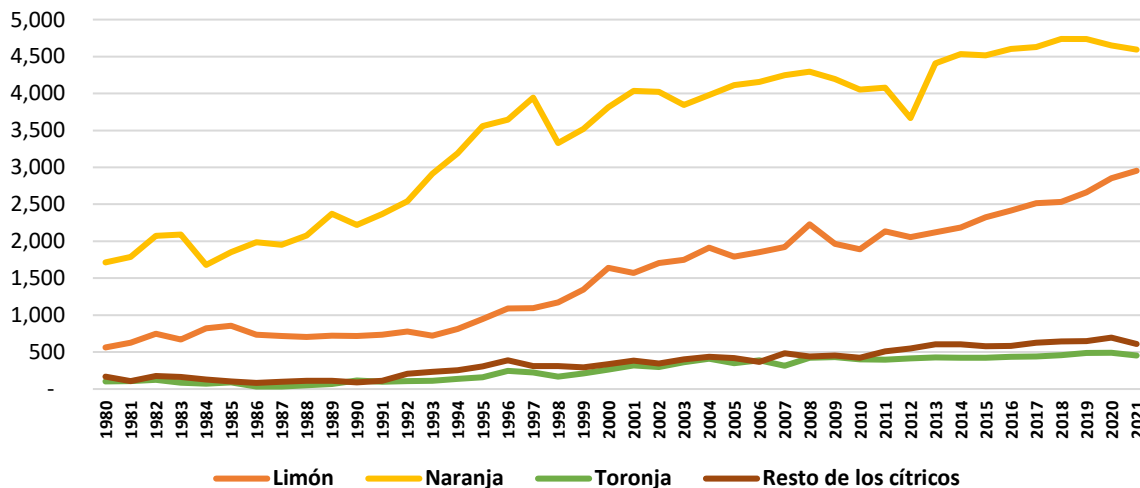


**Gráfica 4.** Superficie sembrada y producción histórica de cítricos. Elaborado con datos de SIAP, 2022.

De acuerdo con estadísticas del SIAP, la naranja ha sido el cultivo con la mayor superficie sembrada y mayor volumen de producción en México. En cuanto al volumen, le sigue en importancia el limón y la toronja, por último, la mandarina, tangerina, tangelo y lima (Gráfica 5 y 6).

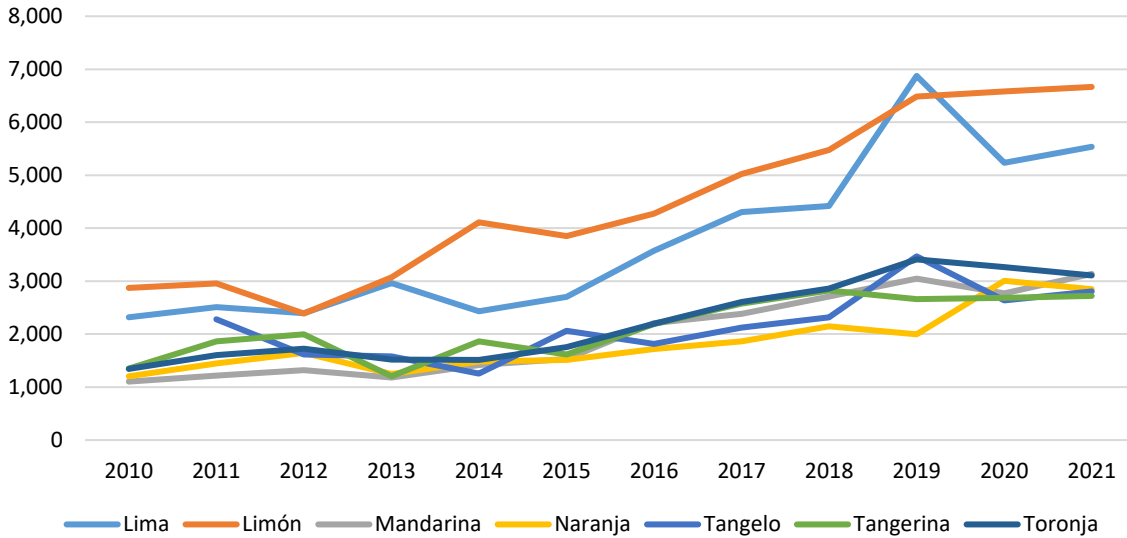


**Gráfica 5.** Superficie sembrada histórica de los principales cítricos 2021 (Miles de hectáreas).  
Elaborado con datos de SIAP, 2022.

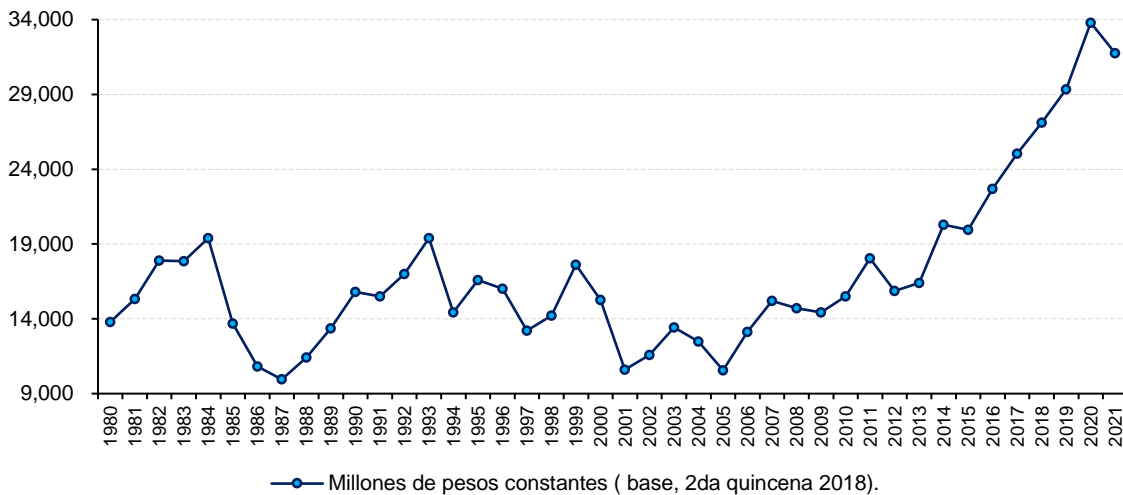


**Gráfica 6.** Producción histórica de los principales cítricos 2021 (Miles de toneladas).  
Elaborado con datos de SIAP, 2022.

Para al año 2021, el precio medio rural de los cítricos, en conjunto, incremento 2.6%, debido a los cultivos de lima (6%), mandarina (13%), tangelo (6%), Limón y Tangerina (1%). Sólo naranja (-5%) y toronja (-5%), tuvieron un descenso en sus precios. Sin embargo, la producción mantiene una tendencia al alza, situación que, aunada a la creciente demanda internacional, sigue incentivando esta actividad, permitiendo que entre el año 2010 y el 2021, el valor de la producción cítrica alcanzara 260,215 millones de pesos, es decir 4.2% en promedio del valor de la producción agrícola nacional en este periodo (Gráficas 7 y 8).

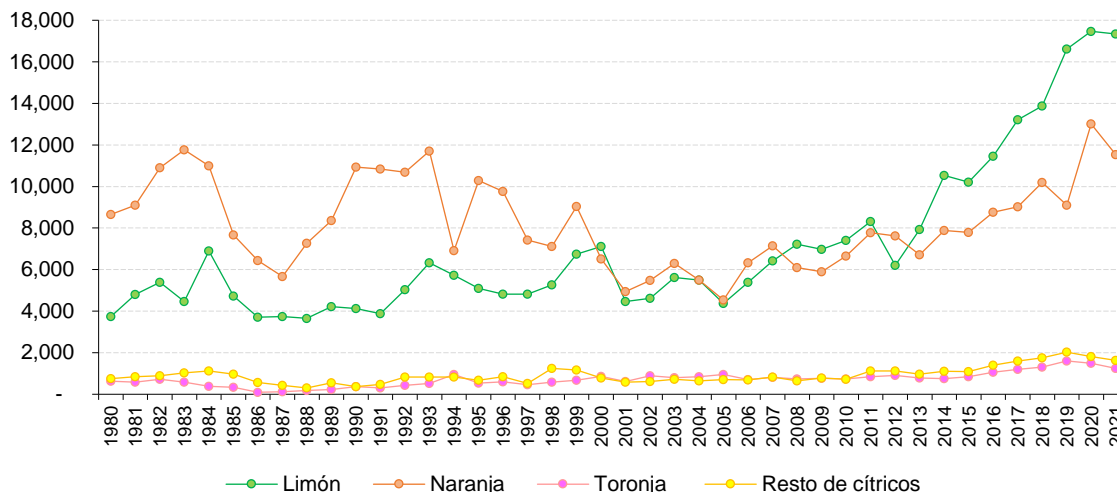


**Gráfica 7.** Precio medio rural histórico de cítricos (\$/Ton).  
Pesos constantes (base, 2da quincena 2018).  
Elaborado con datos de SIAP, 2022.



**Gráfica 8.** Valor de la producción histórica de cítricos.  
Millones de pesos constantes (base, 2da quincena 2018=100).  
Elaborado con datos de SIAP, 2022.

De manera particular, el valor de la producción por cultivo refleja un crecimiento en los últimos cinco años. Para el 2021 el limón se posicionó en primer lugar, con el 55% del valor total, tendencia que tiene desde el año 2013, cuando desplazó a la naranja hacia el segundo lugar aportando el 36%, posteriormente encontramos a la toronja con 4% y por último al resto de los cítricos, que en conjunto aportan el 5% del valor (Gráfica 9).

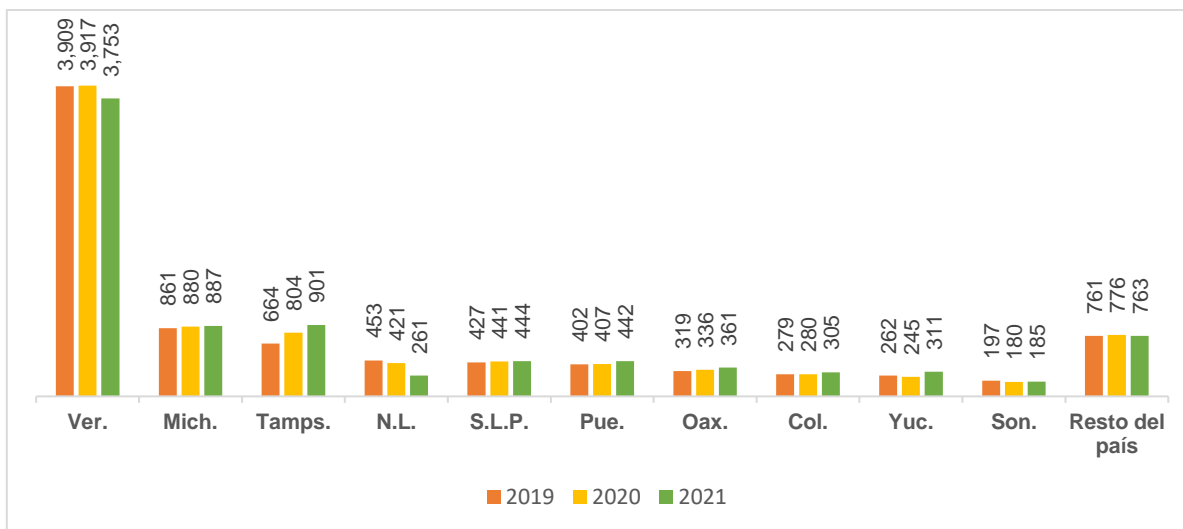


**Gráfica 9.** Valor de la producción histórica de los principales cítricos. Millones de pesos constantes (base, 2da quincena 2018). Elaborado con datos de SIAP, 2022.

