



## **La producción de maíz en Sinaloa, México, y sus implicaciones para el medio ambiente**

*The Production of Corn in Sinaloa, Mexico and its Implications for the Environment*

*A produção de milho em Sinaloa, no México e suas implicações para o meio ambiente*

Daniela Cruz Delgado (1) y Juan Antonio Leos Rodríguez (2)

---

(1) Universidad Politécnica de Victoria, México, [danycdv@gmail.com](mailto:danycdv@gmail.com),  [orcid.org/0000-0003-0289-7483](https://orcid.org/0000-0003-0289-7483)

(2) Universidad Autónoma Chapingo, México, [jleos45@gmail.com](mailto:jleos45@gmail.com),  [orcid.org/0000-0002-5009-9251](https://orcid.org/0000-0002-5009-9251)

---

Fecha de recepción: 30 de septiembre de 2018

Fecha de aceptación: 20 de diciembre de 2018

### **Resumen**

La sustitución de cultivos acarrea problemas de contaminación al ambiente, principalmente al suelo y agua. El objetivo de este artículo es analizar la evolución de la producción de maíz blanco en Sinaloa y sus implicaciones para el ambiente, derivadas de la sustitución de cultivos. La metodología empleada es el cálculo del número índice de crecimiento de la producción y la superficie sembrada de maíz, por grupos de cultivos y los cinco cultivos básicos en Sinaloa. El periodo analizado, de 1980 a 2016. Sinaloa se ha convertido en el principal productor de maíz blanco en las últimas décadas; su cultivo es intensivo en agroquímicos, lo que puede ocasionar problemas de contaminación al suelo y agua. La superficie sembrada se incrementó 287 % de 1980 a 2016, especialmente en áreas irrigadas. Cereales y hortalizas son los grupos que más crecieron y representan el

72,9 % del valor de la producción. Los procesos productivos involucran costos ambientales como los resultantes de la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, que sin un adecuado control deterioran el suelo, contaminan los mantos freáticos, la flora, la fauna y la salud humana.

**Palabras clave:** agricultura; comercio internacional; impacto ambiental; medio ambiente

### **Abstract**

The substitution of crops leads to problems of contamination to the environment, mainly to soil and water. The objective of this article is to analyze the evolution of the production of white corn in Sinaloa and its implications on the environment, derived from the substitution of crops. The methodology used is the calculation of the index number of growth of the production and the area planted with corn, by crop groups and the five basic crops in Sinaloa. The period analyzed is 1980 to 2016. Sinaloa has become the main producer of white corn in recent decades; its cultivation is intensive in agrochemicals, which can cause pollution problems to soil and water. The planted area increased 287 % from 1980 to 2016, especially in irrigated areas. Cereals and vegetables are the groups that grew the most and represent 72,9 % of the value of production. The productive processes involve environmental costs such as those resulting from the application of fertilizers and pesticides, which, without adequate control, deteriorate the soil, pollute groundwater, flora, fauna and human health.

**Keywords:** agriculture; environment; environmental impact; international trade

### **Resumo**

A substituição de culturas leva a problemas de contaminação do meio ambiente, principalmente ao solo e à água. O objetivo deste artigo foi analisar a evolução da produção de milho branco em Sinaloa e suas implicações no meio ambiente, derivadas da substituição de culturas. A metodologia utilizada foi o cálculo dos índices do crescimento da produção e da superfície semeada do milho, por grupos de culturas e as cinco culturas básicas em Sinaloa. O período analisado foi de 1980 a 2016. Sinaloa tornou-se o principal produtor de milho branco nas últimas décadas; seu cultivo é intensivo em agroquímicos, o que pode causar problemas de poluição ao solo e à água. A área plantada aumentou 287 % de 1980 a 2016, especialmente em áreas irrigadas. Cereais e hortaliças são os grupos

que mais cresceram e representam 72,9 % do valor da produção. Os processos produtivos envolvem custos ambientais como os resultantes da aplicação de fertilizantes e pesticidas que, sem controle adequado, deterioram o solo, poluem as águas subterrâneas, a flora, a fauna e a saúde humana.

**Palavras-chave:** agricultura; comércio internacional; impacto ambiental; meio ambiente

---

## **Introducción**

La liberalización comercial de México trajo dificultades en algunos sectores productivos, incluido el agropecuario. Algunos grupos de cultivos, como los cereales, se vieron afectados al reducirse su producción y sustituirse por productos que, desde la perspectiva comercial, son más rentables al mercado exterior, como las frutas y hortalizas. A pesar de la actual renegociación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), denominado Tratado de USMCA (siglas en inglés del Tratado Comercial Estados Unidos, México y Canadá), que representa el que mayor integración ha generado al país, los costos y beneficios para el país siguen sin evaluarse en su totalidad. Como sugiere Pacheco (2009), siguen siendo indeterminados.

En la literatura se reportan diversos estudios que evalúan los efectos económicos y sociales de la liberalización comercial de México en diversos sectores, entre ellos el agropecuario. Cruz, Leos y García (2017), al analizar las diferencias en varios indicadores económicos entre un periodo anterior al TLCAN y uno posterior, identificaron que el Producto Interno Bruto agropecuario se incrementó. Sin embargo, en el ámbito ambiental los efectos no han sido evaluados de manera concluyente.

En México, tras la liberalización del comercio, uno de los hechos que mayor preocupación originó en la población fue la producción de maíz blanco. Existió temor a que fuese afectada de manera negativa, por no ser un producto rentable ni de interés para el mercado estadounidense. Los cambios en la estructura productiva del país han dado origen a controversias y polémicas relacionadas con las afectaciones al medio ambiente derivadas del nuevo patrón de cultivos.

