



● ● ● Análisis

del Impacto Económico de Restricciones
sobre la Comercialización de Plaguicidas
en la Producción de Cultivos Relevantes
del Mercado Agroalimentario Mexicano.





PROTECCIÓN DE CULTIVOS, CIENCIA Y TECNOLOGÍA A.C.
JUNTOS POR UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE

ÍNDICE

Presentación	6
Glosario de Términos	8
ANTECEDENTES	10
Correlación entre plaguicidas y productividad	11
ENTORNO INTERNACIONAL	14
Sri Lanka: Restricción de agroquímicos, pérdida de cultivos y crisis alimentaria.....	15
Barreras no arancelarias al uso de plaguicidas	17
ECONOMÍA AGRÍCOLA EN MÉXICO.....	18
Producto Interno Bruto.....	19
PIB de la producción y venta de Plaguicidas	22
Empleo directo e indirecto de las actividades agrícolas	24
Generación de divisas.....	28
TENDENCIAS DE LA AGRICULTURA Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA	30
Tendencias de la Agricultura y la Seguridad Alimentaria	31
PÉRDIDA DE CULTIVOS POR PLAGAS Y PATÓGENOS	34
Pérdida de Cultivos por Plagas y Patógenos	35
Estimaciones globales	37
Pérdida de alimentos	41
IMPACTO DE LA RESTRICCIÓN DE PLAGUICIDAS Y PÉRDIDA DE CULTIVOS RELEVANTES DEL MERCADO MEXICANO.....	43
METODOLOGÍA Y RESULTADOS	44
1. Impacto de la pérdida de cultivos en la producción de los alimentos. Escenario de prohibición total:	46
Porcentaje de variación del precio.	46
Impacto en el Nivel de Precios	48
EJEMPLOS	50
MAÍZ	51
TRIGO.....	52
INDUSTRIALES	53
ALGODÓN	53
INDUSTRIALES	54
CAÑA DE AZÚCAR.....	54
LEGUMINOSAS	55
FRIJOL.....	55
TUBÉRCULOS	56
PAPAS	56
Análisis	57
II. Estimación del impacto en Agro-costos de la Protección de Cultivos (Escenario de restricción parcial)	58
MAÍZ	60
INDUSTRIALES	62
AGUACATE	62
LEGUMINOSAS	64
FRIJOL.....	64
BERRIES	66
CÍTRICOS.....	68
CAFÉ.....	70
Análisis	72
CONCLUSIONES	73
Fuentes consultadas.....	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Países Seleccionados: Correlación entre uso de Plaguicidas y Productividad. 2000-2020.....	12
Ilustración 2 Países Seleccionados: Correlación entre uso de Plaguicidas y Productividad.	13
Ilustración 3 México: Concentración Estatal del Producto Interno Bruto de la Agricultura,	19
Ilustración 4 México: Concentración Estatal del Producto Interno Bruto de la Agricultura, 2015 – 2021 (Mapa)	20
Ilustración 5 México: Crecimiento y Dimensión de Principales Estados en el Producto Interno Bruto de la Agricultura.21	
Ilustración 6 México: Distribución del Valor Agregado del Comercio de Plaguicidas y Fertilizantes.....	23
Ilustración 7 México: Personal Ocupado en la Actividad Agrícola por Estado.	25
Ilustración 8 México: Valor y Crecimiento de las Exportaciones por grupo de Productos	29
Ilustración 09 México: Presión Demográfica y Necesidad de Alimentos.....	32
Ilustración 10 Países del Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC): Uso de plaguicidas por superficie de tierras de cultivo33	
Ilustración 11 Países del Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC):	33
Ilustración 12 Mundo y Regiones de América: Pérdidas de Cultivos por Plagas y Patógenos,	40
Ilustración 13 México: Índices del Volumen de Producción de Maíz y Variaciones del Precio Medio Rural Real.	51
Ilustración 14 México: Índices del Volumen de Producción de Trigo y Variaciones del Precio Medio Rural Real	52
Ilustración 16 México: Índices del Volumen de Producción de Caña de Azúcar.....	54
Ilustración 17 México: Índices del Volumen de Producción de Frijol y Variaciones del Precio Medio Rural Real.	55
Ilustración 18 México: Índices del Volumen de Producción de Papa y Variaciones del Precio Medio Rural Real.	56
Ilustración 19 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Maíz, según Estatus de los Ingredientes Activos.	60
Ilustración 20 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Maíz, por Categoría de los Ingredientes Activos.....	61
Ilustración 21 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Aguacate, según Estatus de los Ingredientes Activos. 62	
Ilustración 22 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Aguacate, por Categoría de los Ingredientes Activos.63	
Ilustración 23 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Frijol, según Estatus de los Ingredientes Activos.	64
Ilustración 24 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Frijol, por Categoría de los Ingredientes Activos.....	65
Ilustración 25 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Berries, según Estatus de los Ingredientes Activos	66
Ilustración 26 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Berries, por Categoría de los Ingredientes Activos. ...	67
Ilustración 27 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Cítricos, según Estatus de los Ingredientes Activos...68	
Ilustración 28 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Cítricos, por Categoría de los Ingredientes Activos ..	69
Ilustración 29 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Café, según Estatus de los Ingredientes Activos.	70
Ilustración 30 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Café, por Categoría de los Ingredientes Activos.	71
Elaborado por Nodo de inteligencia estratégica, S.C. para Protección de Cultivos, Ciencia y Tecnología, A.C. 2023	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 México: Valor Agregado Bruto de la fabricación y venta de plaguicidas.....	22
Tabla 2 México: Personal Ocupado en la Actividad Agrícola por cultivo	24
Tabla 3 México: Empleo Indirecto relacionado con la Actividad Agrícola por principales ramas de actividad	27
Tabla 4 México: Pérdida y desperdicio de alimentos en toda la cadena de suministro.	36
Tabla 5 Mundo: Pérdida potencial.....	39
Tabla 6 India: Estimaciones de pérdidas de cultivos debido a plagas de insectos,	40
Tabla 7 Mundo: Pérdidas Post Cosecha por Grupo de Productos	41
Tabla 8 Mundo: Cultivos Estratégicos: Pérdida de Cultivos por Plagas y Patógenos	46
Tabla 9 México: Pérdida Probable de Cultivos por Plagas y Patógenos	47
Tabla 10 México: Indicadores del Impacto en precios de Maíz.	51
Tabla 11 México: Indicadores del Impacto en precios de Trigo.	52
Tabla 12 México: Indicadores del Impacto en precios de Algodón.....	53
Tabla 13 México: Indicadores de la Producción de Caña de Azúcar. 2015 -2021	54
Tabla 14 México: Indicadores de la Producción de Frijol. 2015 -2021	55
Tabla 15 México: Indicadores de la Producción de Papa. 2015 -2021.....	56
Tabla 16 México: Simulación del impacto de la pérdida de cultivos por plagas en el precio medio rural de alimentos .	57
Tabla 17 México: Impacto de la Prohibición de 182 Ingredientes Activos en el Mercado de Plaguicidas.....	58
Tabla 18 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Cultivos Seleccionados.....	72

Presentación

El análisis económico tiene como finalidad generar evidencia para respaldar decisiones; este análisis pretende, por tanto, aportar a la discusión información sobre la relevancia de los plaguicidas en el ámbito socioeconómico.

Una premisa básica para analizar el ascenso mundial en el uso de plaguicidas es la creciente demanda de productos primarios, provocada por una población en crecimiento constante: principalmente en países cuyo abasto de alimentos y materias primas agrícolas es deficiente.

Por tanto, se requiere enfatizar que los plaguicidas se aplican para establecer condiciones provechosas para el bienestar humano, principalmente.

Las tendencias demográficas globales indican que en los siguientes 30 años se añadirán al mundo aproximadamente 2 mil millones de personas¹. La población global podría crecer a alrededor de 8500 millones de personas en el 2030 y añadir 1800 millones más en las siguientes dos décadas para llegar a 9700 millones en 2050.

Las economías que más influirán en el crecimiento de la población son las de bajos ingresos. En esos territorios Naciones Unidas estima que en el curso de las siguientes tres décadas su población puede duplicarse.

¹United Nations, Department of Economic and Social Affairs Population Division. *World Population Prospects 2022*. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
Consulta en noviembre de 2022.

La dinámica poblacional evidencia una transición cualitativa y cuantitativa; concentrada en las siguientes megatendencias:

a) La estructura de edades de la población cambia, en algunos países por el arribo de una población joven que impondrá sus patrones de consumo y estilos de vida;

b) Creciente urbanización con cambios en las cadenas de suministro de bienes y servicios;

c) Mayor migración internacional tanto de varones como de mujeres; principalmente hacia economías desarrolladas;

d) Patrones de consumo de productos agro-industrializados más dinámicos;

e) Disminución relativa de la población rural y menor disponibilidad de la mano de obra para labores agrícolas; entre las más relevantes.

Aun cuando la demografía variará entre países las tendencias generales, de los siguientes 30 años, tienen consecuencias mundiales para la producción agrícola. Por ejemplo, la demanda de alimentos podría crecer un 60%, la producción de carne casi un 70%, la acuicultura un 90 % y los productos lácteos un 55 %; por lo que la superficie cultivable tendrá fines diversos y una presión constante para incrementar la productividad².

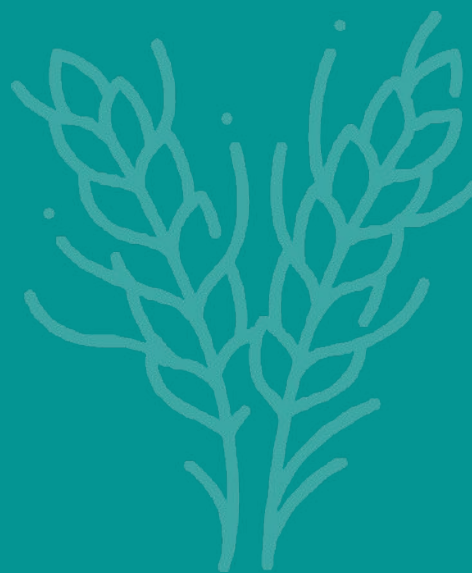
Los patrones de consumo que prefieren los productos de origen natural impulsan la producción mundial de fibras textiles y el incremento de biocombustibles. En tanto que el auge de la reproducción de mascotas influye en el crecimiento de suministros especializados de origen agrícola³. En síntesis, la frontera agrícola enfrenta múltiples desafíos para satisfacer las necesidades presentes y futuras, en una superficie que, en lugar de extenderse, se contrae.

En este contexto, el uso de plaguicidas seguirá contribuyendo al crecimiento de la productividad agrícola y el suministro de alimentos, por cuanto previenen o reducen las pérdidas de cultivos; reducen o atenúan las enfermedades propagadas por plagas en plantas y animales; contribuyen a preservar la vida útil de los productos agrícolas y silvícolas, y son un insumo importante para la inocuidad de la alimentación de diversas especies de ganado; entre sus principales contribuciones.

Otro de los factores que impulsan el uso de plaguicidas es el comercio mundial de productos agrícolas. La demanda de productos libres de patógenos condiciona el mayor uso de plaguicidas en sus lugares de origen; la protección de la producción local requiere de importaciones libres de plagas. Otra característica del comercio mundial, que va de la mano con la protección de cultivos, es el grado de sofisticación de los estándares de calidad de los productos alimenticios, sobre todo en su aspecto y su vida de anaquel (en el caso de los perecederos).

La producción y uso de plaguicidas están determinados por diversos actores en la cadena de suministro del sistema agroalimentario y las cadenas de comercialización y transformación de alimentos. A escala mundial, el mercado de alimentos industrializados tiene una alta concentración económica, lo que les permite a las grandes empresas multinacionales productoras de alimentos y bebidas, influir en las tendencias de la calidad de sus suministros y marcar la pauta en la relación precio/calidad de los insumos agrícolas.

En el otro extremo de las tendencias globales está la concentración de la producción agrícola en empresas multinacionales, basada en el uso intensivo de los recursos productivos: biológicos, químicos, mecánicos, informáticos y la inteligencia artificial. Aquí predomina todavía el empleo de agroquímicos como tendencia en la protección de cultivos



²FAO. 2022. *The future of food and agriculture: Drivers and triggers for transformation – Summary version*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc1024en> Consulta en octubre de 2022.

³FAO, Secretaría del Foro de Alto Nivel de Expertos. *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*. https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf Consulta en Octubre de 2022.

Glosario de Términos⁴

Agroquímico. Término que se refiere a los compuestos químicos o mezclas de ellos que se utilizan para aumentar la productividad y calidad agropecuaria, incluye fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, hormonas vegetales, etc.

Correlación estadística. Es una medida que expresa hasta qué punto dos variables están relacionadas linealmente y cambian conjuntamente a una tasa constante.

Elasticidad-precio de la oferta. Es un análisis de regresión que valora las variaciones del volumen producido y las variaciones del precio medio rural de un producto, y se define como el cambio porcentual en la cantidad ofrecida sobre el cambio porcentual en el precio.

Fungicida. Agente químico capaz de matar las esporas o micelios de los hongos o de inhibir su capacidad de desarrollo.

Herbicida. Sustancia química creada para matar o inhibir el crecimiento de algunas plantas consideradas indeseadas.

Índice de Producción Agrícola. Es un indicador que tiene como objetivo medir los cambios en el volumen físico (en unidades como toneladas o miles de litros), producido durante un período de referencia delimitado.

Ingrediente Activo. Es cualquier sustancia que proporcione un efecto biológico en el diagnóstico, cura, mitigación, tratamiento o prevención de enfermedades.

Insecticida. Sustancia que se utiliza para controlar insectos. Incluyen ovicidas y larvicidas utilizados contra huevos y larvas de insectos.

Límite máximo de residuos (LMR). Es la concentración máxima de residuos de un plaguicida (expresada en mg/kg), cuyo uso la Comisión del Codex Alimentarius recomienda se permita legalmente en la superficie o la parte interna de productos de alimentación para consumo humano y de piensos⁵.

Manejo Integrado de Plagas. Consiste en la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas.⁶

Maleza o mala hierba. Las malezas constituyen riesgos naturales dentro de los intereses y actividades del hombre. Son plantas frecuentemente descritas como dañinas a los sistemas de producción de cultivos y también a los procesos industriales y comerciales.

Morbilidad. La morbilidad es un estado enfermo, de discapacidad, o mala salud debido a cualquier causa. **Mortalidad.** Cantidad de personas que mueren en un lugar y en un período de tiempo determinados.

Número Índice. Es una medida estadística que expresa la evolución relativa de la magnitud de la producción y precios de los cultivos, en uno o más periodos, respecto de un periodo base o año de referencia.

Organismos Genéticamente Modificados (OGM). es un organismo cuyo material genético ha sido alterado usando técnicas de ingeniería genética.

Pérdida de alimentos. Es la disminución de la cantidad o calidad de los alimentos como consecuencia de las decisiones y acciones de los proveedores de alimentos en la cadena, sin incluir la venta al por menor, los proveedores de servicios alimentarios y los consumidores.

⁴Barioglio, Carlos Fernando (2011). *Diccionario de Las Ciencias Agropecuarias*. Editorial Brujas. ISBN 9789872302245; National Pesticide Information Center. <http://npic.orst.edu/>; Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), <https://www.inegi.org.mx/>

⁵FAO. Codex Alimentarius. Glosario de términos. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/glossary/es/> Consulta en Diciembre de 2022.

⁶FAO. Manejo integrado de plagas y plaguicidas. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/> Consulta en Diciembre de 2022.

Pérdida potencial de cultivos. Incluye las pérdidas sin protección física, biológica o química de los cultivos en comparación con los rendimientos de una producción similar de cultivos en un escenario sin pérdidas.

Pérdidas reales de cultivos. Comprenden las pérdidas de cultivos registradas a pesar de las prácticas de protección de cultivos.

Plaga. Forma de vida vegetal o animal o agente patogénico, dañino o potencialmente dañino a los vegetales.

Plaga Cuarentenaria. Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro en donde no está presente o si existe, no está extendida y se encuentra bajo control oficial.

Plaguicida. Es cualquier sustancia destinada a impedir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o piensos, o que pueda administrarse a los animales para combatir ectoparásitos⁷.

Producto Interno Bruto. Es la suma del valor monetario de todos los bienes y servicios de uso final que genera un país o entidad federativa durante un período, comúnmente un año.

Rendimiento potencial. Está determinado por la composición genética de las plantas cultivadas, los regímenes de temperatura actuales y la radiación; se logra sin ninguna limitación de nutrientes y agua en cualquier etapa de desarrollo, y sin ningún daño causado por patógenos, animales o malezas⁸.

Rendimiento alcanzable. Depende de los factores naturales, superpuestos por una serie de factores limitantes del rendimiento que son inherentes a una situación de producción determinada: escasez de agua y nutrientes en algunas etapas de desarrollo, así como excesos de agua y compuestos minerales, que pueden causar toxicidades.

Rendimiento real. Es el rendimiento realmente cosechado, abarca los factores que definen el rendimiento, los factores que limitan el rendimiento e incorpora los efectos reductores del rendimiento de las lesiones causadas por organismos nocivos⁹.

Tasa de eficacia de las prácticas de protección de cultivos. Es el porcentaje que refleja la pérdida por ausencia de productos de protección de cultivos; se calcula como la diferencia entre los porcentajes potenciales y el actual.

Tasa de Morbilidad. Es la proporción de personas enfermas por una causa específica respecto al total de la población en un período de tiempo, usualmente expresada en tanto por cien mil, por año.

Tasa de Mortalidad. Es la proporción de personas que fallecen respecto al total de la población en un período de tiempo, usualmente expresada en tanto por cien mil, por año.

Valor Agregado. El Valor Agregado o Valor Añadido en el sector Agropecuario consiste en la transformación de la materia prima a un producto con el fin de darle un mayor valor comercial, sin perder de vista la calidad de su origen.



⁷FAO. Codex Alimentarius. Glosario de términos. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/glossary/es/> Consulta en Diciembre de 2022.

⁸Savary, S., Ficke, A., Aubertot, JN. et al. Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. Food Sec. 4, 519–537 (2012). <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0200-5>

⁹Savary, S., Ficke, A., Aubertot, JN. et al. Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. Food Sec. 4, 519–537 (2012). <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0200-5>



...

ANTECEDENTES

Correlación entre plaguicidas y productividad

Los plaguicidas, son uno de los recursos necesarios para compensar las demandas de alimentos, forrajes, bio-energéticos y productos para la industria textil; frente al reto que impone una población humana en aumento, una producción ganadera creciente y una frontera agrícola acotada o disminuida por la urbanización, el abandono de cultivos o los cambios en los usos del suelo.

En las tres décadas recientes el uso de plaguicidas y la producción de alimentos tienen una relación directa, ello implica que para todo incremento de la productividad agrícola se requiere un incremento proporcional en el uso de plaguicidas.

Entre los años 2000 y el 2020 el crecimiento del índice de producción agrícola publicado por la FAO¹⁰, avanzó a tasas promedio anual de 1.6%, en tanto que el crecimiento anual del uso de plaguicidas fue de 2.5%.

El índice de producción agrícola es un indicador que tiene como objetivo medir los cambios en el volumen físico producido durante un período de referencia delimitado; en este caso el Índice se realiza comparando los volúmenes de alimentos producidos de cada año, respecto al promedio observado en el periodo 2014 a 2016. El índice de producción agrícola toma en cuenta los cambios en el tipo y calidad de los productos y los cambios en las existencias (inventarios) de la producción agrícola.

En lo sucesivo emplearemos el análisis de correlación que se orienta a mostrar la fuerza y el sentido de la relación entre el uso de los plaguicidas y la productividad en la agricultura. Una primera conclusión de

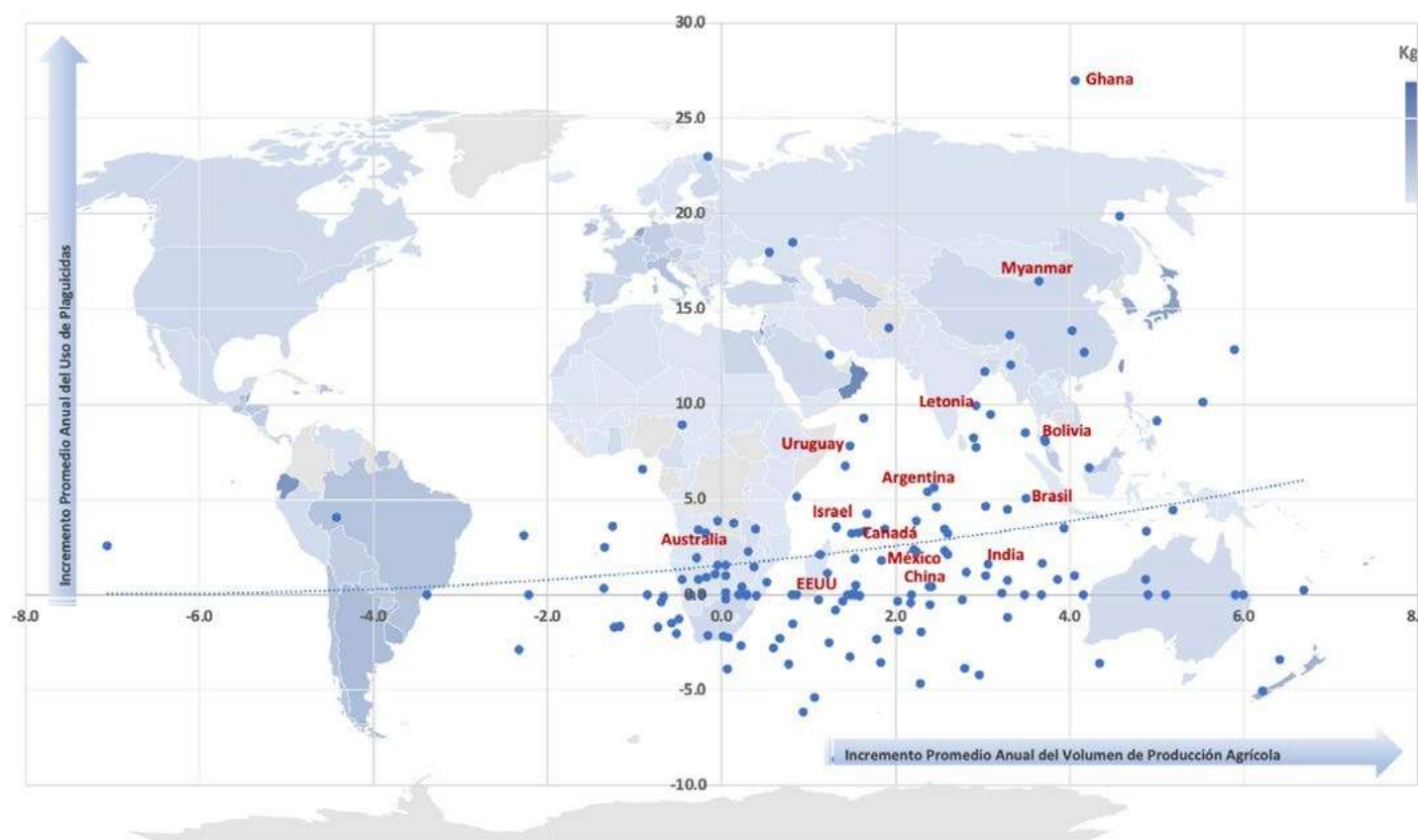
este análisis para los países analizados es que existe una relación entre ambas variables, tanto en sentido (cuando una cambia, la otra lo hace en el mismo sentido) y magnitud, que implica que el cambio en una variable se corresponde con un cambio semejante de la otra variable. Vale resaltar que este análisis no considera al resto de las variables de la producción agrícola en tanto que no son temas de este estudio y que, no obstante, son relevantes para la producción (como son las variables climáticas, recursos naturales, uso de recursos técnicos y científicos, condiciones sociales, laborales, políticas; ente otras).

Para evidenciar la correlación entre el crecimiento de la producción agrícola y el uso de plaguicidas, tomamos como referencia seis países que -en su conjunto- generan el 23 por ciento de la producción agrícola mundial¹¹ y que están interrelacionados regionalmente por acuerdos comerciales; ellos son Argentina (2% del volumen mundial agrícola), Brasil (11%), Canadá (1%), Chile (0.16%), Estados Unidos (7%) y México (1%). En ellos hay una alta correlación entre el crecimiento del índice de la producción agrícola y el uso de plaguicidas; para el caso de Argentina y Brasil la relación es directa (con coeficientes de correlación mayores al 95% entre ambas variables para el periodo 1990-2020), lo que implica que el avance del volumen físico de la producción agrícola (medido en toneladas), se corresponde con un avance igual en el uso de plaguicidas. El mismo caso se repite en la economía agrícola de Canadá (con coeficiente de correlación de 93% para el periodo 1990-2020). La dependencia es menor en los Estados Unidos, México y Chile; aun así, ambas variables avanzan en el mismo sentido y con ritmos semejantes.

¹⁰Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Gross Production Index Number (2014-2016 = 100)*. FAOSTAT, FAO Roma. Consulta en Octubre de 2022. En el curso del análisis se habrán de ocupar los Números Índices, que son una medida estadística que permite estudiar las variaciones de una o más magnitudes de igual o distinta naturaleza, con relación a un periodo de referencia. Los periodos de referencia (o años base), son etapas donde las condiciones son relativamente estables. Existe una amplia gama de números índice, para este análisis se ocuparán los Números Índices Simples. En el caso de la producción agrícola Naciones Unidas (específicamente la FAO) refiere como periodo de comparación al promedio de magnitudes (volumen de producción) registrado entre el año 2014 y el año 2016. Para el caso de los indicadores macroeconómicos de México, el Sistema de Cuentas Nacionales refiere el año 2013 y para indicadores de precios se emplean tanto el año 2018 como el año 2019 como años base de comparación.