Dentro de las principales entidades productoras en la costa del Golfo de México, encontramos a: Veracruz (*principal productor de cítricos del país* con el 48% de la producción), Tamaulipas (11%) y Yucatán (4%). Por otro lado, en la costa del Pacífico hallamos a: Michoacán (11%), Oaxaca (5%), Colima (4%) y Sonora (2%). Al interior del territorio nacional: San Luis Potosí (6%), Nuevo León (3%) y Puebla (6%). De acuerdo con el SIAP para el año 2021, las diez entidades antes mencionadas, son las más importantes por el volumen de cítricos que producen, y que en conjunto equivalen al 91% de la producción nacional; el restante 9%, lo aportan los otros 18 estados productores de estos cultivos. En cuanto al valor de la producción, tres entidades aportan el 63%: Veracruz, 36%; Michoacán, 17% y Tamaulipas, 10% (Tabla 4 y Gráfica 10).

Lugar	Estado	2019	2020	2021		
		Producción (Miles de toneladas)			% de participación en la producción	Valor de la producción (MDP)
1	Veracruz	3,909	3,917	3,753	48%	12,909
2	Tamaulipas	664	804	901	11%	3,489
3	Michoacán	861	880	887	11%	6,301
4	San Luis Potosí	427	441	444	6%	1,276
5	Puebla	402	407	442	6%	1,132
6	Oaxaca	319	336	361	5%	1,918
7	Yucatán	262	245	311	4%	1,281
8	Colima	279	280	305	4%	2,379
9	Nuevo León	453	421	261	3%	887
10	Sonora	197	180	185	2%	856
	Subtotal	7,773	7,911	7,849	91%	32,428
	Resto del país	761	776	763	9%	3,624
	<b>Total nacional</b>	<b>8,534</b>	<b>8,687</b>	<b>8,612</b>	<b>100%</b>	<b>36,053</b>

**Tabla 4.** Principales entidades federativas productoras de cítricos. Elaborado con datos de SIAP, 2022.



**Gráfica 10.** Comportamiento de la producción de cítricos de las 10 principales entidades productoras. (Miles de toneladas). Elaborado con datos de SIAP, 2022.

Los estados de Veracruz, Tamaulipas y San Luis Potosí concentran el 68.12% de la **superficie sembrada** de naranja. En cuanto al limón el 64.22% se ubicó en los estados de Michoacán, Veracruz y Oaxaca. De mandarina, tangerina y tangelo el 86.72% se concentró en Veracruz, Puebla y Nuevo León. El 76.37% de toronja se reportó en Veracruz, Michoacán y Tamaulipas. Finalmente, Jalisco, Puebla y Durango concentraron 83.25% de la superficie sembrada de lima (Tabla 5).

Entidad	Naranja	Limón	Mandarina, tangerina y tangelo	Toronja	Lima	Total
No.	344,285	215,167	41,772	21,419	2,365	625,007
<b>Superficie sembrada (Ha)</b>						
<b>Participación estatal en la superficie de producción (%)</b>						
1	Ver.	48.60%	24.13%	63.62%	37.49%	40.61%
2	Mich.	0.10%	29.74%	-	28.12%	11.28%
3	Tamps.	9.98%	3.96%	1.93%	10.77%	7.36%
4	Pue.	9.24%	1.45%	14.49%	2.16%	6.68%
5	S.L.P.	9.54%	0.94%	5.59%	0.04%	5.95%
6	N.L.	7.51%	0.46%	8.61%	9.59%	5.20%
7	Oax.	1.29%	10.35%	-	0.41%	4.29%
8	Yuc.	4.20%	2.58%	3.76%	4.99%	3.62%
9	Col.	0.10%	9.81%	-	0.08%	3.44%
10	Tab.	2.37%	3.36%	0.15%	0.51%	2.49%
11	Jal.	0.18%	3.16%	-	0.28%	1.42%
12	Son.	1.90%	0.19%	1.10%	2.48%	1.27%
13	Gro.	0.17%	3.23%	0.04%	-	1.21%
14	Hgo.	1.67%	0.13%	0.07%	-	0.97%
15	Chis.	0.56%	1.40%	0.17%	-	0.80%
16	Camp.	0.53%	0.93%	0.14%	1.54%	0.67%
17	Sin.	0.48%	0.82%	0.11%	0.44%	0.57%
18	B.C.S.	1.00%	0.02%	0.01%	0.09%	0.56%
19	Q. Roo.	0.27%	1.00%	0.09%	-	0.50%
20	Nay.	0.02%	1.40%	0.01%	-	0.50%
21	Dgo.	0.08%	0.12%	-	0.93%	1.16%
22	Zac.	-	0.31%	-	-	0.12%
23	Mor.	0.05%	0.19%	0.02%	0.01%	0.10%
24	B.C.	0.07%	0.09%	0.09%	0.06%	0.08%
25	Ags.	-	0.12%	-	-	0.05%



26	Qro.	0.07%	-	-	-	-	0.04%
27	Edo. Méx.	0.01%	0.07%	0.01%	-	1.87%	0.04%
28	Gto	-	0.05%	-	-	-	0.02%

**Tabla 5.** Participación estatal de la superficie sembrada nacional de cultivos cítricos 2021.

Elaborado con datos de SIAP, 2022.

Por su parte, Veracruz, Tamaulipas y San Luis Potosí aportaron 72.61% de la **producción** nacional de naranja. Para este concepto, el limón es encabezado por Veracruz, Michoacán y Oaxaca, que en conjunto aportaron 64.68% del total. En tanto, mandarina, tangerina y tangelo, su producción es liderada por los estados de Aguascalientes, Morelos y Baja California participando con el 90.86%. La toronja es producida principalmente en Veracruz, Michoacán y Tamaulipas, que en conjunto aportaron 87.11%. Finalmente, el estado de Jalisco, Puebla y Michoacán concentraron el 90.03% del volumen total nacional de lima (Tabla 6).

Entidad	Naranja	Limón	Mandarina, tangerina y tangelo	Toronja	Lima	Total
Producción (Ton)	4,595,129	2,954,431	579,935	453,208	29,371	8,612,074
Participación estatal en la producción (%)						
Ver.	49.43%	27.24%	0.00%	56.33%	0.00%	38.68%
Tamps.	14.98%	4.80%	0.09%	12.73%	1.94%	10.32%
S.L.P.	8.20%	1.53%	0.00%	0.01%	0.00%	4.90%
Pue.	6.71%	1.35%	0.06%	1.60%	10.85%	4.17%
N.L.	5.06%	0.14%	0.05%	2.23%	0.00%	2.87%
Yuc.	3.97%	3.28%	0.00%	3.33%	0.35%	3.42%
Son.	3.55%	0.10%	0.00%	2.58%	0.00%	2.07%
Tab.	2.08%	2.96%	0.00%	0.19%	0.00%	2.14%
Hgo.	1.43%	0.06%	0.04%	0.00%	0.15%	0.79%
B.C.S.	1.32%	0.01%	0.04%	0.08%	0.00%	0.72%
Oax.	1.19%	10.36%	0.00%	0.14%	0.00%	4.19%
Sin.	0.41%	0.81%	0.01%	0.34%	0.00%	0.51%
Camp.	0.38%	0.55%	0.00%	2.06%	0.00%	0.50%
Chis.	0.25%	0.58%	0.02%	0.00%	0.00%	0.33%
Jal.	0.25%	3.62%	0.01%	0.14%	75.44%	1.64%
Q. Roo.	0.23%	1.08%	2.47%	0.00%	0.00%	0.66%
Gro.	0.12%	2.73%	0.00%	0.00%	0.00%	1.00%
Mor.	0.11%	0.16%	14.37%	0.02%	0.00%	1.08%
Col.	0.10%	10.14%	0.00%	0.03%	0.44%	3.54%
Mich.	0.08%	27.09%	0.04%	18.04%	3.74%	10.30%
B.C.	0.07%	0.07%	3.78%	0.04%	0.29%	0.32%
Qro.	0.05%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.03%
Nay.	0.02%	1.03%	1.27%	0.00%	0.47%	0.45%
Dgo.	0.02%	0.02%	0.07%	0.11%	2.85%	0.04%
Edo. Méx.	0.00%	0.04%	2.11%	0.00%	1.12%	0.16%
Ags.	0.00%	0.04%	72.71%	0.00%	0.74%	4.91%
Zac.	0.00%	0.21%	2.76%	0.00%	1.63%	0.26%
Gto	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

**Tabla 6.** Participación estatal en la producción nacional de cultivos cítricos 2021.

Elaborado con datos de SIAP, 2022.

## 5. Consumo de Cítricos

Karina Valencia y Danae Duana (2019) señalan que, en México, el limón, la naranja y la toronja cubren 100% de la demanda nacional, por lo que actualmente se trabaja en la generación de valor agregado de estos tres cultivos, solidificando así sus cadenas de valor, mediante la creación de estrategias para incrementar el volumen que se manda principalmente al mercado internacional, acción que contribuye con el Plan Nacional Agrícola (Tabla 7).

Maya (2017) considera las siguientes características para el consumo y comercialización de productos cítricos en el país:

**Naranja.** El mercado doméstico tiene una alta preferencia por el consumo en fresco, dejando con poca oportunidad a la industria de captar mayores volúmenes para procesamiento. El factor que constituye esta tendencia es el precio.

**Limón.** La comercialización de limón persa se realiza en fresco, que por sus características físico-químicas y consumo es un producto de exportación. Esta actividad se realiza a través de las empacadoras localizadas en diferentes estados.

**Toronja.** Las Toronjas ocupan el tercer lugar en la producción nacional, Sin embargo, los estados que la exportan son Yucatán y Veracruz, generando importantes ingresos de divisas.

**Mandarina.** La mandarina ocupa el cuarto lugar en la producción nacional, pero junto con la tangerina, representa al cultivo que genera mayor derrama económica dado que su manejo en fresco requiere de altos costos para su empaque y acarreo. Este cultivo se vende en fresco en su mayoría y sólo una parte es entregada a la industria para su procesamiento.

**Tangerina.** Este cultivo se vende en fresco en su mayoría y sólo una mínima parte es entregada a la industria para su procesamiento.

En los siguientes cuadros, se resume información sectorial de los cítricos, se presenta la participación de los tres principales en la producción nacional; el consumo per cápita de algunos cultivos, siendo la naranja, el cítrico que más se consume en el país. Se observa un estimado de: costos de producción, ingresos y la relación beneficios-costos por hectárea sembrada, tanto de riego como de temporal. Por último, se mencionan las principales entidades federativas productoras de cada fruto.