El maíz blanco es el principal producto en la dieta de los mexicanos. Predomina en la alimentación de los sectores de menores ingresos, especialmente en las zonas rurales. En 2017 se cultivó en todos los estados del país. Ese mismo año se sembraron

en el país 6,9 000 000 de hectáreas, se produjeron 23,1 000 000 de toneladas y se obtuvo un rendimiento promedio de 3,3 ton ha<sup>-1</sup> (INEGI 2017). El censo agropecuario de 2007 reporta 2,3 000 000 de unidades de producción que sembraron maíz blanco, de un total de 5,5 000 000. Por tanto, el 41 % de las unidades de producción siembra maíz blanco (INEGI 2011).

Existen numerosos estudios que analizan la producción de maíz desde diferentes ópticas. Entre ellas, destacan las investigaciones referidas a su importancia en el ámbito nacional, por ser el principal producto de la canasta básica (Massieu y Lechuga 2002). Otros autores enfatizan en los centros de origen del maíz (Boege 2009), el programa de comercialización otorgado a este (Steffen y Echánove 2007) y los efectos que la liberalización comercial ha generado sobre la producción, el precio y el comercio, entre otros (Contreras y Gómez 2009; García-Salazar 2001). Un grupo más reducido de autores se ocupa de las implicaciones ambientales de su cultivo (Ita 2003). Al respecto, Díaz, Álvarez y Quintero (2015) analizaron alternativas más limpias para la producción de maíz.

Sinaloa es el principal productor de maíz blanco. En 2011 sembró 532,791 hectáreas, que produjeron 5,2 000 000 de toneladas, con un rendimiento promedio de 9,9 ton/ha. Ocupó el 43,2 % de la superficie agrícola del estado. De la superficie sembrada, el 93,4 % fue de riego. Hasta 1990, Sinaloa no figuraba como productor de maíz; solo aportaba el 2,2 % de la producción nacional. En 1994 ya aportaba el 15,1 % y en 2009, el 22,4 %. Para producir una tonelada de maíz se necesitan menos de 0,1 hectáreas en Sinaloa, mientras que en Chiapas, segundo productor nacional, se ocupan casi 0,5 (calculado con datos de SIACON 2011).

Diversos autores han analizado los cambios del patrón nacional de cultivos. Destacan el caso particular de Sinaloa fundamentalmente por el rápido crecimiento de la producción de maíz blanco. Ita (2003) menciona que la integración comercial provocó fuertes transformaciones en el sector productor de granos básicos en Sinaloa, y aunque es uno de los estados más productivos de México, se basa en monocultivos con altos costos ambientales. En el ámbito sinaloense se ha analizado el impacto socioeconómico del cultivo del maíz (Gerardo-Montoya y Armenta-Bojorquez 2010), así como la fecha de siembra (Ramírez et al. 2010).

Los cambios en el patrón de cultivos conllevan también cambios en los procesos productivos, en la presión sobre los recursos naturales como el agua, el suelo y el aire. Ante esto y el rápido crecimiento del maíz en Sinaloa, surgen diversas interrogantes. ¿A qué cultivos sustituyó el maíz? ¿Qué implicaciones para el suelo tiene que en menos de dos décadas se siembren casi 445 000 hectáreas más de este grano? ¿Cuáles son las consecuencias para el ambiente de que su cultivo se realice bajo riego y que no solo utilice grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados, sino que se le apliquen en exceso?

Son numerosas preguntas, a las cuales es difícil responder, especialmente por la poca disponibilidad de información requerida para llevar a cabo un análisis concluyente. Sin embargo, este estudio se basa en una revisión documental, que muestra la problemática. El objetivo es analizar la evolución de la producción de maíz blanco en Sinaloa y sus implicaciones sobre el medio ambiente, derivadas de la sustitución de cultivos. Se parte del supuesto de que, con el TLCAN (ahora USMCA) se acentuó el proceso de integración económica en México.

El enfoque metodológico aplicado es el descrito a continuación. La evolución de la producción y la superficie sembrada se analizaron con el cálculo de índices de crecimiento y tasas medias de crecimiento anual. También se comparó el crecimiento de la producción y la superficie sembrada con maíz en Sinaloa con la superficie sembrada total en ese estado. Para identificar los cambios en el patrón de cultivos de Sinaloa y analizar a qué cultivos sustituyó el maíz blanco, se obtuvieron los números índice de crecimiento de la superficie sembrada de cada grupo de cultivos y los cinco cultivos básicos, dividiendo la superficie de cada año entre el año inicial o base del periodo analizado, que fue de 1980 a 2016.

Los cinco cultivos más importantes de Sinaloa se eligieron tomando en cuenta los que mayor superficie ocuparon durante el trienio 1980-1982 y 2009-2011, para notar el crecimiento de la superficie sembrada de maíz de un trienio a otro. El uso de trienios se hace con la finalidad de suavizar las tendencias de los datos. Los grupos de cultivos seleccionados fueron: cereales, forrajes, frutales, hortalizas, industriales, legumbres y oleaginosas. Los cultivos básicos fueron: arroz, frijol, maíz, sorgo y trigo. La base de datos utilizada fue el Sistema de Información Agroalimentaria y de Consulta del Servicio de Información Agropecuaria (SIACON 2016). Para identificar las implicaciones del cultivo sobre el suelo, se efectuó una revisión documental.

Este artículo describe una breve historia de las relaciones comerciales internacionales de México y los efectos que, según diversos estudios, estas generan. Se centra la atención sobre dichos efectos en el sector agropecuario y se profundiza en las implicaciones ambientales del cambio en el patrón de cultivos de Sinaloa, derivado de la liberalización comercial. Finalmente, se aborda una serie de consideraciones sobre el tema, incluidas diversas líneas de investigación.

