



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**Impacto de la degradación ambiental del suelo para la actividad
agrícola en la seguridad alimentaria en México**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Maestra en Economía

PRESENTA:

Mirna Benumea Díaz

TUTOR:

Dr. Luis Gómez Oliver
Facultad de Economía, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:

Mtra. Karina Caballero Güendulain
Facultad de Economía, UNAM

Dra. María Antonieta Barrón Pérez
Facultad de Economía, UNAM

Dr. Benjamín García Páez
Facultad de Economía, UNAM

Dr. David Bonilla Vargas
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Junio de 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Por su paciencia, amor y consejos, agradezco y dedico esta tesis a mi esposo, mejor amigo, cómplice, confidente y por ser tan tú, Erick. Tu apoyo y comprensión fue sin duda un pilar más para concluir una etapa y sueño en mi vida personal y académica. Pero sobre todo agradezco que nunca me cortaste las alas, que siempre me haces ver lo bello de la vida ayudándome a ser un mejor ser humano y me das el impulso para continuar aun cuando hay tempestad y en momentos difíciles quedándote a mi lado para escucharme y echarme porras. Siempre estuviste para mí, te amo.

Hoy y siempre agradeceré a mis padres, María y Jorge, a quienes les debo la vida, les agradezco se cariño y comprensión, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos hábitos y valores, que me han ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino. A mi hermana Evelyn por su amabilidad, comprensión y solidaridad, espero pueda ser un buen ejemplo a seguir. Mi familia que siempre mostró su esfuerzo para apoyarme en mis estudios, de no ser así no hubiese sido posible.

A la UNAM y a la DEP-FE que fueron durante mi estancia académica mi segunda casa, me brindaron la comodidad de sus instalaciones y apoyo vital para llevar a cabo mi desarrollo académico. Gracias a la generosidad y confianza del CONACyT al apoyarme con una beca de tiempo completo. Sin su apoyo no hubiese sido posible lograr mi sueño de ser Maestra en Economía.

Un agradecimiento especial a mi asesor el Dr. Luis Gómez Oliver que colaboró en la desarrollo de mi tesis. Asimismo a los miembros del jurado: Mtra. Karina Caballero Güendulain, Dra. María Antonieta Barrón Pérez, 'Dr. Benjamín García Páez y Dr. David Bonilla Vargas que compartieron sus conocimientos y observaciones ayudando a la culminación de la misma.

A mis profesores y compañero Alan, gracias por su tiempo, por su apoyo y conocimiento que me transmitieron para el desarrollo de mi formación profesional.

Índice

Introducción	5
Capítulo 1 Seguridad alimentaria	11
Introducción	12
1.1 ¿Qué es la seguridad alimentaria?	12
1.1.1 Antecedentes históricos de la seguridad alimentaria	16
1.1.2 La seguridad alimentaria como un derecho reconocido mundialmente	18
1.2 Situación de la seguridad alimentaria mundial	21
1.3 Situación de la seguridad alimentaria en México	25
1.4 La seguridad alimentaria y los impactos negativos de la degradación ambiental en el uso de suelo agrícola	31
1.5 La seguridad alimentaria y los impactos negativos de la degradación ambiental en el uso de suelo agrícola: caso México	37
Bibliografía	46
Capítulo 2 Sector agrícola: uso de suelos, producción y disponibilidad	51
Introducción	52
2.1 Suelo agrícola en México	53
2.2 Frontera agrícola en México	63
2.3 Producción agrícola	67
2.3.1 Rendimientos	73
2.3.2 Índice del valor de la producción agrícola	74
2.3.3 Índice quantum	79
Bibliografía	88
Capítulo 3 La situación de la seguridad alimentaria en el sector agrícola afectada por la degradación del suelo: caso México	92
Introducción	93
3.1 Reconocimiento de la vulnerabilidad del suelo agrícola	93
3.2 Marco metodológico para la evaluación de la degradación de los suelos agrícolas y la seguridad alimentaria	97

3.3 Pronóstico de los impactos de la degradación de los suelos agrícolas en la superficie cosechada para 2030	99
3.4 Pronósticos de la producción agrícola y el consumo per cápita para lograr la seguridad alimentaria.....	103
3.5 Percepción de los suelos agrícolas y su conservación	112
3.6 Sustentabilidad: agricultura y alimentación	116
3.6.1 Agricultura sustentable	116
3.6.2 Alimentación sustentable	118
Anexos	121
Anexo 1. Observaciones en los primeros cambios estructurales de la superficie agrícola en los 17 cultivos	121
Anexo 2. Observaciones en los primeros cambios estructurales de la producción agrícola en los 17 cultivos y el consumo per cápita.....	123
Bibliografía.....	125
Capítulo 4 Conclusión y recomendaciones	128
4.1 Conclusión.....	129
4.2 Recomendaciones	134
Bibliografía.....	138

Introducción

La situación y condiciones del uso de suelo para las actividades agrícolas que sostienen la seguridad alimentaria se encuentran en proceso de agotamiento, afectando las posibilidades para el abastecimiento de alimentos en México. De continuar las mismas condiciones o niveles de explotación del suelo para la actividad agrícola, la seguridad alimentaria se verá amenazada. Considerando que hay seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 1996).