Cultivo	Participación en la producción nacional	Consumo per cápita	Costos de producción (Ha)		Ingresos de producción (Ha)		Relación Beneficio / Costo (Ha)		Principales 3 estados productores
			Riego	Temporal	Riego	Temporal	Riego	Temporal	
Naranja	19.9%	37.2	26,939	18,152	45,797	22,690	1.70	1.25	<u>Veracruz</u> , <u>Tamaulipas</u> y San Luis Potosí
Limón	11.2%	15.1	77,872	64,750	111,357	71,226	1.43	1.1	<u>Michoacán</u> , <u>Veracruz</u> y <u>Oaxaca</u>

Cultivo	Participación en la producción nacional	Consumo per cápita	Costos de producción (Ha)		Ingresos de producción (Ha)		Relación Beneficio / Costo (Ha)		Principales 3 estados productores
			Riego	Temporal	Riego	Temporal	Riego	Temporal	
Toronja	2.1%	3.7	41,497	41,581	70,544	108,111	1.7	2.6	<b>Veracruz, Michoacán</b> y Tamaulipas
Mandarina		2.3	35,064	28,166	59,609	35,208	1.7	1.25	<b>Veracruz,</b> Puebla y Nuevo León
Lima			87,840	23,735	125,612	26,108	1.43	1.1	Jalisco, Puebla y <b>Michoacán</b>
Tangelo			36,614	63,962	62,245	79,952	1.7	1.25	<b>Veracruz</b> y Baja California Norte
Tangerina			33,141	32,472	56,340	40,590	1.7	1.25	<b>Veracruz,</b> Puebla y Nayarit

**Tabla 7.** Información sectorial de cítricos en México, 2020.

Elaborado con datos de SIAP, 2020; SIAVI, 2019; FIRA, 2018, SAGARPA-INIFAP, 2015 y 2017.

Para el año 2020, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) estimó variables de producción para los cultivos de naranja, limón y toronja para el caso de México, resultados que se asemejaron a los obtenidos en las estadísticas del SIAP, en cuanto a superficie y volumen. Además, estima el número de árboles plantados con y sin producción, así como la distribución de fruta para el mercado en fresco y para la industria (Tabla 8).

Conceptos 2020	Naranja	Limón	Toronja
Superficie sembrada (hectáreas)	342,885	208,000	21,294
Superficie cosechada (hectáreas)	271,226	163,120	18,344
Árboles en producción comercial (1000 árboles)	54,830	45,118	5,310
Árboles no productivos (1000 árboles)	14,180	11,124	1,178
Número total de árboles (1000 árboles)	69,010	56,242	6,488
Producción (1000 TM)	2,530	2,199	350
Importaciones (1000 TM)	31	3	1
Exportaciones (1000 TM)	60	755	18
Consumo Aparente (1000 TM)	2,561	2,202	351
Distribución en fresco (1000 TM)	1,601 (63%)	1,140 (52%)	254 (72%)
Distribución para la industrial (1000 TM)	960 (37%)	1,062 (48%)	97 (28%)
Distribución total (1000 TM)	2,561	2,202	351

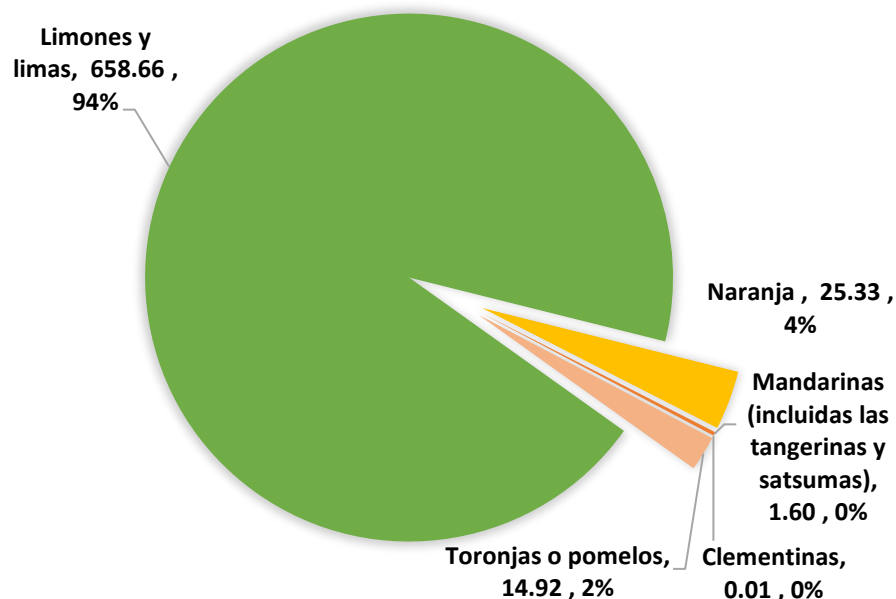
**Tabla 8.** Producción y consumo aparente de los tres principales cítricos en México, 2020. Fuente: USDA, 2020.

## 6. Comercio de Cítricos

De acuerdo al Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI) de la Secretaría de Economía, de enero a noviembre de 2021, la citricultura generó exportaciones por 796 mil toneladas, con un valor de 703 millones de dólares. Los cultivos exportados fueron: limones, limas, naranjas, mandarinas, tangerinas, clementinas y toronjas; el 98.15% del volumen exportado de estos frutos, se mandó principalmente a tres de los 29 países destino. (Tabla 9 y Gráfica 11).

País	Volumen (Ton)	% aportación	Valor (MDD)
EUA	761,525	95.61%	675
Países Bajos	13,886	1.74%	10
Japón	6,345	0.80%	7
Subtotal	781,756	98.15%	692
Resto de países	14,709	1.85%	11
<b>Total</b>	<b>796,465</b>	<b>100%</b>	<b>703</b>

Tabla 9. Exportaciones de México ene-nov 2021. Elaborado con datos de SIAVI, 2022.



Gráfica 11. Valor de las exportaciones por cultivo, ene-nov 2021 (Millones de dólares) y participación porcentual.

Elaborado con datos de SIAVI, 2022.

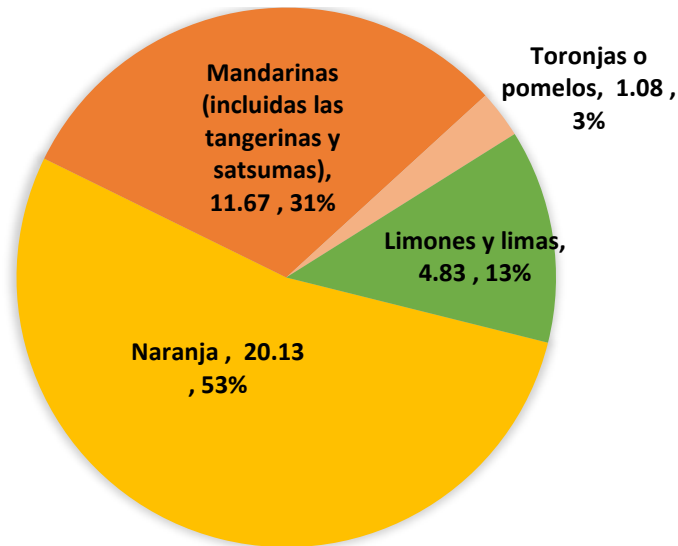
Las importaciones de cítricos que México efectúa son mínimas, en relación con sus exportaciones, esto debido a la disponibilidad que prácticamente es todo el año y a la elevada producción que hay de estos cultivos, a excepción de los meses comprendidos entre enero y abril, donde la oferta de algunos cultivos cítricos, no cubre la demanda al 100%. Los cítricos que se importan son: naranjas, mandarinas, tangerina, toronjas, limas y limones, pero en pequeñas cantidades.

En materia de importación, durante enero a noviembre de 2021 las importaciones totales de cítricos ascendieron a 52,794 toneladas, con un valor de 37.97 millones dólares. A continuación, se detallan los países, desde donde se importa el producto a México (Tabla 10 y Gráfica 12).

País	Volumen (Ton)	% aportación	Valor (MDD)
EUA	48,621	92.096%	33.86
Argentina	2,108	3.993%	1.25
Perú	2,063	3.908%	2.85
subtotal	52,792	99.996%	37.95

Resto de países	2	0.004%	0.01
<b>Total</b>	<b>52,794</b>	<b>100%</b>	<b>37.97</b>

**Tabla 10.** Importaciones de México, ene-nov 2021. Elaborado con datos de SIAVI, 2022.

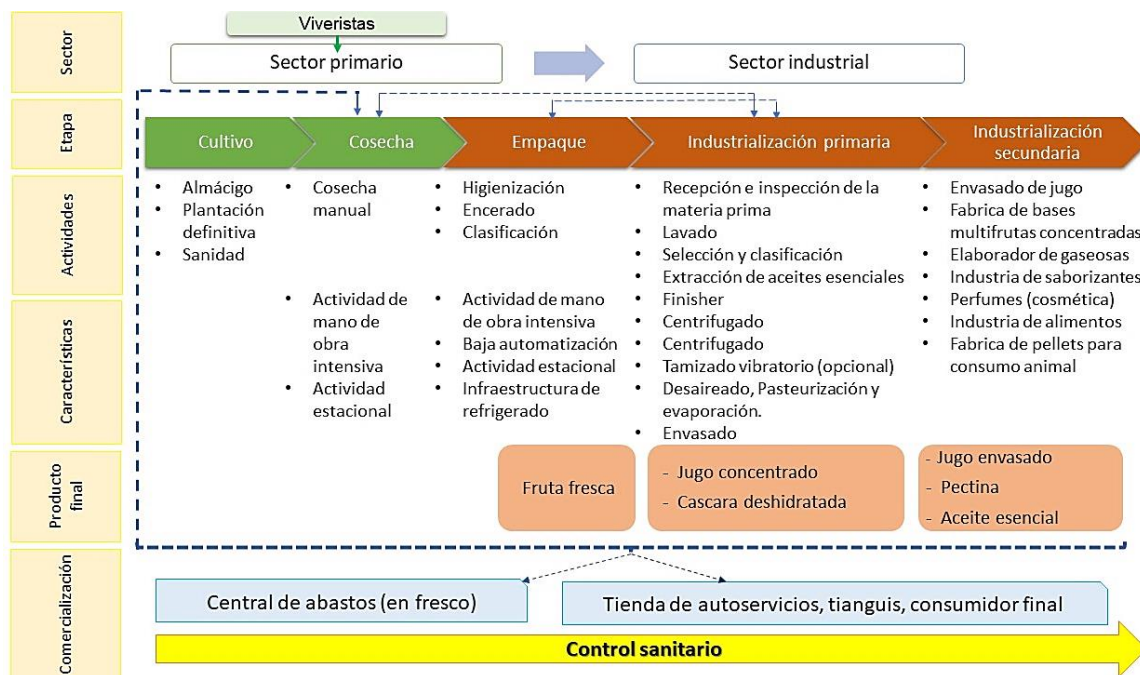


**Gráfica 12.** Valor de las importaciones por cultivo ene-nov 2021 (Millones de dólares) y participación porcentual.

Elaborado con datos de SIAVI, 2022.

## 7. Cadena de valor de los cítricos

La producción de cítricos se integra a una cadena de valor, que va desde la producción de plantas en viveros hasta el consumidor final, como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Procesos y productos de los cítricos en México en su cadena de valor.

Elaborado a partir de información de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, 2013.



La cadena productiva de cítricos inicia con la producción de las plantas en los viveros y posteriormente pasan a los citricultores para ser sembradas, cultivadas y cosechadas, hasta llegar al consumidor en forma de producto fresco o procesado, pasando por las interacciones existentes entre los agentes que posibilitan hacer llegar los productos finales a los consumidores.

Los viveros juegan un papel importante, al proporcionar el material vegetativo, el cual debe ser sano y de calidad, ya que de ello dependerá, en gran medida, un mayor rendimiento del cultivo en el futuro. Actualmente en el país se cuenta con 83 unidades de producción de material propagativo de cítricos certificadas (1 banco de germoplasma, 4 lotes fundación, 20 lotes productores de yema, 10 huertas productoras de semilla y 48 viveros productores de plantas), ubicadas en 10 estados. En las unidades certificadas, se producen un total de 8 millones de plantas, equivalente a unas 26,884 hectáreas, con capacidad máxima de producción de 10 millones de plantas certificadas anualmente, para hacer de la citricultura mexicana una actividad productiva, eficiente, de calidad sanitaria y varietal. (SADER-SENASICA, 2021).