### **Historia de las relaciones comerciales internacionales de México**

La política comercial ha sido importante para México desde antes de la década de los ochenta, pero es en 1986 cuando el país ingresa al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés). En términos ambientales, solo se comprometió de manera general a cuidar el ambiente, apegándose al artículo 20, fracción B del documento. No es sino hasta la firma del TLCAN cuando de manera explícita y ampliada se firman compromisos ambientales contenidos tanto en el propio Tratado como en el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), de 1993, en el que los tres países se comprometen a proteger el ambiente y realizar evaluaciones de impacto ambiental.

Las actividades humanas afectan el medio ambiente, pero proporcionan bienestar a la población. Reducir la contaminación a cero implicaría no producir ningún tipo de bien, por lo que es necesario buscar niveles óptimos de contaminación, más que desaparecerla. Con la integración de México a los mercados mundiales se previó que se iba acelerar el crecimiento económico y ocasionar mayores daños ambientales, porque se incrementaría el uso de los factores productivos.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL 2001) señala que, ante la liberalización comercial, los cambios en la estructura de la actividad económica suceden en función de las ventajas comparativas del país. La especialización podría realizarse en actividades no sostenibles cuando su dotación natural sea alta, la demanda ambiental esté muy constreñida por restricciones de ingreso y existan fallas de mercado o de política, lo cual favorece la explotación irracional y el deterioro ambiental. Los análisis sobre la relación comercio-medio ambiente son escasos. No existe alguno que evalúe el impacto del libre comercio agropecuario sobre el medio ambiente, de manera integral. Por ello se considera que una aproximación al análisis de estos temas

resulta de vital importancia, ya que pueden dar la pauta para el surgimiento de investigaciones posteriores.

### **Los efectos ambientales del comercio internacional, según la literatura**

Los efectos ambientales indirectos y de largo plazo que acarrear los procesos de integración económica y comercial abarcan los efectos de escala, tecnología, producto y estructura (OECD 1994). A ello la CEPAL (2001) agrega el efecto ingreso y regulación. Los efectos a través de los que la liberalización comercial incide sobre el medio ambiente (CEPAL 2001) son:

- Efecto escala. La escala de la actividad económica aumenta, inducida por el crecimiento vinculado a la liberalización, provocando incrementos en los niveles de recursos utilizados para la producción y en la contaminación. Sin embargo, un cambio estructural y un incremento en la intensidad del uso de los recursos asociados con una mejor protección ambiental, la mejora tecnológica o sustitución hacia productos favorables ambientalmente podrían reducir el uso de recursos naturales o la intensidad de contaminantes.
- Efecto estructura. Los cambios en la estructura de la actividad económica están en función de las ventajas comparativas del país. La estructura se adaptará mejor a la dotación de factores productivos (incluyendo los recursos naturales). Controlada por el efecto escala y el grado de desarrollo del país, tenderá a ser más o menos intensiva en contaminación.
- Efecto tecnología. La difusión tecnológica facilita la transferencia de equipos de capital más eficientes, tecnologías de producción limpias o las “mejores prácticas empresariales”, desde un punto de vista ambiental.
- Efecto ingreso. El crecimiento del comercio provoca mayores niveles de consumo, con sus externalidades asociadas, pero también con mayor disponibilidad para pagar por mejoras en la calidad ambiental.
- Efecto producto o composición. El comercio permite abrir nuevos mercados a los bienes y servicios ambientales.
- Efecto legislaciones. El crecimiento impulsado por el comercio facilita las reformas en las políticas ambientales, nuevas leyes o reglamentos e instituciones que refuercen la protección ambiental.

## **Análisis de los efectos del comercio internacional en el sector agropecuario de México**

Los países buscan el crecimiento económico. El aumento de la producción es el factor necesario para que este ocurra, pero generalmente, al aumentar la producción también se incrementan los factores requeridos para ella (tierra, trabajo, capital y actualmente también tecnología y otros recursos naturales, en el caso de la agricultura). Esto puede ocasionar diversos problemas al medio ambiente, como erosión del suelo, contaminación de este y del agua con sustancias tóxicas, entre otros.

Los efectos socioeconómicos de la liberalización comercial de la agricultura mexicana han sido objeto de diversos estudios, pero son pocos los que han tratado los efectos ambientales del proceso de integración económica. En gran medida, porque se dificulta encontrar metodologías acordes a estos temas, sobre todo por la poca disponibilidad de los datos necesarios. Los estudios realizados en México que analizan los efectos del libre comercio sobre el medio ambiente derivaron de la polémica respecto a que un país en vías de desarrollo podría ser considerado un paraíso de contaminación para las grandes empresas transnacionales que existen en Estados Unidos y Canadá, las cuales buscarían establecerse en territorio mexicano.

Pocos años después de iniciado el TLCAN, la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) realizó una investigación sobre el impacto ambiental del Tratado en la producción de maíz. Una de las afirmaciones fue que podría sustituirse por cultivos más rentables como las hortalizas, pero que estos presentan costos ambientales a tomar en cuenta; por ejemplo, el intenso uso de plaguicidas (CCA 1998).

Martínez (2002) analiza las repercusiones que los cambios en el patrón de cultivos de Sonora representan en el consumo de agua para riego. Concluye que para producir un kilogramo de cultivos tradicionales se requiere extraer 1,2 litros de agua, mientras que la misma cantidad de producto se puede obtener con alrededor de la mitad de extracción, aplicándola a hortalizas (0,55 litros), vid (0,65 litros) y otros cultivos perennes (0,54 litros). También señala que los cultivos de exportación utilizan 30 tipos de plaguicidas, mientras los cultivos tradicionales destinados al mercado interno emplean 13 diferentes productos.