Para asegurar la seguridad alimentaria en México, se requiere de la incidencia de una serie de factores tales como: educación, ingresos, canales de distribución, cultura, hábitos y preferencias, riqueza natural de la entidad o región, entre otros. Sin embargo, para efectos del desarrollo de este trabajo, solo se pondera la relación del deterioro ambiental del suelo en los lugares de abastecimiento de alimentos, respecto a la seguridad alimentaria en México. Al conocer el origen y los factores que generan dichos cambios en el uso de suelo, que afectan la estabilidad de la producción agrícola, se podrá formular políticas públicas disminuir el impacto negativo sobre la seguridad alimentaria en México.

La preocupación e importancia de la degradación de los suelos se debe a la pérdida y deterioro de la calidad de los servicios ambientales, hablando estrictamente de la producción de alimentos. El problema de la degradación y de la pérdida de productividad de los suelos se extiende, cuando zonas forestales o de otros ecosistemas naturales se descuidan o dejan de funcionar como campos de cultivo.

Por ejemplo, la urbanización como proceso de cambio en el uso del suelo, que pasa de zona con actividad agropecuaria a zona de asentamientos humanos. Cabe mencionar también que, en México, las principales causas de la pérdida de suelo agrícola se asocian a la agricultura mecanizada, el sobrepastoreo y el desarrollo urbano e industrial.

En México, las áreas urbanas ocupan una superficie de casi 1.85 millones de hectáreas. En 2002 aproximadamente 77.4% de la superficie nacional degradada estaba asociada con actividades agrícolas y pecuarias (38.7% cada una), a la urbanización (6.1% de la superficie) y el resto sobreexplotación de la vegetación y actividades industriales. Dados los datos antes presentados, se denota la relevancia del estudio del deterioro del suelo y su impacto en la seguridad alimentaria en México (INEGI, 2013).

El objetivo de esta investigación es mostrar el panorama crítico en el futuro en la producción agrícola y a su vez en el abastecimiento para cumplir con la seguridad alimentaria en México. Debido a que la situación y condiciones del uso de suelo para la actividad agrícola que sostienen la seguridad alimentaria están agotando las condiciones para el abastecimiento de alimentos en México. Para efectos de este trabajo la problemática del impacto de la degradación a los suelos agrícolas en la seguridad alimentaria en la población mexicana se aborda de la siguiente manera. La degradación del suelo es una amenaza creciente causada por usos insostenibles de la tierra y prácticas de gestión, así como fenómenos climáticos extremos, resultantes de los factores sociales, económicos y políticos prevalecientes en el sistema económico mundial. La degradación del suelo, manifestada principalmente en forma de erosión del suelo, es considerada una de las causas fundamentales de estancamiento o declinación de la productividad agrícola. Esta pérdida de

rendimiento debido a la erosión podría ser equivalente a la eliminación de 150 millones de hectáreas de producción de cultivos, la relación erosión del suelo productividad sugiere que una pérdida media mundial de 0,3% del rendimiento anual de los cultivos (FAO, 2016: 10), que son utilizados para la actividad agrícola que debe satisfacer la demanda de fibra, combustible y alimentos.

Dentro de los factores que afectan la conservación de los suelos se encuentra el crecimiento poblacional, en territorios urbanos y su periferia la demanda del sector inmobiliario aumenta, lo que afecta áreas de interés común que concentran a los recursos naturales, como lo son el suelo agrícola y el suelo natural o de conservación, los cuales son destinados al uso urbano. Aunque el aumento en el suministro de alimento provendrá de mayores rendimientos en las actuales tierras agrícolas, la disminución de las áreas para el sector agrícola y al mismo tiempo el aumento poblacional lo largo de las siguientes décadas demandará tierras adicionales para satisfacer la demanda de alimentos de la población que crecerá en las siguientes décadas.

El cambio climático es una amenaza cada vez mayor. Se espera que para el 2100 la temperatura global aumente de 3°C a 5°C (IPCC, 2014). El cambio climático tiene una relación directa con la degradación del suelo, el informe Evaluación de la Degradación y Restauración del Suelo (LDRA, por su nombre en inglés) menciona que gran parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas no se pueden lograr a menos que se aborde simultáneamente la degradación del suelo y el cambio climático.

Para el caso de México, los gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático, representa el 90% de las emisiones contaminantes. El informe de la SEMARNAT, Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en

la República Mexicana, señala que entre otros factores que afectan la degradación del suelo se encuentran las corrientes de viento o degradación eólica, la erosión eólica (9.5%) y erosión hídrica (11.9%); lo que reduce el suelo para uso productivo de alimentos; asimismo, hay un alto porcentaje de degradación química, de 17.8% (SEMARNAT, 2018). El mismo informe concluyó que solamente 55.1% de los suelos no presenta degradación aparente.