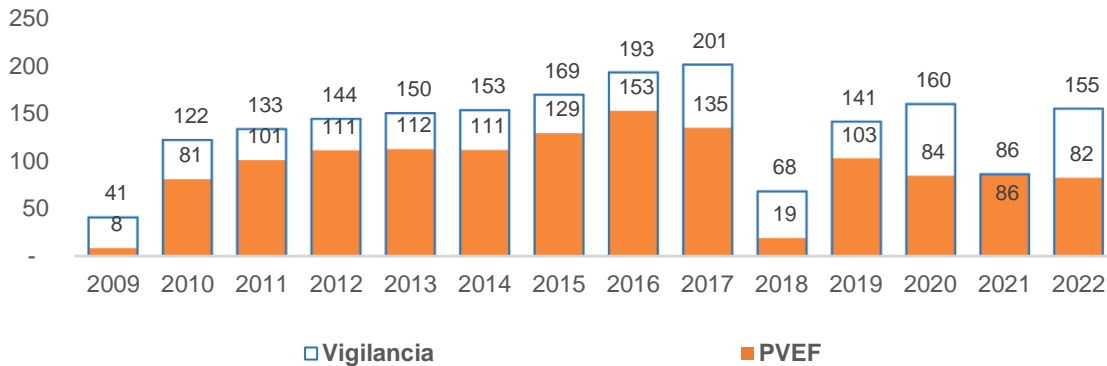
Una vez proveído el sector primario con material vegetativo, la tarea más ardua la tienen los citricultores, quienes producen la materia prima, para abastecer la oferta nacional y parte de la internacional. Después de la cosecha, la fruta tiene tres destinos para su venta en fresco, prestando especial atención, a las características externas del producto (color, olor, apariencia) para obtener un mejor precio. Los destinos de venta son: uno, la central de abasto, mercados y tianguis; dos, empacadoras; y tercero, la industria. Este último, procesa cítricos, siendo los principales subproductos: jugo natural y concentrado, pulpas, preparación de gajos, rajas y secciones de fruta, en menor medida la extracción de aceites y esencias. En el caso de la agroindustria que extrae jugo, no exigen tamaño en la fruta, son rigurosos en los grados brix o dulzura y en que la fruta no esté contaminada con plagas, pidiendo certificados de sanidad de las huertas, adicional al monitoreo que se practican en las huertas antes de la cosecha y en las mesas de preselección antes de iniciar el proceso productivo.

Cabe mencionar que, la agroindustria y empacadores únicamente realizan contratos con citricultores que proveen cantidades mayores de 500 toneladas, sobre las cuales se establece agricultura por contrato. Por lo tanto, el cultivo de cítricos, provee de fruta fresca al mercado, y por otra, abastecen a la agroindustria para procesar productos, dándoles un valor agregado que posteriormente saldrá a la venta. Ambas presentaciones llegan al consumidor final nacional o extranjero.

## **8. Inversión Federal fitosanitaria en cítricos**

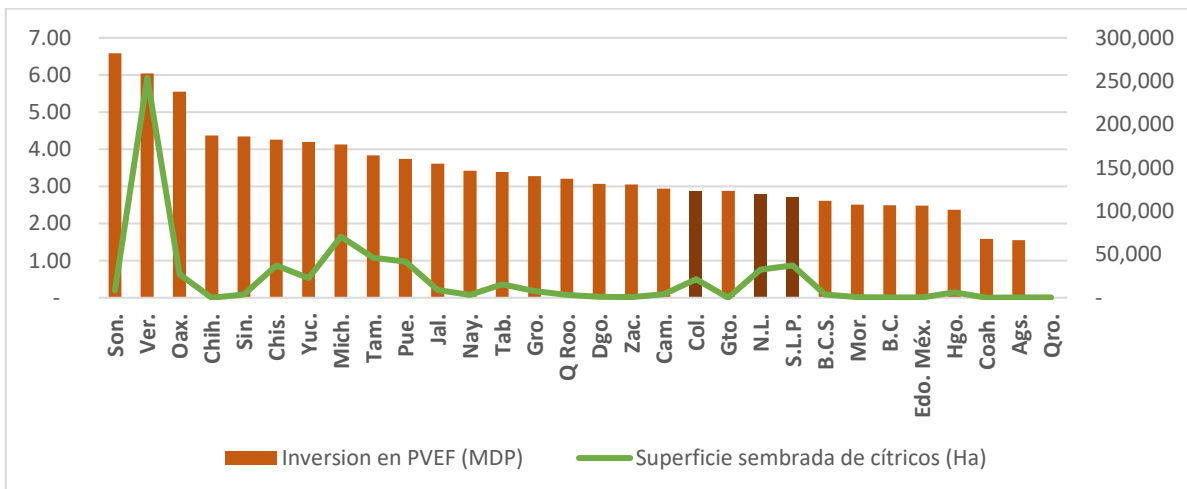
Considerando como base el nivel de precios del año 2018, entre 2009 y el 2022, la inversión federal para atender la vigilancia de plagas y enfermedades suma un total de 1,916 millones de pesos, de la cual el Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF),

representa el 69%, incluida la inversión para la vigilancia de cancro bacteriano, entre otras plagas y enfermedades cuarentenarias ausentes en nuestro país. La inversión de recursos al PVEF presenta un crecimiento promedio anual a 98% para el periodo 2009 – 2021 (Gráfica 13).



**Gráfica 13.** Inversión Federal Histórica en vigilancia fitosanitaria  
Millones de pesos a precios constantes (base 2da quincena 2018=100).  
Elaborado con datos de SENASICA, 2021.

Para el año 2022, la inversión de PVEF en promedio por entidad, es de 3.44 millones de pesos. Respecto a la distribución de la inversión, se observa que de las 29 entidades que reciben el apoyo, 17 de ellas se ubican por debajo de la media, incluidas algunas cuyo potencial en la producción de cítricos les ubica entre los primeros lugares nacionales en el 2021, tales como Colima, Nuevo León y San Luis Potosí, a excepción de Coahuila que no produce cítricos (Gráfica 14).



**Gráfica 14.** Inversión Federal PVEF 2022 (Millones de pesos).  
Elaborado con datos de SENASICA\* y SIAP, 2022.

## 9. Cancro de los cítricos

El Cancro de los cítricos causado por la bacteria *Xanthomonas citri*, es un fitopatógeno que ataca a hospedantes de diversas especies de la familia Asteraceae y Rutaceae. En México, los cítricos (*Citrus* spp.), son los hospedantes potenciales de importancia económica de esta plaga. En general, Cancro de los cítricos es una gran limitante para la citricultura mundial, y es clasificado como plaga cuarentenaria (Gottwald *et al.*, 2002; Graham *et al.*, 2004; Stall & Civerolo, 1991; Vojnov *et al.*, 2010).

La plaga causa defoliación severa, muerte regresiva de las ramas, y caída prematura de frutos. Estos últimos pueden perder su valor comercial debido a los daños causados en la cáscara. Las lesiones cancrósas se forman sobre la parte aérea de las plantas y varían dependiendo de la edad, así como por la variedad de cítrico afectada (Goto, 1992). Los síntomas muestran características muy particulares, lo que favorece su identificación en campo. Las lesiones son de color marrón, circulares, elevadas, acorchadas, con bordes húmedos y halo amarillo, con apariencia de cráter (Gottwald *et al.*, 2002a; Dewdney y Graham, 2012).

El fitopatógeno, una vez que ataca a las huertas, reduce drásticamente los rendimientos del cultivo, al causar defoliación, caída prematura de frutos y manchado de los mismos (Pruvost *et al.*, 2002). Además, *Xanthomonas citri* puede dispersarse rápidamente por el agua de lluvia impulsada por el viento, así como por el movimiento de equipos o trabajadores que han estado en contacto con árboles infectados o por el movimiento de plantas infectadas o contaminadas. Estos factores de dispersión, que involucran eventos climáticos significativos y movimientos de personas que transportan plantas contaminadas, hacen que la contención de Cancro de los cítricos sea un desafío significativo.

Se ha observado que en las regiones donde está presente el fitopatógeno, si no es controlada, ocasiona pérdidas de hasta el 100% de la producción. Siendo la consecuencia más seria, el impacto en las restricciones a la comercialización internacional de fruta, desde áreas afectadas, hacia países libres de la plaga (Gottwald *et al.*, 2002).

### 9.1 Efectos del Cancro de los cítricos y sus impactos económicos

El Cancro de los cítricos puede provocar un gran impacto económico al sector cítrico, ya sea por daños directos, en la producción de cítricos, al reducir la calidad del cultivo o por disminución en los rendimientos, ocasionando un menor volumen de fruta en los huertos; como por daños indirectos, ocasionados al perder mercados nacionales, así como de exportación, debido a las medidas fitosanitarias impuestas por las zonas libres, donde la fruta infectada tiene una comercialización marginal o nula.

Por lo tanto, el impacto económico se da por las pérdidas monetarias, debido a: una reducción en la calidad de la fruta, lo que ocasiona mermas en el precio medio rural; menor volumen de producción, que representa menores ganancias para el productor; eliminación

de las exportaciones originando fuga de divisas; e incrementa los costos de producción, al aplicar acciones de mitigación.

Dado las implicaciones económicas de Cancro de los cítricos, varios países han realizado y realizan grandes esfuerzos por controlarlo o erradicarlo, como por ejemplo en Emerald, en Australia, donde se estima que se invirtieron alrededor de 17 millones de dólares y 200,000 horas de trabajo en su erradicación, con gran éxito; gracias al cual se obtuvo un beneficio estimado en 70 millones de dólares (Gambley et al., 2009). Contrario a Florida, EUA, donde se invirtieron 1.3 mil millones de dólares entre los años 1995 a 2006 en la erradicación del patógeno, lo que incluyó la eliminación de millones de árboles. Sin embargo, a pesar de los grandes esfuerzos, la erradicación no se logró, convirtiéndose en plaga endémica. En Argentina, Brasil y Uruguay, los intentos de erradicación también han sido poco exitosos y no han podido impedir la dispersión del Cancro de los cítricos (Koizumi, 1985; Schubert et al., 2001; Stall et al., 1987). Aunado a lo anterior, la introducción del minador de la hoja (*Phyllocnistis citrella*) en Brasil y Florida, ha hecho más difícil, combatir el fitopatógeno durante la última década, debido a que los hábitos alimenticios del insecto, puede favorecer el incremento de la incidencia y severidad de la plaga (Gottwald et al., 2002b). A pesar de que el minador no es un insecto vector, sus hábitos generan nuevos puntos de entrada para la bacteria (Belasque et al., 2005).

## 9.2 Antecedentes de Cancro de los cítricos en México

En México, en el año 1927 se estableció la primera cuarentena exterior, para evitar el ingreso de Cancro de los cítricos al territorio nacional, debido al reporte que se tuvo sobre la presencia de la bacteria en Florida, EUA. Fue hasta el año 2010, cuando se confirmó su detección, en Matamoros, Tamaulipas, por lo que desde entonces se ha mantenido bajo vigilancia, a través de la creación del PVEF.