Alfie (2003) analizó las funciones que deben desempeñar los organismos tales como la CCA (1993), creados paralelamente al TLCAN, para atender las controversias

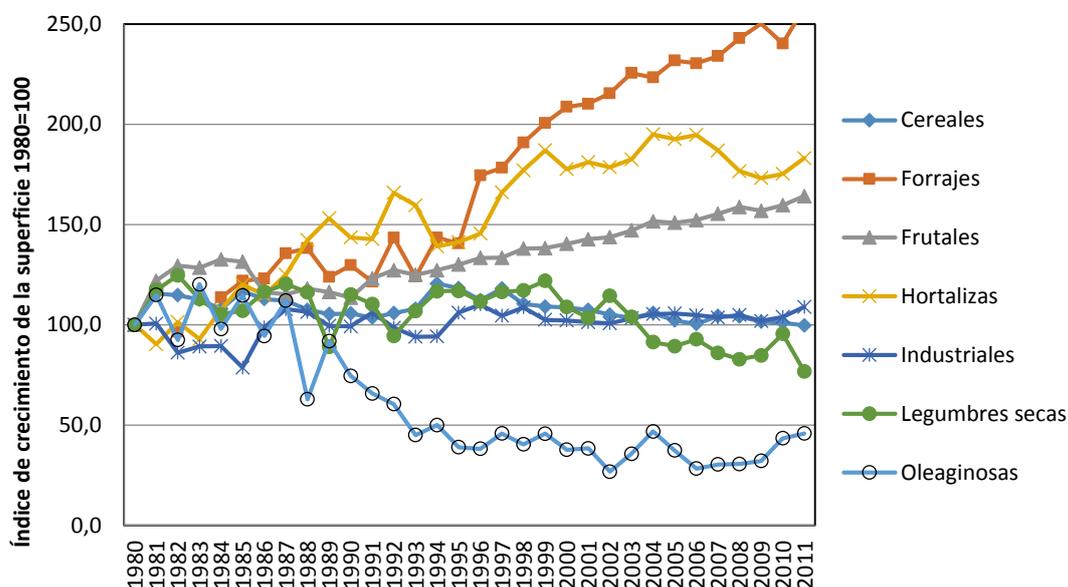
ambientales derivadas del proceso de integración comercial. Señaló la necesidad de estudios de largo plazo sobre las implicaciones ambientales de la liberalización comercial en América del Norte, sobre los sectores de la industria forestal, pesca, agricultura y energía, debido en gran medida a que no existe la internalización de los costos ambientales por parte de los productores. Ita, (2003) analizó los impactos socioeconómicos y ambientales de la liberalización comercial de los granos básicos en el contexto del TLCAN, prestando mayor atención al caso de Sinaloa. Menciona que en 2003, nueve años después de la entrada en vigor del Tratado, la integración comercial provocó fuertes transformaciones en el sector productor de granos básicos en Sinaloa. Aunque es uno de los estados más productivos de México, su productividad se basa en monocultivos con altos costos ambientales.

Vilas-Ghiso (2006) analizó los efectos técnico, de escala y de composición en el sector agrícola mexicano. Plantea tres ecuaciones para aislar cada uno de ellos. Su espacio temporal es de 1980 a 2003, pero lo divide en un periodo anterior al TLCAN (1980-1993) y en uno posterior (1994-2003). Señala que durante el periodo anterior al TLCAN, el consumo de fertilizantes en México creció 29 % y en el posterior, 3,9 %. El consumo fue mayor en el periodo anterior al Tratado.

Pero ¿qué relación tiene el patrón de cultivos con las relaciones comerciales y el medio ambiente? A raíz de la liberalización del comercio, la estructura productiva cambió y se impulsó el cultivo de diversos productos para el mercado internacional. Las hortalizas y las frutas, de los grupos que mayor crecimiento han tenido, también son los que mayor participación tienen en las exportaciones. El cálculo de los factores que explican el crecimiento de la producción agrícola (se empleó la metodología de FAO: Gómez 1994), indica que el efecto estructura es responsable del 32 % del crecimiento de la producción agrícola nacional. La tasa media de crecimiento anual de la producción durante el periodo 1980 a 2011 fue de 1,3 %.

Los grupos de cultivos que presentan el mayor crecimiento en superficie sembrada fueron forrajes, hortalizas y frutales; disminuyeron oleaginosas, legumbres y cereales (gráfico 1). Cada grupo cuenta con un proceso productivo acorde a las características y necesidades de los productos que lo conforman. El crecimiento de la superficie de los forrajes, hortalizas y frutales ocurre fundamentalmente después de la entrada en vigor del TLCAN.

**Gráfico 1.** Crecimiento de la superficie sembrada en México, por grupos de cultivos (1980 a 2011)



Fuente: elaboración propia con datos de SIACON (2011).

Los cereales, concretamente los granos básicos, son un grupo del que se esperaba disminuyera su producción. Se apostaba a que la oferta agrícola se ajustaría y aprovecharía las ventajas comparativas del país, pero el Estado ha implementado una serie de políticas para impulsar el cultivo de esos productos, pues son la base alimentaria de gran porcentaje de la población, de bajos recursos económicos. Por ende, esta no puede dejarse desprotegida.

En el caso particular de Sinaloa, la superficie sembrada de maíz blanco se incrementó 436 % de 1980 a 2011, mientras que la superficie sembrada estatal solo aumentó cerca del 17 %. En 2011 se sembraron en Sinaloa 1,6 000 000 de hectáreas en total. Esto indica que el maíz sustituyó a algunos cultivos, ya que en 2011 se sembraron casi 500 000 hectáreas más que antes de la década de los 90 (SIACON 2011). El crecimiento de la superficie sembrada de maíz blanco en Sinaloa es significativamente mayor que el nacional.

El 88,8 % del maíz en Sinaloa se cultiva en áreas irrigadas y el 83,3 %, en el ciclo otoño-invierno. El Instituto de la Potasa y el Fósforo estima que se le aplica un 37 % más del fertilizante nitrogenado requerido para su producción (FIRA 2008), lo que repercute en el medio ambiente, por lo que es conveniente analizar sus afectaciones. Jalisco también

presenta cambios importantes en la estructura productiva agrícola: la producción de sorgo disminuyó 12 %, el frijol 3,5 % y el maíz 17,8 %. En Sonora, la soya participaba con 10 % de la producción agrícola en la década de los 80; en 2006 ya no se producía. La producción de frijol en Chihuahua disminuyó de 27 a 8 % y la de trigo, de 7 a 1 %. En el estado de México, la reducción de maíz fue de 12,5 %.