¹¹Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Crop and livestock statistics (recorded for 278 products)*. FAOSTAT, FAO Roma. Consulta en Octubre de 2022.

Ilustración 1 Países Seleccionados: Correlación entre uso de Plaguicidas y Productividad. 2000-2020



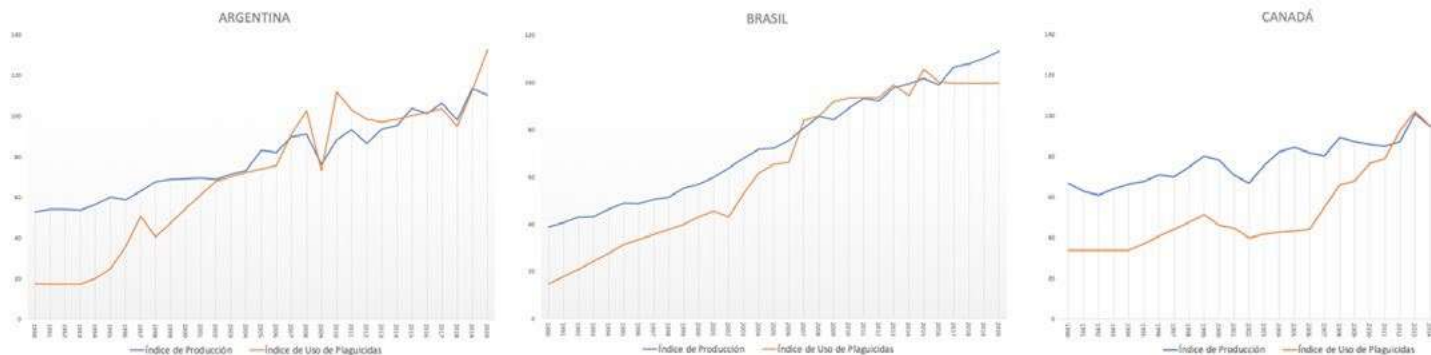
Tasa de crecimiento medio anual del uso de plaguicidas y tasa de crecimiento medio anual de la producción agrícola: 2000 –2020. Porcentaje. Fuente: Elaboración con base en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. Consul- ta 15 de octubre de 2022

De los retos fitosanitarios que enfrenta la producción agrícola el de las malezas es el más grande, lo que explica que, del total de los plaguicidas empleados, el 60% del volumen total de productos fitosanitarios aplicados a nivel mundial corresponda a herbicidas. El creciente uso de fungicidas se explica por la mayor demanda de frutas y verduras y también por la resistencia que han desarrollado los organismos, además de otros factores. En tanto, el uso de insecticidas ha disminuido como porcentaje del total de productos para la protección de cultivos, esta tendencia puede estar relacionada al incremento en la adopción de tecnologías OGM que incorporan protección a algunos insectos.

Para el grupo seleccionado de países del Continente Americano, por cada incremento de la producción agrícola el volumen de herbicidas avanza casi en la misma proporción; en menor proporción se adicionan los fungicidas y en el caso de los insecticidas su uso es estable o decreciente.



Ilustración 2 Países Seleccionados: Correlación entre uso de Plaguicidas y Productividad. 1990-2020



Índice del Crecimiento de la Producción e Índice del Uso de Plaguicidas. 2014 – 2016 = 100. Fuente: Elaboración con base en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. Consulta 15 de octubre de 2022

Una mayor necesidad de la aplicación de plaguicidas se asocia al cambio climático. Una revisión de estudios científicos promovido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) concluye que el cambio climático aumentará el riesgo de propagación de las plagas en los ecosistemas agrícolas y forestales. Se posee evidencia de que plagas específicas del maíz, el sorgo y el mijo, ya se han propagado a otras latitudes y cultivos debido al clima más cálido; lo mismo se advierte de plagas que comúnmente se encontraban en la fruta.

Más aún, plagas migratorias, podrían cambiar sus rutas y su distribución geográfica a causa del cambio climático. El análisis advierte que al menos 15 plagas

de alto impacto sobre la producción agrícola y forestal pueden extenderse por efectos del cambio climático y el comercio mundial.

La FAO concluye que hay evidencia suficiente para afirmar que las plagas invasoras son una amenaza creciente para la seguridad alimentaria y el medio ambiente; plagas que eran endémicas se están propagando por la vía del transporte internacional, para convertirlas en una amenaza regional o global. Las enfermedades emergentes de las plantas se están propagando por el comercio mundial y se arraigan por el clima; de aquí que la FAO sugiere proteger la sanidad vegetal por sus múltiples impactos positivos, siempre en marco de la normatividad internacional¹².

¹²Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Secretaría de la CIPF. 2021. *Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas. Un desafío mundial en la prevención y la mitigación de los riesgos de plagas en la agricultura, la silvicultura y los ecosistemas*. Roma. <http://www.fao.org/3/cb4769es/cb4769es.pdf>

¹³Rizzo, DM, Lichtveld, M., Mazet, JAK et al. La sanidad vegetal y sus efectos en la seguridad y la inocuidad de los alimentos en el marco de One Health: cuatro estudios de caso. *Una Perspectiva de Salud* 3, 6 (2021). <https://doi.org/10.1186/s42522-021-00038-7>

A background image of a tea plantation with rows of tea bushes on a hillside, overlaid with a semi-transparent green filter.

...

ENTORNO INTERNACIONAL



Las métricas de reducción de la productividad ante la ausencia de la aplicación de agroquímicos poseen una evidencia reciente: la disminución abrupta de los agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas, principalmente) redundó en una crisis productiva con trascendencia sobre otras variables de la economía nacional; es el caso de Sri Lanka en el periodo 2021-2022.

Sri Lanka: Restricción de agroquímicos, pérdida de cultivos y crisis alimentaria

En el año 2021 la política agrícola de Sri Lanka asumió una estrategia cuyo objetivo apuntaba a una producción de alimentos sin el suministro de agroquímicos, por lo que prohibió la importación de plaguicidas y fertilizantes. La medida se basó en el argumento de que el uso de plaguicidas no generaba un incremento en la producción agrícola y que los agroquímicos aceleraban la infertilidad del suelo, una baja en el rendimiento y la pérdida de biodiversidad.

Con la promulgación de un Decreto, el gobierno de Sri Lanka restringió y prohibió la importación de agroquímicos (incluidos insecticidas y herbicidas) para aumentar la producción nacional de fertilizantes orgánicos como sustituto¹⁴.

El rompimiento abrupto del suministro de insumos químicos para la agricultura en el año 2021 trascendió en una crisis alimentaria. La producción de maíz declinó 40% un año después, con efectos colaterales sobre la producción avícola y ganadera. La disminución de la producción de hortalizas, frutas y cultivos orientados a la exportación (té, el caucho, el coco y

especias), provocó una disminución significativa de los ingresos provenientes de las exportaciones y una inevitable carencia de divisas para restablecer la importación de agro-insumos.

Los efectos sobre la producción de alimentos registraron una caída anual de al menos un 30% en el rendimiento del arroz en todo el país. El rendimiento de la cosecha de arroz cayó a 2.92 millones de toneladas en 2021-22, por debajo de los 3.39 millones del año anterior. El país no experimentaba este bajo nivel de producción desde la cosecha afectada por la sequía de 2017¹⁵.

Sri Lanka había sido autosuficiente en arroz durante décadas, no obstante, por la crisis productiva tuvo que recurrir a los mercados internacionales para importar ese grano después de que la escasez de fertilizantes afectara la disponibilidad. En 2022, el país se comprometió a importar 424,000 toneladas (TM). La necesidad total de importación de cereales en 2022 se estima en 2.2 millones de toneladas. En los primeros seis meses de 2022 se importaron más de

¹⁴USDA. Foreign Agricultural Service. Sri Lanka: Restricting Import of Fertilizers and Agrochemicals. June 3, 2021. <https://www.fas.usda.gov/data/sri-lanka-sri-lanka-restricts-and-bans-import-fertilizers-and-agrochemicals> Consulta Noviembre de 2022.

¹⁵Devjyot Ghoshal. Sri Lanka faces looming food crisis with stunted rice crop. En Reuters. August 16, 2022. <https://www.reuters.com/world/asia-pacific/sri-lanka-faces-looming-food-crisis-with-stunted-rice-crop-2022-08-16/> Consulta en Noviembre de 2022.

930,000 TM de cereales, dejando un requerimiento de importación pendiente de 1.27 millones de TM. Dados los desafíos macroeconómicos persistentes, existe un alto riesgo de que no se cumpla con el requisito de importación restante debido a las limitaciones de divisas.

Según datos de noviembre, y el Programa Mundial de Alimentos (PMA), los precios de la mayoría de los alimentos tuvieron una tasa de inflación interanual de 70% y estima que el 37% de los habitantes padecen inseguridad alimentaria. Las proteínas animales, los lácteos y las frutas son consumidos menos de tres días a la semana por el promedio familiar. El consumo de lácteos se ha reducido a

la mitad desde junio y sigue siendo el grupo de alimentos de menor consumo¹⁶.

El informe del PMA señala que las plagas y enfermedades, las lluvias erráticas y el clima extremo son problemas que los agricultores están anticipando; por lo que para el ciclo 2022/2023 solo el 48% por ciento de los agricultores planean cultivar la misma área de arroz (principal alimento del país) que cultivaron durante la temporada anterior. Entre los principales desafíos para restablecer la producción agrícola está la presencia de plagas y enfermedades de los cultivos: uno de cada cinco agricultores de Sri Lanka anticipa que la presencia de las plagas sería una restricción para restaurar la productividad agrícola.



¹⁶United Nations. World Food Program. Sri Lanka, Food Security Monitoring, November 2022. https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000145643/download/?_ga=2.138449594.849240003.1675213498-2146531098.1675213498

Barreras no arancelarias al uso de plaguicidas

La tendencia de países importadores de alimentos de hacer más rígidas sus normas de calidad e inocuidad alimentaria, afecta el uso de plaguicidas en los países productores. Específicamente, la Unión Europea ha impuesto barreras comerciales a las importaciones agrícolas al modificar sus estándares de calidad, específicamente al minimizar los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR), en rangos inferiores a lo dispuesto en acuerdos internacionales como las disposiciones del acuerdo sobre Sanidad y Medidas Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio¹⁷.

Esta tendencia ya se ha reproducido en otros países importadores de alimentos como los Emiratos Árabes Unidos que normalmente adopta los estándares del CODEX Alimentarius de la FAO, aunque cuando no existe un LMR del Codex establecido, se pueden aplicar los LMR de la Unión Europea¹⁸.



¹⁷Iyengar, Suresh P. EU uses pesticide residue norms as trade barrier on agri-imports. En The BusinessLine. Octubre de 2022. <https://www.thehindubusinessline.com/economy/agri-business/eu-uses-pesticide-residue-norms-as-trade-barrier-on-agri-imports/article66060336.ece>

¹⁸Northwest Horticultural Council. Export Manual United Arab Emirates. <https://nwhort.org/export-manual/countries-toc/united-arab-emirates/>



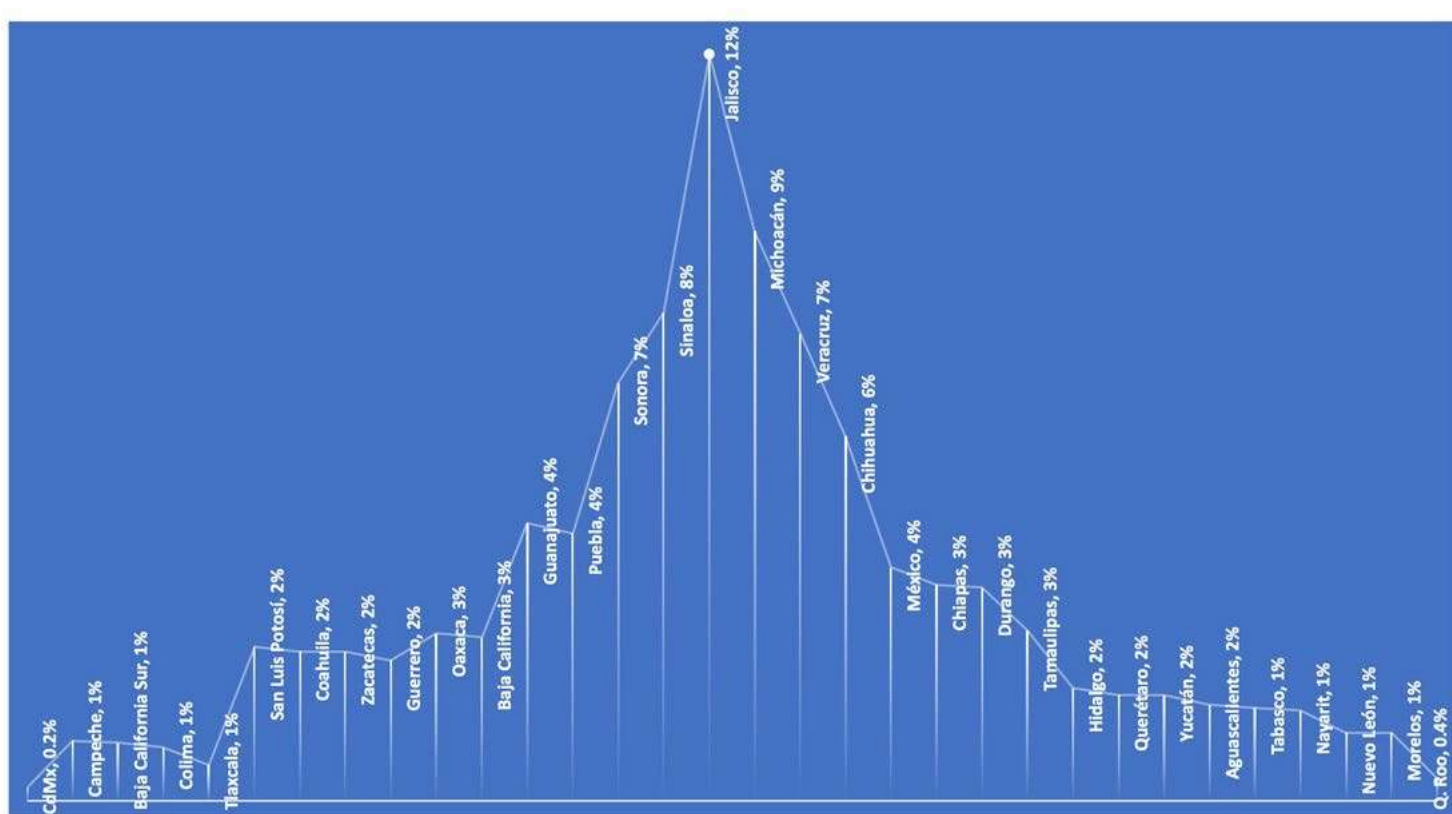
...

ECONOMÍA AGRÍCOLA EN MÉXICO

Producto Interno Bruto

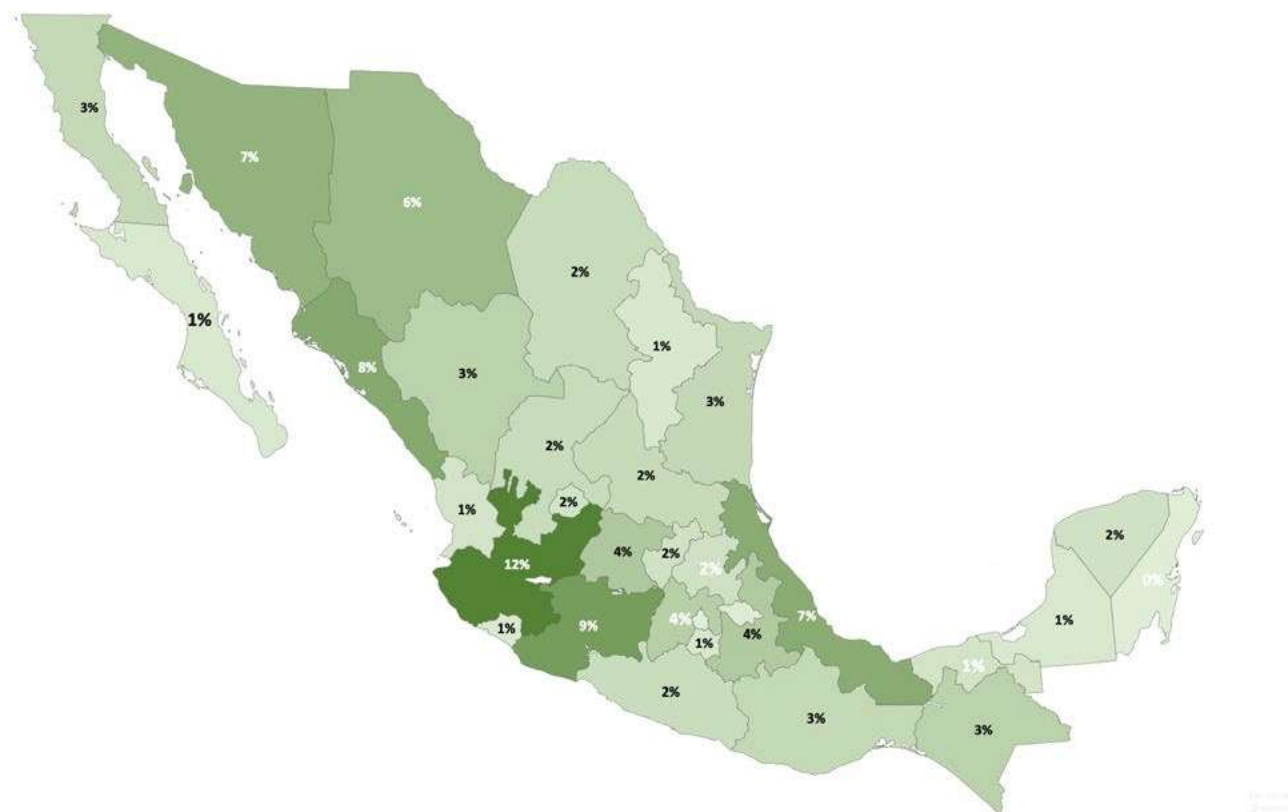
En México, entre las actividades primarias destaca el papel de la agricultura, que actualmente representa el 3.4% del Producto Interno Bruto nacional. El nivel de la concentración del PIB agrícola es medio, en tanto que seis entidades federativas concentran la mitad del valor agregado de este sector (Jalisco, Michoacán, Sinaloa, Veracruz, Sonora, Chihuahua). Este nivel de concentración del valor agregado agrícola permite balancear el grado de influencia regional y no depender necesariamente de una entidad federativa o de un reducido grupo de ellas.

Ilustración 3 México: Concentración Estatal del Producto Interno Bruto de la Agricultura, 2015 – 2021 (Distribución Normal)



Porcentajes del promedio del PIB agrícola del periodo 2015 a 2021. Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales, Producto Interno Bruto por entidad federativa, base 2013. <https://www.inegi.org.mx/>

Ilustración 4 México: Concentración Estatal del Producto Interno Bruto de la Agricultura, 2015 – 2021 (Mapa)



Porcentajes del promedio del PIB agrícola del periodo 2015 a 2021. Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales, Producto Interno Bruto por entidad federativa, base 2013. <https://www.inegi.org.mx/>

En la década reciente el dinamismo de la economía agrícola lo ha llevado Michoacán, principalmente por su aportación a la cosecha de maíz, además de productos de mayor valor agregado (aguacate, zarzamora, fresa, frambuesa, mangos, agaves y hortalizas). Aunque Michoacán es la segunda entidad por el tamaño del PIB agrícola, posee el mayor dinamismo de la década reciente (5% de crecimiento real, promedio anual).

Jalisco es el segundo estado que contribuye al crecimiento del PIB agrícola, sus cultivos más representativos son el agave, maíz, caña de azúcar, aguacate y hortalizas. En los últimos 10 años su tasa de crecimiento promedio anual es cercana al 3%.

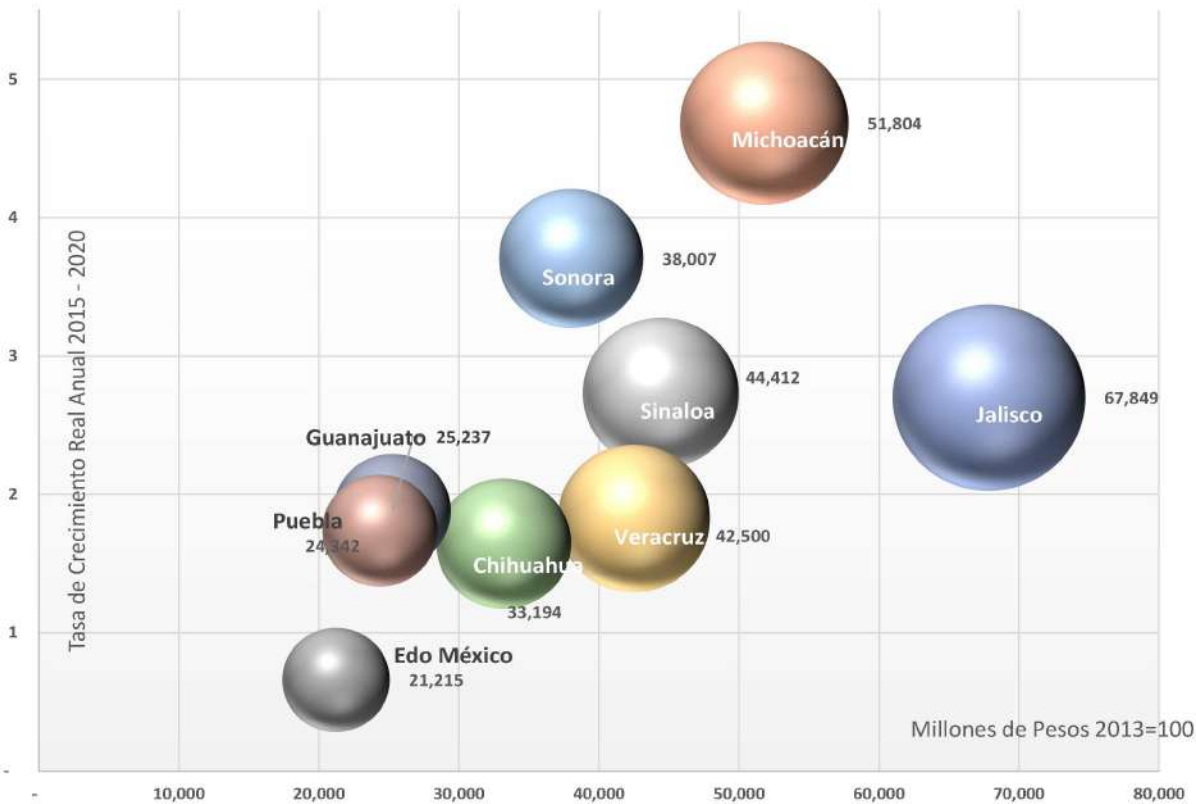
Sonora es el tercer motor del crecimiento de la economía agrícola mexicana, en tamaño se ubica en el lugar número 5, pero su crecimiento en la década reciente es de los más importantes; su tasa de creci-

miento promedio anual es cercana al 4%. Sus aportes provienen principalmente del cultivo de uva, espárrago, trigo, papa, maíz, hortalizas y nuez.

Sinaloa representa el 8% del PIB agrícola nacional y su tasa de crecimiento real en la última década es de 3%, cada año. Los cultivos que impulsan su crecimiento son maíz, hortalizas (jitomate y chile, principalmente), papa, frijol, mango y sorgo.

En el caso de Veracruz, representa el 7% del PIB agrícola nacional, su tasa de crecimiento es de 2% anual real. Los cultivos más representativos son caña de azúcar, cítricos, maíz, piña, papa, café y plátano. Chihuahua representa el 6% del PIB agrícola y su avance promedio anual ha sido de 2% anual real. Se distingue por el valor de la producción de la nuez, algodón, manzana, maíz, alfalfa, hortalizas, frijol y avena forrajera.

Ilustración 5 México: Crecimiento y Dimensión de Principales Estados en el Producto Interno Bruto de la Agricultura.



Valor del PIB agrícola del periodo 2015 a 2020 (miles de Millones de Pesos 2013=100) y Tasa Media de Crecimiento Real Anual.
Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales, base 2013. <https://www.inegi.org.mx/>



PIB de la producción y venta de Plaguicidas

La fabricación y venta de plaguicidas como actividades específicas están consignadas en los Censos Económicos recientes de 2013 y 2018. En ellos se refleja el avance de las unidades económicas que están formalmente registradas, en el 2013 se consignaron cerca de 6 mil unidades que ocupaban 33,360 personas y que representaron el 0.18% del valor agregado nacional. El personal ocupado es una variante del empleo, donde se considera tanto la población que trabaja en una unidad económica y no recibe remuneraciones (autoempleo, empleo familiar, entre otros), como aquellos que son empleados (formales e informales) y perciben ingresos derivados de la actividad.

Para el año 2018, las unidades económicas fueron 7,160 (129 unidades de fabricación y 7,031 unidades comercializadoras); el personal ocupado total fue de 37,208 y su participación en el PIB nacional se contabilizó en 0.18%.

En la tabla siguiente se muestra el porcentaje del personal ocupado por la fabricación y venta de plaguicidas, respecto al total nacional. El porcentaje del personal ocupado se concentra en la comercialización y es creciente entre los años 2013 y 2018 (último censo económico disponible).

En su caso, el Valor Agregado se puede entender como el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo (en el caso de la comercialización) o de transformación (en el caso de la fabricación de plaguicidas). El Valor Agregado Censal Bruto (VACB) resulta de restar a la Producción Bruta Total el Consumo Intermedio (sin considerar la depreciación de la inversión fija). Para nuestro análisis resalta el crecimiento de este indicador, ya que es un aporte concreto al crecimiento de la economía nacional.