Durante el año 2016, se confirmaron muestras positivas a la bacteria en Tamaulipas, así como en los años de 2017 y 2018, derivado de las detecciones se aplicó un protocolo de acción para la delimitación y control de Cancro de los cítricos. De acuerdo con estudios acerca de la dispersión de la bacteria en zonas urbanas, se determinó realizar acciones en un radial de 579 metros a partir del brote de infección. Actualmente, esta distancia sirve como base científica para las políticas de erradicación en Florida (Gottwald, 2002).

Las acciones operativas implementadas, de acuerdo a lo establecido en el protocolo por cada punto con árboles positivos, se basaron en la exploración y caracterización de hospedantes (en especial en área urbana), así como la remoción de plantas confirmadas como positivas y control preventivo para disminuir la diseminación de la bacteria. Las acciones fueron registradas en el Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SIRVEF), a través del aplicativo móvil y se presentan en la siguiente tabla:

Acción operativa	Sub acción	Unidad de medida
Exploración (huerto comercial)	Hectáreas	Superficie
Exploración (huerto de traspatio)	Plantas inspeccionadas	Número

Acción operativa	Sub acción	Unidad de medida
Eliminación de plantas e incineración	Plantas eliminadas	Número
Control químico (cobre)	Sitios aplicados	Superficie
Aplicación de herbicidas a los tocones de las plantas eliminadas	Número de plantas	Número
Establecimiento de parcelas centinela	Plantas establecidas	Número

**Tabla 11.** Acciones operativas para erradicar Cancro de los cítricos en predios de traspatio en Tamaulipas. Fuente: SENASICA, 2019.

Con las acciones implementadas, para el año 2019 se lograron revisar 8,165 árboles de especies de cítricos, se delimitaron en los sitios con detecciones 1,224 hectáreas y exploraron 15,717 hectáreas; logrando ubicar 484 árboles infectados de lima mexicana (*Citrus aurantifolia*), con síntomas causados por la bacteria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*., con tales resultados se eliminaron 680 árboles.

El programa de acciones emergentes para la contención de la plaga en Tamaulipas, tuvo una inversión total de \$3'000,000 de pesos, provenientes del recurso de emergencias fitosanitarias para la erradicación de Cancro de los cítricos en árboles de traspatio.

Tipo de recurso	Inversión Total (\$)
Recursos humanos	496,150.00
Bienes muebles (vehículos)	1,083,726.10
Recursos materiales	1,112,328.90
Servicios	307,795.00
<b>Total</b>	<b>\$ 3,000,000.00</b>

**Tabla 12.** Inversión total de Programa de Vigilancia Epidemiológica. Fuente: SENASICA, 2019.

Derivado de las detecciones en árboles de traspatio, que presentaron Cancro de los cítricos, en el estado de Tamaulipas, se propuso medir los **posibles impactos económicos que se tendrían, si el fitopatógeno llegara a huertos cítricos comerciales en México**, como a continuación de detalla.

### 9.3 Metodologías consultadas para obtener los posibles impactos económicos que podría causar Cancro de los cítricos

El objetivo del presente trabajo, fue calcular posibles impactos económicos de llegar Cancro de los cítricos a huertos comerciales cítricos en México, con base en el modelo propuesto en el artículo, “*Los costos y la pérdida de valor asociados con cítricos de la Florida expuestos al cancro de cítricos*”, elaborado por el Departamento de Economía de Alimentos y Recursos de IFAS, de la Universidad de Florida (EUA), y apoyado por el Centro de Investigación y Educación de Cítricos, en el año 2003.



La investigación se realizó en Florida, EUA, después de que el Cancro de los cítricos se dispersara, desde residencias privadas, hasta huertas comerciales del suroeste del condado, a mediados de la década de 1990, lo que condujo a un intenso programa regulador de erradicación del fitopatógeno. El programa de erradicación en Florida, estipuló que se eliminaría cualquier árbol infectado con Cancro de los cítricos, así como todos los árboles dentro de un radio de 1900 pies (579.12 m).

Los costos económicos, para los productores de cítricos en Florida, asociados con el descubrimiento del Cancro de los cítricos, fueron estimados en dos escenarios:

- Escenario uno: **costos de producción asociados con la erradicación** de las plantaciones de cítricos debido al hallazgo Cancro
- Escenario dos: costos de producción asociados, en caso de volverse una plaga endémica.

La finalidad del documento fue, centrarse en las pérdidas económicas que tendría una huerta, debido a los efectos descontrolados de Cancro de los cítricos, así como, calcular los impactos económicos de convivir con el patógeno, y compararlos, con una huerta libre del fitopatógeno en Florida.

Por otro lado, también se consideró también, lo realizado en el programa del Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS) en el año 2000, nombrado: “*Pagos por recuperación de ingresos por producción pérdida*”, como resultado de remover árboles comerciales cítricos para controlar Cancro de los cítricos en Florida, con base a un fondo asignado de 58 millones de dólares. La compensación consistió en pagar a los productores comerciales de cítricos y limas elegibles de Florida, 26 dólares por reemplazo de árboles y los costos comerciales asociados a esta acción. Para ello se limitaron a un número de árboles por acre, para calcular el monto a pagar por variedad cultivada de cítrico, en esa superficie.

El pago por acre, se realizó con base en la pérdida estimada del valor de árboles destruidos por superficie. Esta pérdida de valor, es la diferencia entre el Valor Actual Neto (VAN) de la huerta original destruida, antes de que fuera infectada o expuesta al Cancro de los cítricos, menos el VAN de la huerta rejuvenecida durante toda su vida productiva. Para calcular el VAN de una huerta (tanto original como replantada), se utilizó un análisis de flujo de efectivo descontado, que toma en cuenta la cantidad, variabilidad y duración del flujo de ingresos pronosticado durante un período de proyección de ingresos específico. El ingreso neto de cada año, se descuenta a una cifra de valor presente, con una tasa de descuento apropiada derivada del mercado. El modelo de valoración se expresa en la Formula 1, donde:  $Y$  = ingreso neto,  $r$  = tasa de descuento y  $n$  = número de años en el período de descuento.

Formula 1

$$VAN = \frac{Y_1}{(1+r)^1} + \frac{Y_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Y_n}{(1+r)^n}$$

Posterior al cálculo estimado del VAN por huerta de cítricos, el programa (Pagos por recuperación de ingresos por producción pérdida) procedió a realizar pagos por acre a productores elegibles y con base a la disponibilidad de recursos, así también se tomó en cuenta que la edad de los árboles era mixta. Los pagos oscilaron en un rango de 4,630 a 8,927 dólares por acre, dependiendo de la variedad del cítrico e incluía: una compensación por reemplazo de árboles y por pérdida de producción. La información proporcionada, utilizó un análisis costo-beneficio y posibles efectos económicos relacionados a Cancro de los cítricos en un acre. Se concluyó que, con la eliminación de los árboles infectados y expuestos, se protege una inversión sustancial en otras plantaciones de cítricos. ***Si bien, el valor total de los cítricos producidos, no está en riesgo de manera inmediata, de no controlarse, seguiría dispersándose, y con el tiempo, el sector cítrico en EUA, estaría en riesgo.***

#### 10. Modelo, costos y pérdida de valor asociados a Cancro de los cítricos por unidad de producción de cítricos en México

Para calcular las pérdidas económicas a causa de Cancro de los cítricos, en las unidades de producción, de los principales cultivos cítricos en México:

1. Limón
2. Naranja
3. Toronja

Se utilizaron los modelos propuestos por la Universidad de Florida y APHIS, que se basan, en la **pérdida de rentabilidad<sup>4</sup> por hectárea de cítrico, asociada a implementar costos de erradicación de árboles infectados y susceptibles, así como por las mermas productivas que ocasiona la bacteria *Xanthomonas citri*.**

Los escenarios que aquí se presentan, pretenden ofrecer resultados indicativos más que predictivos, las simulaciones y proyecciones se basan 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 otras plagas en el cultivo. A continuación, se presentan los paquetes tecnológicos de los estados de Veracruz y Michoacán, sobre los que se hizo el ejercicio para estimar las posibles pérdidas, dichos datos se obtuvieron del estudio realizado por Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) en el año 2009, "*Rentabilidad de la citricultura*", los cuales se actualizaron al presente año y se ajustaron con información del SIAP.

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL PAQUETE TECNOLÓGICO POR HECTÁREA (LIBRE DE CANCRO)	Veracruz	Veracruz	Michoacán	Veracruz	Veracruz	Veracruz
	LIMÓN	LIMÓN	TORONJA	TORONJA	NARANJA	NARANJA
	Riego	Temporal	Riego	Temporal	Riego	Temporal
Árboles	275	206	310	233	201	151

<sup>4</sup> La rentabilidad hace referencia a los beneficios que se han obtenido o se pueden obtener de una inversión.

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL PAQUETE TECNOLÓGICO POR HECTÁREA (LIBRE DE CANCRO)	Veracruz	Veracruz	Michoacán	Veracruz	Veracruz	Veracruz
	LIMÓN	LIMÓN	TORONJA	TORONJA	NARANJA	NARANJA
	Riego	Temporal	Riego	Temporal	Riego	Temporal
Costo de Producción	\$ 72,870	\$ 68,319	\$ 45,047	\$ 37,146	\$ 31,000	\$ 23,605
Rendimiento Medio ton/ha	25	16	30	25	21	14
Precio Medio Rural \$ /ton	\$ 4,871	\$ 6,610	\$ 3,155	\$ 2,986	\$ 2,409	\$ 2,714
TCMA PMR 1999-2020	6.04%	4.50%	4.51%	4.10%	5.53%	4.55%
Ingreso Total	\$ 121,763	\$ 107,283	\$ 94,643	\$ 74,641	\$ 49,703	\$ 37,539
Utilidad Probable	\$ 48,893	\$ 38,964	\$ 49,596	\$ 37,495	\$ 18,703	\$ 13,934
Relación Beneficio/Costo	1.67	1.57	2.10	2.01	1.60	1.59
Inflación promedio 1999-2020	4.76%					

**Tabla 13.** Rentabilidad del paquete tecnológico por hectárea.  
Elaborado con datos de FIRA, 2009; SIAP, 2021; y Banco de México, 2021.

## 10.1 Metodología

Se realizó un análisis rentabilidad, mediante la aplicación del método costo-beneficio del ciclo de vida económica de una hectárea comercial de: limón, naranja y toronja; con y sin presencia de cancro, a través de tres escenarios:

1. Escenario uno: Situación libre de Cancro de los cítricos;
2. Escenario dos: Erradicación del 100% de los árboles cítricos en una hectárea comercial; y
3. Escenario tres: Erradicación en un área de 579 m<sup>2</sup>, dentro de una hectárea comercial.

Primero, se obtuvo el ingreso neto anual por hectárea de limón, naranja y toronja sin cancro con información FIRA. Posteriormente se estableció el período de análisis en 36 años, equivalente a los años de vida económica de un árbol de cítrico. Por último, se calculó el indicador beneficio-costo y el VAN, utilizando la tasa de descuento del 10%, de acuerdo a lo establecido por Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), para valorar el riesgo de inversiones sociales en el tiempo.

El ingreso anual por hectárea de limón, naranja y toronja, se determinó por régimen de humedad, riego y temporal, para ello se multiplicó el rendimiento del cultivo por hectárea, por el precio medio rural. Posteriormente, al ingreso anual, se le restó el costo de producción anual y se obtiene el ingreso neto anual o utilidad de la producción por hectárea. De esta forma se llega al flujo de efectivo anual y posteriormente al total actualizado a lo largo de 36 años. Para la actualización, se utiliza la tasa de descuento del 10%, vigente de acuerdo a lo establecido por la SHCP.

Para la simulación con presencia de cancro en una hectárea de cítricos, a los costos de producción, se le suman los costos de erradicación. Para posteriormente, obtener los nuevos flujos de efectivo.