La urbanización como proceso de cambio en el uso del suelo y las actividades agropecuarias (agricultura mecanizada y el sobrepastoreo), son las principales causas que agravan el proceso irreversible de la degradación del suelo que generan un desequilibrio en los nutrientes a través de adiciones de químicos y fertilizantes así como el sellamiento del suelo es la cobertura permanente de un área de la tierra y su suelo por materiales como asfalto y concreto.

Bajo las premisas establecidas arriba, los resultados de la investigación se presentan en el siguiente orden y objetivos a desarrollar, analizar la situación de la seguridad alimentaria; enfoque que dará el preámbulo para relacionar la seguridad alimentaria con la degradación de los suelos y la economía. El derecho a una alimentación adecuada no solo comprende los aspectos cuantitativos. Además, los alimentos deben cumplir aspectos cualitativos de nutrición y de aceptabilidad cultural. El derecho a la alimentación está ligado al resto de los derechos humanos. Tanto el estado como los individuos actúan de formas particulares: por un lado, los estados tienen obligaciones y deben rendir cuentas de sus actos, mientras que los individuos son titulares de derechos. Cabe resaltar que los principios de no discriminación, participación y estado de derecho forman parte integrante del derecho a la alimentación.

Plantear y conocer los tipos de suelo que son útiles para el sector agrícola e identificar la superficie de México con la cual cuenta para uso agrícola, así como saber la proporción de cultivos de riego y temporal. Como parte esencial del desarrollo de la investigación se identifican los factores que afectan la calidad de los suelos para uso agrícola en territorio nacional, lo que es fundamental para comprender el fenómeno que provoca la pérdida del suelo agrícola y las afectaciones que esto conlleva sobre la seguridad alimentaria del país.

Una vez identificados los suelos exclusivos para uso agrícola, del total de los cultivos producidos en México se tomarán los cultivos con mayor producción y se considerará únicamente la proporción de 80% de superficie cosechada de 2018. Considerando el criterio antes comentado, se seleccionarán los 17 cultivos que aportan el 80% de superficie cosechada en México. Es primordial conocer la distribución de la producción de dichos cultivos, es decir, las proporciones por modalidad de cultivo (riego o temporal); además, de igual manera se analizarán los rendimientos físicos por hectárea.

Analizar la disponibilidad de alimentos del sector agrícola desde el enfoque de la producción y el uso de suelo agrícola ayudará a comprender el comportamiento de la seguridad alimentaria en el país. En este último apartado se analizará la evaluación desde el enfoque del abastecimiento de los alimentos en México, con la finalidad de estudiar el patrón de consumo de los productos agropecuarios alimenticios y sus canales de distribución. Se explica cómo algunos fenómenos que son provocados por el deterioro del medio ambiente, como el cambio climático, generan afectos negativos en el uso de suelo agrícola, siendo un efecto cadena para la agricultura y la seguridad alimentaria, por los efectos biológicos en el rendimiento de los cultivos que inducen a los cambios en la producción, modificando sus cultivos, uso de

insumos, nivel de producción, demanda de alimentos, consumo de alimentos y comercio.

Evaluar las condiciones y los factores que vulneran al suelo agrícola con el propósito de comprender la relación que existe en la producción de los 17 cultivos, seleccionados en este estudio, con respecto a la seguridad alimentaria de la población mexicana. Las condiciones en que se encuentran los suelos agrícolas inciden en la productividad de los 17 cultivos y se argumentará cómo afecta a la seguridad alimentaria la degradación del suelo agrícola por causas de factores naturales y antropogénicos: inapropiados sistemas de producción, deforestación, sobrepastoreo, densidad poblacional y cambio climático. Mientras que la formación de los suelos tarda miles de años, su degradación puede ocurrir en muy corto tiempo y muchas veces de manera irreversible. Se analizará la degradación ambiental en el uso de suelo agrícola, relacionado a la producción agrícola, así como su impacto, a corto y mediano plazo, sobre la seguridad alimentaria de la población mexicana. Finalmente, a partir del análisis empírico formular las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la tesis.

Capítulo 1 Seguridad alimentaria

*“La economía como esencia de la vida es una enfermedad mortal,
por que un crecimiento infinito no armoniza con un mundo finito.”*

Erich Fromm

Introducción

El siguiente capítulo describe y conceptualiza la seguridad alimentaria, enfoque que dará el preámbulo para relacionar la seguridad alimentaria con la degradación de los suelos y la economía a lo largo de la tesis; en relación a la población en el país. El derecho a una alimentación adecuada no solo comprende los aspectos cuantitativos, además los alimentos deben de componer aspectos cualitativos y de aceptabilidad cultural. El derecho a la alimentación está ligado al resto de los derechos humanos, tanto el estado como el individuo actúan de formas diferentes, por un lado los estados tienen obligaciones y deben rendir cuentas de sus actos, mientras que el individuo es titular de derechos; cabe resaltar que los principios de no discriminación, participación y estado de derecho forman parte integrante del derecho a la alimentación.