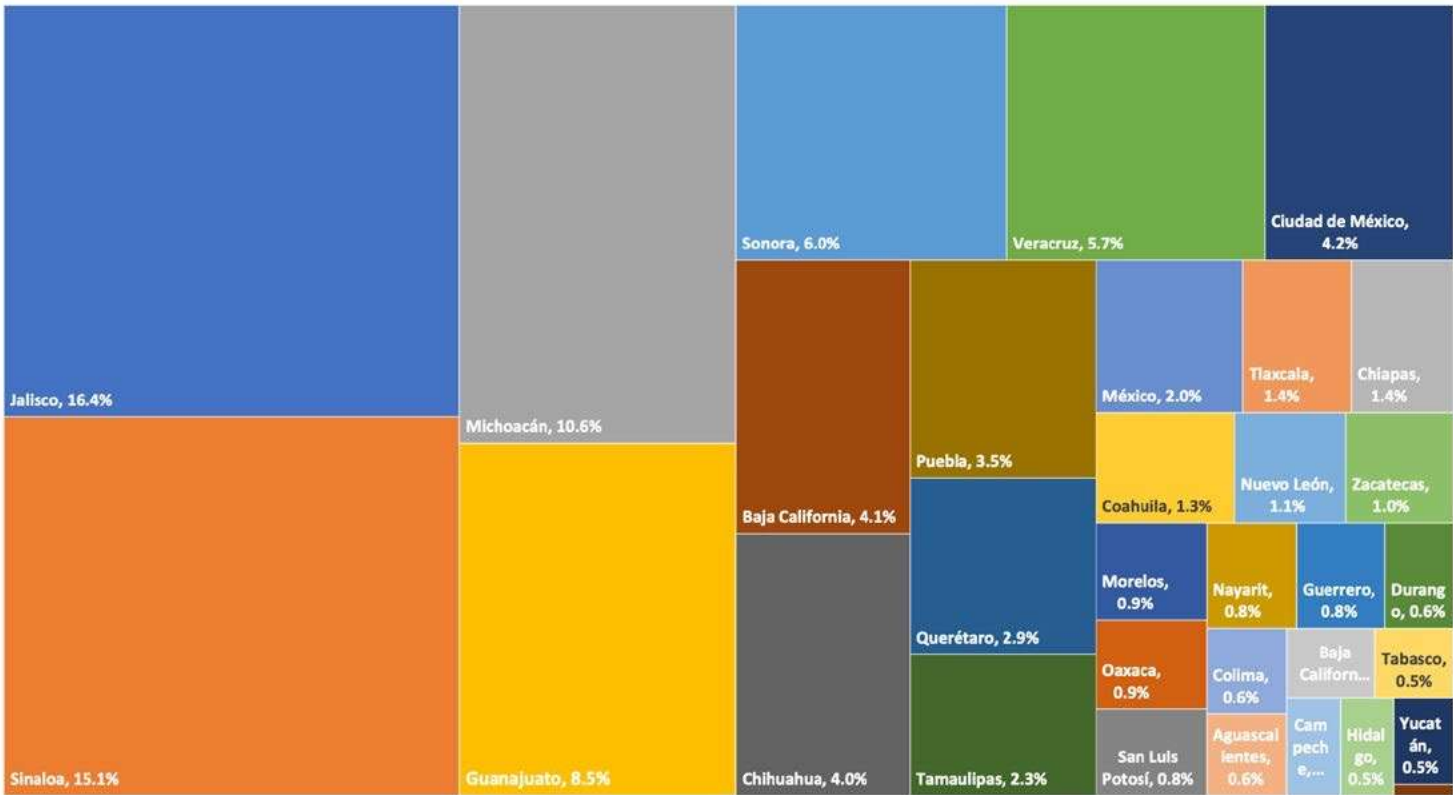
Tabla 1 México: Personal Ocupado y Valor Agregado Bruto de la fabricación y venta de plaguicidas, 2013 y 2018.

Concepto	Personal ocupado total (%)	Valor agregado censal bruto (%)
Año 2013		
Fabricación de plaguicidas y otros agroquímicos, excepto fertilizantes.	0.02%	0.04%
Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra.	0.13%	0.14%
Fabricación y comercio de plaguicidas y agroquímicos.	0.15%	0.18%
Año 2018		
Fabricación de pesticidas y otros agroquímicos, excepto fertilizantes.	0.02%	0.07%
Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra.	0.14%	0.17%
Fabricación y comercio de plaguicidas y agroquímicos.	0.16%	0.24%

Porcentaje del Total Nacional. Fuente: INEGI, Censos Económicos. Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC). Años 2013 y 2018.

El valor generado en los estados de la República es una buena aproximación de las ventas por cada entidad, en tanto que es información censal referida geográficamente. Los estados que representan el 80 por ciento del valor agregado nacional son: Jalisco (16.4%), Sinaloa (15.1%), Michoacán (10.6%), Guanajuato (8.5%), Sonora (6.0%), Veracruz (5.7%), Ciudad de México (4.2%), Baja California (4.1%), Chihuahua (4.0%), Puebla (3.5%) y Querétaro (2.9%).

Ilustración 6 México: Distribución del Valor Agregado del Comercio de Plaguicidas y Fertilizantes.



Porcentajes. Fuente: INEGI, Censos Económicos. Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC). Años 2013 y 2018.



Empleo directo e indirecto de las actividades agrícolas

El empleo del sector primario ascendió a 6.7 millones de puestos de trabajo, según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE)¹⁹. De modo más específico, el empleo en la agricultura se estima que ascienden a los 5.8 millones. Los cultivos que consolidan dos terceras partes del personal ocupado en la actividad agrícola son los pastos, maíz, alfalfa, caña de azúcar, frijol y sorgo.

Tabla 2 México: Personal Ocupado en la Actividad Agrícola por cultivo, 2019.

CULTIVO	Puestos de trabajo	CULTIVO	Puestos de trabajo
Cultivo de pastos	1,517,488	Cultivo de alimentos en invernaderos	33,807
Cultivo de maíz grano	1,111,164	Cultivo de aguacate	31,756
Cultivo de alfalfa	407,148	Cultivo de sandía	31,119
Cultivo de caña de azúcar	372,132	Floricultura a cielo abierto	29,805
Cultivo de frijol grano	256,687	Cultivo de papa	29,242
Cultivo de sorgo grano	231,898	Cultivo de plátano	26,923
Cultivos no alimenticios en invernaderos y viveros	151,921	Cultivo de uva	25,805
Cultivo de mango	141,277	Cultivo de soya	23,410
Cultivo de coco	137,871	Cultivo de garbanzo grano	22,934
Cultivo de otras hortalizas	98,732	Cultivo de otras semillas oleaginosas	21,438
Cultivo de avena forrajera	95,756	Cultivo de melón	20,122
Otros cultivos	89,931	Cultivo de otros cereales	19,949
Cultivo de café	81,222	Cultivo de agaves alcoholeros	18,190
Cultivo de chile	76,125	Cultivo de otras leguminosas	16,224
Cultivo de maíz forrajero	76,057	Cultivo de manzana	14,736
Cultivo de otros frutales no cítricos y de nueces	74,086	Cultivo de cacahuete	13,932
Cultivo de tomate verde	72,917	Cultivo de avena grano	12,381
Cultivo de trigo	63,691	Cultivo de otros cítricos	11,277
Cultivo de cebolla	57,422	Cultivo de calabaza	10,424
Cultivo de naranja	55,050	Cultivo de arroz	5,315
Cultivo de cacao	53,849	Cultivo de tabaco	5,109
Cultivo de jitomate o tomate rojo	50,932	Cultivo de cártamo	3,716
Cultivo de cebada grano	38,553	Floricultura en invernadero	2,217
Cultivo de algodón	37,310	Cultivo de girasol	790
Cultivo de sorgo forrajero	36,758	Cultivo de árboles	62
Cultivo de limón	35,074	Empleo Agrícola Total	5,851,734

Puestos de trabajo. Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales. Matriz de Insumo-Producto. 2019.

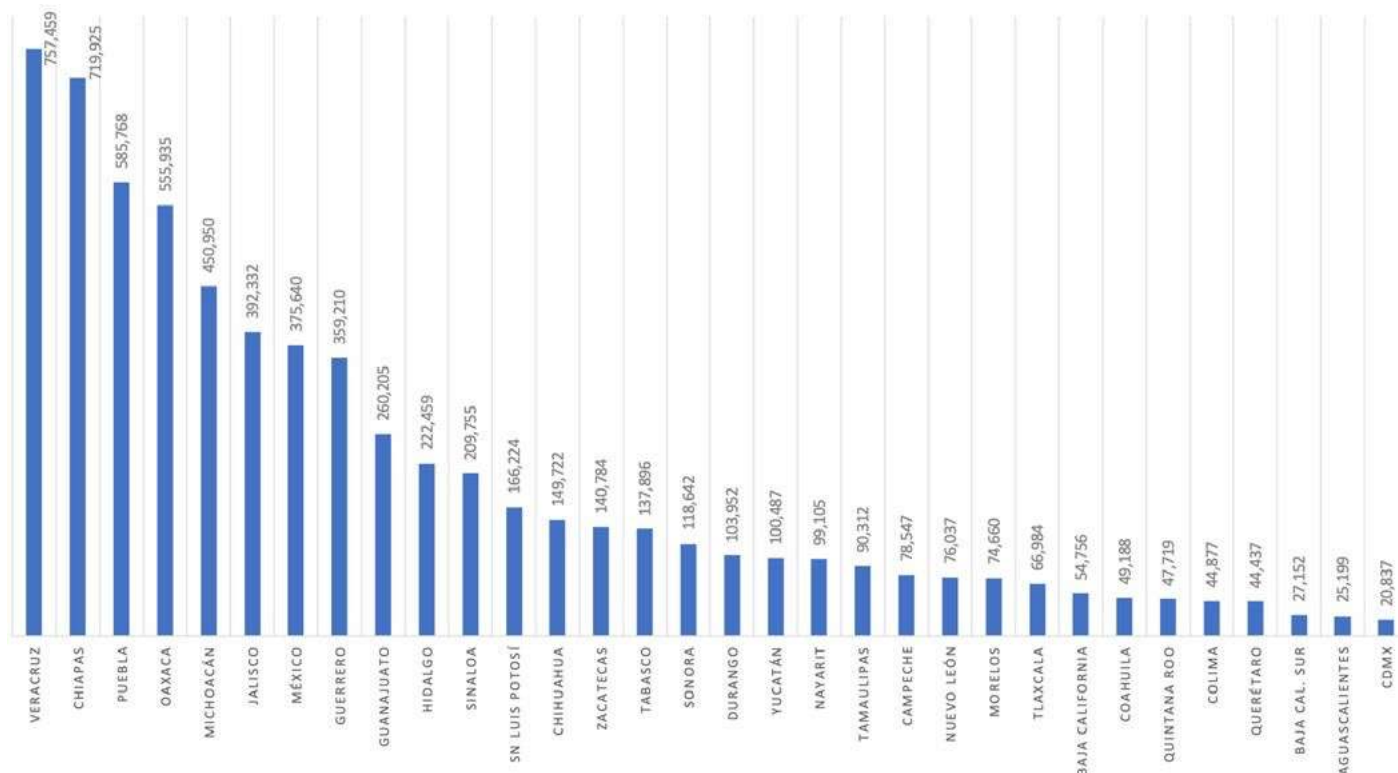
¹⁹INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). En el Sistema de Cuentas Nacionales. Matriz Insumo-Producto, 2019, se estiman las ocupaciones por cultivo.

La distribución geográfica del empleo rural que integra otras actividades como la ganadería, silvicultura y pesca; da una aproximación de las Entidades Federativas donde se concentra la ocupación cuyo centro es la actividad agrícola. No obstante, uno de los retos más importantes para la agricultura es el aspecto demográfico, principalmente la migración internacional.

Las estimaciones demográficas del Consejo Nacional de Población (CONAPO), indican que en el lustro del año 2025 al 2030, continuará la migración internacional con un flujo anual mayor a las 300 mil personas; donde el origen de esa población provendrá en esencia de Guanajuato (12.0%), Michoacán (8.4%), Puebla (7.7%), Jalisco (7.2%), Oaxaca (6.9%), México

(6.6%), Veracruz (6.0%) y Guerrero (4.7%). De cada cien migrantes internacionales que se espera salgan del país en los años siguientes, al menos 6 provenirán de los principales estados agrícolas del país²⁰, de tal suerte que la presión por disponer de mano de obra para las actividades rurales, será cada vez mayor. A su vez, los impactos sobre las remuneraciones de trabajadores agrícolas también se verán afectadas al alza por esta dinámica demográfica. Los plaguicidas son un insumo que ayuda a mitigar la escasez de mano de obra en la agricultura y mantener los índices de productividad de las cosechas. Al igual que la mecanización, el uso de plaguicidas es indispensable en para cumplir con los objetivos de seguridad alimentaria.

Ilustración 7 México: Personal Ocupado en la Actividad Agrícola por Estado, 2022.



Puestos de trabajo. Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo trimestral. Comparativos. 2022.

Por otra parte, indirectamente la producción de cultivos se vincula con 860,000 empleos que se encuentran dispersos en 197 ramas de actividad económica (una de cada cuatro ramas de actividad), las más de ellas concentrados en la producción de alimentos. La estimación parte de calcular el nivel de importancia de la agricultura en la cadena de suministro de cada una de las actividades económicas y suponer que esa proporción es la misma en el número de empleados de cada actividad. Las ramas de actividad económica y las relaciones de proveeduría se recogen de la Matriz Insumo-Producto más reciente, publicada por el INEGI²¹.

²⁰ Consejo Nacional de Población. Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050. Migración Internacional. <http://indicadores.conapo.gob.mx/Proyecciones.html>

²¹ INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales. Matriz Insumo Producto, 2019.



Alrededor de
**7 millones de
puestos**

de trabajo se generan por
las actividades agrícolas,
tanto directa como
indirectamente.

Eso representa
alrededor del
11 %

de la Población
Económicamente Activa
del País.

Tabla 3 México: Empleo Indirecto relacionado con la Actividad Agrícola por principales ramas de actividad, 2019.

Actividad Económica	Empleo Indirecto	Actividad Económica	Empleo Indirecto
Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	216,619	Fabricación de telas anchas de tejido de trama	8,212
Explotación de bovinos para la producción conjunta de leche y carne	107,704	Congelación de frutas y verduras	8,135
Explotación de bovinos para la producción de leche	94,022	Restaurantes con servicio de preparación de antojitos	6,987
Explotación de bovinos para la producción de carne	91,529	Restaurantes con servicio de preparación de tacos y tortas	6,672
Explotación de équidos	62,755	Elaboración de alimentos para animales	6,616
Restaurantes con servicio de preparación de alimentos a la carta o de comida corrida	29,139	Preparación e hilado de fibras blandas naturales	6,484
		Restaurantes con servicio de preparación de pizzas, hamburguesas, hot dogs y pollos rostizados para llevar	6,350
Elaboración de azúcar de caña	28,219	Cunicultura y explotación de animales con pelaje fino	5,921
Explotación de porcinos en granja	19,467	Beneficio de productos agrícolas	5,771
Explotación de gallinas para la producción de huevo para plato	17,483	Elaboración de bebidas destiladas de agave	5,259
Conservación de frutas y verduras por procesos distintos a la congelación y la deshidratación	11,942	Despepite de algodón	4,837
Elaboración de botanas	11,069	Otras actividades	89,234
Explotación de caprinos	9,597		
		Empleo Indirecto en 197 actividades nacionales	860,025

Puestos de trabajo. Fuente: Cálculos propios con datos de INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales. Matriz de Insumo-Producto. 2019.



Generación de divisas

México se encuentra entre las principales economías del mundo, con datos de UN COMTRADE, en 2021, las exportaciones mexicanas de productos agropecuarios superaron los 43,000 millones de dólares o 9% del valor total de las exportaciones.

En el conjunto de Hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios, el valor de la producción mexicana para la exportación ocupa el tercer lugar, después las exportaciones de China y España. Para el año 2021 el valor de las exportaciones de hortalizas fue de 8,600 millones de dólares y los productos más representativos en las ventas internacionales fueron los jitomates frescos o refrigerados, chiles o pimientos, espárragos, calabacitas, pepinos y coles.

El segundo rubro de mayor importancia dentro de las exportaciones agrícolas de México son las frutas; cítricos, melones o sandías. En el año 2021, totalizó 8,200 millones de dólares y ese valor depende en esencia de la venta de aguacate, fresa, zarzamora, frambuesa y arándanos.

La exportación de café y otros estimulantes fue cercana a los 600 millones de dólares en el 2021, con una tendencia a la recuperación en los últimos cuatro años.

En la exportación de cereales, el valor es de 400 millones de dólares, donde resalta la exportación de trigo.

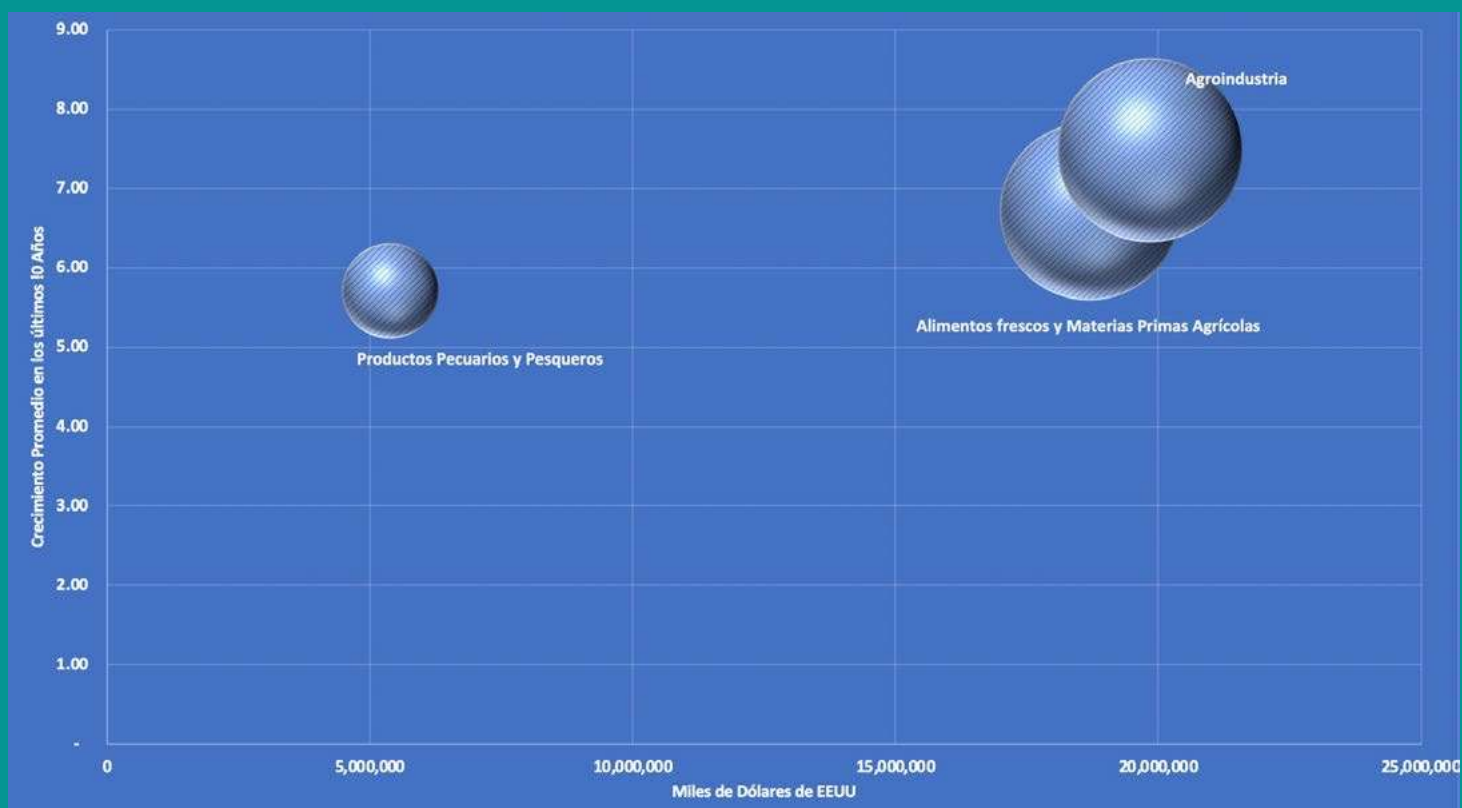
Las harinas vegetales son otro recurso que genera divisas por 250 millones de dólares anuales. Destaca la creciente participación de la exportación de harina de maíz, principalmente hacia los EEUU.

Las semillas y productos oleaginosos son otro grupo de productos en ascenso, el dato más reciente señala un valor de exportación por 229 millones. Asimismo, se encuentra el segmento de gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales, que totalizan un valor exportado por 146 millones de dólares en el año 2021. Las plantas vivas también son un recurso creciente de la exportación, en el año 2018 se exportaba un valor de 82.5 millones de dólares; para el año 2021 el valor exportado fue de USD 128 millones. En el año 2021, las exportaciones nacionales de plantas vivas se situaron entre las 25 economías más importantes de este sector.

En materia de exportaciones el Servicio, Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), advierte que “el cumplimiento de las normas fitosanitarias permite abrir nuevas oportunidades de mercado para los productos mexicanos y posicionar al país en materia de exportaciones agrícolas. Los requisitos fitosanitarios que establece cada uno de los países con los que se tiene convenios comerciales, son una condición para la exportación²².” Destaca la importancia de los plaguicidas en el control de plagas cuarentenarias y el impacto que tienen estas plagas para incursionar en mercados internacionales.

²²Servicio, Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF). <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/exportacion-de-productos-agricolas-149565>

Ilustración 8 México: Valor y Crecimiento de las Exportaciones por grupo de Productos 2012-2021



Tasas de crecimiento promedio del valor exportado y valor de las exportaciones en el 2021 en Miles de dólares.

Fuente: Elaboración con base en Organización de las Naciones Unidas COMTRADE Database. Consulta Octubre de 2022

*/Agroindustria se refiere a productos agrícolas procesados industrialmente como es el caso del café, azúcar y sus productos; harinas; alimentos preparados, entre otros.





TENDENCIAS DE LA AGRICULTURA Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

TENDENCIAS DE LA AGRICULTURA Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

La economía agrícola mexicana tiene el desafío de aportarle a la dieta nacional una cantidad creciente de alimentos. La población nacional (de acuerdo con las proyecciones del Consejo Nacional de Población), en los siguientes ocho años sumará en promedio un millón de mexicanos cada año, y con una superficie cultivable con tendencia decreciente la proveeduría de alimentos deberá provenir de una productividad que avance a tasas análogas o superiores al crecimiento de la población (1% anual). Por otra parte, la tendencia duradera de la migración nacional e internacional seguirán siendo un factor decisivo en la escasez de mano de obra local para las actividades primarias; además de los factores climáticos que están condicionando cambios temporales que afectan la disponibilidad de agua, variaciones en el clima, entre otros efectos del cambio climático.

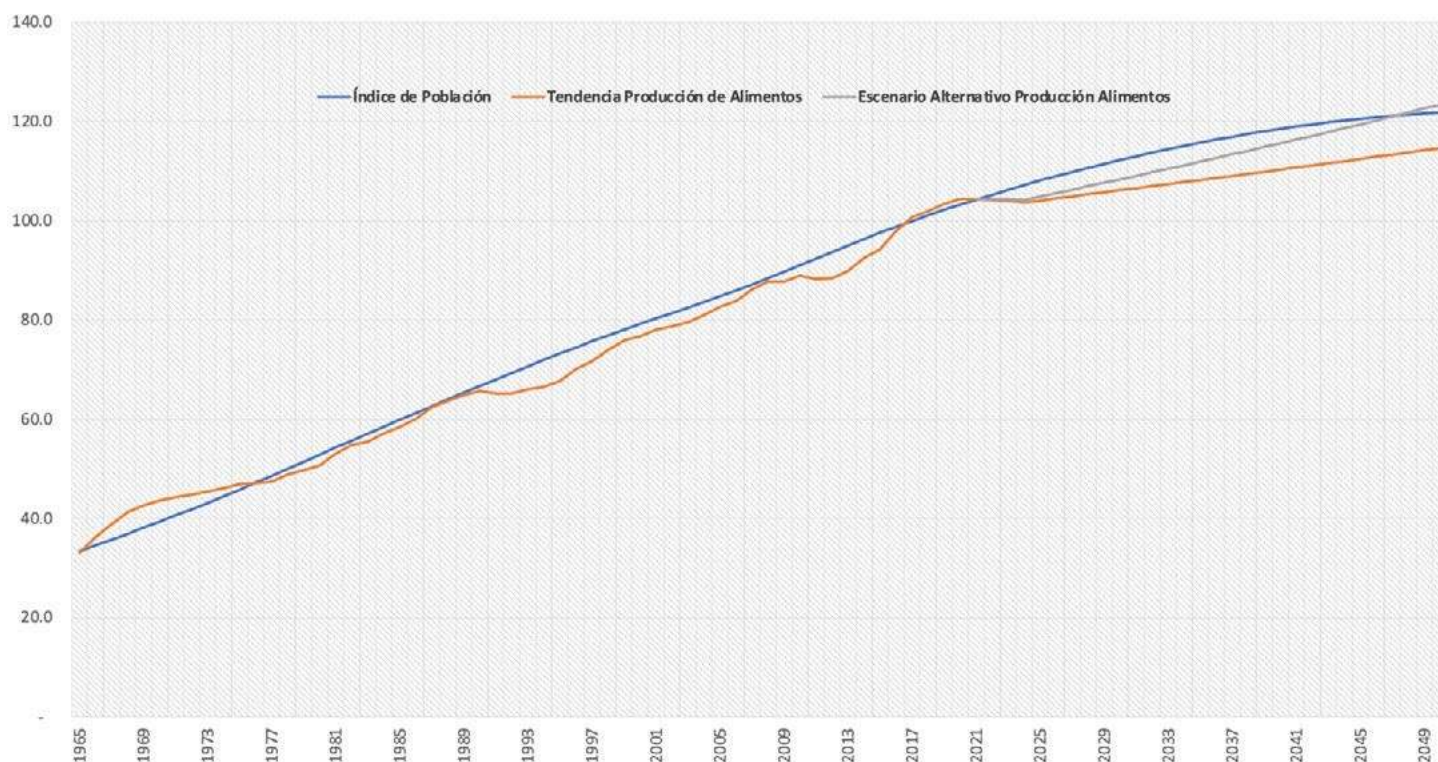
La tendencia global muestra que los incrementos en los rendimientos agrícolas tienen una interdependencia del uso de agroquímicos, la biotecnología y la producción de alimentos. Esencialmente en materia de agroquímicos se observa que para todo incremento de la producción de alimentos se requiere de un uso creciente de plaguicidas y fertilizantes, principalmente.