El periodo de análisis, donde se calcularon los ingresos y los costos, fue igual a la vida económica esperada de un árbol cítrico comercial, que, aproximadamente es de 36 años. Con base al ejemplo de la productividad de un árbol de limón persa, se proyectó la

producción por año de edad de los cultivos en el modelo, para poder obtener el ingreso neto o utilidad probable por una hectárea de cítricos, de acuerdo a la variedad (Tabla 14).

Edad de la planta (años)	Rendimientos (Ton/Ha)	%
1-3	0	0%
4	3.0	10%
5	7.2	25%
6	14.0	49%
7	19.2	67%
8 en adelante	28.8	100%

**Tabla 14.** Edad de árbol de limón persa y su productividad. Fuente: INIFAP, Morelos (2011).

Para la simulación con presencia de cancro en una hectárea de cítricos, a los costos de producción, se le suman los costos de erradicación y se obtienen los nuevos flujos de efectivo en una situación con presencia de la plaga. Los escenarios de erradicación, se diseñaron suponiendo un brote hipotético de cancro de los cítricos en una hectárea comercial de cítrico (limón, naranja y toronja), donde se tiene que erradicar el 100% de los árboles establecidos y otro suponiendo que solo se erradican 579 m<sup>2</sup> de la hectárea.

Los costos de erradicación, se estimaron con base a los costos registrados en Tamaulipas en 2019, relacionados a las acciones de erradicación en árboles de traspatio. El costo por árbol erradicado, se calculó considerando información del presupuesto de recursos materiales, equivalente a 1,112,329 pesos del Programa de Vigilancia Epidemiológica en Tamaulipas, el monto se dividió entre un total de 1,003 árboles que fueron afectados y eliminados, dando un costo de erradicación por árbol de \$1,008 pesos. Dicho costo contempla:

- Derribo
- Trituración
- Transporte y recolección
- Incineración
- Aplicación de herbicidas al tocón
- Aplicación de Oxicloruro de cobre
- Medidas profilácticas

Posterior a la erradicación en una superficie, se dejaría descansar la tierra durante 2 años, sin hacer ningún retorno de siembra, siendo los únicos costos, los asociados con el mantenimiento de la propiedad, en donde se realizarán barbechos, así como podar el césped u otros gastos, el cual tendría un costo promedio de 15% del costo de producción. Al tercer año, de la erradicación, se producirá una importante salida de efectivo, a medida que se replanta los árboles, equivalente a los costos de establecimiento de la nueva plantación y están en función del paquete tecnológico.

Después de replantar, se consideraron 3 años sin producción, por lo tanto, no se obtienen ingresos por la superficie erradicada. Sin embargo, las plantaciones requieren labores agronómicas (fertilización, control de plagas y riego) que demandan inversión. Una vez que

los nuevos árboles comienzan a dar frutos, los rendimientos netos aumentan gradualmente, obteniendo rendimientos netos positivos al comienzo del año 6, que es el año 8 después de la erradicación. Posteriormente, los rendimientos continúan aumentando hasta que se estabilizan (Tabla 15).

Año	Actividades/Acciones
1	Erradicación
2	Descanso
1	Nueva plantación
2	Plantación sin producción
3	Plantación sin producción
4	Producción al 10%
5	Producción al 25%
6	Producción al 49%
7	Producción al 67%
8-36	Producción al 100%

**Tabla 15.** Ciclo productivo de replantación de cítricos después de erradicación de árboles por cancro. Elaborado con información de INIFAP, 2011 y lo establecido por la Universidad de Florida, 2003.

En la tabla siguiente, se presentan las estimaciones de costos de erradicación y número de árboles a erradicar por hectárea (10,000 m<sup>2</sup>) y en un área de 579 m<sup>2</sup>, por cultivo cítrico y régimen de humedad.

Costos estimados de erradicación	LIMÓN	LIMÓN	TORONJA	TORONJA	NARANJA	NARANJA
	Riego	Temporal	Riego	Temporal	Riego	Temporal
Árbol	\$ 1,008	\$ 1,008	\$ 1,008	\$ 1,008	\$ 1,008	\$ 1,008
Hectárea	\$ 277,220	\$ 207,915	\$ 312,776	\$ 234,582	\$ 203,138	\$ 152,354
Área de 579 m <sup>2</sup>	\$ 16,054	\$ 12,041	\$ 18,113	\$ 13,585	\$ 11,764	\$ 8,823
<b>Árboles estimados a erradicar por superficie</b>						
Hectárea	275	206	310	233	201	151
Área de 579 m <sup>2</sup>	16	12	18	13	12	9

**Tabla 16.** Costos de erradicación y estimación de árboles eliminados por superficie. Elaborado con información de FIRA, 2009 y SENASICA, 2019.

Adicionalmente, en los escenarios de erradicación, se realizó el análisis de la rentabilidad por hectárea de cultivo, considerando quien asumiría los costos de erradicación de los árboles infectados o susceptibles, a causa de cancro de los cítricos, productor o gobierno.

### 10.1.1 Indicadores económicos

**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 de los años. 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.

**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 social, que en este ejercicio se tomó del 10%. Para que se considere una inversión rentable, los beneficios 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 y positivas. La fórmula matemática es:

$$B/C = VPi/VPe$$

Donde:

VPi= Valor Presente de los ingresos

VPe= Valor Presente de los egresos

**Valor Actual Neto (VAN):** es un criterio que mide la ganancia o pérdida en pesos a precio actual de un proyecto, después de descontar la inversión o costos incurridos a una tasa de descuento, que en este ejercicio fue del 10%; a mayor valor de la tasa de descuento menor será el VAN. Un valor positivo del VAN, indica que el valor remanente o en términos de valor actual, 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:

$$VAN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FC_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

t = tiempo

n = años de vida útil del negocio

FCt = Flujo de caja neto en el periodo indicado

r = tasa de descuento

## 10.2 Diseño de escenarios

Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Hectárea de cítricos libre de la enfermedad		Hectárea de cítricos con un brote de cancro en 579 m <sup>2</sup>

Escenario 1			Escenario 2		Escenario 3		Flujo de efectivo
Año	Concepto	Flujo de efectivo	Hectárea de cítricos erradicada al 100%		Concepto		
			Concepto	Flujo de efectivo	Actividades por superficie en una hectárea (10,000 m <sup>2</sup> )		
					9,421 m <sup>2</sup>	579 m <sup>2</sup>	
1	Nueva plantación	Costo de producción	Erradicación	Costo de erradicación	Nueva plantación	Erradicación	Costo de producción 94.2% + Costos de erradicación al 5.85
2	Plantación sin producción	Costo de producción	Descanso	Costo de erradicación	Plantación sin producción	Descanso	
3	Plantación sin producción	Costo de producción	Nueva plantación	Costo de producción	Plantación sin producción	Nueva plantación	
4	Producción al 10%	Ingresos producción - Costo de producción	Plantación sin producción	Costo de producción	Producción al 10%	Plantación sin producción	Ingresos producción - Costo de producción
5	Producción al 25%		Plantación sin producción	Costo de producción	Producción al 25%	Plantación sin producción	
6	Producción al 49%		Producción al 10%	Ingresos producción - Costo de producción	Producción al 49%	Producción al 10%	
7	Producción al 67%		Producción al 25%		Producción al 67%	Producción al 25%	
8-36	Producción al 100%		Producción al 49% (hasta llegar al 100%)		Producción al 100%	Producción al 49% (hasta llegar al 100%)	

Tabla 17. Descripción general de los escenarios. Elaborado con información de INIFAP, 2011 y FIRA, 2009.

**Escenario 1: libre de Cancro de los cítricos** o escenario base, se diseñó con los paquetes tecnológicos de; limón, naranja y toronja; bajo las modalidades de riego y temporal, que se obtuvieron de FIRA, donde, por hectárea se registra:

- Costos de producción,
- Rendimientos esperados,
- Precio medio rural,
- Ingreso total, y
- Utilidad probable o ingreso neto.

Los datos recabados se actualizaron a precios 2021 y se ajustaron con información del SIAP. Posteriormente, se realizó la proyección de ingresos netos actualizados, a lo largo del periodo análisis de 36 años, para obtener la rentabilidad a través de los indicadores: B/C y VAN. Hipotéticamente, se espera una rentabilidad positiva en la vida económica de la hectárea libre de Cancro de los cítricos.

**Escenario 2: erradicación del 100% de los árboles cítricos en una hectárea comercial**, se diseñó suponiendo un brote hipotético de cancro devastador, donde es necesario erradicar todos los árboles en una hectárea comercial de limón, naranja o toronja. El costo de erradicar un árbol se estimó en \$1,008 pesos mexicanos; el costo por hectárea, depende del cultivo y su régimen de humedad, las estimaciones se presentan en la siguiente tabla:

Concepto	LIMÓN	LIMÓN	TORONJA	TORONJA	NARANJA	NARANJA
	Riego	Temporal	Riego	Temporal	Riego	Temporal
Número de árboles a erradicar	275	206	310	233	201	151
Costo de erradicación por hectárea	\$ 277,220	\$ 207,915	\$ 312,776	\$ 234,582	\$ 203,138	\$ 152,354



**Tabla 18.** Costos de erradicación y estimación de árboles a eliminar por hectárea de cítricos. Elaborado con información de FIRA, 2009 y SENASICA, 2019.

Posterior a la erradicación de los árboles, se sigue el protocolo establecido, de dejar descansar la tierra 2 años y darle mantenimiento a la huerta. Al tercer año de la erradicación se procede a la replantación, hasta el sexto año se prevé que el producto empiece a tener ingresos, pero hasta el décimo año, iniciara con ingresos óptimos, donde ingresos superan a los costos.

En este escenario, se mide la rentabilidad del cultivo de cítricos en una hectárea, donde hay costos adicionales a la producción, que son costos de erradicación, derivado de las acciones para erradicar Cancro y de la no producción durante 5 años. La variación de la rentabilidad, comparada con la situación base, dependerá de quien asuma los costos de erradicación, el productor o el gobierno.

**Escenario 3: erradicación en un área de 579 m<sup>2</sup>, dentro de una hectárea comercial,** se diseñó suponiendo que se encontró un árbol infectado en una hectárea de limón, naranja o toronja, y es necesario erradicar todos los árboles en un área de 579 m<sup>2</sup>. El costo de erradicar un árbol se estimó en \$1,008 pesos mexicanos; el costo en un área de 579 m<sup>2</sup>, depende del cultivo y su régimen de humedad, las estimaciones se presentan en la siguiente tabla:

Concepto	LIMÓN	LIMÓN	TORONJA	TORONJA	NARANJA	NARANJA
	Riego	Temporal	Riego	Temporal	Riego	Temporal
Número de árboles a erradicar en 579 m <sup>2</sup>	16	12	18	13	12	9
Costo de erradicación en 579 m <sup>2</sup>	\$ 16,054	\$ 12,041	\$ 18,113	\$ 13,585	\$ 11,764	\$ 8,823

**Tabla 19.** Costos de erradicación y estimación de árboles a eliminar en un área de 579 m<sup>2</sup> dentro de una hectárea comercial de cítricos. Elaborado con información de FIRA, 2009 y SENASICA, 2019.

En este escenario, la superficie restante a la erradicada dentro de la hectárea, equivalente a 9,421 m<sup>2</sup>, seguiría produciendo, por lo tanto, aún se tendrían costos e ingresos del 92.8% de la hectárea, bajo el supuesto de que la erradicación resultara un éxito y no se presente brotes posteriores en la misma.