Finalmente, se explica cómo algunos fenómenos que son provocados por el deterioro del medio ambiente, como el cambio climático, generan afectos negativos en el uso de suelo agrícola, siendo un efecto cadena para la agricultura y la seguridad alimentaria, por los efectos biológicos en el rendimiento de los cultivos que inducen a los cambios en la producción, modificando sus cultivos, uso de insumos, nivel de producción, demanda de alimentos, consumo de alimentos y comercio.

1.1 ¿Qué es la seguridad alimentaria?

En 1974 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) condujo el proceso de realizar los informes de la situación alimentaria mundial. En dichos informes, el concepto de seguridad alimentaria era considerado como la producción y disponibilidad de alimentos a nivel mundial. Para la década de los ochenta se enfatizó, además de la producción y la disponibilidad, de manera muy destacada, el tema del acceso tanto económico como físico a los alimentos

producidos disponibles; el acceso fue parte integrante de la construcción del concepto de seguridad alimentaria. Finalmente, en la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, organizada y conducida asimismo por la FAO (1996) se dictaminó que,

“La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana.”

Dicho concepto es el más aceptado a nivel mundial, y por ende en nuestro país se toma como referencia en los organismos dedicados a estudiar el fenómeno. Sin embargo, en el siguiente apartado se discutirá el proceso histórico por el que paso el concepto a lo que hoy la mayoría de los autores reconoce, pues la importancia de la seguridad alimentaria se proclamó desde 1948 en la Declaración Universal de Derechos Humanos.

Del concepto de seguridad alimentaria se destacan cuatro componentes:

- Disponibilidad alimentaria, producción y oferta de alimentos con los que se cuentan para satisfacer la demanda alimentaria de la población.
- Acceso económico y físico de los alimentos, el intercambio de los alimentos, ya sea por medio del comercio, trueque, etc; depende de las condiciones en las que se encuentre la población, es decir, el acceso está condicionado a su restricción presupuestaria.
- Utilización de los alimentos, forma en la que un individuo procesa los nutrientes y se refleja en el estado de salud.

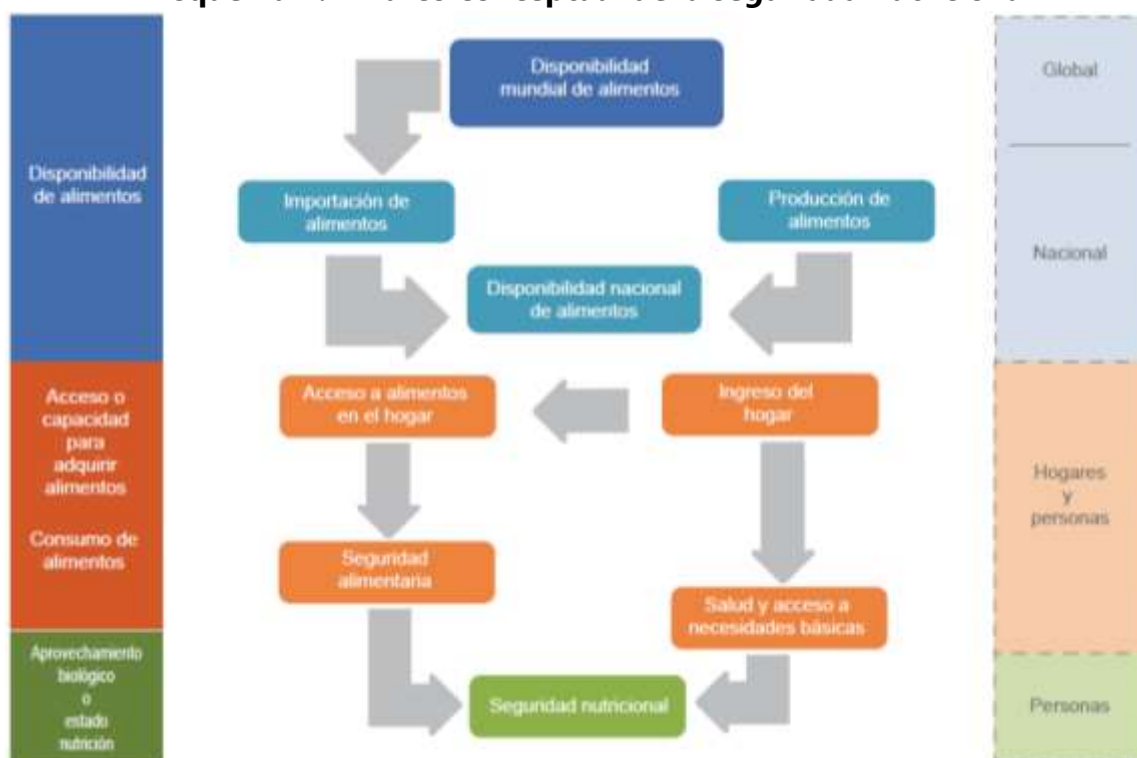
- Estabilidad alimentaria, busca mantener en equilibrio los tres apartados anteriores; disponibilidad, acceso y utilización. Ello, para mantener un equilibrio y la seguridad alimentaria en la población.