Respecto a Sonora, Martínez (2002) proporciona datos que reflejan la disminución en la superficie sembrada de algodón y trigo. En 1980 ocupaba el 59 % de la superficie estatal cultivada; en 2011 el trigo abarcaba el 21 % y desapareció el algodón. Contrario a esto, se incrementó la superficie sembrada con hortalizas, de 0,2 % en 1980 a 11 % en 2011. Las hortalizas son destinadas principalmente a la exportación.

### **Implicaciones ambientales del cambio del patrón de cultivos**

Los procesos productivos involucran costos ambientales, cuando se quieren eliminar efectos contaminantes tales como la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, que sin un adecuado control deterioran el suelo, la flora, la fauna y la salud. Sin embargo, los productores agrícolas por lo general no llevan un control contable de sus procesos productivos, lo que impide que internalicen los costos ambientales, porque esto además les genera problemas de competencia en el mercado (Quintero y Molina 2006).

Las plantas solo aprovechan 50 % del nitrógeno disponible. De acuerdo con Isla (2009), el nitrógeno que no es aprovechado permanece en el suelo, es acarreado por erosión y transportado hacia diversas formas de depósito, se disuelve y forma nitratos en el agua y escurre hasta los acuíferos, o se pierde en la atmósfera en forma gaseosa. En el caso de Sinaloa, el paquete tecnológico de maíz incluye en la fertilización 300 kg de amoníaco anhidro, 300 kg/ha de urea (46 %) y 100 kg/ha de 18-46-00. Estas aplicaciones, más el control de plagas y deshierbes, permitieron durante el ciclo O-I 2007-2008, entre otras condiciones, obtener un rendimiento promedio de 9,6 ton/ha.

Al respecto, ¿qué repercusión ambiental tiene que se siembren 500 000 hectáreas más de maíz de riego? En Sinaloa este utiliza grandes cantidades de nitrógeno, a diferencia de las leguminosas y oleaginosas, que fijan nitrógeno al suelo. Por tanto, si se identifican los cambios en el patrón de cultivos, se puede analizar cómo afecta el actual al medio ambiente. Esto se realiza, en parte, a través de los elementos proporcionados por

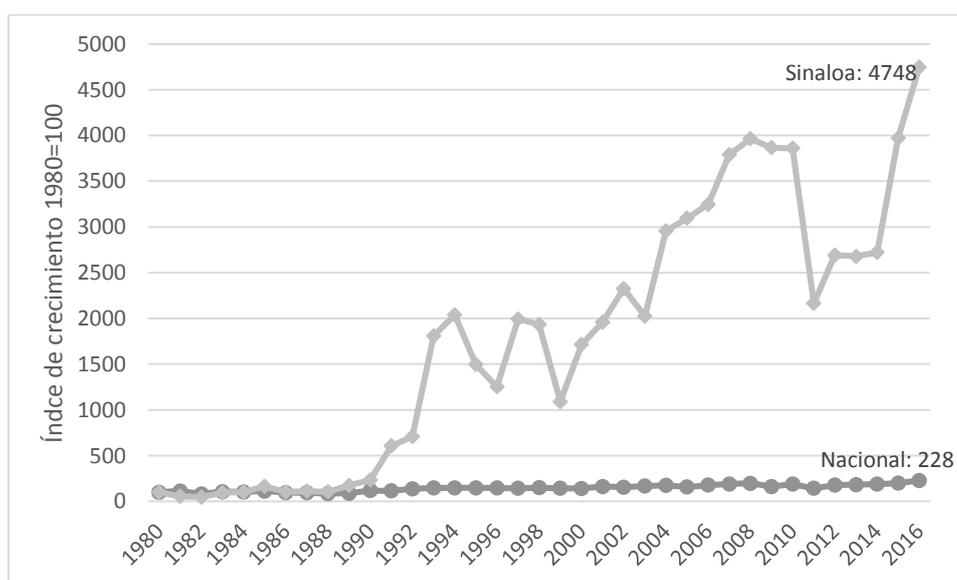
los paquetes tecnológicos: consumo de agua bajo riego, fertilizantes y plaguicidas. Del análisis se derivan indicadores que permitan determinar el grado de impacto ambiental.

El análisis del crecimiento de la producción por grupos de cultivos también indica de alguna manera cuáles pueden ser más amigables con el medio ambiente. Un porcentaje considerable de hortalizas, por ejemplo, se produce en invernadero, donde se pueden controlar diversas variables ambientales como la temperatura, el consumo de agua para riego se puede dosificar y hacer más eficiente su aplicación, al igual que los agroquímicos. Sin embargo, sin un manejo adecuado de los plásticos utilizados en su construcción, por ejemplo, podrían contaminar de manera importante el medio ambiente, especialmente el factor suelo.

### La producción de maíz en Sinaloa: implicaciones para el medio ambiente

El crecimiento del volumen de producción de maíz blanco en Sinaloa ha sido muy importante. En el ámbito nacional ha aumentado la producción; sin embargo, en Sinaloa el crecimiento es mucho mayor, especialmente por el corto tiempo en el que ha ocurrido (gráfico 2). De aportar sólo el 2 % de la producción de maíz y no figurar entre los estados productores durante la década de los 80, se incrementa la producción de manera tal que actualmente aporta más del 22 %. Es el principal productor de este grano en México.