Para el caso de México la tendencia de largo plazo confirma la relación complementaria entre los fertilizantes y los plaguicidas, y la relación directa entre la producción de alimentos y la demanda creciente de agroquímicos. En los últimos 25 años se aprecia que ante periodos en que la economía tiene etapas

de crisis en el tipo de cambio, afecta al consumo de plaguicidas más que a la demanda de fertilizantes. Las proyecciones de producción y consumo para productos agrícolas en el periodo 2016-2030, plantean un escenario adverso para la seguridad alimentaria nacional, en tanto que -de acuerdo con las proyecciones demográficas del Consejo Nacional de Población- la demanda podría arribar a 139 millones de personas y superar la oferta resultante de la producción nacional. En otro sentido hay que considerar la pérdida constante de la superficie cultivable en los años recientes, lo que aumenta la presión para aumentar los rendimientos de cultivos por unidad de superficie.

Preservando el patrón tecnológico actual, los requerimientos de agroquímicos crecerán, principalmente en productos como insecticidas, herbicidas y fungicidas; para incrementar la productividad del agro mexicano; vale la pena resaltar que existen nuevas tendencias tecnológicas innovadoras para la protección de cultivos, como la geomática (sensores remotos, locales y otras vinculadas a la agricultura de precisión), cuyo uso se prevé que aumentará. Aun así, las deficiencias de insumos agroalimentarios serán cubiertas por un ritmo creciente de importaciones. Por su parte, es pertinente considerar las expectativas de calidad de los consumidores, ellos demandan mayor acceso a alimentos seguros, asequibles y de calidad durante todo el año. Para cubrir las condiciones de calidad se requiere de la protección de cultivos que asegure el sustento de los agricultores.

Ilustración 09 México: Presión Demográfica y Necesidad de Alimentos, 1965 - 2050



Índices de la Producción de Alimentos, Índice de Población y Escenario Alternativo de Producción de Alimentos, (2014-2016=100).

Pró- dios Móviles de 5 años.

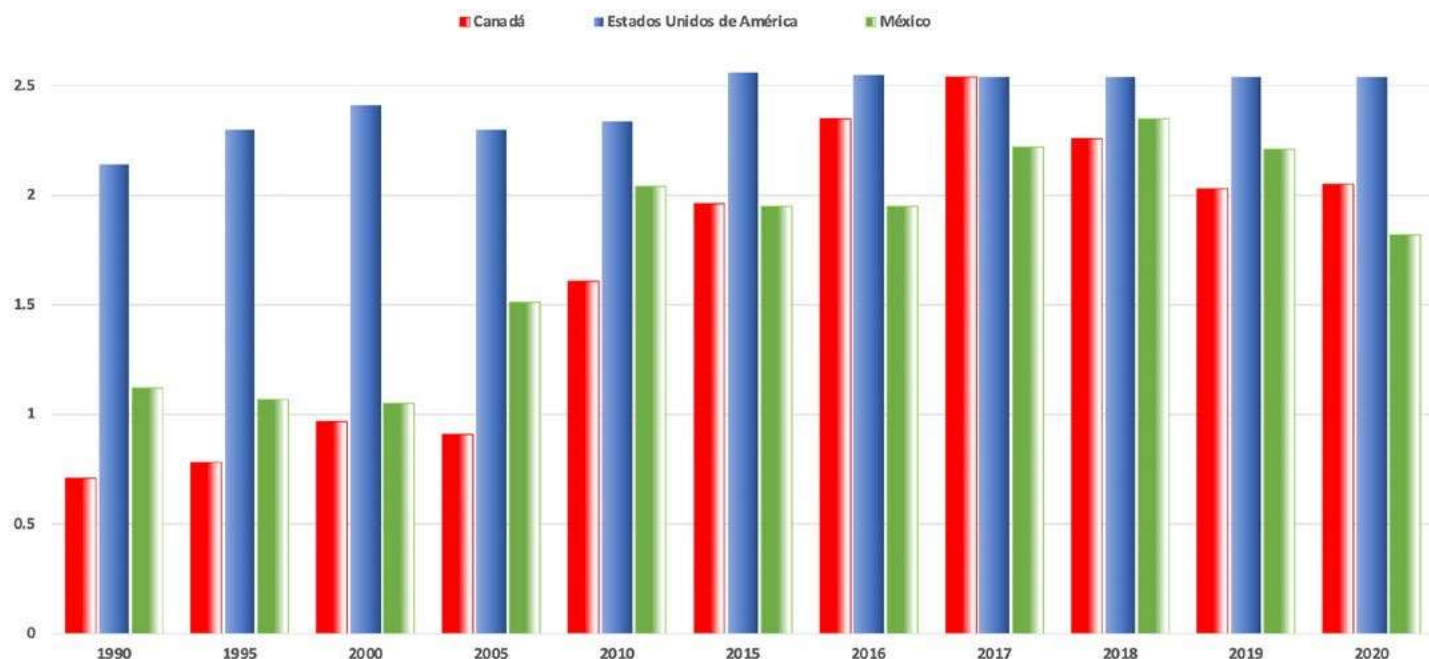
Fuente: Elaboración con base en Consejo Nacional de Población (CONAPO), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. Consulta 15 de octubre de 2022

Hay literatura que se refiere al uso de plaguicidas empleando el volumen bruto de consumo anual. Emplear este tipo de indicadores brutos, da como resultado una cantidad abrumadora, sobre todo para las economías como la mexicana que requieren de proteger casi 25 millones de hectáreas de cultivo. Una medida más acorde para saber si la aplicación de plaguicidas es medida o excesiva, es el uso relativo de plaguicidas comparándolo con la superficie cultivada. Aún más, se requiere comparar este indicador contrastándolo con otras economías con una agricultura sobresaliente, como es el caso de los países de América del Norte (Estados Unidos y Canadá). Al comparar el empleo de plaguicidas por hectárea cultivada para México, Estados Unidos y Canadá; se advierte que el uso en México es menor que en los otros países; y que, en los últimos tres años registrados por la FAO, hay un ritmo decreciente en este indicador.

Así, por ejemplo, entre el año 2017 y 2019 -en promedio- se empleaban 2.3 kilos (o su equivalente en litros) por cada hectárea cultivada, para el año 2020 el empleo de plaguicidas continuó su reducción para llegar a 1.7 kg, por hectárea. En contraste, la gráfica siguiente muestra que en los Estados Unidos la proporción de plaguicidas empleado por hectárea es en promedio de 2.5 kg desde los últimos cinco años.



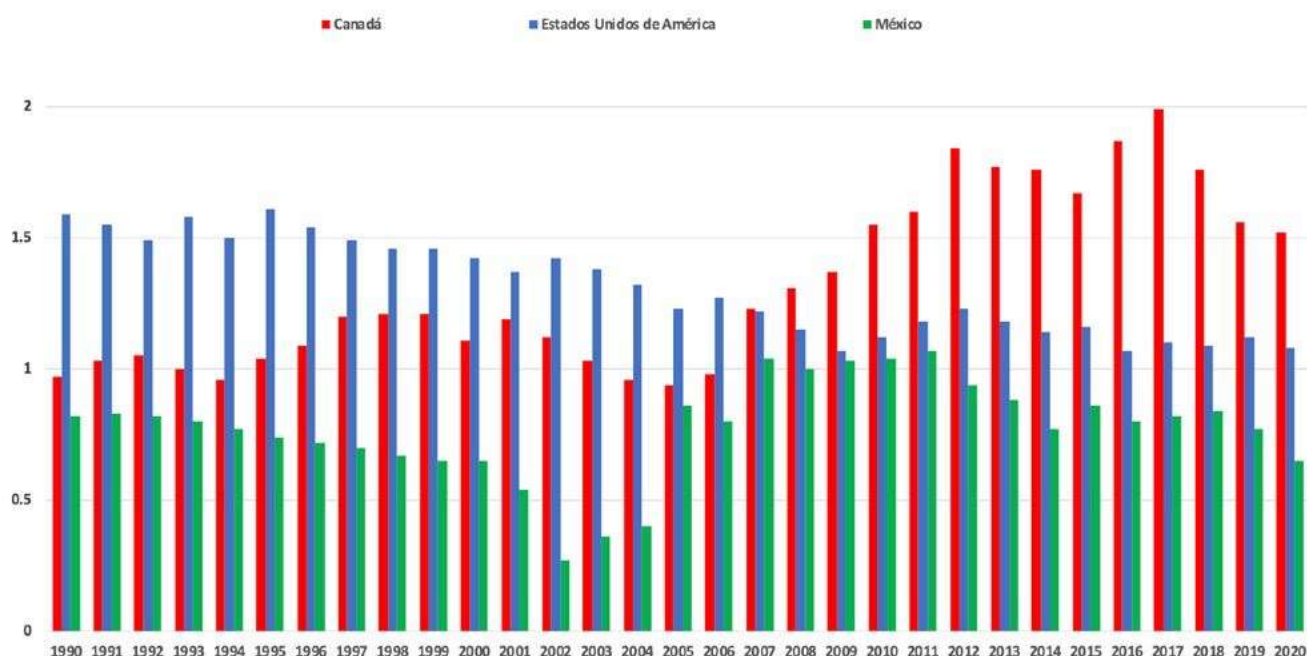
Ilustración 10 Países del Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC): Uso de plaguicidas por superficie de tierras de cultivo, 1990-2020



Kilogramos por Hectárea (kg/ha). Fuente: Elaboración con base en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. Consulta 15 de octubre de 2022

En su caso, la eficiencia de los plaguicidas en México destaca cuando se compara la cantidad utilizada por cada mil dólares de productos cultivados. Contrastando este indicador con las economías del TMEC, denotamos que los productos agroalimentarios nacionales se incorporan a bienes de alto valor agregado y que se necesitan menos agroquímicos para generar el mismo valor de producción.

Ilustración 11 Países del Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC): Uso de plaguicidas por Valor Producido. 1990 – 2020



Kilogramos aplicados por cada 1,000 dólares del valor Producido (kg/\$1000). Fuente: Elaboración con base en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. Consulta 15 de octubre de 2022

A close-up photograph of a tomato plant with green leaves and stems, overlaid with a semi-transparent green filter. The text is centered on the image.

...

PÉRDIDA DE CULTIVOS POR PLAGAS Y PATÓGENOS

Pérdida de Cultivos por Plagas y Patógenos

La pérdida de cultivos es multifactorial, no es un acto deliberado de los productores y está influido por diversos componentes del sistema agrícola que están fuera del control humano, como las epidemias, el clima, entre otros factores.

Con base en múltiples análisis se ha estimado que la desprotección de cultivos incide en la pérdida de la productividad de los alimentos esenciales para la dieta de la humanidad.

Las pérdidas de alimentos en la explotación agrícola pueden producirse antes o después de la cosecha o durante ésta; en algunos casos, los cultivos pueden dejarse sin recolectar. Las causas de las pérdidas en la explotación agrícola son numerosas y específicas de cada contexto; influyen factores como las condiciones meteorológicas, la calidad de las semillas, la variedad del cultivo y las prácticas de cultivo, las infestaciones por plagas y las enfermedades de las plantas.

En el 2019 la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), elaboró una investigación basada en el metaanálisis (método para sintetizar resultados de diferentes estudios), sobre la pérdida y el desperdicio de alimentos que incluye publicaciones e informes de fuentes como gobiernos, universidades y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales internacionales. El metaanálisis presenta perspectivas útiles acerca del alcance y las causas de la pérdida y el desperdicio para las etapas de la cadena de suministro de alimentos²³.

A partir de la publicación de FAO en el 2019 y hasta el presente, el mayor número de investigaciones sobre pérdidas y desperdicio de alimentos están contenidas en la “Food Loss and Waste Database” que contiene información de bases de datos, informes y estudios de acceso abierto que miden la pérdida y el desperdicio de alimentos en productos alimenticios, etapas de la cadena de valor y áreas geográficas²⁴. Los análisis detallan las pérdidas durante la producción y a lo largo de la cadena de suministro, sin considerar la etapa de ventas al menudeo. El repositorio de datos compila las conclusiones de los estudios que analizan las pérdidas de alimentos como porcentaje de la producción nacional en diferentes fases de la cadena de suministro.

Los análisis referidos por la base de datos muestran los porcentajes de pérdida y desperdicio de alimentos en general. Entre el año 2000 y el año 2021 se compilaron cerca de 28 mil análisis, de ellos 61 documentos se remiten a las estimaciones realizadas para México, elaborados por una parte por la FAO (Technical Assistance Project) y, por otra parte, por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) en el año 2013, propiamente por el Grupo Técnico de Pérdidas y Mermas de Alimentos, de la Cruzada Nacional Contra el Hambre; que desarrolló el Índice de Desperdicio de Alimentos en México, el cual estima que en el país se pierde el 37 por ciento de los alimentos producidos a lo largo de toda la cadena de suministro, sin detallar las pérdidas durante la producción, ni las causas que las provocan²⁵.

²³FAO. 2019. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma. <https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>

²⁴FAO. Food Loss and Waste Database <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/> Consulta en enero de 2023

²⁵Secretaría de Bienestar. *Reducir pérdidas de alimentos, objetivo de la Cruzada Nacional Contra el Hambre*. 23 de diciembre de 2013. <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/reducir-perdidas-de-alimentos-objetivo-de-la-cruzada-nacional-contra-el-hambre>. Consulta en enero de 2023.

Tabla 4 México: Pérdida y desperdicio de alimentos en toda la cadena de suministro, 2013. (Porcentaje).

Cultivo	Pérdida y desperdicio (%)
Berenjenas	49.1
Arroz	46.9
Uvas	45.5
Pimienta	45.5
Chiles y Pimientos Secos	44.1
Melones	41.2
Papas	37.1
Limonos y Limas	33.4
Piñas	32.8
Cebollas	32.1
Jitomates	28.9
Frijoles	25.0
Naranjas	23.2
Papayas	22.8
Ajo	21.4
Zanahorias	19.0
Tomates	17.8
Calabazas	14.7

Fuente: Food Loss and Waste Database <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/> Consulta en enero de 2023.



Estimaciones globales

En el año 2012, un análisis de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y de la FAO, indicó que “cada año se pierde del 26% al 40% de la producción potencial de cultivos a nivel mundial a causa de las malezas, plagas y enfermedades, y estas pérdidas se pueden duplicar si no se aplican prácticas de protección de los cultivos. (...) Los productos de protección de cultivos también desempeñan un papel importante en la conservación del agua, al controlar con eficiencia plantas invasoras que amenacen las escasas fuentes de agua. (...) Los herbicidas también han activado prácticas de conservación que requieren menor cultivo de la tierra, manteniendo la humedad del suelo y el suelo superficial en el campo, en lugar de perderlos debido a evaporación, o erosión por viento y agua²⁶.”

El intervalo de pérdidas de producción por cultivos sin protección citados en los análisis de FAO, coinciden con los estudios de Serge Savary y los modelos de estimación de la pérdida de cultivos por influencia de las plagas²⁷.

Savary afirma que la protección de los cultivos contra las enfermedades de las plantas es esencial para satisfacer la creciente demanda de calidad y cantidad de alimentos. “Aproximadamente, las pérdidas directas de rendimiento causadas por patógenos, animales y malezas son responsables de pérdidas que oscilan entre el 20 y el 40 % de la productividad agrícola mundial. Las pérdidas de cultivos debidas a plagas y patógenos son directas e indirectas; tienen varias facetas, algunas con consecuencias a corto y otras a largo plazo.”

La protección de cultivos va más allá de las pérdidas de rendimiento causadas por enfermedades; también incluyen pérdidas de calidad posteriores a la cosecha y la posible acumulación de toxinas durante y después de la temporada de cultivo. El papel de la protección de cultivos en la seguridad alimentaria y

en la inocuidad de los alimentos no se valora en suficiencia, incluso se ignora. La evaluación de la pérdida de cultivos es un paso necesario que beneficia a las sociedades, el medio ambiente, los consumidores y los agricultores de la manera más efectiva; compete científicamente a la fitopatología, aunque trasciende hacia diversos campos del conocimiento y la gestión de la política pública.

La salud de los cultivos depende de sus niveles de protección, propios e inducidos. Las afectaciones dependen de la severidad de epidemias que van desde aquellas que ocurren regularmente en grandes áreas donde causan pérdidas de cultivos relativamente bajas; pasando por epidemias que causan pérdidas agudas de cosechas, que ocurren con poca frecuencia, en áreas restringidas, a veces causando pérdidas de cosechas muy altas; y las epidemias emergentes que afectan áreas extensas y pueden causar grandes pérdidas de cosechas. El riesgo de afectación de cultivos depende de la probabilidad de que se presente alguna pandemia asociada a los niveles de impacto descritos y su consecuente desgaste ambiental, agroecológico y socioeconómico de corto, mediano y largo plazo²⁸.

En las decisiones para el manejo de la salud de los cultivos está en juego el conocimiento preciso de las pérdidas de cultivos, además de la búsqueda de un equilibrio económico entre el costo de las opciones de manejo de la enfermedad y el beneficio de su implementación ante el riesgo de enfermedades de las plantas. Los esfuerzos de manejo de enfermedades se dedican principalmente a minimizar la probabilidad de que ocurran epidemias, reducir las pérdidas de cultivos y las pérdidas de calidad de las cosechas y la acumulación de toxinas²⁹.

Hay modelos que evalúan los impactos agrícolas debido al calentamiento global y consideran las pérdidas de cultivos a causa de los insectos; estas plagas

²⁶OECD/FAO (2013), *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2012*, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2012-es. https://read.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2012_agr_outlook-2012-es#page83 (énfasis de los autores).

²⁷Savary, S., Ficke, A., Aubertot, JN. et al. *Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security*. Food Sec. 4, 519–537 (2012). <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0200-5>

²⁸Savary, S. Op. Cit.

²⁹Savary, S. Op. Cit.

reducen sustancialmente los rendimientos de tres granos básicos: arroz, maíz y trigo. En un análisis de correlaciones se exploraron las interacciones entre la temperatura, el crecimiento de la población y las tasas metabólicas de los insectos, para estimar cómo y dónde el calentamiento climático aumentará las pérdidas de granos básicos. Como resultado de la investigación se prevé que las pérdidas de rendimiento global de estos granos aumenten entre un 10 y un 25 % por grado de calentamiento global medio de la superficie terrestre. Las pérdidas de cosechas serán más agudas en áreas donde el calentamiento climático influye tanto en el crecimiento de la población como en las tasas metabólicas de los insectos. Estas condiciones se concentran principalmente en las regiones templadas, donde se produce la mayor parte del grano³⁰.

El análisis más referido para la estimación de pérdidas de cultivos por plagas y patógenos fue realizado en 19 regiones del mundo, con observaciones de los años 2001 a 2003; en esa investigación se estimaron las pérdidas, potenciales y reales o actuales, por cultivo³¹. La investigación, del autor E. Oerke, indica que la protección de cultivos se ha desarrollado para la prevención y el control de pérdidas de cultivos debido a plagas en el campo y durante el almacenamiento; no obstante que el análisis se concentra en medir las pérdidas por plagas y patógenos durante la producción de cultivos en el campo.

Las pérdidas de cultivos pueden ser cuantitativas y/o cualitativas; las primeras resultan de la reducción de la productividad, mientras que las pérdidas cualitativas se enfocan en la reducción de la calidad demandada por el mercado, afectación de las características estéticas, daños por almacenamiento, o debido a la contaminación del producto cosechado con plagas, partes de plagas o productos tóxicos de las plagas. El análisis de Oerke se concentra en las pérdidas

cuantitativas y distingue dos tasas de pérdida de cultivos: la tasa de pérdida potencial y la tasa de pérdida real -también referida como tasa de pérdida actual. La pérdida potencial por plagas incluye las pérdidas sin protección física, biológica o química de los cultivos en comparación con los rendimientos de una producción similar de cultivos en un escenario sin pérdidas. En su caso, las pérdidas reales comprenden las pérdidas de cultivos registradas a pesar de las prácticas de protección de cultivos.

En su caso la tasa de protección efectiva o tasa de eficacia de las prácticas de protección de cultivos es el porcentaje que refleja la pérdida por ausencia de productos de protección de cultivos; se calcula como la diferencia entre los porcentajes potenciales y el actual.

Las estimaciones señalan que la tasa potencial de pérdida de cultivos por plagas y patógenos podría variar de 50% en el caso del trigo, hasta el 82 por ciento de pérdida en el caso del algodón.

La pérdida real o actual global total debido a las plagas se estimó en alrededor del 28 % en el trigo hasta 29 % en la producción de algodón; las pérdidas fueron del 26 al 29 % para la soya y el trigo, y del 31, 37 y 40 % para el maíz, el arroz y las papas, respectivamente.

En el caso de la protección efectiva de los plaguicidas se estimó en promedio en 37%, con una variación de 21.6% para el cultivo de trigo, hasta el 53.2% para el cultivo de algodón. En el escenario de una restricción para el uso de plaguicidas de todo tipo, la tasa de protección efectiva de los plaguicidas sería el equivalente a las pérdidas de cultivo que se pudieran observar.



³⁰ Curtis A. Deutsch et al. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science* 361, 2018. https://web.archive.org/web-b/20200218145349id_/https://science.sciencemag.org/content/sci/361/6405/916.full.pdf

³¹ Oerke, E. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press*: 09 December 2005. 144(1), 31-43. doi:10.1017/S0021859605005708. <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/crop-losses-to-pests/AD61661AD6D503577B3E73F2787FE7B2>

Tabla 5 Mundo: Pérdida potencial estimada por malezas, plagas animales, patógenos y virus; pérdidas actuales y protección efectiva de los plaguicidas en seis cultivos estratégicos globales. 2001- 2003 (1) (Porcentajes)

Cultivo	Malezas		Plagas Animales		Patógenos		Virus		Total		Protección Efectiva
	Potencial	Actual	Potencial	Actual	Potencial	Actual	Potencial	Actual	Potencial	Actual	
Trigo	23.0 (18-29)	7.7 (3-13)	8.7 (7-10)	7.9 (5-10)	15.6 (12-20)	10.2 (5-14)	2.5 (2-3)	2.4 (2-4)	49.8 (44-54)	28.2 (14-40)	21.6
Arroz	37.1 (34-47)	10.2 (6-16)	24.7 (13-26)	15.1 (7-18)	13.5 (10-15)	10.8 (7-16)	1.7 (1-2)	1.4 (1-3)	77.0 (64-80)	37.4 (22-51)	39.6
Maíz	40.3 (37-44)	10.5 (5-19)	15.9 (12-19)	9.6 (6-19)	9.4 (8-13)	8.5 (4-14)	2.9 (2-6)	2.7 (2-6)	68.5 (58-75)	31.2 (18-58)	37.3
Papas	30.2 (29-33)	8.3 (4-14)	15.3 (14-20)	10.9 (7-13)	21.2 (20-23)	14.5 (7-24)	8.1 (7-10)	6.6 (5-9)	74.9 (73-80)	40.3 (24-59)	34.6
Soya	37.0 (35-40)	7.5 (5-16)	10.7 (4-16)	8.8 (3-16)	11.0 (7-16)	8.9 (3-16)	1.4 (0-2)	1.2 (0-2)	60.0 (49-69)	26.3 (11-49)	33.7
Algodón	35.9 (35-39)	8.6 (3-13)	36.8 (35-41)	12.3 (5-22)	8.5 (7-10)	7.2 (5-13)	0.8 (0-2)	0.7 (0-2)	82.0 (76-85)	28.8 (12-48)	53.2
Fuente: Adaptación con base en E.-C. OERKE. Crop losses to pests. Cambridge University Press: 09 December 2005. (1) 1 Datos entre paréntesis indican las variaciones en 19 regiones.											

Además de las estimaciones señaladas previamente, se han realizado otras valoraciones de pérdidas de cosechas debido a plagas, enfermedades y malezas. Las estimaciones de las pérdidas de cultivos muestran una gran variabilidad, dependiendo del tipo de cultivo, el área geográfica, los factores agronómicos y ambientales, los métodos de estimación utilizados y las líneas base seleccionadas para el daño a los cultivos. Las revisiones más recientes, empleando diferentes métodos, señalan pérdidas de cultivos del 20 al 40 por ciento de los rendimientos potenciales, asociados directamente a las pérdidas en campo por la presencia de plagas y enfermedades.