El área erradicada de 579 m<sup>2</sup>, seguiría los protocolos, descansar la tierra 2 años y darle mantenimiento a la huerta. Al tercer año de la erradicación se procede a la replantación, hasta el sexto año se prevé que el producto empiece a tener ingresos, pero hasta el décimo año, iniciara con ingresos óptimos, donde ingresos superan a los costos.

En este escenario, también se mide la rentabilidad del cultivo de cítricos en una hectárea, donde hay costos adicionales a la producción, derivado de las acciones para erradicar Cancro en un área de 579 m<sup>2</sup> y de la no producción en esa superficie. La variación de la rentabilidad, también dependerá de quien asuma los costos de erradicación, el productor o el gobierno.

## 11. Resultados de los posibles impactos económicos en una hectárea comerciales de cítricos, por Cancro en México.

Los resultados obtenidos en el modelo propuesto, se presentan en la Tabla 18, donde se observa el comportamiento de la rentabilidad por cultivo cítrico y por régimen de humedad (riego o temporal); con y sin presencia de cancro de los cítricos; y, simulando ausencia o presencia de apoyo gubernamental para las acciones de erradicación.

Cultivo	Modalidad	Indicador	Libre de Cancro de los cítricos	Pérdidas SIN apoyo gubernamental				Pérdidas CON apoyo gubernamental			
				Rentabilidad		Pérdidas		Rentabilidad		Pérdidas	
				Erradicación al 100%	Erradicación en 579 m <sup>2</sup>	Erradicación al 100%	Erradicación en 579 m <sup>2</sup>	Erradicación al 100%	Erradicación en 579 m <sup>2</sup>	Erradicación al 100%	Erradicación en 579 m <sup>2</sup>
Limón	Riego	VAN	\$583,764	\$306,301	\$565,689	-\$277,463	-\$18,076	\$558,319	\$580,283	-\$25,445	-\$3,481
		B/C	1.53	1.24	1.51			1.55	1.53		
	Temporal	VAN	\$126,075	-\$86,031	\$113,258	-\$212,105	-\$12,816	\$102,983	\$124,204	-\$23,091	-\$1,870
		B/C	1.12	0.92	1.11			1.11	1.12		
Naranja	Riego	VAN	\$164,614	-\$33,864	\$152,530	-\$198,478	-\$12,084	\$150,807	\$163,225	-\$13,807	-\$1,390
		B/C	1.35	0.95	1.32			1.35	1.35		
	Temporal	VAN	\$52,149	-\$99,061	\$43,189	-\$151,210	-\$8,960	\$39,443	\$51,210	-\$12,707	-\$939
		B/C	1.14	0.79	1.12			1.12	1.14		
Toronja	Riego	VAN	\$344,651	\$17,544	\$324,963	-\$327,107	-\$19,688	\$301,885	\$341,430	-\$42,766	-\$3,221
		B/C	1.50	1.02	1.46			1.48	1.50		
	Temporal	VAN	\$196,611	-\$49,647	\$181,949	-\$246,258	-\$14,662	\$163,609	\$194,299	-\$33,002	-\$2,312
		B/C	1.35	0.93	1.32			1.31	1.35		

**Tabla 20.** Resultados de la rentabilidad de cítricos con y sin cancro de los cítricos, a partir de los costos adicionales por la erradicación de cancro de los cítricos en una hectárea y en un área de 579 m<sup>2</sup> de un huerto comercial.

### Escenario libre de la Cancro de los cítricos

En el escenario libre de Cancro de los cítricos, el limón, bajo la modalidad de riego, es el cultivo que mostro una mayor rentabilidad, obteniendo las mayores ganancias (VAN) estimadas en 584 mil pesos; así como el mejor beneficio-costo, cada peso invertido se recupera y da una utilidad de 53 centavos. Seguido por la toronja bajo riego y después temporal; continuando la naranja bajo riego; en penúltimo lugar, limón de temporal; y en último, la naranja de temporal, con una ganancia total del ciclo productivo de 52 mil pesos.

### Escenario de erradicación al 100% de la hectárea

Para el análisis del comportamiento de la rentabilidad de los cultivos, si se procediera a erradicar el 100% los árboles de una hectárea, a causa de cancro de los cítricos, se observó que decrecerían las ganancias (VAN) por superficie (ha).

El productor de limón y toronja, bajo la modalidad de riego, recuperaría sus costos de erradicación y sus inversiones realizadas en la nueva plantación, sin embargo, tendría menos ganancias en la primera producción después de la erradicación, suponiendo que

asume los costos de erradicación con sus propios recursos (SIN programa). En comparación con el escenario libre de Cancro de los cítricos sus ganancias disminuirán 48% y 95% respectivamente.

En el caso de temporal, llega a ser inviable la primera producción después de la erradicación, no se tienen ganancias, para recuperar en su totalidad los costos en erradicación e inversiones de la nueva plantación. Esto se observó en los 3 cítricos de temporal y para la naranja bajo riego.

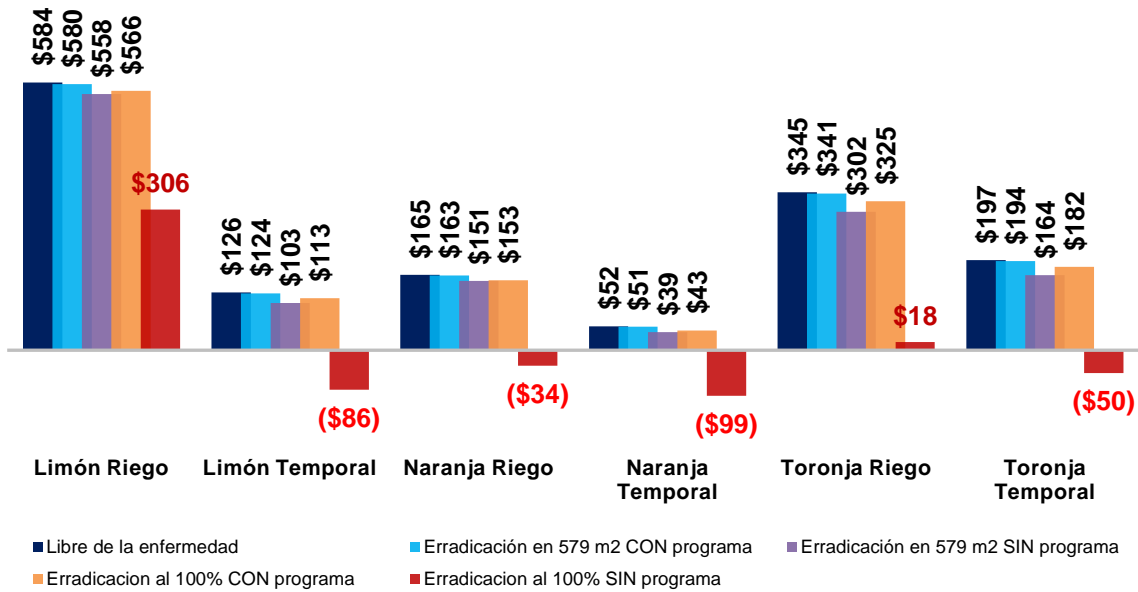
De contarse con un programa de erradicación, donde las acciones de eliminación de árboles infectados o susceptibles por el fitopatógeno, se lleven a cabo con apoyo gubernamental (CON programa), las únicas pérdidas que tendría el productor, serían las asociadas a tener que dejar descansar la tierra 2 años, para después tener que replantar la hectárea. Las ganancias para el productor cítrícola, en este escenario, con apoyo gubernamental, solo se reducen entre 4% a 24%, dependiendo del cultivo y su régimen de humedad, respecto a la situación libre de Cancro de los cítricos.

### **Escenario de erradicación en 579 m<sup>2</sup>**

En este escenario se analizó la rentabilidad de los cultivos, considerando erradicar cancro de los cítricos, un punto de detección en una hectárea comercial, donde sería necesario eliminar los árboles ubicados en un área de 579 m<sup>2</sup>, y el resto de la superficie seguiría produciendo. Los resultados obtenidos mostraron que, si el productor lleva a cabo la erradicación con recursos propios, sus ganancias totales disminuirían entre un 3.1% a 17.2%, respecto al escenario libre de Cancro de los cítricos. Sin embargo, de contar con apoyo gubernamental su rentabilidad solo se reduciría ente 0.6% a 1.8%, dependiendo del cultivo y de su régimen de humedad, en donde de manera general, los cítricos bajo la modalidad de temporal, son los más sensibles.

#### **11.1 Resumen de los resultados**

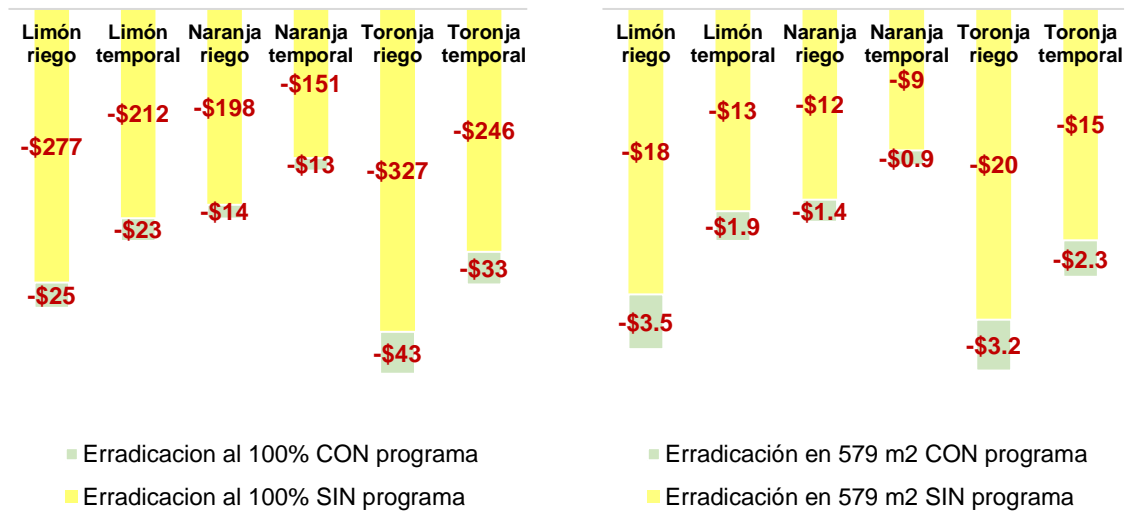
Las ganancias totales (VAN) a valor presente de una hectárea de limón, naranja y toronja, de acuerdo a su régimen de humedad (riego y temporal), proyectadas en un periodo de análisis de 36 años, que equivale al ciclo productivo de los cítricos, y simuladas en cada escenario propuesto: libre de Cancro de los cítricos; erradicación al 100% con y sin programa; y erradicación en 579 m<sup>2</sup> de una hectárea, con y sin programa, se ilustran en la Gráficas 15.



**Gráfica 15.** Comparación de las ganancias totales a valor presente, obtenidas en el ciclo productivo de una hectárea citrícola en los escenarios propuestos. (Miles de pesos)

Las pérdidas totales a valor presente de la producción de una hectárea de limón, naranja y toronja, de acuerdo a su régimen de humedad (riego y temporal), proyectadas en un periodo de análisis de 36 años, que equivale al ciclo productivo de los cítricos, y simuladas en cada escenario propuesto: libre de Cancro de los Cítricos; erradicación al 100% con y sin programa; y erradicación en 579 m<sup>2</sup> de una hectárea, con y sin programa, se ilustran en la Gráficas 16 y 17.