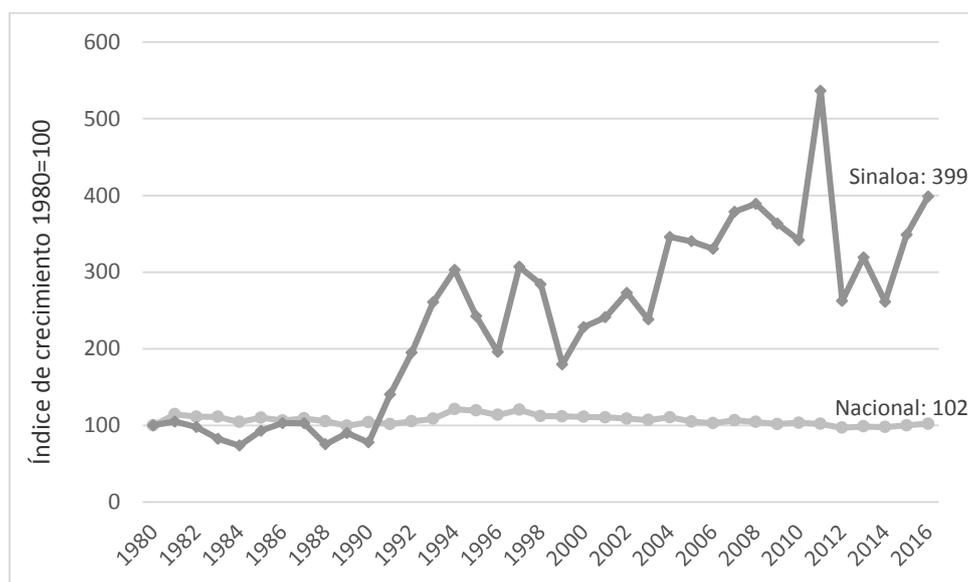
**Gráfico 2.** Crecimiento de la producción de maíz blanco (toneladas)



Fuente: elaboración propia con datos de SIACON 2016.

Respecto a la superficie sembrada, la tendencia es similar entre México y Sinaloa: en ambos crece, pero en Sinaloa es mucho mayor (gráfico 3). La superficie sembrada de maíz blanco en el estado se incrementó 263 % de 1980 a 2010, mientras que la nacional solo aumentó 16,4 % (SIACON 2011).

**Gráfico 3.** Crecimiento de la superficie sembrada de maíz blanco (toneladas)



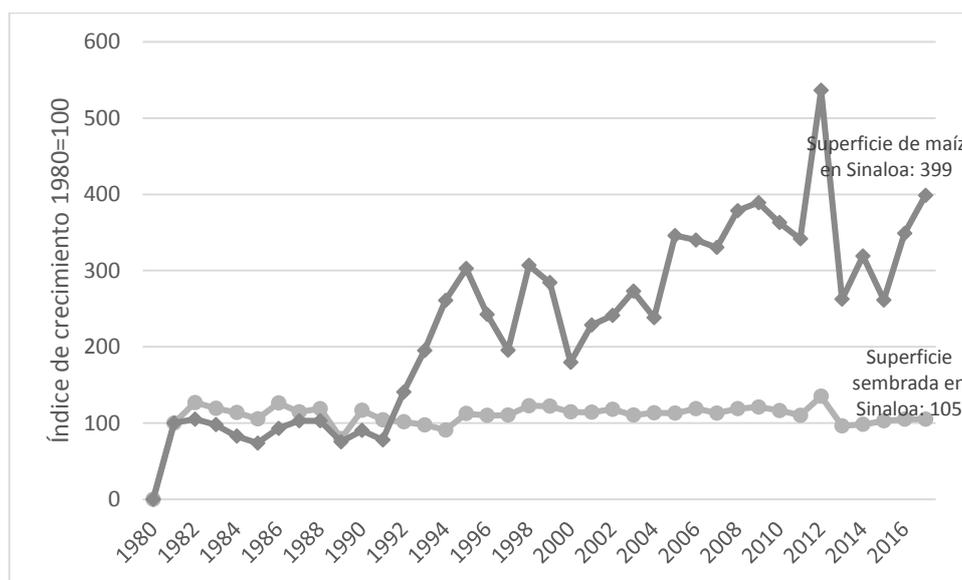
Fuente: elaboración propia con datos de SIACON 2016.

El crecimiento de la producción ha sido mayor que el de la superficie, lo que indica que los rendimientos deben haberse incrementado también de manera importante. Estos aumentaron en promedio un 42 % en el ámbito nacional, mientras que en Sinaloa el incremento fue de 648 %, en promedio (en ambos casos, del trienio 1980-1982 y 2009-2011). De manera similar, el crecimiento de la superficie sembrada con maíz blanco en Sinaloa se incrementó de manera significativa respecto a la superficie sembrada total en ese estado (gráfico 4).

Este crecimiento importante merece especial atención. Analizar la evolución de la superficie sembrada permite identificar qué cultivos fueron sustituidos por el maíz. La superficie sembrada por grupos de cultivos sigue un patrón similar al nacional: disminuyeron las oleaginosas e industriales y aumentaron los forrajes y frutales. Sin embargo, en Sinaloa aumentaron también los cereales, contrario a lo ocurrido en el ámbito

nacional, en el que si bien es cierto que no disminuyeron, tampoco aumentaron. El crecimiento en Sinaloa se explica esencialmente por el aumento de la siembra y, en consecuencia, la producción de maíz blanco.