Los estudios disponibles identifican diferencias regionales en las pérdidas de cosechas. Las mermas de las cosechas parecen ser más importantes en las regiones con inseguridad alimentaria que en las regiones con excedentes de producción. Tales varia-

ciones regionales se explican en parte por diferencias ambientales, pero también por diferencias en la eficiencia de las prácticas de manejo de la salud de los cultivos.

Análisis más recientes (2017), basados en observaciones documentadas en países de Asia (principalmente India), señalan que, al menos, entre un tercio y la mitad de la producción agrícola mundial o la producción potencial se pierde debido a plagas, enfermedades, malezas y desperdicios. Las plagas de artrópodos destruyen aproximadamente entre el 18 y el 20 % de la producción anual en todo el mundo y para el caso particular de la India, este tipo de pérdida anualmente rondan el 16%³². Dependiendo del organismo o plaga analizada los impactos se han documentado por tipo de cultivo, haciendo énfasis en las pérdidas de cultivos por insectos.

³² Smriti Sharma, Rubaljit Kooner, and Ramesh Arora. Insect Pests and Crop Losses. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2017. <http://agri.ckcest.cn/ass/8cc97a38-304e-4987-98f2-9af742facb6e.pdf>

Tabla 6 India: Estimaciones de pérdidas de cultivos debido a plagas de insectos, 2010 - 2015. (Porcentaje)

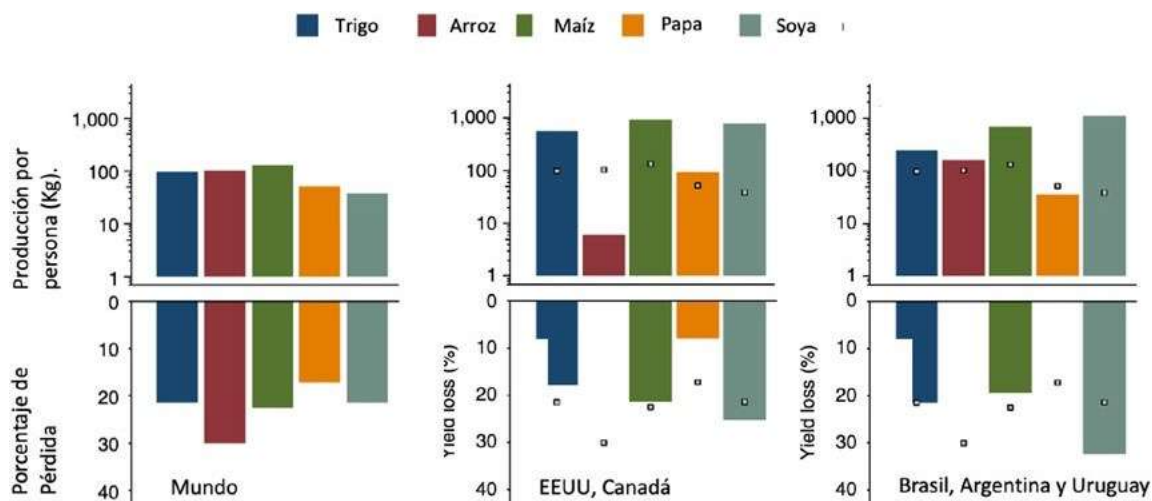
Cultivo	2010	2015
Algodón	30	30
Arroz	25	25
Oleaginosas	15	20
Legumbres	15	15
Cacahuates	15	15
Maíz	25	18
Caña de azúcar	20	20

Fuente: Dhaliwal GS, Jindal V, Dhawan AK (2010) Insect pest problems and crop losses: Changing trends. *Indian J Ecol* 74:1–7. Dhaliwal GS, Jindal V, Mohindru B (2015) Crop losses due to insect pests: Global and Indian scenario. *Indian J Ecol* 77:165–168.

Otro análisis del 2019 aborda las pérdidas en cultivos por plagas y patógenos para los cinco cultivos más importantes para la dieta del mundo (trigo, arroz, maíz, papas y soya), estima las pérdidas de rendimiento causadas por 137 plagas y patógenos (P&P). Concluye que las pérdidas globales de cultivos causadas por P&P oscilan entre el 17 y el 23 % para los cinco cultivos, excepto el arroz, para el cual la estimación es del 30%³³. Estas estimaciones están dentro del mismo rango que las estimaciones globales de pérdidas de P&P citadas en los estudios anteriormente referidos.

Esto sugiere que el rango de 20 a 40% es indicativo para representar las pérdidas de cultivos por P&P a nivel mundial. A escala mundial, los patógenos y las plagas están causando pérdidas de rendimiento, para el trigo se estimaron pérdidas globales de 21.5% (en un rango de 10.1 a 28.1%), arroz 30.0 % (en un rango de 24.6 a 40.9%), maíz 22.5% (en un rango de 19.5 a 41.1%), papa 17.2%(en un rango de 8.1 a 21.0%) y soya 21.4 % (en un rango de 11.0 a 32.4%).

Ilustración 12 Mundo y Regiones de América: Pérdidas de Cultivos por Plagas y Patógenos, 2017 (Producción por persona y Porcentajes).



Fuente: Serge Savary, Laetitia Willocquet et al. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *En Nature Ecology & Evolu- tion*. 2017. Nota: la producción por persona se expresa en escala logarítmica.

³³Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J. et al. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat Ecol Evol* 3, 430–439 (2019).<https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y> Los cultivos analizados son altamente representativos en tanto que proporcionan alrededor del 50 por ciento de la ingesta calórica humana mundial. El análisis se llevó a cabo con información de 67 países que cultivan

el 84 por ciento de la producción mundial de los cinco cultivos.

Pérdida de alimentos

Por otra parte, además de las pérdidas en campo se requiere considerar las pérdidas causadas por las plagas en granos almacenados y en postcosecha de frutas y verduras. La FAO define las pérdidas de productos agrícolas como aquellas que se pierden por desperdicios durante el almacenamiento y el transporte; la estadística publicada por la FAO excluye las pérdidas ocurridas antes de la cosecha y durante la cosecha³⁴.

A escala global las pérdidas de producción agrícola durante el transporte y el almacenamiento, también se deben a la presencia de plagas y al manejo

de productos. Las pérdidas más notorias se registran en las frutas, almidones, hortalizas nueces y cultivos azucareros. No menos importante es la merma en la cosecha de cereales.

En este caso, resalta la importancia de la protección de cultivos durante el transporte y almacenamiento, ya que en esta fase -dependiendo del tipo de cultivo- se pierden de un 4.5% a casi 10% de la producción agrícola dando en promedio una pérdida del 6.2% en la fase post cosecha.

Tabla 7 Mundo: Pérdidas Post Cosecha por Grupo de Productos, 2019. (Miles de Toneladas)

Grupos de Productos	Producción	Pérdidas	Porcentaje de Pérdidas
Cereales	2,977,573	133,893	4.5%
Cultivos Azucareros	2,234,864	132,841	5.9%
Hortalizas	1,256,965	110,002	8.8%
Oleaginosas	1,071,830	40,269	3.8%
Almidones	860,922	78,797	9.2%
Frutas	758,096	73,196	9.7%
Legumbres Secas	85,252	4,684	5.5%
Estimulantes	23,153	1,062	4.6%
Nueces	19,594	1,190	6.1%
Espicias	14,384	771	5.4%
Total	9,302,633	576,705	6.2%

Fuente: FAO, Faostat. Balances de alimentos, 2019. Consulta Diciembre de 2022.

³⁴FAO. Faostat. Balances Alimentarios. Consulta diciembre de 2022. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS>. 1986. Definición proveniente de The ICS users' manual. Interlinked computer storage and processing system of food and agricultural commodity data. Rome.

En el año 2019 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), detalló en el informe de “El estado mundial de la agricultura y la alimentación” las metodologías para valorar la pérdida y desperdicio de alimentos a lo largo de la cadena de suministro de alimentos. En el análisis de la FAO, la pérdida y desperdicio de alimentos se conceptúan como la reducción de la cantidad o la calidad de los alimentos a lo largo de la cadena de suministro alimentario³⁵. La pérdida de alimentos será resultado de las decisiones y acciones de los proveedores, mientras que el desperdicio de alimentos es el resultado de las decisiones de compra de los consumidores o las decisiones de los minoristas y los proveedores de servicios alimentarios que inciden en el comportamiento del consumidor.

Con información del Instituto Sueco para la Alimentación y la Biotecnología la FAO asevera que la pérdida o desperdicio es de aproximadamente una tercera parte de los alimentos comestibles de consumo humano a escala mundial, que representaba en el 2011 aproximadamente 1,300 millones de toneladas anuales de alimentos (de origen agrícola, pecuario e industrial). La estimación abarcaba todas las etapas de la cadena de suministro alimentario y abarca todos los sectores de la producción alimentaria. De esa tercera parte de alimentos perdida, alrededor del 14% se deteriora durante las actividades postcosecha hasta la venta al por menor, excluida esta última³⁶.



³⁵FAO. 2019. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>

³⁶FAO. 2019. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Op Cit. P. 39 y 50.



IMPACTO DE LA RESTRICCIÓN DE PLAGUICIDAS Y PÉRDIDA DE CULTIVOS RELEVANTES DEL MERCADO MEXICANO

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

La seguridad alimentaria es uno de los mayores desafíos globales generado por una población humana en aumento, que tendrá que producir más bajo condiciones climáticas cambiantes que enfrentan amenazas impredecibles de plagas que alteran la salud de las plantas y provocan pérdidas de producción en los cultivos³⁷.

El movimiento de plagas como consecuencia de las actividades humanas se ha intensificado por el aumento del comercio y el turismo; el resultado es una inesperada reubicación global de plagas y a un ritmo imprevisto.

Para valorar el impacto de la ausencia de plaguicidas en la productividad agrícola mexicana, se retoman las referencias analíticas que apuntan a la determinación de las pérdidas de cultivos publicadas en los análisis científicos citados en el apartado anterior. Dichas investigaciones consideran las opiniones de expertos y las comparaciones de rendimiento realizado durante años a través de la experimentación formal de evaluación de pérdidas de cultivos.

El objetivo de estos análisis científicos es dimensionar la pérdida de cosechas ante la ausencia de protección de cultivos en la agricultura; esta misión, más que académica, es un asunto público de seguridad alimentaria y de estabilidad económica, sobre todo en las economías agrícolas más importantes del mundo.

Las pérdidas de cosechas tienen un enfoque multidimensional, sobre todo porque van más allá de la afectación de la producción y las finanzas de las unidades productivas en lo individual; el propósito es valorar el impacto generalizado de las epidemias bajo escenarios de incertidumbre, cada vez más complejos.

De acuerdo con especialistas “las consecuencias de los efectos nocivos van mucho más allá de la simple reducción directa de los rendimientos. Las consecuencias incluyen efectos indirectos críticos a lo largo de los tejidos económicos y las cadenas alimentarias. Las enfermedades de las plantas, en particular, a menudo no son los principales reductores del rendimiento, pero sus impactos en la calidad de la cosecha (procesamiento de alimentos) y la seguridad (toxinas) son muy graves en muchos cultivos y entornos en todo el mundo. Estos efectos indirectos, especialmente de las enfermedades, están tan mal documentados que uno puede suponer que están muy subestimados, como sugieren varios estudios recientes.³⁸” Las repercusiones de la pérdida de cultivos contempla al menos los siguientes alcances:

- Desabasto de alimentos. La pérdida de rendimiento de cultivos por enfermedades implica un volumen de mercado reducido para los compradores de productos agrícolas.

- Pérdidas financieras por reducción de rendimientos. Se calculan comparando los rendimientos reales con las estimaciones de rendimientos potenciales, se utilizan para cuantificar el impacto de las reducciones de la oferta y su trascendencia sobre los mercados de productos y los mercados financieros y bursátiles.

- Pérdida de inocuidad de los alimentos. Deterioro en la seguridad de los alimentos que afecta el valor económico y/o la inocuidad de los alimentos; además de la pérdida de vidas y salud humana derivada de la exposición a los alimentos contaminados³⁹.

³⁷Giovani, B., Blümel, S., Lopian, R. et al. Science diplomacy for plant health. *Nat. Plants* 6, 902–905 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41477-020-0744-x>

³⁸Savary, S., Ficke, A., Aubertot, JN. et al. Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. *Food Sec.* 4, 519–537 (2012). <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0200-5> p. 526

³⁹Vivian Hoffmann, Samuel K. Mutiga, Jagger W. Harvey, Rebecca J. Nelson, Michael G. Milgroom, Observability of food safety losses in maize: Evidence from Kenya, *Food Policy*, Volume 98, 2021, 101895, ISSN 0306-9192, <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101895>.

- Capacidad instalada no utilizada. La reducción del volumen físico de la producción agrícola impacta a las empresas de transporte y almacenamiento, con el consecuente incremento de costos de operación.

- Alteración de la balanza comercial agroalimentaria. El comercio con otras naciones se ve comprometido por una reducción local del producto, o bien las importaciones suplen las deficiencias de producción local.

- Barreras fitosanitarias para el comercio exterior. Bloqueo temporal o permanente de las exportaciones de productos con riesgo de propagar epidemias en otros países.

Si vemos a la protección de cultivos desde otro enfoque, podemos asociarla con la medición de los resultados para proyectar cuáles podrían ser las ganancias de rendimiento generadas por la protección de las plantas en estos contextos⁴⁰. De este modo, se pueden calcular las eficiencias de gestión, es decir, las ganancias, en relación con los niveles de rendimiento actuales, que podrían obtenerse de una mejor gestión de la salud de los cultivos.

La salud de los cultivos es un asunto de interés público para todas las naciones, en tanto que, como afirma la FAO⁴¹, las plantas constituyen el 80% de los alimen-

tos que comemos y producen el 98% del oxígeno que respiramos. Este organismo de Naciones Unidas estima que la producción agrícola debe aumentar alrededor del 60% para 2050 con el fin de alimentar a una población más grande, aunque enfrenta el desafío de controlar las plagas de las plantas que son responsables de pérdidas de hasta el 40% de los cultivos alimentarios a nivel mundial, y de pérdidas en el comercio de productos agrícolas por valor de más de 220,000 millones de dólares cada año.

El cambio climático amenaza con reducir tanto la cantidad de cultivos, al reducir las cosechas, como el valor nutritivo. El aumento de temperatura también implica la aparición temprana de un mayor número de plagas de vegetales en lugares donde no se habían visto antes.

En el caso de la producción nacional de cultivos la protección de cultivos es trascendente para mantener el abasto nacional de alimentos y para dar continuidad a las exportaciones de alimentos y materias primas.

El análisis del apartado siguiente tiene como finalidad valorar las repercusiones de la pérdida de cultivos sobre la oferta de alimentos y las afectaciones que pudiera tener sobre los precios.



⁴⁰Willcoquet, L., Elazegui, F. A., Castilla, N. P., Fernandez, L., Fischer, K. S., Peng, S. B., Teng, P. S., Srivastava, R. K., Singh, H. M., Zhu, D. F., & Savary, S. (2004). Research priorities for rice pest management in tropical Asia: a simulation analysis of yield losses and management efficiencies. *Phytopathology*, 94, 672–682.

⁴¹Secretaría del CIPF. 2021. Año Internacional de la Sanidad Vegetal - Informe final. Proteger las plantas, proteger la vida. Roma, FAO en nombre de la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. <https://doi.org/10.4060/cb7056es> consultado en enero de 2023.

1. Impacto de la pérdida de cultivos en la producción de los alimentos. Escenario de prohibición total:

Porcentaje de variación del precio.

Los análisis internacionales de pérdidas de cultivos por plagas y patógenos concluyen que, en general, la disminución de los rendimientos es del orden del 26% al 40%, como ya lo ha refrendado la FAO⁴² en diversas publicaciones. En consonancia con esta estimación de daño en los cultivos, la empresa del gobierno federal en materia de aseguramiento agropecuario, AGROASEMEX, indica que las plagas reducen la producción⁴³ agrícola y desmejoran la calidad de los cultivos, por lo que frente a las eventuales afectaciones producidas por las plagas los seguros agrícolas respaldan parte de la producción. Según los datos de la Asociación Mexicana de Ins-

tituciones de Seguros, entre el año 2016 y 2020 los siniestros ocurridos, atribuibles a plagas y depredadores, fueron 697 en promedio por año⁴⁴. Para aproximarnos al daño de los cultivos de mayor importancia en la dieta mexicana, en lo sucesivo retomaremos las conclusiones de los análisis científicos que detallan el daño que provocan las plagas y enfermedades en 15 importantes cultivos. El objetivo es establecer cuál podría ser la tasa de pérdida de cada cultivo si no se protegieran los cultivos; para tal fin se emplea las tasas de protección efectiva estimada por Oerke:

Tabla 8 Mundo: Cultivos Estratégicos: Pérdida de Cultivos por Plagas y Patógenos en ausencia de protección de cultivos (Porcentaje).

Cultivos / Fuente	% Pérdida en ausencia de protección de cultivos
Maíz	37.3%
Aguacate	49%
Caña de azúcar	49%
Tomate rojo (jitomate)	49%
Chile verde	49%
Agave	49%
Sorgo grano	49%
Alfalfa	49%
Frijol	49%
Limón	49%
Trigo grano	21.6%
Papa	34.6%
Algodón	53.2%
Espárrago	49%
Naranja	49%

Fuente: Elaboración propia con datos de E.C. Oerke. Crop losses to pests. Cambridge University Press: 09 December 2005.

⁴²V. Gr. OECD/FAO (2013), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2012, OECD Publishing. Op. Cit. Además de Secretaría del CIPF. 2021. Año Internacional de la Sanidad Vegetal - Informe final. Op. Cit.

⁴³AGROASEMEX. Las plagas producen pérdidas de hasta un 40 por ciento en la producción agrícola, revela estudio de la FAO. 12 de abril de 2019. <https://www.gob.mx/agroasemex/articulos/las-plagas-producen-perdidas-de-hasta-un-40-por-ciento-en-la-produccion-agrico-la-revela-estudio-de-la-fao> Consulta en enero de 2023.

⁴⁴Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros. Sistema Estadístico del Sector Asegurador del Ramo Agrícola y de Animales 2016 a 2020. <https://centroestadisticoamis.mx/> Consulta en enero de 2023.

Si este escenario se repitiera en la agricultura mexicana, implicaría pérdidas anuales por producto de acuerdo con lo indicado en la tabla siguiente:

Tabla 9 México: Pérdida Probable de Cultivos por Plagas y Patógenos en ausencia de productos de protección de cultivos (Toneladas).

Cultivos / Fuente	Pérdida en ausencia de protección de cultivos (%)	Promedio anual de Producción 2015-2021 (tn)	Pérdidas probables por año (tn)
Maíz	37.3%	27,147,565	10,126,041.7
Aguacate	49%	2,316,057	1,134,867.93
Caña de azúcar	49%	56,166,666	27,521,666
Tomate rojo (jitomate)	49%	3,385,087	1,658,692.63
Chile verde	49%	2,705,288	1,325,591.12
Agave	49%	1,821,502	892,535.98
Sorgo grano	49%	4,535,683	2,222,484.67
Alfalfa	49%	23,730,763	11,628,073.9
Frijol	49%	1,093,294	535,714.06
Limón	49%	2,768,683	1,356,654.67
Trigo grano	21.6%	3,362,136	726,221.38
Papa	34.6%	1,816,831	628,623.53
Algodón	53.2%	808,245	429,986.34
Espárrago	49%	291,159	142,667.9
Naranja	49%	4,654,651	2,280,778.99

Fuente: Estimaciones propias con datos de E.C. Oerke. Crop losses to pests. Cambridge University Press: 09 December 2005.

Impacto en el Nivel de Precios

Como lo señala la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), los efectos de las plagas y enfermedades en la producción pueden ir acompañados de variaciones en los precios, determinados por la oferta y la demanda. Dependiendo del mercado que tengan los productos agrícolas afectados, una infestación o un brote pueden provocar una elevación de los precios si la mayor parte de la producción se consume en el país. Los efectos relativos de la reducción de la producción en los productores y los consumidores dependerán de la elasticidad relativa de la demanda y la oferta (es decir de la capacidad de responder tanto de la demanda como de la oferta a los cambios en los precios). Los efectos negativos en los precios pueden producirse también cuando las preocupaciones sanitarias de los consumidores causan reducciones en la demanda⁴⁵.

Para el caso de México, el impacto de la pérdida de cultivos por plagas y patógenos se asocia directamente con el nivel de precios al productor y al consumidor, por los efectos de escasez de alimentos en el ámbito rural.

Esta relación se determina a partir del método de elasticidad-precio de la oferta; que es un análisis de regresión que valora las variaciones del volumen producido y las variaciones del precio medio rural de un producto, y se define como el cambio porcentual en la cantidad ofrecida sobre el cambio porcentual en el precio. La ecuación empleada para esto es:

$$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta Q_i^t}{Q_i^0}}{\frac{\Delta P_i^t}{P_i^0}}$$

Donde ε es la elasticidad precio de la oferta;

ΔQ_i^t es la cantidad del producto i , en el tiempo t ;

Q_i^0 es la cantidad del producto i , en el periodo de referencia (base);

ΔP_i^t es el precio medio rural real del producto i , en el tiempo t ; y

P_i^0 es el precio medio rural real del producto i , en el periodo de referencia (base).

⁴⁵Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación*, Roma, 2001. <https://www.fao.org/3/x9800s/x9800s00.htm#TopOfPage>

⁴⁶Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*, 2021. Consulta en Noviembre de 2022. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

⁴⁷Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. *Índices de Precios al Productor de las Actividades Primarias*. Año base 2019=100. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0> genéricos del INPC por objeto del gasto. 24/08/2018. https://www.dof.gob.mx/nota_de_talle.php?codigo=5535871&fecha=24/08/2018#gsc.tab=0

Para efectos del cálculo, se toman los datos de producción y precios entre los años de 2000 y 2021, estimados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Los valores de precios del entorno rural o precios del productor se deflactan con el Índice de Precios al Productor de las Actividades Rurales, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía⁴⁷, para establecer los Precios Medios Rurales Reales 2019=100, cuya finalidad es descontar la inflación del entorno y medir las variaciones objetivas del cultivo analizado.

Los cultivos analizados son representativos en la canasta alimentaria nacional, con base en la ponderación que les confiere la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH)⁴⁸.

Para el cálculo de la elasticidad precio de la oferta se transforman los valores absolutos de la cantidad producida y los precios reales en Números Índices, con la finalidad de poderlos representar en escalas homogéneas. Un número índice es una medida estadística que expresa la evolución relativa de la magnitud de la producción y precios de los cultivos, en uno o más periodos, respecto de un periodo base o año de referencia.

La elasticidad precio de la oferta será un coeficiente estimado conforme al método descrito anteriormente. La relación entre ambas variables indica los impactos que puede tener la inflación de cada cultivo por efecto en una menor disponibilidad de alimentos.

Para dar un ejemplo, si la elasticidad precio de la oferta de un cultivo tiene un valor de 0.5 (calculada con las observaciones históricas), implicaría que por cada 10% de posible pérdida de producción, los precios se elevarían 20%.



⁴⁸ genéricos del INPC por objeto del gasto. 24/08/2018.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5535871&fecha=24/08/2018#gsc.tab=0

...

EJEMPLOS

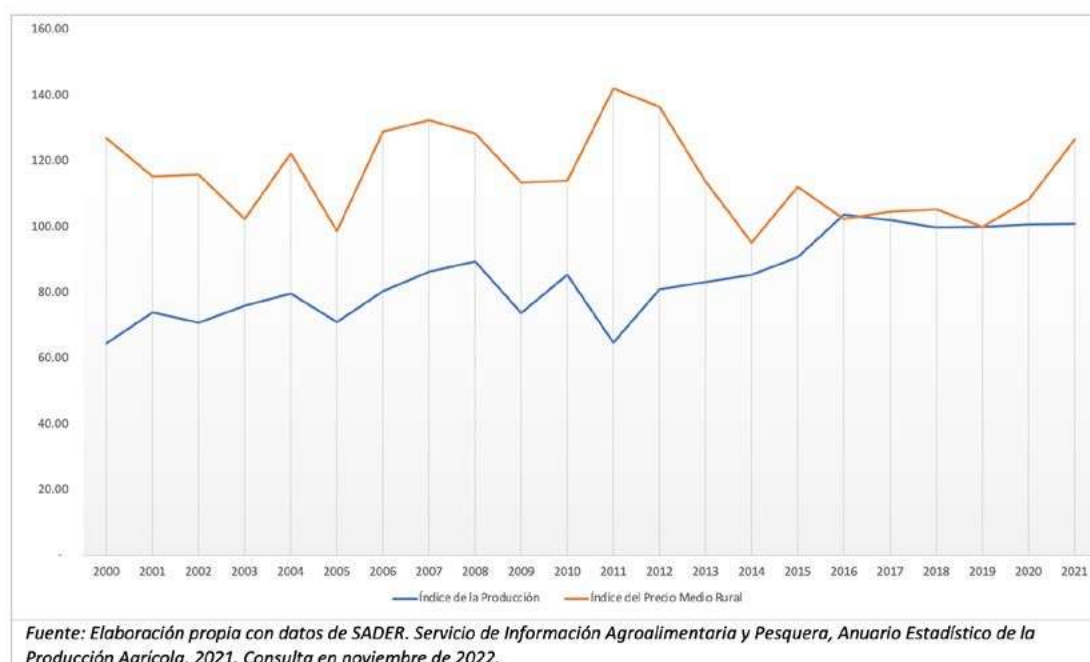
MAÍZ

En el caso del cultivo del Maíz, se adopta la estimación de pérdida por plagas y patógenos del 37.3%. Con las tendencias de precios medios rurales y la producción total nacional, construimos el coeficiente de elasticidad-precio de la oferta que resulta es un valor de 0.44. De aquí que ante una pérdida del rendimiento potencial del maíz del 37.3% los precios se impactarían al alza en 84.77%.