Con lo anterior, se entiende que la producción solo es una forma de mantener la seguridad alimentaria, la FAO se ha dado, a través de los años, a la tarea de explicar aquellos factores que determinan la seguridad alimentaria a nivel mundial, pero principalmente a los países más vulnerables. Para efectos de este trabajo, se dará mayor atención en la degradación ambiental, factores que provocan que no se alcance la seguridad alimentaria mundialmente. Dicho fenómeno va más allá que únicamente el comportamiento del ingreso o gasto, reflejo de las economías más atrasadas explicadas por altos niveles de pobreza de su población, es decir, los cambios en los patrones de alimentación y los cambios en temas ambientales que afectan negativamente la reproducción natural de la agricultura y la ganadería, que son parte fundamental de mantener la seguridad alimentaria. Actualmente la preocupación por mantener la seguridad alimentaria no solo atenta contra los países tercermundistas; en los países desarrollados también comienza a ser una preocupación palpable. Por ejemplo, los eventos climáticos extremos, el deterioro del suelo o la pérdida de biodiversidad, entre otros, han afectado negativamente las actividades productivas en favor del sector alimentario. Tan solo entre 2006 y 2016, 23% de los daños y pérdidas causados por los desastres de mediana y alta intensidad en países de desarrollo afectaron al sector agrícola, y el 80% de los daños y pérdidas relacionados a eventos de sequía se concentraron en este sector (FAO, 2017).

Las características poblacionales, económicas y políticas cambian de nación en nación; a nivel nacional también existen organismos que se encargan de evaluar la situación alimentaria del país de acuerdo con la concepción del marco de seguridad

alimentaria; un ejemplo de ello es el siguiente esquema que muestra la situación de riesgo de seguridad alimentaria de un país, además de los indicadores de disponibilidad de alimentos y desnutrición, también se usan indicadores de crecimiento económico, pobreza y salud, entre otros. Los indicadores tienen el principal objetivo de medir las dimensiones de la disponibilidad de alimentos, es por ello que se consideran la oferta de alimentos (reservas iniciales más producción nacional más importaciones menos exportaciones), el acceso físico a alimentos inocuos y nutritivos que requiere como condición necesaria el acceso económico, el consumo de alimentos que significa la frecuencia de consumo por grupos de alimentos y finalmente el aprovechamiento biológico que depende de acceso a agua potable y de las condiciones del lugar, forma de preparación, consumo y almacenaje de los alimentos (CONEVAL, 2010)

Esquema 1.1 Marco conceptual de la seguridad nutricional



Fuente: Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto, CONEVAL (2010).

Las dimensiones acuñadas por la FAO son aplicables en su total para México, pero se hace principal énfasis en la situación económica en la que se encuentran los habitantes a nivel nacional. El acceso a los alimentos se encuentra condicionado por los ingresos y los precios; para el último caso la escasez de los alimentos provoca alza en los precios, lo que genera problemas de acceso a la población que cuentan con una estrecha restricción presupuestaria.

Dentro del análisis conceptual de la seguridad alimentaria en nuestro país, se debe dar mayor importancia a los impactos del deterioro ambiental y los cambios en los patrones alimentarios, con el objetivo de mantener un mejor equilibrio y mitigar los factores que no estén a favor de dar cumplimiento al objetivo de mejorar la seguridad alimentaria en México.

1.1.1 Antecedentes históricos de la seguridad alimentaria

Los desastres naturales que en diferentes épocas y lugares han afectado las condiciones de seguridad alimentaria de la población, por ejemplo el terremoto en Irán o el tifón en Tailandia, que dieron por resultado hambrunas registradas en esos países en la década de los sesenta, provocaron inestabilidad social, política y económica. Sin embargo, el Programa Mundial de Alimentos (1962) ya se había creado y fue de gran ayuda para hacer frente a los problemas alimentarios que existían, aliviando las tensiones económicas, políticas y sociales.

El concepto de seguridad alimentaria se planteó a partir de la crisis alimentaria de 1972-1974, en donde se presentó una reducción crítica en la producción de granos básicos por lo que no se pudo satisfacer la demanda de dichos granos lo que, a su vez, provocó aumento en los precios. Por lo tanto, la Conferencia Mundial sobre la Alimentación, celebrada en 1974, tenía como principal función resolver el problema de producción, distribución y venta de los alimentos.