### Pérdidas económicas por hectárea (miles de pesos)



**Gráfica 16.** Pérdidas económicas en una hectárea por erradicación al 100%.

**Gráfica 17.** Pérdidas económicas en una hectárea por erradicación de 579 m<sup>2</sup>.

## 11.2 Activos socioeconómicos del sector citrícola en riesgo, de establecerse y dispersarse cancro de los cítricos en México.

Dado el análisis realizado al sector citrícola y con los resultados obtenidos del modelo propuesto, para calcular los posibles impactos económicos en huertas comerciales por Cancro de los cítricos, se presenta en la siguiente tabla, los riesgos socioeconómicos que representa el fitopatógeno a nivel nacional:

Activos socioeconómicos del sector citrícola en riesgo, de establecerse y dispersarse cancro de los cítricos en México.		
Concepto	Cantidad	
Viveros de cítricos nacionales	83	
Productores de cítricos a nivel nacional (estimado de personas)	69,000	
Empleos generados por la citricultura	Directos	173,000
	Indirectos	523,000
Empleos totales	696,000	
Superficie sembrada de cítricos 2020 (hectáreas)	617,109	
Volumen de producción de cítricos 2020 (toneladas)	8,686,667	
Valor de la producción 2020 (Millones de pesos)	\$ 36,301	
Exportaciones de cítricos 2020 (Millones de dólares en divisas)	\$ 580	
Afectación territorial (estados)	28	
Principales estados productores por volumen y valor de la producción 2020	Veracruz, Michoacán y Tamaulipas	
Abasto para la industria 2020 (miles de toneladas)	Limón	960
	Naranja	1,062
	Toronja	97

**Tabla 21.** Impactos socioeconómicos de Cancro de los cítricos en la citricultura nacional. Senasica, 2020; SIAP, 2020; SIAVI, 2020; USDA, 2020 y CONCITVER, 2004.

## 11 Conclusiones

- La presencia de cancro en huertos comerciales cítricos, ocasionaría pérdidas monetarias para los productores entre 327 mil a 151 mil pesos por hectárea y en un periodo de 36 años, por erradicación del 100% de árboles en su unidad de producción. En el caso de erradicar solo un punto de detección en la hectárea (579 m<sup>2</sup>), la pérdida sería entre 19.6 mil a 8.9 mil pesos. Las mermas calculadas para el productor, se reducirían aproximadamente un 12.5%, si se cuenta con el apoyo gubernamental para las acciones de erradicación.
- En México, los cítricos se utilizan principalmente para el mercado en fruta fresca, la llegada de Cancro a huertas comerciales, tendría efectos negativos en la comercialización nacional, debido a que la apariencia del fruto es importante para acceder a un mejor precio. Además, los citricultores se enfrentarían a una posible pérdida de acceso a mercados, tanto nacionales como internacionales, perdiendo la actual ventaja competitiva que se tiene a nivel internacional en el cultivo de limón.
- Se debe considerar, que no existe una cultura por parte de los productores mexicanos, para la adquisición de Seguros Agrícolas, lo que deja descobijado a los citricultores ante

la presencia de un evento catastrófico, como lo sería el establecimiento y dispersión de Cancro.

- Mantener el crecimiento constante de la citricultura en México, depende en gran medida de la sanidad de los cultivos, esto a su vez, incide de manera importante en la seguridad alimentaria de la población, al ser un fruto con características alimenticias apropiadas para la dieta diaria. Además de la derrama económica generada en torno a las cadenas de valor de los cítricos, desde los insumos demandados para su producción, cosecha, movilización, empaque, comercialización, entre otras actividades. Así como por los empleos generados y los ingresos que representa para miles de familias.
- La relevancia y dependencia productiva de los cítricos en algunas entidades, respecto al resto de la producción agrícola, implica el compromiso de productores del sector, autoridades de los tres órdenes de gobierno, la industria de la transformación, así como de proveedores de insumos. Para llevar a cabo acciones que permitan a nuestro país mantener el estatus sanitario libre, respecto al Cancro de los cítricos, con el objetivo de salvaguardar el patrimonio de familias productoras y asegurar la disponibilidad de frutos a los consumidores nacionales, atendiendo, además, a los estándares mundiales que permiten su exportación a otros países.
- La interrupción de la citricultura por Cancro de los cítricos, pondría en riesgo la producción de cultivos de cítricos, que hasta el momento cubren satisfactoriamente el consumo nacional. Asimismo, las exportaciones de fruta, que de enero a noviembre de 2021 se realizaron a 29 países, generando divisas por 703 millones de dólares, gracias a que actualmente México está libre de Cancro de los cítricos.

## 12 Fuentes consultadas

1. APHIS, 2000. Citrus Canker; Payments for Recovery of Lost Production Income. Disponible en: <https://www.federalregister.gov/documents/2000/12/07/00-31142/citrus-canker-payments-for-recovery-of-lost-production-income>
2. Amórtégui Ferro, Ignacio; Capera Ducuara, Edgar y Godoy Acosta, José Vicente (2001). El cultivo de los cítricos. Módulo educativo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural. Corporación para la Promoción del Desarrollo Rural y Agroindustrial de Tolima – PROHACIENDO. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4055/2/El%20cultivo%20de%20los%20citricos%20Limon.pdf>
3. BK Goodwin, N. Pigott (2006). Modelos de riesgo e indemnización de enfermedades infecciosas de las plantas: el caso del Cancro asiático de los cítricos en Florida.
4. Citricas.com (05/03/2019). Los principales países productores de cítricos del mundo 2019. Disponible en: <https://citricas.com/tag/paises-productores-de-citricos-2019/>
5. CONCITVER (2004). La citricultura en Veracruz. Disponible en: [http://www.concitver.com/15\\_9citricultura.html](http://www.concitver.com/15_9citricultura.html)
6. Delalande, Laure y Hernández, Nataly (2018). ¿Quiénes son los pequeños productores en México? Disponible: <https://www.mexicosocial.org/quienes-son-los-pequenos-productores-en-mexico/>
7. FAOSTAT. Consulta en línea: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
8. Gottwald, T.R. & Graham, J.H. (1992) A device for precise and nondisruptive stomatal inoculation of leaf tissue with bacterial pathogens. *Phytopathology*, 82, 930-935.
9. Gottwald, T.R.; Graham, J.H.; Schubert, T.S. (2002) Citrus canker: The pathogen and its impact. *Plant Health Progress*. DOI: 10.1094/PHP-2002-0812-01-RV.
10. Gottwald, TR, Bassanezi, RB, Amorim, L. y Bergamin-Filho, A. (2007). Análisis del patrón espacial de las plantaciones infectadas por chancro de los cítricos en São Paulo, Brasil, y aumento de la infección provocada por el minador asiático. *Phytopathology* 97: 674-683.

11. IICA-SENASICA (2010). Evaluación del impacto económico de la enfermedad de los cítricos HLB (Greening) en la cadena citrícola mexicana. Disponible en: <https://www.cofemersimir.gob.mx/expediente/12025/mir/31228/anexo/879544>
12. INIFAP (2011). Manual de tecnología de producción en limón 'persa' y naranja 'valencia' en el estado de Morelos. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Zacatepec, Mor., México. Folleto Técnico No. 57
13. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (2005). Plagas exóticas a la citricultura en Colombia. Subgerencia de Protección y Regulación Agrícola Grupo Epidemiología Agrícola. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/536b6f0f-d850-4e66-b86c-c67c3b1827c2/Publicacion-18.aspx>
14. Maya Ambia, Carlos (2017). Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa. Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Zapopan, Jalisco. México.
15. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimento de España (2020). Programa Nacional para la Aplicación de la Normativa Fitosanitaria. Plan de contingencia de *Xanthomonas citri* pv. *aurantifolii* (Schaad et al.) Constantin et al. y *Xanthomonas citri* pv. *citri* (Hasse) Constantin et al. causantes de Citrus Canker (Cancrosis de los cítricos).
16. Citrus Industry (11 de abril de 2018). Panorama general de la industria de los cítricos en México. Disponible en: <https://citrusindustry.net/2018/04/11/mexican-citrus-discussed/>
17. Pruvost, O.; Boher, B.; Brocherieux, C.; Nicole, M.; Chiroleu, F. (2002) Survival of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in leaf lesions under tropical environmental conditions and simulated splash dispersal of inoculum. *Phytopathology*, 92, 336-346.
18. SADER-SENASICA (2008). Situación actual y perspectivas del Huanglongbing y el Psílido Asiático de los cítricos en México. Disponible en: [https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/13\\_Trujillo-Arriaga\\_08.pdf](https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/13_Trujillo-Arriaga_08.pdf)
19. SADER-SENASICA (2021). Unidades de Producción de Material Propagativo de Cítricos. Disponible en: <http://publico.senasica.gob.mx/?doc=24706>
20. SAGARPA. Planeación Nacional Agrícola 2016 – 2030. Consulta en línea. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257073/Potencial-C\\_tricos-parte\\_uno.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257073/Potencial-C_tricos-parte_uno.pdf)
21. Sagarpa-Inifap, (2015). Agenda Técnica Agrícola Colima. Segunda edición, 2015. Av. Municipio Libre 377. Col. Santa Cruz Atoyac, Del. Benito Juárez, C.P. 03310, México, D.F. Pp. 103
22. Sagarpa-Inifap, (2015). Agenda Técnica Agrícola Michoacán. Segunda edición, 2015. Av. Municipio Libre 377. Col. Santa Cruz Atoyac, Del. Benito Juárez, C.P. 03310, México, D.F. Pp. 83
23. Sagarpa-Inifap, (2017). Agenda Técnica Agrícola San Luis Potosí. Av. Municipio Libre 377. Col. Santa Cruz Atoyac, Del. Benito Juárez, C.P. 03310, México, D.F. Pp. 234, 243 y 307.
24. Sagarpa-Inifap, (2017). Agenda Técnica Agrícola Veracruz. Av. Municipio Libre 377. Col. Santa Cruz Atoyac, Del. Benito Juárez, C.P. 03310, México, D.F. Pp. 52 y 72
25. Sandoval Valencia, Karina y Duana Avila, Danae (2019). Los cítricos en México: análisis de eficiencia técnica (Citrus in Mexico: Technical Efficiency Analysis). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
26. SENASICA, 2019. Expediente de acciones implementadas para la detección y erradicación de Cancro de los cítricos (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*) en el Estado de Tamaulipas.
27. SIACON. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2020
28. SIAVI. Secretaría de Económica. 2020
29. Spreen, Thomas; Zansler, Marisa; Muraro, Ronald y Roka, Fritz (2003). The costs and benefits associated with eradicating citrus canker in Florida.
30. Stall, R.E.; Civerolo, E.L.; Ducharme, E.P.; Krass, C.J.; Poe, S.R.; Miller, J.W.; Schoulties, C.L. (1987) Management of citrus canker by eradication of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. En: *Plant Pathogenic Bacteria*; Editores: Civerolo, E.L.; Collmer, A.; Davis, R.E.; Gillaspie, A.G.; Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp. 900-905.
31. Vojnov, A.A.; Morais do Amaral, A.; Dow, J.M.; Castagnaro, A.P.; Marano, M.R. (2010) Bacteria causing important diseases of citrus utilise distinct modes of pathogenesis to attack a common host. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 87, 467-477.
32. Zayas Barreras, Imelda (2019). Administración y distribución de productos citrícolas en la Región del Évora, Sinaloa. Universidad Politécnica del Valle del Évora, México. México. Recuperado de: <https://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/1915>