**Gráfico 4.** Crecimiento de la superficie sembrada total y de la superficie sembrada con maíz blanco en Sinaloa (hectáreas)



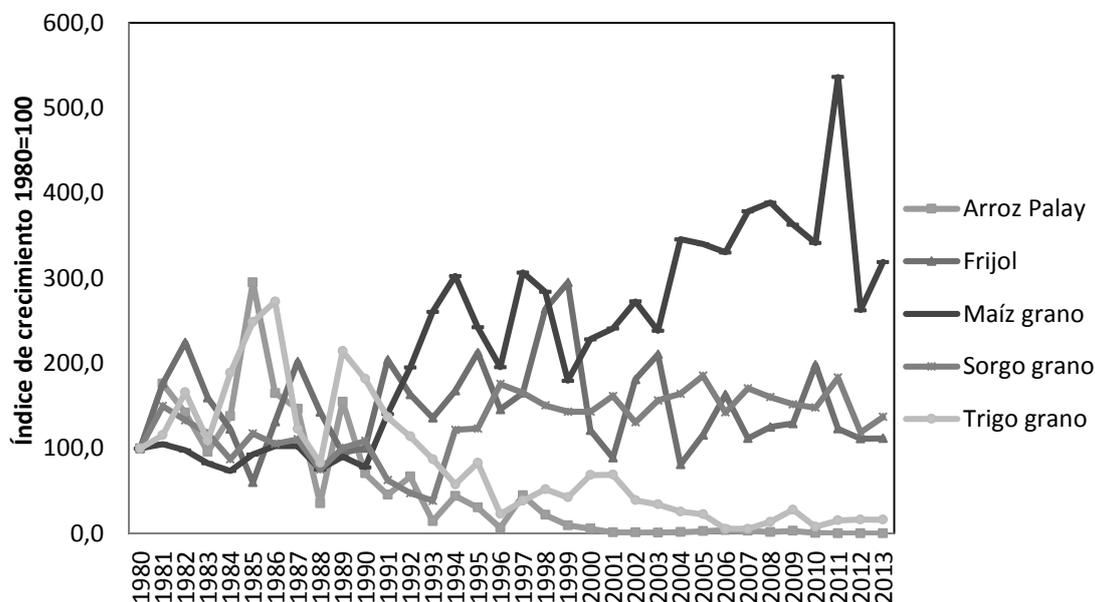
Fuente: elaboración propia con datos de SIACON 2016.

Sinaloa es el principal productor de hortalizas. Estas presentan una situación similar al caso nacional: con 4,5 % de la superficie sembrada, aportan 26,7 % del valor de la producción. Mientras que los cereales, con 45,5 % de la superficie, aportan 46,2 % del valor de la producción agrícola total del estado. Estos son los grupos más importantes para la agricultura sinaloense porque, en conjunto, representan 72,9 % del valor de la producción.

Los cinco granos básicos (arroz, frijol, maíz, sorgo y trigo) ocupan 70,1 % de la superficie sembrada de Sinaloa. De ellos, predominan el maíz y el sorgo, con 43,4 y 19,3 %, respectivamente (gráfico 5). Es importante destacar que este último producto llevaba una tendencia a la baja de 1980 a 1993, año a partir del cual empieza a aumentar continuamente, hasta estabilizar su área sembrada en alrededor de 250 000 hectáreas. El arroz y trigo disminuyeron en superficie sembrada 96 y 72 %, respectivamente. No obstante, los cultivos que dejaron de sembrarse por la inclusión de maíz blanco fueron

soya y cártamo, que se sembraban durante el ciclo otoño-invierno, en el que ahora se produce el maíz.

**Gráfico 5.** Sinaloa: tendencia de la superficie sembrada de los cinco cultivos básicos



Fuente: elaboración propia con datos de SIACON 2011.

### Consideraciones finales

El libre comercio ha ocasionado importantes cambios ambientales, derivados de los cambios ocurridos en la estructura productiva agrícola. Los procesos productivos empleados en cada cultivo favorecen o perjudican el medio ambiente. El crecimiento de la producción de maíz blanco en Sinaloa acarrea fuertes problemas de contaminación, derivados de los insumos contenidos en el paquete tecnológico utilizado para su producción. El mayor porcentaje de producción de maíz se obtiene en el ciclo otoño-invierno, que requiere mayor tecnificación, y mayores prácticas tecnificadas intensifican los impactos ambientales (Rojas y Vallejo 2017).

Las leguminosas, por su capacidad natural de fijar nitrógeno al suelo, son un grupo de cultivos benéfico. Sin embargo, su siembra se ha reducido. Las hortalizas se han incrementado y, por el manejo agronómico que implican, algunas resultan perjudiciales para el medio ambiente, porque son altamente demandantes de agroquímicos y de agua para riego. Ello provoca la sobreexplotación de los mantos acuíferos, como sucede en Sinaloa, además de la lixiviación de productos como el nitrógeno, que también los

contamina. El uso de abonos orgánicos pudiera ser una alternativa para mitigar los efectos adversos en el ambiente y se obtendrían rendimientos altos de maíz (Martínez et al. 2016). Para minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente, se requieren instituciones y marcos regulatorios. Sin embargo, estos por sí mismos no son suficientes; es bien sabida, de acuerdo con datos internacionales, la posición de México en los índices de corrupción. Esto contribuye a que problemáticas como la aquí analizada se magnifiquen, a pesar de cumplir con marcos regulatorios e instituciones cuyas funciones implican vigilar el cumplimiento de normativas dirigidas a mitigar los procesos contaminantes. Lo anterior, debido a que la actividad agrícola no está normada correctamente en cuanto al cuidado de los recursos naturales (Silva et al. 2016).

Por otra parte, se debe considerar la posición de México como país más perjudicado en términos ambientales, dado que su nivel de desarrollo es menor que el de los dos países con los que tiene mayor integración comercial: Estados Unidos y Canadá. De lo anterior, se sugieren nuevas líneas de investigación, en las que sobresale un análisis sobre los efectos ambientales derivados de la liberalización comercial por países que integran el principal bloque comercial de la región. Además, un análisis del impacto ambiental de las actividades agropecuarias en México y un estudio comparativo de los efectos ambientales entre Sinaloa y Chiapas, los dos principales productores nacionales de maíz blanco, cuyas condiciones de cultivos difieren significativamente.