El movimiento de la Revolución Verde¹ volvió a recobrar importancia después de la segunda mundial las consecuencias al existir escasez de alimentos ya se habían presentado después de la segunda guerra mundial, donde una serie de innovaciones en la genética de los alimentos entre otros factores, eran consideradas para hacer más eficiente la producción de granos, y con ello mitigar la crisis alimentaria de aquellos años.

Durante la hambruna en países como Etiopía (1984) y Sudán (1989), instituciones como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) apoyaron enviando toneladas de alimentos por medio de aeronaves con el objetivo mejorar las condiciones alimentarias en esos países de África. El Protocolo de Kioto (1997) consideró el impacto del cambio climático provocado por las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), como un factor que pone en vulnerabilidad la seguridad alimentaria de las naciones menos desarrollada, con ello el Programa Mundial de Alimentos² (PMA) que tiene el objetivo de hambre cero.

En 2000 los Objetivos de Desarrollo del Milenio retomaron algunos puntos del Protocolo de Kioto y agregaron algunos más: reducir la pobreza, el hambre, las enfermedades, el analfabetismo, la degradación del medioambiente y la

¹ El progreso tecnológico de la agricultura moderna se basa en la experiencia adquirida en el curso de casi 150 años de actividad científica. La revolución verde en el trigo, el arroz y el maíz forma parte integrante de este proceso. Tiene su fundamento en la capacidad tecnológica, basada en principios científicos que condujo al desarrollo de nuevas variedades de semillas más productivas y resistentes, así como en acciones para modificar el medio ambiente de manera que se creen condiciones para la agricultura y la ganadería más idóneas que las que ofrece la propia naturaleza (por ejemplo, si el clima es seco, se emplea el riego; si la fertilidad del suelo es baja, se aplican fertilizantes; si las plagas y malas hierbas invaden los cultivos, se pulverizan controladores; si las enfermedades amenazan al ganado, se administran vacunas y medicamentos, o, si se necesita más energía para roturar la tierra, se recurre a la mecanización y al uso de combustibles fósiles). (FAO, 1996)

² El Programa Mundial de Alimentos (WFP) es gobernado por la Junta Ejecutiva del WFP, la cual forman 36 estados miembros y ofrece apoyo, dirección y supervisión intergubernamental a las actividades del WFP. Con la asistencia a 86.7 millones de personas en 83 de países todos los años, el Programa Mundial de Alimentos (WFP) es la organización humanitaria líder en la lucha contra el hambre en el mundo, brindando asistencia alimentaria en emergencias y trabajando con las comunidades para mejorar la nutrición y crear resiliencia. FUENTE:

discriminación contra la mujer, asuntos que reconocidamente cobran mayor pertinencia en relación con las personas más pobres y marginadas del mundo (OPS, 2017: 5). El objetivo para erradicar el hambre es el número uno, la implementación de políticas para combatir la pobreza logrará que se reduzca el hambre en la población, principalmente en los países en desarrollo. Dentro de los temas que toca el objetivo se encuentran los cambios en el consumo de alimentos que la población de los países de América deben realizar, no solo se trata de cantidad sino también de calidad.

EL PMA en 2010 prestó nuevamente su asistencia alimentaria a Haití por el terremoto que los sacudió. El desarrollo de innovación tecnológica en la comunicación y distribución de la ayuda alimentaria, no solo la política-económica, han sido otro de los ejes que han prestado atención para evitar la hambruna en los países más vulnerables alrededor del mundo.

1.1.2 La seguridad alimentaria como un derecho reconocido mundialmente

La situación alimentaria por la que ha pasado la población alrededor del mundo generó que instituciones internacionales replantearan las políticas en los países más vulnerables en el tema alimentario, considerando como eje que el acceso a los alimentos es un derecho universal. A continuación, se analiza el marco jurídico internacional y nacional.

Esquema 1.2 Marco jurídico internacional y nacional

Consenso internacional	
Cumbre mundial sobre la alimentación	Establece las bases de diversas trayectorias hacia un objetivo común: la seguridad alimentaria a nivel individual, familiar, nacional, regional y mundial. Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento

	<p>acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana.</p>
<p>Declaración Universal de los Derechos del Hombre</p>	<p>ARTÍCULO 25. <i>1. Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios (...)</i></p>
<p>Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales</p>	<p>ARTÍCULO 11. <i>1. Los Estados Partes en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda adecuados, y a una mejora continua de las condiciones de existencia. Los Estados Partes tomarán medidas apropiadas para asegurar la efectividad de este derecho, reconociendo a este efecto la importancia esencial de la cooperación internacional fundada en el libre consentimiento.</i></p> <p><i>2. Los Estados Partes en el presente Pacto, reconociendo el derecho fundamental de toda persona a estar protegida contra el hambre, adoptarán, individualmente y mediante la cooperación internacional, las medidas, incluidos los programas concretos, que se necesiten para:</i></p> <p><i>a) mejorar los métodos de producción, conservación y distribución de alimentos mediante la plena utilización de los conocimientos técnicos y científicos, la divulgación de principios sobre nutrición y el perfeccionamiento o la reforma de los regímenes agrarios de modo que se logren la explotación y</i></p>