Tabla 10 México: Indicadores del Impacto en precios de Maíz.

Cultivo	Maíz
Pérdida de Productividad por Plagas y Patógenos.	-37.3%
Incremento Probable de Precios.	84.77%
<i>Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.</i>	

Ilustración 13 México: Índices del Volumen de Producción de Maíz y Variaciones del Precio Medio Rural Real. 2000 -2021 (Índices 2019=100)



TRIGO

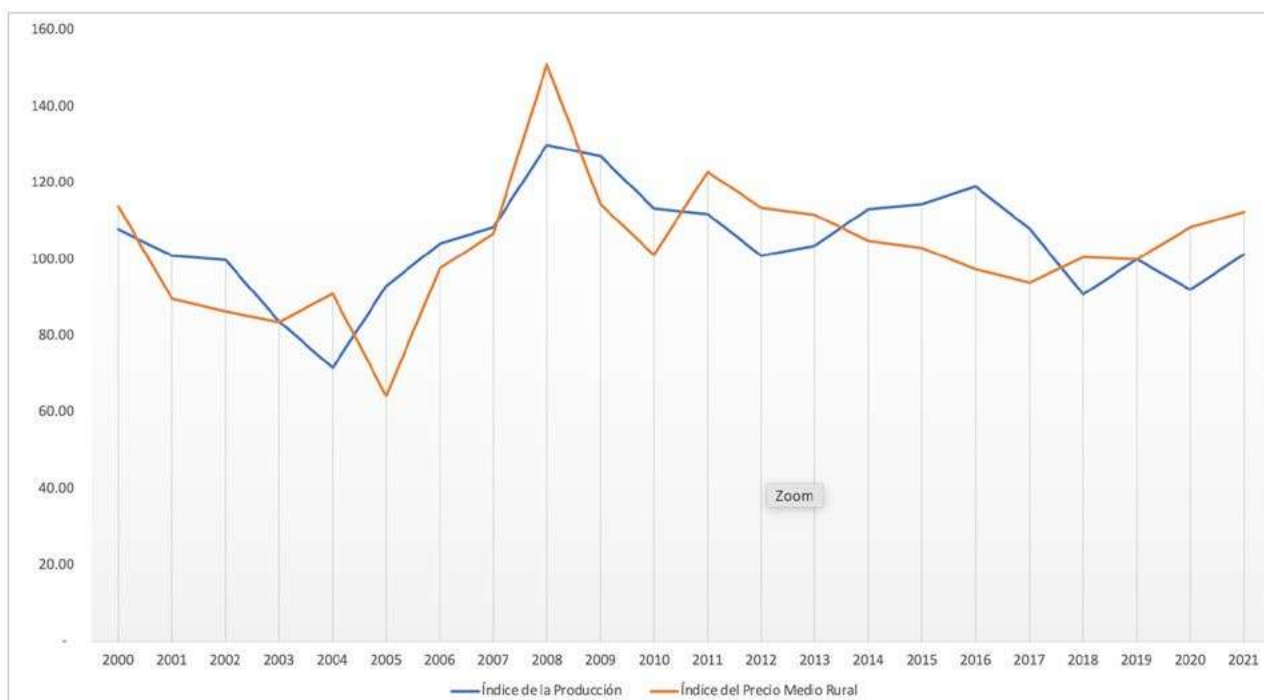
En el caso del cultivo del Trigo, se adopta la estimación de pérdida por plagas y patógenos del 22%. Con las tendencias de precios medios rurales y la producción total nacional, construimos el coeficiente de elasticidad-precio de la oferta que resulta es un valor de 0.63. De aquí que ante una pérdida del rendimiento potencial del trigo del 22% los precios se impactarían al alza en 34.9%.

Tabla 11 México: Indicadores del Impacto en precios de Trigo.

Cultivo	Trigo
Pérdida de Productividad por Plagas y Patógenos.	-22%
Incremento Probable de Precios.	34.9%

Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.

Ilustración 14 México: Índices del Volumen de Producción de Trigo y Variaciones del Precio Medio Rural Real. 2000 -2021 (Índices 2019=100)



Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.

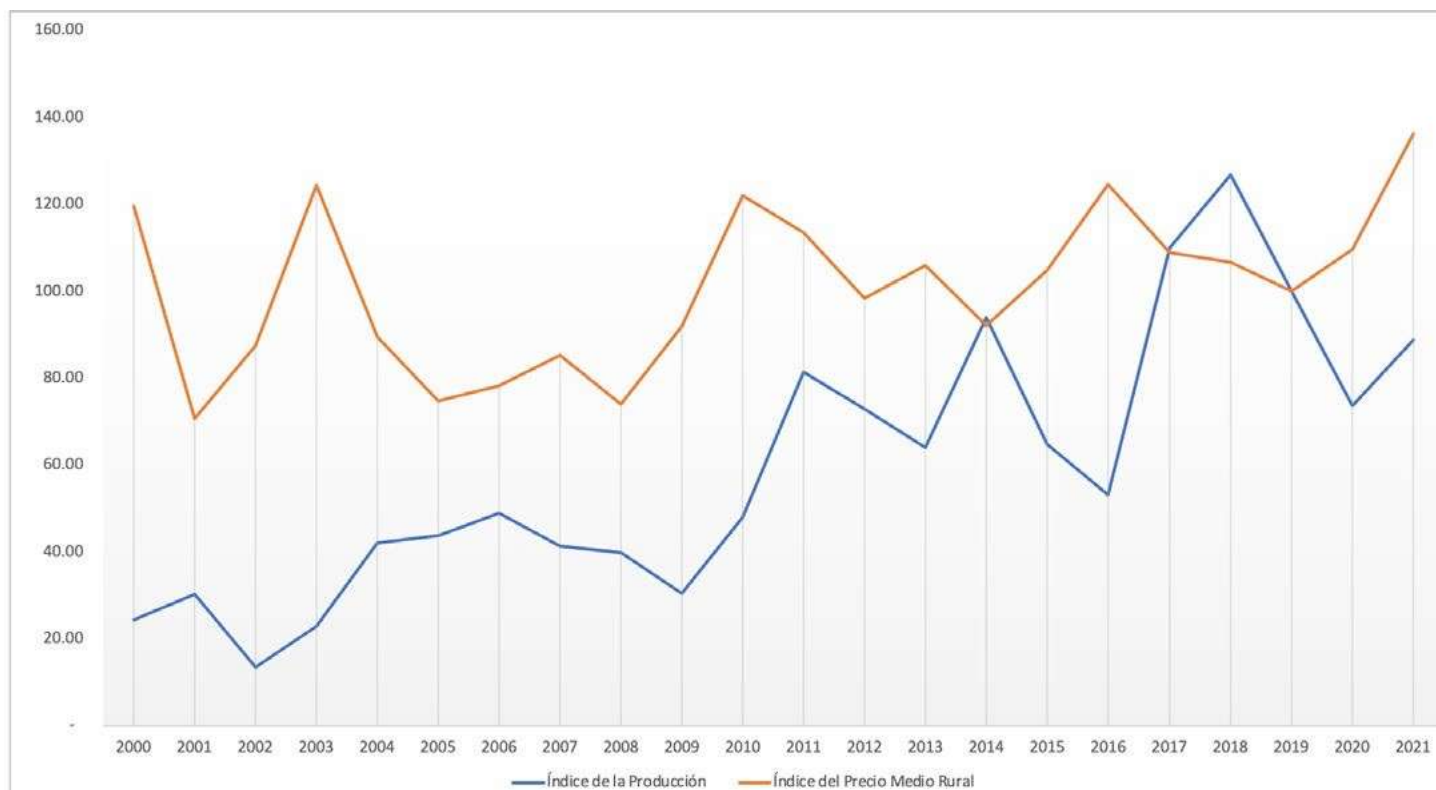
ALGODÓN

En el caso del cultivo del Algodón, se adopta la estimación de pérdida por plagas y patógenos del 53.2%. Con las tendencias de precios medios rurales y la producción total nacional, construimos el coeficiente de elasticidad-precio de la oferta que resulta es un valor de 1.66. De aquí que ante una pérdida del rendimiento potencial del algodón del 53.2% los precios se impactarían al alza en 32%.

Tabla 12 México: Indicadores del Impacto en precios de Algodón.

Cultivo	Algodón
Pérdida de Productividad por Plagas y Patógenos.	-53.2%
Incremento Probable de Precios.	32%

Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.



Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.

CAÑA DE AZÚCAR

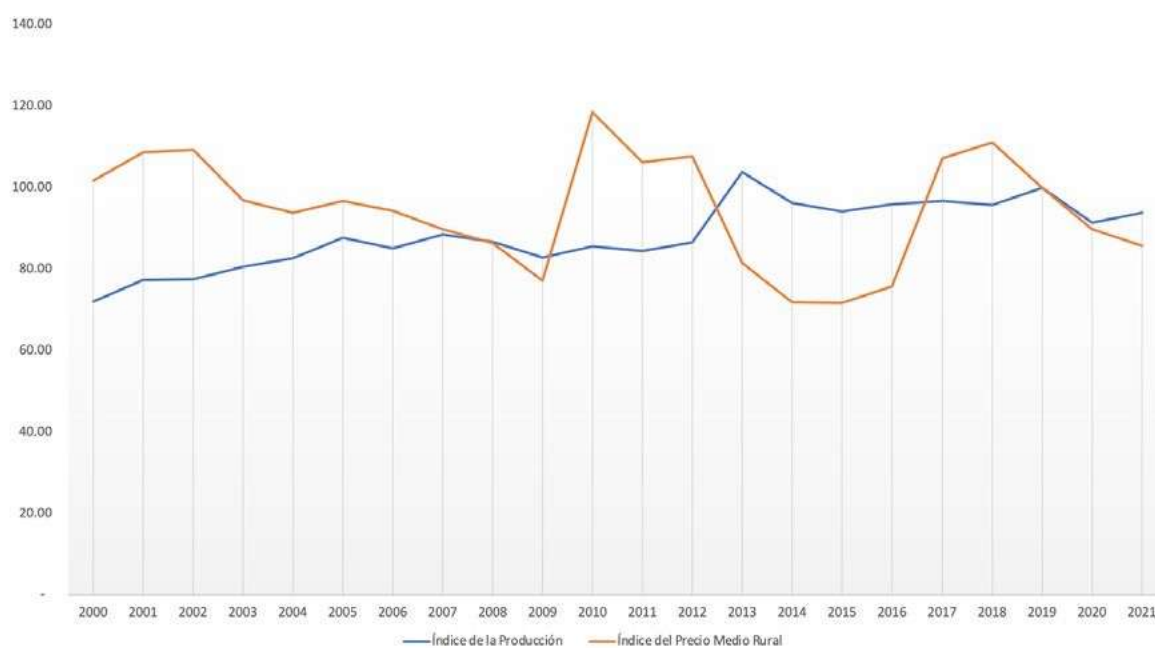
Para el cultivo de la caña de azúcar las pérdidas registradas por efecto de la presencia de plagas y enfermedades, es de 49% de la cosecha total. Para calcular su efecto sobre los precios calculamos el factor de elasticidad precio de la oferta que es de 0.8, lo que implica que ante descensos de la oferta de 49%, los precios promedio del medio rural crecerían 61%.

Tabla 13 México: Indicadores de la Producción de Caña de Azúcar. 2015 -2021

Cultivo	Caña de azúcar
Pérdida de Productividad por Plagas y Patógenos.	-49%
Incremento Probable de Precios.	61%

Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.

Ilustración 16 México: Índices del Volumen de Producción de Caña de Azúcar y Variaciones del Precio Medio Rural Real. 2003 -2021 (Índices 2019=100)



Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.

FRIJOL

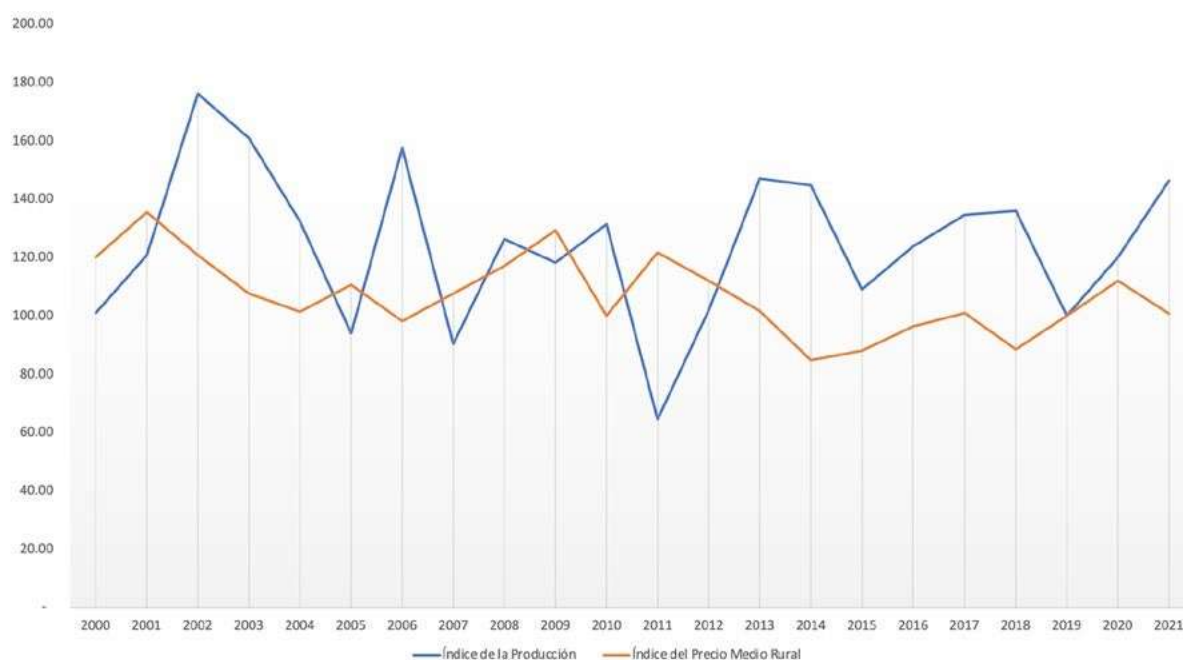
Para el cultivo del frijol las pérdidas registradas por efecto de la presencia de plagas y enfermedades, es de 49% de la cosecha total. Para calcular su efecto sobre los precios calculamos el factor de elasticidad precio de la oferta que es de 1.37, lo que implica que ante descensos de la oferta de 49%, los precios promedio del medio rural crecerían 35.8%.

Tabla 14 México: Indicadores de la Producción de Frijol. 2015 -2021

Cultivo	Frijol
Pérdida de Productividad por Plagas y Patógenos.	-49%
Incremento Probable de Precios.	35.8%

Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.

Ilustración 17 México: Índices del Volumen de Producción de Frijol y Variaciones del Precio Medio Rural Real. 2000 -2021 (Índices 2019=100)



Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.

PAPAS

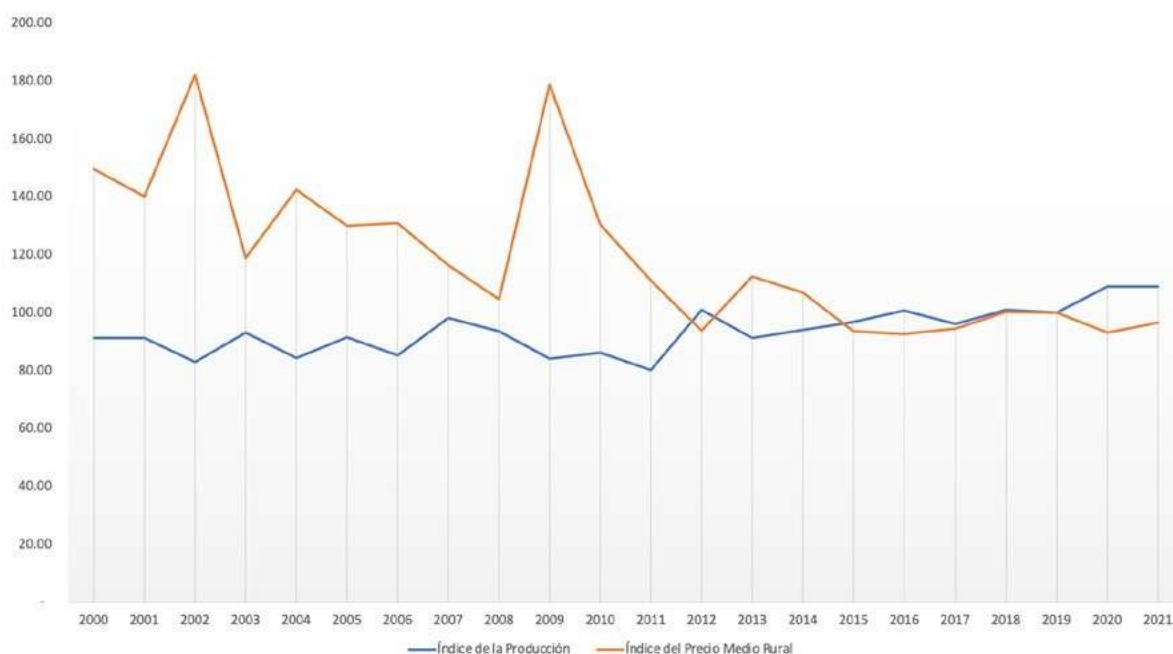
Para el cultivo de papa las pérdidas registradas, por efecto de la presencia de plagas y enfermedades, es de 34.6% de la cosecha total. Para calcular su efecto sobre los precios calculamos el factor de elasticidad precio de la oferta que es de 0.77, lo que implica que ante descensos de la oferta de 34.6%, los precios promedio del medio rural crecerían 44.9%.

Tabla 15 México: Indicadores de la Producción de Papa. 2015 -2021

Cultivo	Papa
Pérdida de Productividad por Plagas y Patógenos.	-34.6%
Incremento Probable de Precios.	44.9%

Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.

Ilustración 18 México: Índices del Volumen de Producción de Papa y Variaciones del Precio Medio Rural Real. 2000 -2021 (Índices 2019=100)



Fuente: Elaboración propia con datos de SADER. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2021. Consulta en noviembre de 2022.

Análisis

El mayor efecto directo de las plagas y enfermedades de los cultivos es la pérdida de la producción o la menor eficiencia de esta, lo que reduce los ingresos agrícolas y presiona las condiciones del mercado por la escasez de alimentos y los precios de estos en el medio rural y en los mercados de consumo. Cuando la economía regional es dependiente de uno o unos pocos productos básicos vulnerables, el efecto será mucho mayor y afectará los circuitos económicos de las economías locales.

La FAO⁴⁹ indica que los efectos de una menor productividad de los cultivos o los animales pueden ser de largo plazo en tanto que las infestaciones de las plagas pueden afectar las tasas de fertilización o la recuperación de las semillas y pueden tener efectos duraderos en la producción ganadera que suelen exceder las pérdidas asociadas con las epidemias.

Los efectos en la producción van acompañados de variaciones en los precios, determinados por los efectos de las plagas y enfermedades en la oferta y la demanda.

Tabla 16 México: Simulación del impacto de la pérdida de cultivos por plagas en el precio medio rural de alimentos.

Cultivo	Elasticidad Precio de la Oferta	Pérdida de Cultivo por P&P en ausencia de PC	Incremento de Precios
Maíz	0.44	37.3%	84.8%
Aguacate	0.56	49%	87.5%
Caña de azúcar	0.80	49%	61.0%
Tomate rojo (jitomate)	0.11	49%	445.5%
Chile verde	0.55	49%	89.1%
Agave	0.2	49%	245.0%
Sorgo grano	0.34	49%	144.1%
Alfalfa	0.28	49%	175.0%
Frijol	1.37	49%	35.8%
Limón	0.61	49%	80.3%
Trigo	0.63	21.6%	34.3%
Papa	0.77	34.6%	44.9%
Algodón	1.66	53.2%	32.0%
Espárrago	0.3	49%	163.3%
Naranja	0.08	49%	612.5%

Fuente: Elaboración propia con datos de E.C. Oerke. *Crop losses to pests*. Cambridge University Press: 09 December 2005.

⁴⁹Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación*, Roma, 2001. Op. Cit. “III. Efectos económicos de las plagas y enfermedades transfronterizas.”

II. Estimación del impacto en Agro-costos de la Protección de Cultivos

La base analítica para establecer el impacto en la disponibilidad de plaguicidas en México es la base de datos mercadológica de Sigma-Kynetec. En ese conjunto de datos se advierte el catálogo de plaguicidas comercializado en México, el Cultivo al que va dirigido; el Sector (o categoría de plaguicida), el Ingrediente Activo (IA), el volumen de producto comercializado; su valor comercial; y el costo del producto por hectárea (USD/ha). Estos datos han sido procesados y publicados para el año 2021.

Por otra parte, se tiene el registro de 182 ingredientes activos, que están siendo considerados para una probable prohibición en el mercado mexicano. La correlación de éstos y los productos de mercado nos permiten arribar a importantes conclusiones: una de ellas es que la probable prohibición afectaría al 58% del valor de las ventas actuales.

Tabla 17 México: Impacto de la Prohibición de 182 Ingredientes Activos en el Mercado de Plaguicidas, 2021. (Número de IA y formulaciones)

IA y Formulaciones	Reguladores de Crecimiento	Tratamiento de semillas	Insecticidas	Fungicidas	Herbicidas	Total general
En Discusión		41	2,193	859	683	3,776
Vigentes	186	34	663	1,341	459	2,683
Total general	186	75	2,856	2,200	1,142	6,459

Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed. Consulta en Noviembre de 2022

De los 182 ingredientes activos, se hizo una depuración de aquellos que no se encuentran reconocidas en el mercado mexicano y que por tanto no están registrados en la base de datos. El análisis identificó 84 moléculas fuera del registro mercadológico, probablemente porque tienen usos no agrícolas (plaguicidas de uso urbano o industrial), o bien porque están en desuso o tienen baja participación en el mercado. El conjunto restante de 98 Ingredientes Activos, se relacionaron con cada uno de los casi 6,500 plaguicidas comerciales que se ofertan en México, para tener la relación de aquellos que bajo un escenario de prohibición quedarían disponibles en el mercado y los efectos que tendría en el costo de producción. El escenario de prohibición se define como aquella condición de mercado formal, donde no se tenga

acceso a los productos o sus formulaciones de los Ingredientes Activos.

Siguiendo con la línea de exposición del apartado anterior comenzamos por formular dos escenarios: el primero de ellos (“escenario actual”), caracterizado por el universo de moléculas que actualmente están a disposición del mercado, por tipo de cultivo y costo promedio por hectárea relacionado con la protección de cultivos. En segundo término, formulamos el escenario denominado “alternativo”, que está definido por el conjunto de moléculas que no estarían bajo restricción; con las que se procede a estimar el costo que implicaría su uso, para contrastar ambos escenarios.

En el curso de este análisis se presentan dos gráficos. El primer gráfico separa, por una parte, los IA que podrían ser excluidos del mercado actual por resoluciones gubernamentales y los coloca en lo que denominamos “Escenario Actual” donde se expresa el costo del plaguicida medido en dólares de Estados Unidos (USD) por hectárea. Dato estimado directamente por la fuente de información citada. En este mismo gráfico se agrupan los IA que, ante un escenario de prohibición, quedarían presentes en el mercado mexicano de plaguicidas y se le denomina “Escenario Alternativo”, en este subconjunto se representan tanto los IA “permitidos” y su costo de aplicación, medido en USD por hectárea.

Acto seguido se expresan los resultados del número de IA con posibilidad de ser excluidos bajo el escenario de restricción y el costo promedio que resultaría al únicamente disponer de aquellos IA que no son cuestionados en la actualidad por los proyectos de iniciativas legislativas de reformas a diversas leyes (salud, ecología, principalmente).

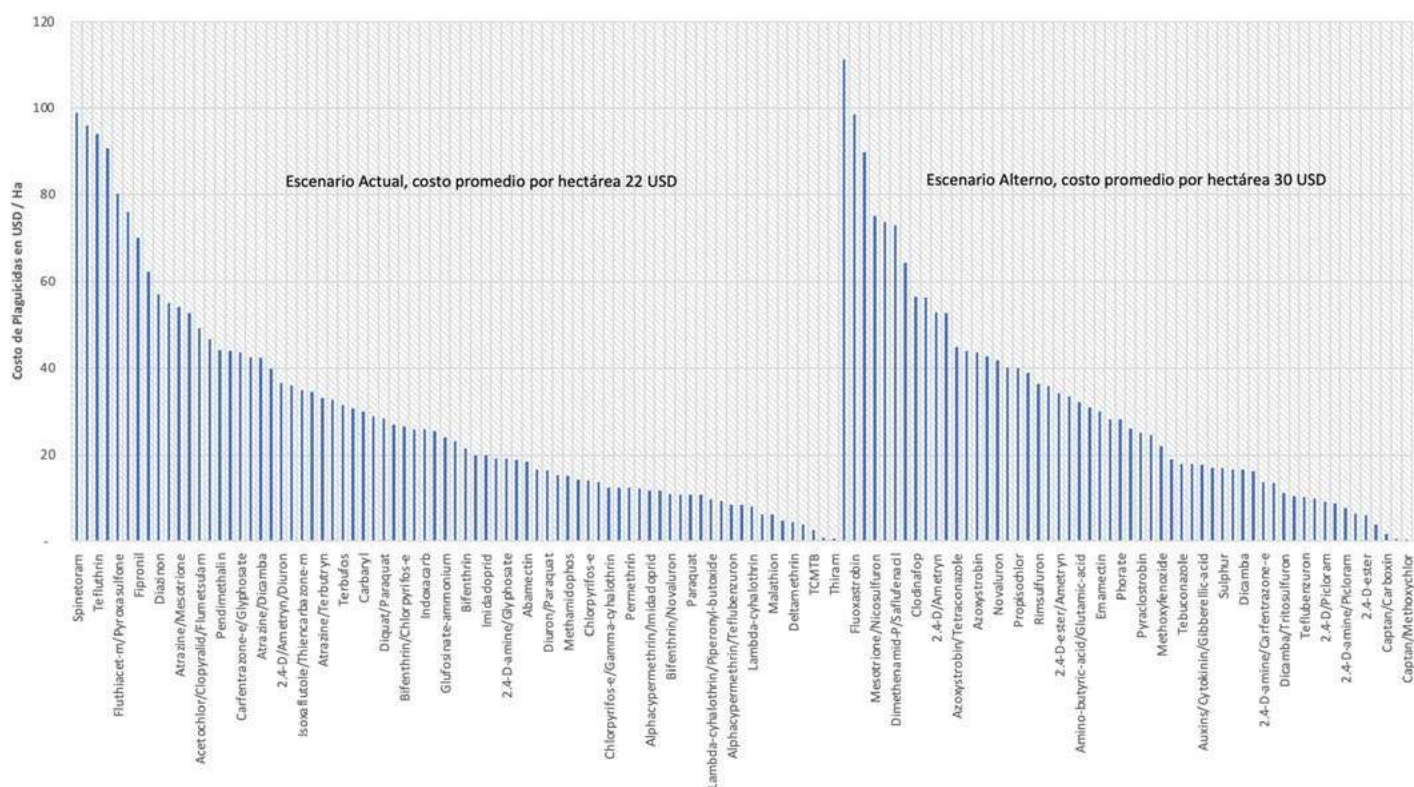
Finalmente, se expresa de manera separada el costo de la aplicación de plaguicidas por cultivo, por categoría de los Ingredientes Activos (sean estos insecticidas, fungicidas o herbicidas) y las diferencias del costo de aplicarlos en los escenarios “Actual” y “Alternativo”, medidos en dólares de EE. UU. por hectárea.