### **Bibliografía**

- Alfie, Miriam. 2003. "A diez años de la firma del TLC: el debate entre libre comercio y cuidado Ambiental. Un asunto de inclusión social". *El Cotidiano* 19 (119): 99-111.
- Boege, Eckart. 2009. "Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz". *Ciencias* 92: 18-28.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 1993. "Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN)", [http://www.cec.org/Page.asp?PageID=1226&SiteNodeID=567&AA\\_SiteLanguageID=3](http://www.cec.org/Page.asp?PageID=1226&SiteNodeID=567&AA_SiteLanguageID=3)
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 1998. "Estudio temático 1. El maíz en México: Algunas implicaciones ambientales del Tratado de Libre Comercio de

- América del Norte”, <http://www3.cec.org/islandora/es/item/2034-assessing-environmental-effects-north-american-free-trade-agreement-nafta-es.pdf>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina). 2001. “Evaluación ambiental de los acuerdos comerciales: un análisis necesario”, <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/7689/41-lcl1580p.pdf>
- Contreras Castillo, José, y Janeth Magdalena Gómez Uribe. 2009. “Reformas comerciales y cambios en el precio al productor de maíz en México”. *Perfiles Latinoamericanos* 33 (17): 95-113.
- Cruz-Delgado, Daniela, Leos-Rodríguez, Juan Antonio, García-Álvarez Coque y José María. 2017. “Estimaciones de apoyo al productor y desempeño económico del sector agropecuario mexicano en la integración económica”. *Agroproductividad* 3 (10): 69-74.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2008. *El mercado de los fertilizantes en México: situación actual y perspectivas 2009*. Nota de Análisis. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.
- García Salazar, José. 2001. “Efecto de Procampo sobre la producción y saldo de comercio exterior de maíz”. *Agrociencia* 35 (6): 671-683.
- Gerardo-Montoya, Leobardo, y Adolfo Dagoberto Armenta-Bojorquez. 2010. “Reflexiones sobre el impacto socioeconómico del cultivo de maíz en Sinaloa”. *Ra Ximhai* 6 (1): 69-72.
- Gómez Oliver, Luis. 1994. *La política agrícola en el nuevo estilo de desarrollo latinoamericano*. Santiago: FAO.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía). 2011. “Unidades de producción que sembraron maíz lanco en 2007”, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=17177&s=est>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía). 2017. “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)”, <http://www.beta.inegi.org.mx/programas/ena/2017/>
- Isla Bauer, Lourdes de la. 2009. *Agricultura: deterioro y preservación ambiental*. Madrid: Mundi-prensa.
- Ita Rubio, Ana de. 2003. “Los impactos socioeconómicos y ambientales de la liberalización comercial de los granos básicos en el contexto del TLCAN: el caso

- de Sinaloa”, <http://www3.cec.org/islandora/es/item/1911-socio-economic-and-environmental-impacts-trade-liberalization-basic-grains-in-es.pdf>
- Mailiu Díaz Peña, Teresita Álvarez González, Helia Quintero Pupo. 2015. “Alternativas más limpias de producción de semillas de frijol y maíz en la finca “Soterrado”, provincia de Cienfuegos”. *Centro Agrícola* 42 (1):37-41.
- Martínez Rodríguez, José María. 2002. “Acuíferos y agroquímicos en una región fronteriza: retos y oportunidades del TLCAN para la agricultura mexicana”, <http://www.cec.org/islandora/es/item/1882-aquifers-and-agrochemicals-in-border-region-es.pdf>
- Martínez, E., F. Domingo, A. Roselló, J. Serra, J. Boixadera y J. Lloveras. 2016. “The effects of dairy cattle manure and mineral N fertilizer on irrigated maize and soil N and organic C”. *Elsevier* 83: 78-85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.002>.
- Massieu Trigo, Yolanda, y Jesús Lechuga Montenegro. 2002. “El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo”. *Análisis Económico* XVII (36): 281-303.
- OECD (Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico). 1994. “The environmental effects of trade”, <https://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- Pacheco López, Penélope. 2009. “Efectos de la liberación comercial en el crecimiento económico y la balanza de pagos en América Latina”. *Investigación económica* 68 (267): 13-49. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-16672009000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16672009000100002&lng=es&tlng=es)
- Quintero de C., María, y Olga Molina. 2006. “Los Costos Ambientales en la Actividad Agrícola”. *Actualidad Contable Faces* 9 (12): 109-117.
- Ramírez Díaz, José, J. Jesús Wong Pérez, José A. Ruiz Corral y Margarito Chuela Bonaparte. 2010. “Cambio de fecha de siembra del maíz en Culiacán, Sinaloa, México”. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33 (1): 61-68.
- Rojas Ramírez, Juan Pablo, y Ramiro Vallejo Rodríguez. 2017. “Impactos Ambientales por las Actividades Agropecuarias de Jalisco, México: Primera Década del Siglo XXI”. *Revista Estudios Ambientales* 1 (5): 3-28.
- SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). 2011. “Base de datos”,

[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=378](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=378)

SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). 2016. “Base de datos”,

[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid)

Silva, Cristhian, Ronald Cevallos, Mariuxi Sarabia, y Jhon Boza. 2016. “Impacto en el medio ambiente de las actividades agropecuarias en el Cantón El Empalme, Ecuador”. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/08/ganaderia.html>

Steffen Riedemann, Cristina, y Flavia Echánove. 2007. “El maíz amarillo cultivado bajo contrato en México 2000-2005: Reflexiones sobre un programa de comercialización de granos”. *Cuadernos Geográficos* 40: 107-132.

Vilas-Ghiso, Silvina, y Diana Liverman. 2006. “Scale, Technique and Composition Effects in the Mexican Agricultural Sector: The Influence of NAFTA and the Institutional Environment. Third North American Symposium on Assessing the Environmental Effects of Trade”. *Montreal* 5: 1-39.