	<p><i>la utilización más eficaces de las riquezas naturales;</i></p> <p><i>b) asegurar una distribución equitativa de los alimentos mundiales en relación con las necesidades, teniendo en cuenta los problemas que se plantean tanto a los países que importan productos alimenticios como a los que los exportan.</i></p>
Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con la salud en la Región de las Américas	<p><i>ODM 1: Erradicar la pobreza extrema y el hambre.</i></p> <p><i>Meta 1.C: Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, la proporción de personas que padecen hambre.</i></p>
Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible	<p><i>Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible</i></p> <p><i>Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.</i></p> <p><i>Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.</i></p>
Consenso nacional	
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	<p><i>ARTÍCULO 4. (...) Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. El Estado lo garantizará. (...)Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los</i></p>

*municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.
(...)*

1.2 Situación de la seguridad alimentaria mundial

Según el informe de la FAO El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020, estima que en 2019 cerca de 687.8 millones de personas padecen hambre, es decir, el 8.9% de la población mundial, tendencia que se ha presentado desde el 2014, a la fecha han aumentado cerca de 60 millones de personas.

La distribución de las personas alrededor del mundo subalimentadas se encuentra en Asia con 381 millones, más de 250 millones viven en África, en América Latina y el Caribe 47 millones, mientras que el resto se encuentra alrededor del mundo. La tendencia de las personas subalimentadas es creciente, o eso indica las estimaciones de la FAO para 2030 como se muestra en el siguiente cuadro, se espera que para esos años aumente a 840 millones de personas, es decir, el 9.8% de la población mundial (FAO, 2020).

Cuadro 1.1 Número de personas subalimentadas (millones)

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019*	2030**
MUNDO	825,6	668,2	653,3	657,6	653,2	678,1	687,8	841,4
ÁFRICA	192,6	196,1	216,9	224,9	231,7	236,8	250,3	433,2
África septentrional	18,3	17,8	13,8	14,4	15,5	15,0	15,6	21,4
África subsahariana	174,3	178,3	203,0	210,5	216,3	221,8	234,7	411,8
África oriental	95,0	98,1	104,9	108,4	110,4	112,9	117,9	191,6
África central	39,7	40,0	43,5	45,8	47,2	49,1	51,9	90,5
África meridional	2,7	3,2	4,4	5,1	4,5	5,2	5,6	11,0
África occidental	36,9	37,0	50,3	51,2	54,2	54,7	59,4	118,8
ASIA	574,7	423,8	388,8	381,7	369,7	385,3	381,1	329,2
Asia central	6,5	4,8	2,1	2,1	2,2	2,1	2,0	n.n.
Asia oriental	118,6	60,6	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Asia sudoriental	97,4	70,1	66,7	63,9	63,4	64,2	64,7	63,0
Asia meridional	328,0	264,0	263,1	256,2	245,7	261,0	257,3	203,6
Asia occidental	24,3	24,2	27,6	29,2	29,5	30,4	30,8	42,1
Asia occidental y África septentrional	42,6	42,0	41,4	43,6	45,0	45,4	46,4	63,5
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	48,6	39,6	38,8	42,4	43,5	46,6	47,7	66,9
Caribe	8,4	7,2	7,4	7,3	7,1	7,3	7,2	6,6
América Latina	40,1	32,4	31,4	35,1	36,3	39,3	40,5	60,3
América central	11,8	12,4	13,4	14,7	14,4	14,7	16,6	24,5
América del Sur	28,4	20,0	18,0	20,4	21,9	24,6	24,0	35,7
OCEANÍA	1,9	2,0	2,2	2,4	2,4	2,4	2,4	3,4
AMÉRICA SEPTENTRIONAL Y EUROPA	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

■ En vías de cumplimiento
■ Sin perspectivas de cumplimiento - algunos progresos
■ Sin perspectivas de cumplimiento - sin progresos o empeorando

Notas: * Valores previstos. ** Las previsiones para 2030 no reflejan las posibles repercusiones de la pandemia de la COVID-19, n.n. = no notificado, ya que la prevalencia es inferior al 2,5%. Los totales regionales pueden ser distintos de la suma de las subregiones debido al redondeo. La composición por países de cada agregado regional o subregional puede verse en las Notas sobre las regiones geográficas de los cuadros estadísticos en la contraportada.