MAÍZ

Nuestra primera aproximación al comparativo de costo la dirigimos al cultivo de maíz que es el más difundido en México. De la comparación de ambos escenarios se observa la exclusión de 260 productos comerciales de un total de 371, exclusivos para Maíz. Del conjunto de productos en proceso de discusión hay 156 insecticidas, 92 herbicidas y 12 Fungicidas.

Ilustración 19 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Maíz, según Estatus de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)

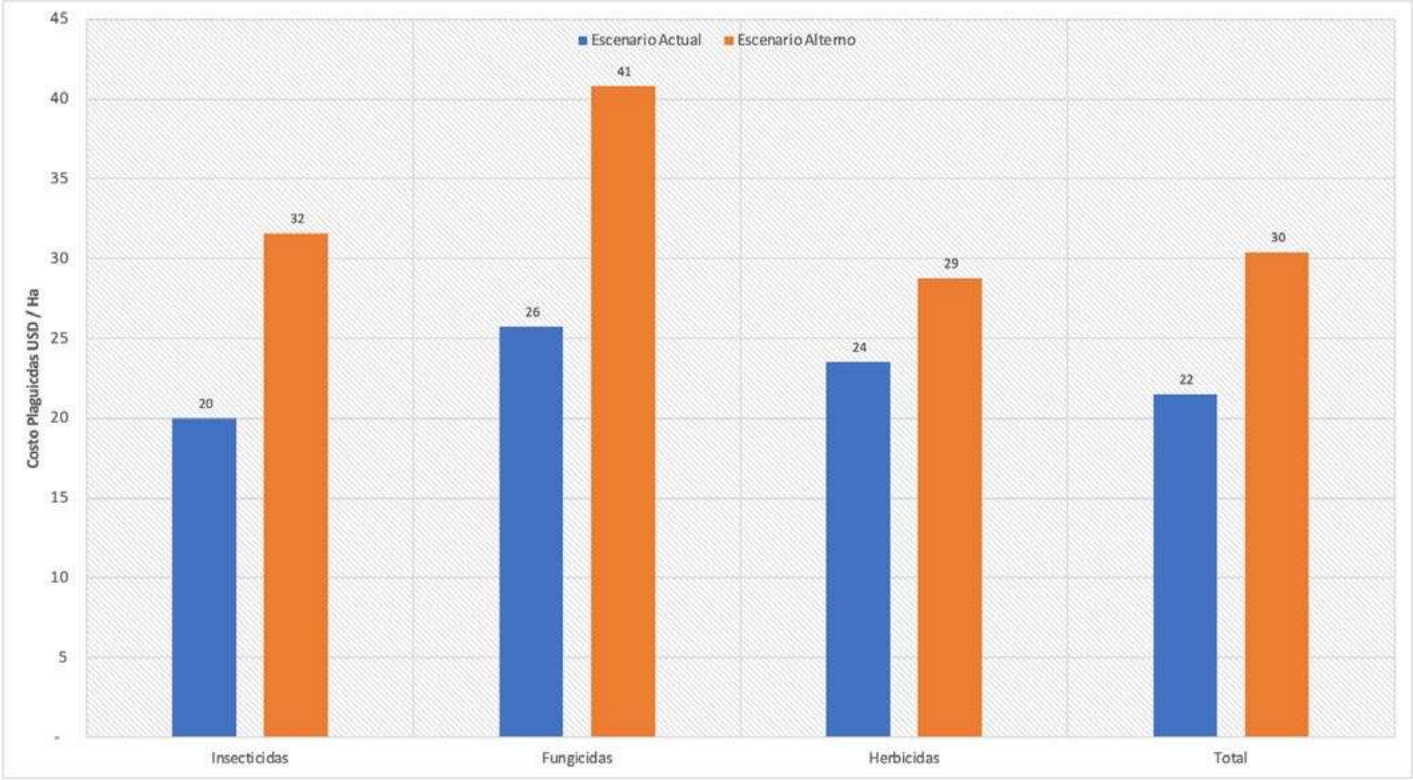


Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

El incremento de costos de protección de cultivos para maíz pudiera ser de un 41%, en tanto que el costo por hectárea podría elevarse de USD 22 a 30 dólares por hectárea. El costo más evidente lo tendrían los fungicidas con un incremento de 59 por ciento.



Ilustración 20 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Maíz, por Categoría de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)

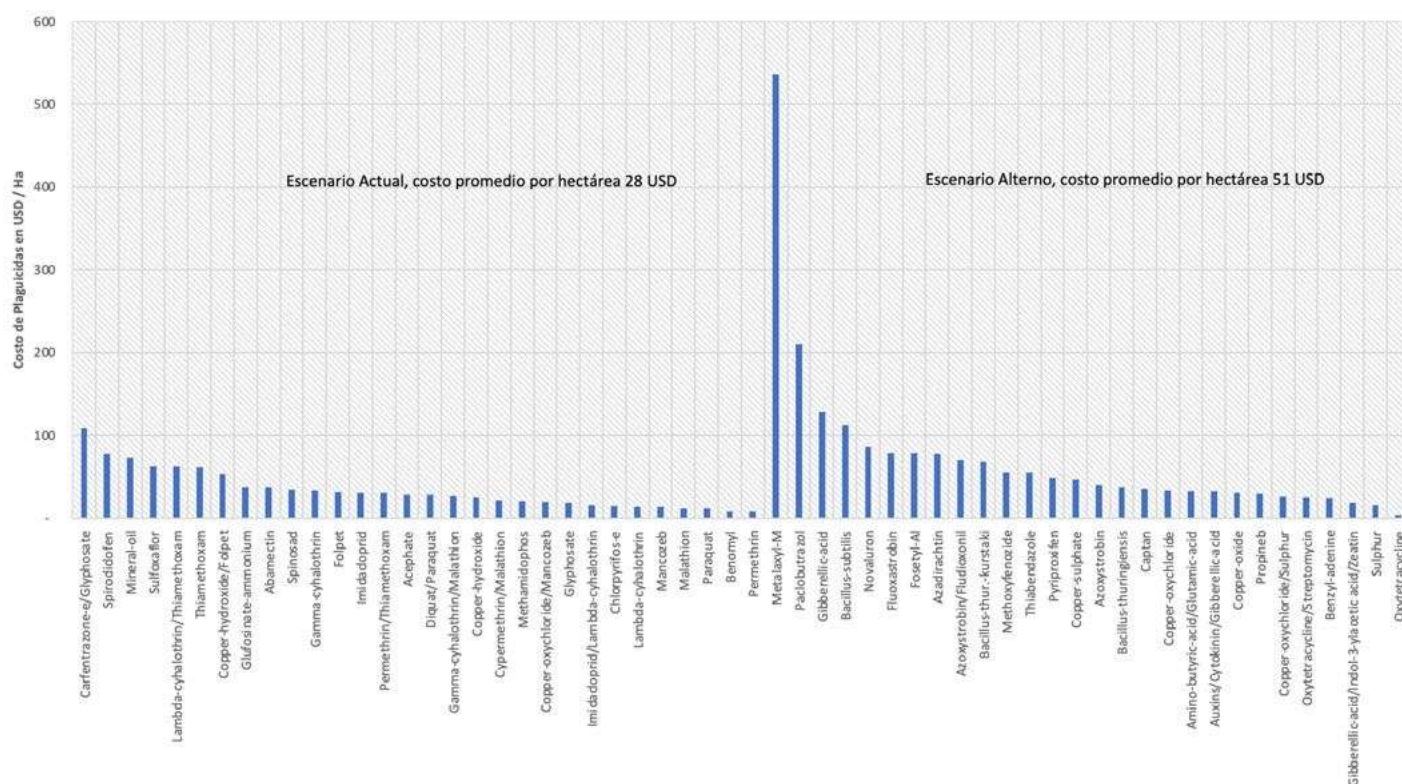


Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

AGUACATE

Otro caso representativo de las repercusiones del proceso de exclusión que se debate actualmente en México es el cultivo de aguacate.

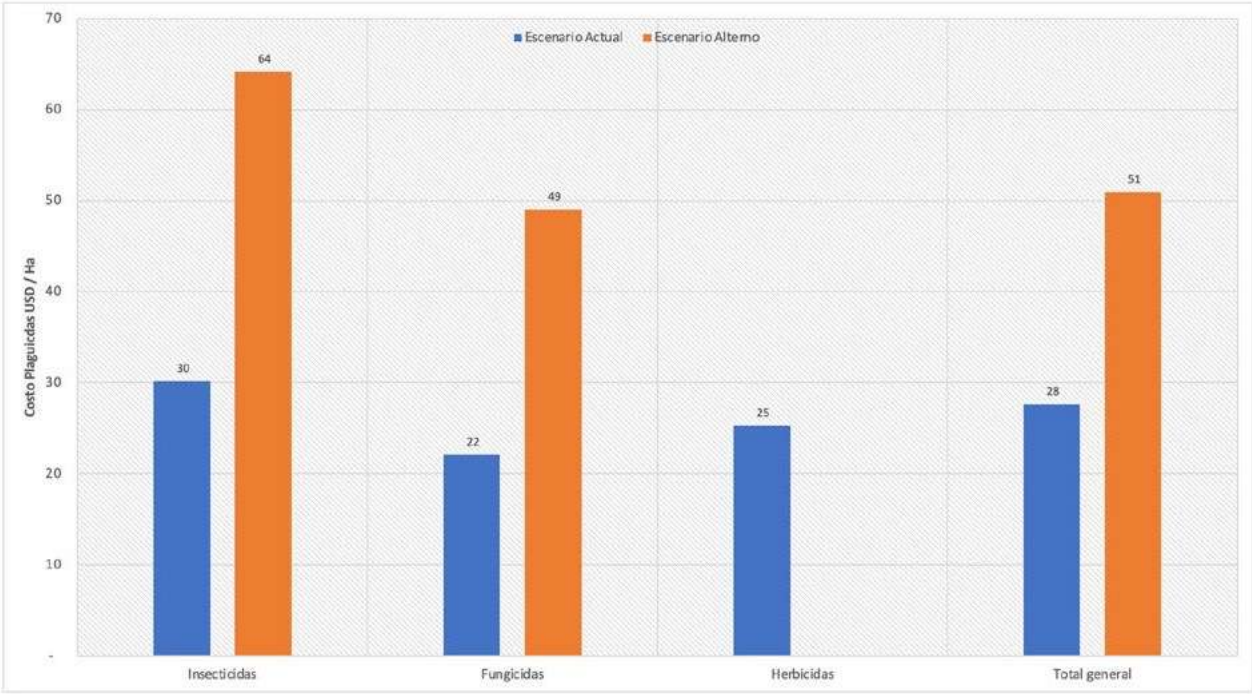
Ilustración 21 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Aguacate, según Estatus de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)



Fuente: Elaboración propia con Sigma –Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

De 183 productos disponibles actualmente en el mercado, bajo un escenario de restricciones se excluirían 119, cancelando prácticamente todos los herbicidas específicos para el aguacate. El incremento en costo sería de 84% y los fungicidas serían los que más afectarían los costos de producción con un incremento del 122%.

Ilustración 22 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Aguacate, por Categoría de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)

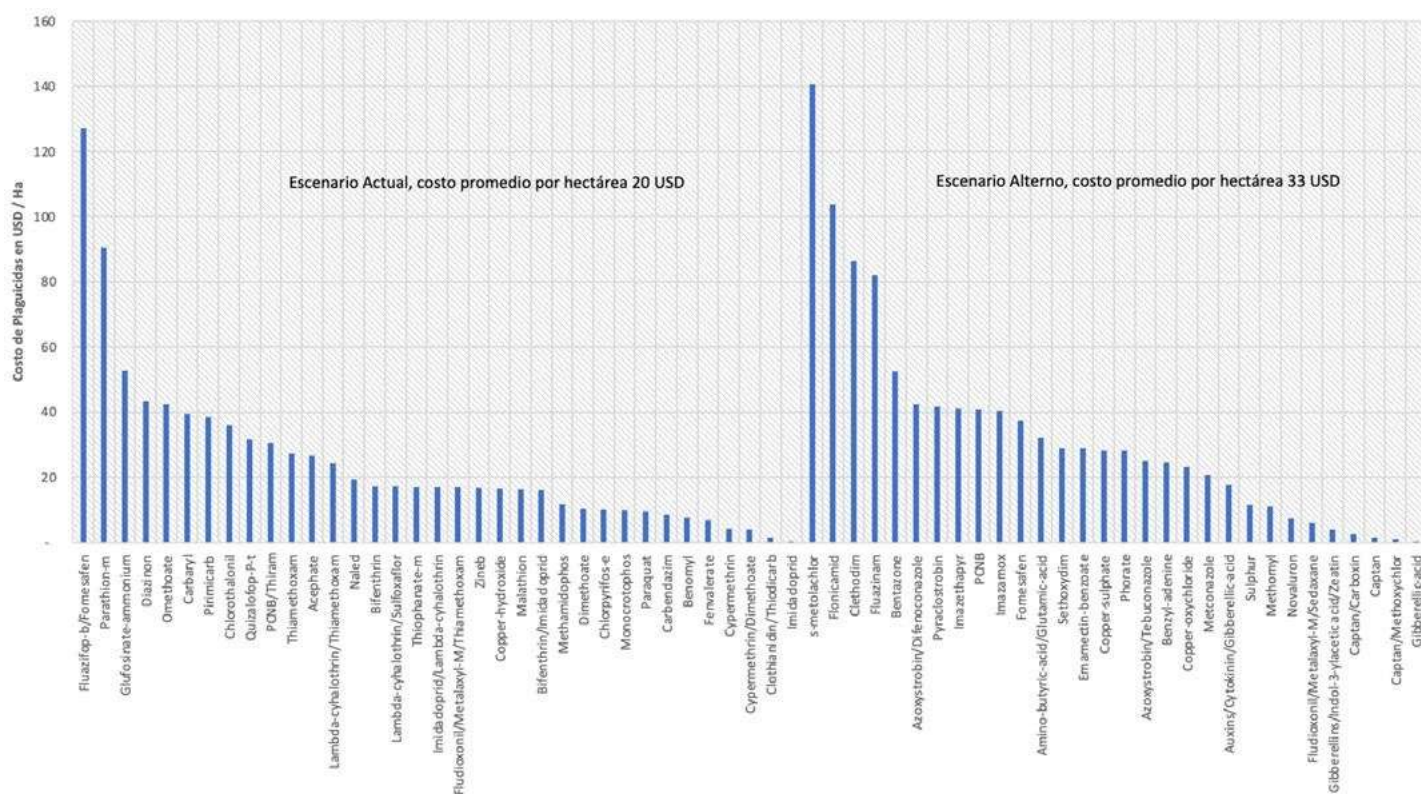


Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

FRIJOL

Otro cultivo que tendría incremento en su costo de producción para su protección es el frijol. Con la aplicación de restricciones de acceso a los IA y sus formulaciones, el costo por hectárea general pasaría de 20 a 33 dólares por hectárea.

Ilustración 23 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Frijol, según Estatus de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)

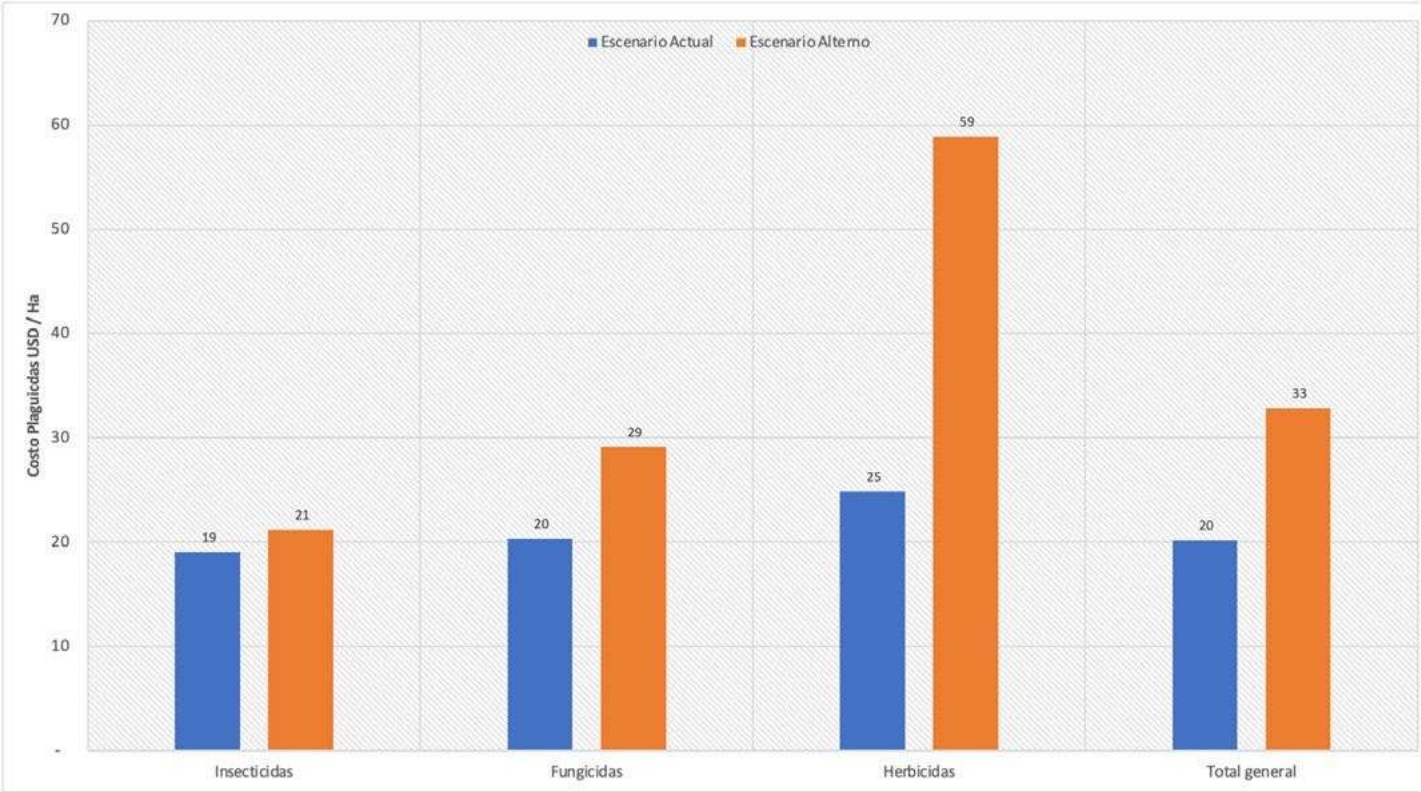


Fuente: Elaboración propia con Sigma –Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

Por categoría de productos, el incremento en costos más representativo se observaría en los herbicidas con un aumento de costo de 137%.



Ilustración 24 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Frijol, por Categoría de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)

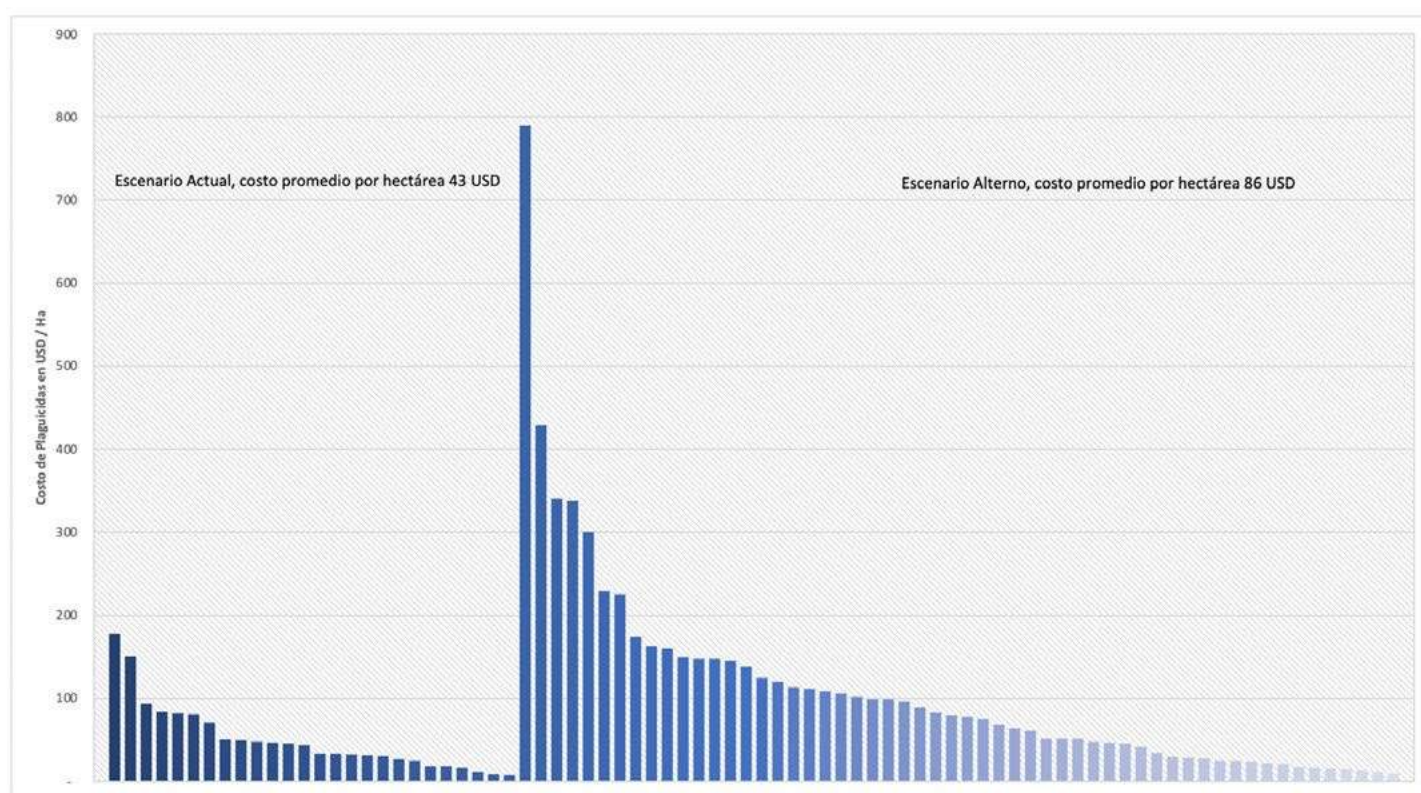


Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

BERRIES

Para la protección de berries, la restricción del acceso a productos disponibles en el mercado actual representaría un incremento del 100%.

Ilustración 25 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Berries, según Estatus de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en Dólares de EE. UU. por hectárea)

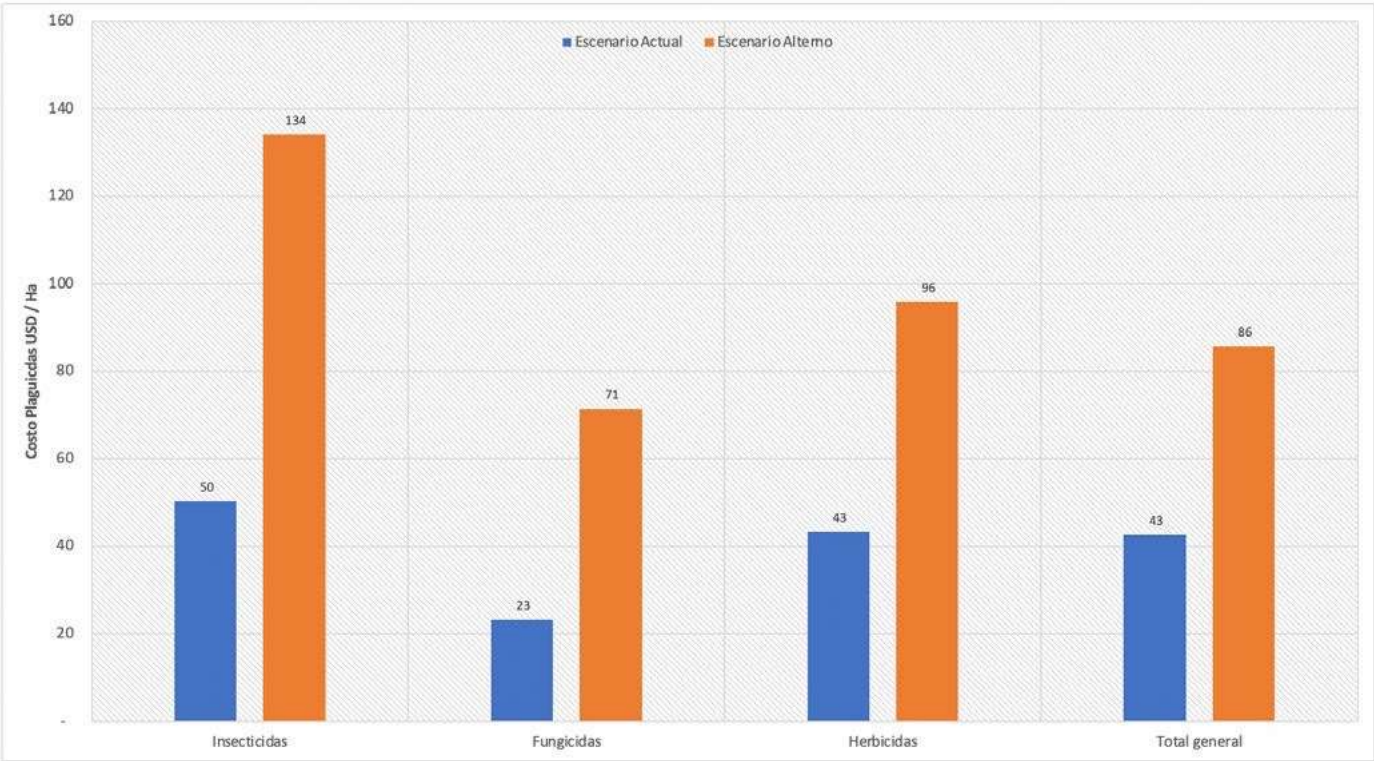


Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

Por categoría de productos, el incremento en costos más representativo se observaría en los fungicidas con un aumento de costo de 208%; los insecticidas del escenario alternativo también ejercerían presión sobre el costo al tener un incremento probable del 166% y los herbicidas de 121%.



Ilustración 26 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Berries, por Categoría de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)

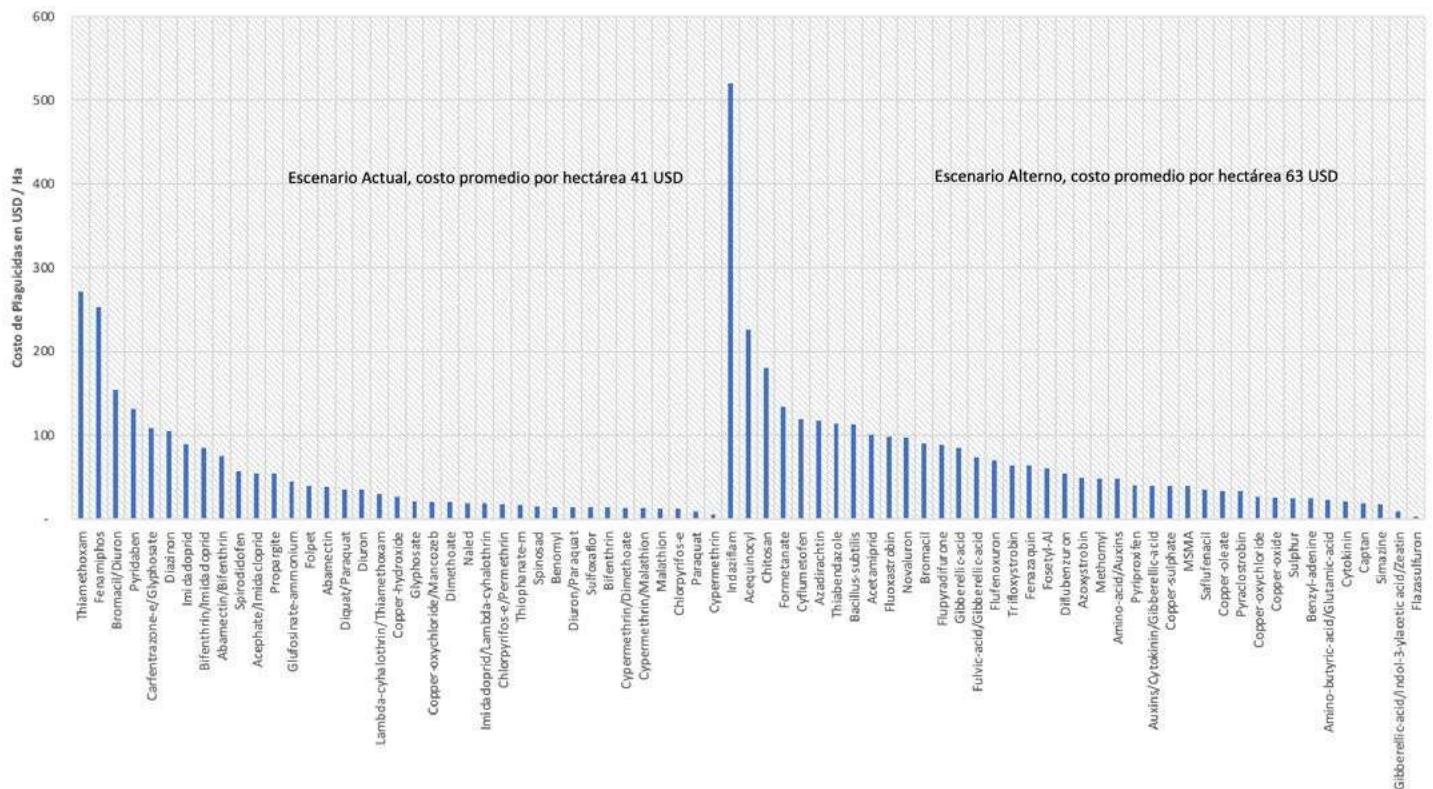


Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

CÍTRICOS

Para la protección de Cítricos, la restricción del acceso a productos disponibles en el mercado actual representaría un incremento del 52.5%.

Ilustración 27 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Cítricos, según Estatus de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en Dólares de EE. UU. por hectárea)

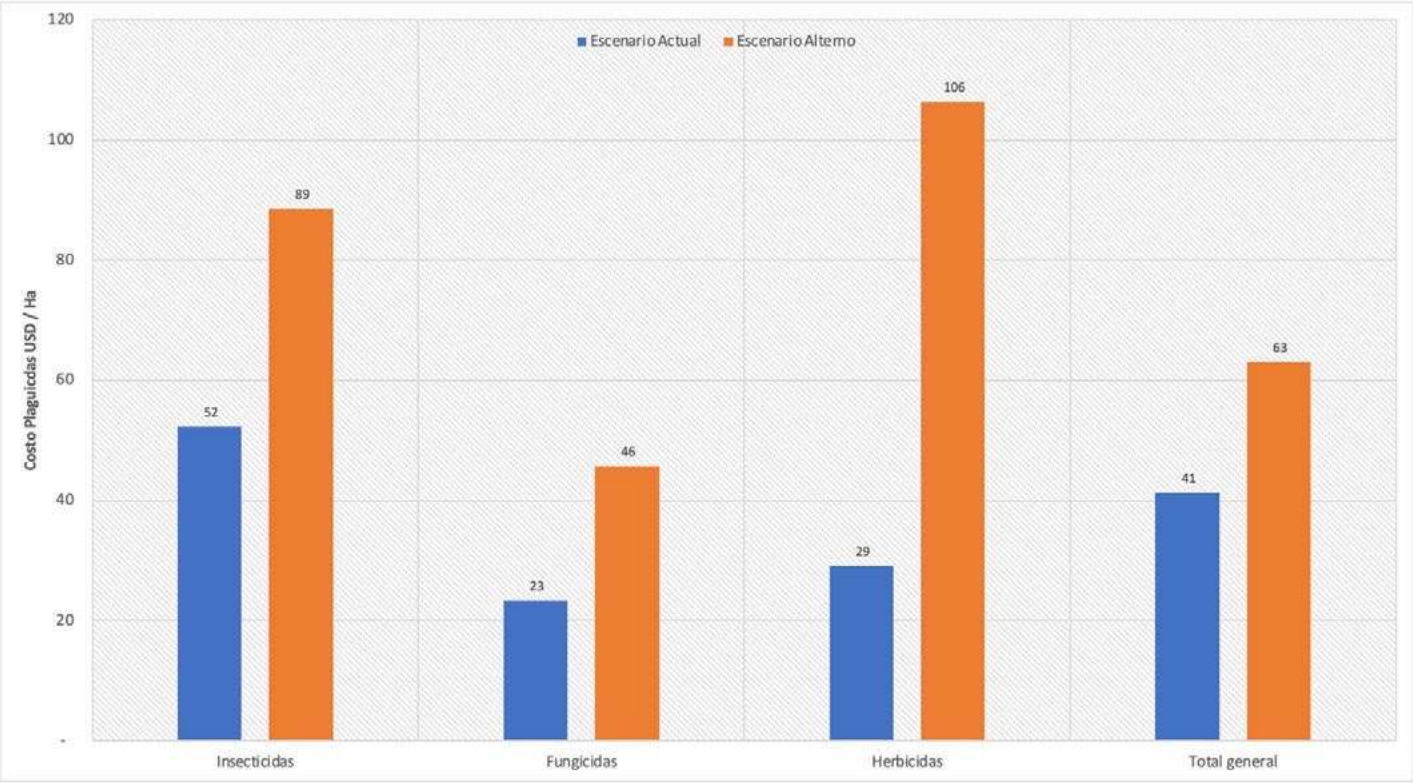


Fuente: Elaboración propia con Sigma –Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

Por categoría de productos, el incremento en costos relevante sería en herbicidas con un 265%.



Ilustración 28 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Cítricos, por Categoría de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)



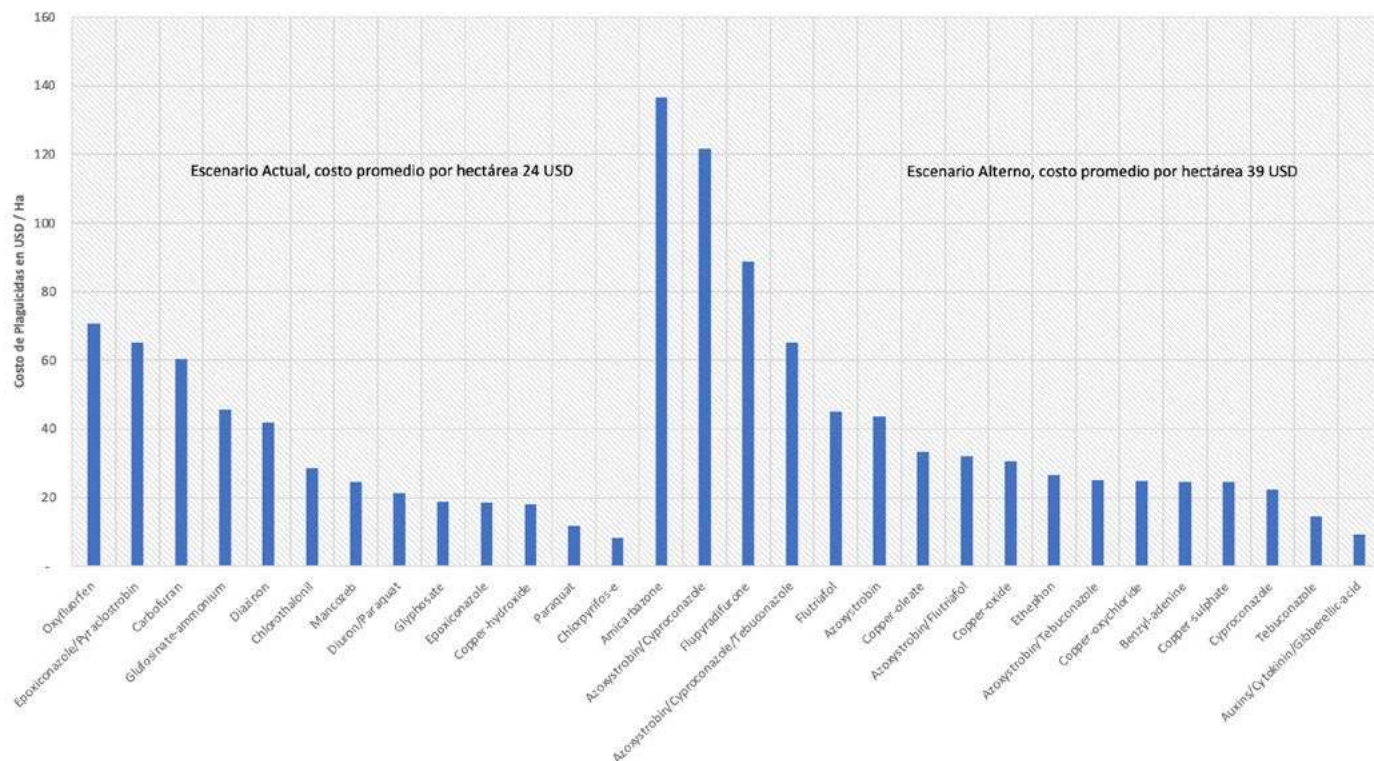
Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

A teal-colored background featuring a close-up of coffee beans. Some beans are scattered on the surface, while others are piled together in a white, shallow bowl on the right side. The word "CAFÉ" is written in a large, white, serif font on the left side of the image.

CAFÉ

Para la protección de café, la restricción del acceso a productos disponibles en el mercado actual representaría un incremento del 63.6%.

Ilustración 29 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Café, según Estatus de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)

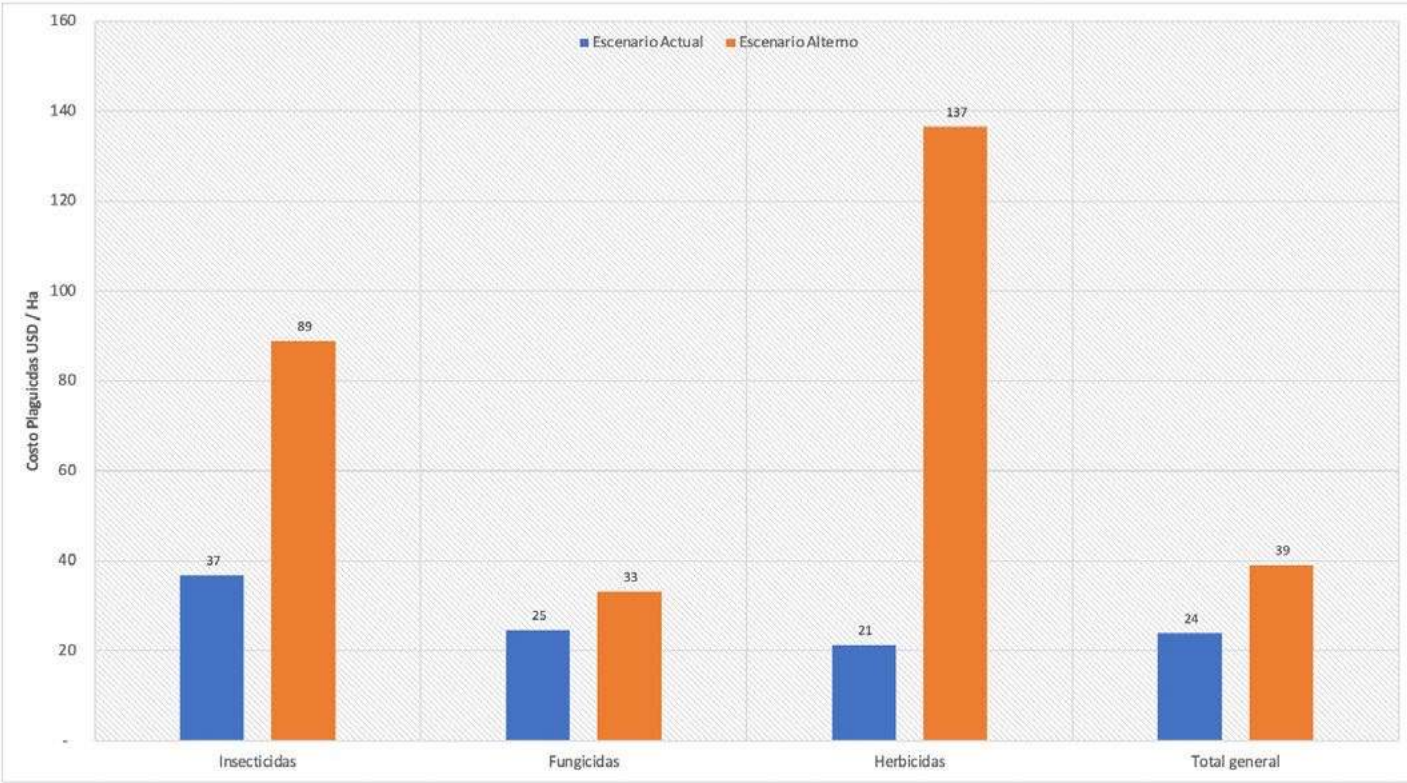


Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

Por categoría de productos, el incremento en costos más notorio sería el de los herbicidas con un aumento de 539%.



Ilustración 30 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Café, por Categoría de los Ingredientes Activos. 2021 (Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)



Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

ANÁLISIS

La previsión de un escenario de restricción de ingredientes activos y sus formulaciones, implica un incremento de costos para los agricultores. En promedio en un conjunto selecto de 15 cultivos, los costos promedio por hectárea pasarían de 33 a 52 dólares (o 58% de incremento).

Los productos de exportación y cultivos estratégicos para el mercado de consumo podrían ser los de mayor impacto.

Tabla 18 México: Costo de la aplicación de Plaguicidas en Cultivos Seleccionados, 2021
(Costo en dólares de EE. UU. por hectárea)

Cultivo	Escenario Actual	Escenario Alternativo	Incremento en Costo
<i>Semillas Oleaginosas</i>	13.3	30.2	126%
<i>Agave</i>	41.3	86.2	109%
<i>Aguacate</i>	27.6	52.6	91%
<i>Berries</i>	42.5	79.2	86%
<i>Jitomate</i>	40.2	67.0	67%
<i>Mangos</i>	22.6	35.9	59%
<i>Café</i>	23.9	37.2	56%
<i>Cítricos</i>	41.3	62.5	51%
<i>Caña de Azúcar</i>	34.1	50.1	47%
<i>Frijol</i>	19.8	28.7	45%
<i>Papa</i>	55.5	79.1	42%
<i>Maíz</i>	21.6	29.5	37%
<i>Tomate Verde</i>	53.3	72.5	36%
<i>Manzana</i>	38.9	52.4	35%
<i>Sorgo</i>	19.9	26.3	32%
Total general	33.0	52.6	57.6%

Fuente: Elaboración propia con Sigma – Kynetec. Market Insights for crop protection & seed.2022

...

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

- En las tres décadas recientes el uso de plaguicidas y la producción de alimentos tienen una relación directa, ello implica que para todo incremento de la productividad agrícola se requiere un incremento proporcional en el uso de plaguicidas.

- Existe una alta correlación entre el crecimiento del índice de la producción agrícola y el uso de plaguicidas en las economías agrícolas que representan más de la quinta parte de la cosecha mundial de alimentos.

- La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) concluye que el cambio climático aumentará el riesgo de propagación de las plagas en los ecosistemas agrícolas y forestales. Concluye que hay evidencia suficiente para afirmar que las plagas invasoras son una amenaza creciente para la seguridad alimentaria.

- En México las afectaciones a la economía agrícola en un escenario de prohibición repercutirían sobre el 4% del PIB nacional y sobre 43,000 millones de dólares o 9% del valor total de las exportaciones.

- Las implicaciones de una reducción de la productividad afectarían a 7 millones de puestos de trabajo que se generan por las actividades agrícolas, tanto directa como indirectamente (11 por ciento de la Población Económicamente Activa del País).

- La seguridad alimentaria también estaría en riesgo en tanto que, pese a que la protección de cultivos está presente, aun así en el mundo se pierde del 26% al 40% de la producción potencial de cultivos a nivel mundial a causa de las malezas, plagas y enfermedades, y -según estimaciones de la FAO- estas pérdidas se pueden duplicar sino se aplican prácticas de protección de los cultivos.

- La desprotección de cultivos por restricciones al uso de plaguicidas químicos, afectaría la productividad de los principales cultivos mexicanos. Cuatro de cada diez toneladas de maíz podrán perderse; casi la mitad de las leguminosas podría reducirse por efecto de desprotección de estos cultivos y una proporción semejante afectaría a hortalizas y frutos de alta importancia para el consumo nacional.

- El impacto sobre los precios del maíz se estima en 84%, y para el caso de hortalizas los aumentos de precios pueden ser del orden de 3 dígitos (o superiores al 100%).

- La prohibición del uso de los actuales ingredientes activos afectaría al 58% del valor de las ventas actuales.

- En un escenario de prohibición de ingredientes activos, los costos de producción bajo el concepto de aplicación de plaguicidas le repercutirán al bolsillo de los agricultores en un incremento de 58%.



FUENTES CONSULTADAS

- Chad de Guzman. The Crisis in Sri Lanka Rekindles Debate Over Organic Farming. En Time. 13 de julio de 2022. <https://time.com/6196570/sri-lanka-crisis-organic-farming/> Consulta en Noviembre de 2022.
- Consejo Nacional de Población. Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050. Migración Internacional. <http://indicadores.conapo.gob.mx/Proyecciones.html>
- Devjyot Ghoshal. Sri Lanka faces looming food crisis with stunted rice crop. En Reuters. August 16, 2022. <https://www.reuters.com/world/asia-pacific/sri-lanka-faces-looming-food-crisis-with-stunted-rice-crop-2022-08-16/> Consulta en Noviembre de 2022.
- INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales. Matriz Insumo Producto, 2019.
- International Trade Administration. Sri Lanka - Country Commercial Guide. Last published date: 2021-09-28. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/sri-lanka-agricultural-sector#:~:text=Sri%20Lanka's%20primary%20food%20crop,also%20cultivated%20in%20the%20country.> Consulta en noviembre de 2022.
- OERKE, E. (2006). Crop losses to pests. The Journal of Agricultural Science, 144(1), 31-43. doi:10.1017/S0021859605005708. <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/crop-losses-to-pests/AD61661AD6D503577B3E73F2787FE7B2>
- OIEA-FAO. Relación beneficios: costos de la utilización de plaguicidas. OIEA BOLETÍN, VOL.24, n° 3.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Gross Production Index Number (2014-2016 = 100). FAOSTAT, FAO Roma. Consulta en Octubre de 2022.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Secretaría de la CIPF. 2021. Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas. Un desafío mundial en la prevención y la mitigación de los riesgos de plagas en la agricultura, la silvicultura y los ecosistemas. Roma. <http://www.fao.org/3/cb4769es/cb4769es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. Estimaciones y División de Población de las Naciones Unidas. Tendencias Demográficas. <https://www.unfpa.org/es/tendencias-demogr%C3%A1ficas#readmore-expand>. Consulta en noviembre de 2022.
- Organización Mundial de la Salud. "The Public Health Impact of Chemicals: Knowns and Unknowns" (WHO, 2019). Actualización del addendum de 2016. Disponible en <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HEP-ECH-EHD-21.01>
- Organización Mundial de la Salud. CIE-10. <https://icd.who.int/browse10/2019/en#/X40>. Consulta Octubre de 2022.
- Organización Mundial de la Salud. Indicator Name: Poisonings. "WHO Mortality Database portal", Indicator metadata: X40, X43, X46-X49. <https://platform.who.int/mortality/resources>
- Organización Mundial de la Salud. Residuos de plaguicidas en los alimentos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food> Consultado en Octubre de 2022.
- Organización Mundial de la Salud. The public health impact of chemicals: knowns and unknowns. 23 mayo 2016. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/916484/retrieve>
- Organización Mundial de la Salud. The public health impact of chemicals: knowns and unknowns. Data addendum for 2019. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HEP-ECH-EHD-21.01>. Consulta en Octubre de 2022.
- Programa Inter-Organizaciones para el Manejo Seguro de Productos Químicos (IOMC). Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70791/WHO_HTM_NTD_WHOPEPES_2011.4_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Secretaría de Salud. Sistema de Información de la Secretaría de Salud. Defunciones por año de registro, <https://www.gob.mx/salud>
- Thibbotuwawa, Manoj. Rising Price of Rice in Sri Lanka: The Roots and Remedies. 7 oct 2021. <https://www.ips.lk/talkingeconomics/2021/10/07/rising-price-of-rice-in-sri-lanka-the-roots-and-remedies/> Consulta en noviembre de 2022.
- United Nations Environment Programme (2021). Environmental and Health Impacts of Pesticides and Fertilizers and Ways of Minimizing Them: Envisioning a Chemical-safe World. <https://www.unep.org/resources/report/environmental-and-health-impacts-pesticides-and-fertilizers-and-ways-minimizing>. Consulta en Noviembre de 2022.
- USDA. Foreign Agricultural Service. Sri Lanka: Restricting Import of Fertilizers and Agrochemicals. June 3, 2021. <https://www.fas.usda.gov/data/sri-lanka-sri-lanka-restricts-and-bans-import-fertilizers-and-agrochemicals> Consulta Noviembre de 2022.



Elaborado por Nodo de inteligencia estratégica, S.C. para Protección de Cultivos, Ciencia y Tecnología, A.C. 2023