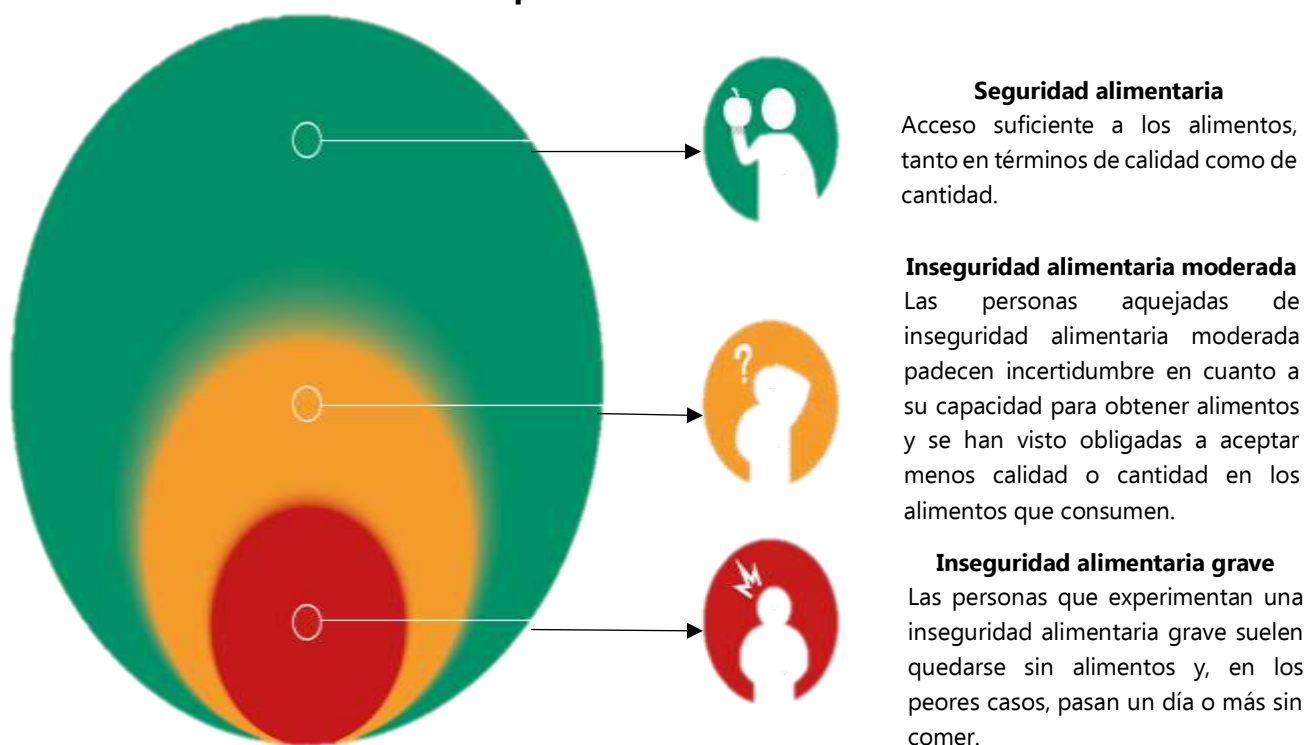
Fuente: FAO, 2020.

Es importante recalcar que la tendencia en aumento de las personas subalimentadas en el mundo, perjudican a todas las dimensiones de la seguridad alimentaria, es decir, desde la capacidad de acceder a alimentos hasta la disponibilidad de suministros y medios de vida, sin olvidar a las cadenas de producción que garantizan la distribución de alimentos. Un escenario en donde la inestabilidad se prolonga puede destruir la resiliencia o el buen funcionamiento de los sistemas alimentarios; todo ello atribuido a las a una situación económica difícil, inestabilidad política,

pobreza generalizada y altos niveles de subalimentación. El tema se complica aún más al considerar la evolución de las condiciones ambientales como: los fenómenos meteorológicos extremos (sequías, inundaciones, olas de calor y terremotos), el excesivo agotamiento de los recursos naturales.

En 2014 la FAO presentó la escala de experiencia de inseguridad alimentaria (FIES), que es la referencia mundial para medir la inseguridad alimentaria sobre la base de datos individuales o de los hogares. El siguiente cuadro explica los niveles de gravedad de la inseguridad alimentaria cuantificados por la FIES, y el alcance de la inseguridad alimentaria en cualquier nivel moderada o grave.

Esquema 1.3 Niveles de gravedad de la inseguridad alimentaria cuantificados por la FIES



Fuente. FAO, 2020

La inseguridad alimentaria se complica mayormente si se clasifica como moderada o grave, en el primer caso las personas que padecen inseguridad alimentaria no tienen acceso regular a alimentos nutritivos y suficientes, aunque no padezcan

hambre necesariamente, puede tener efectos negativos al aumentar el riesgo de diversas formas como la malnutrición y mala salud. Mientras que en el caso las personas que padecen inseguridad alimentaria grave tienen menos probabilidades de poder adquirir alimentos suficientes para satisfacer constantemente sus necesidades de energía alimentaria.

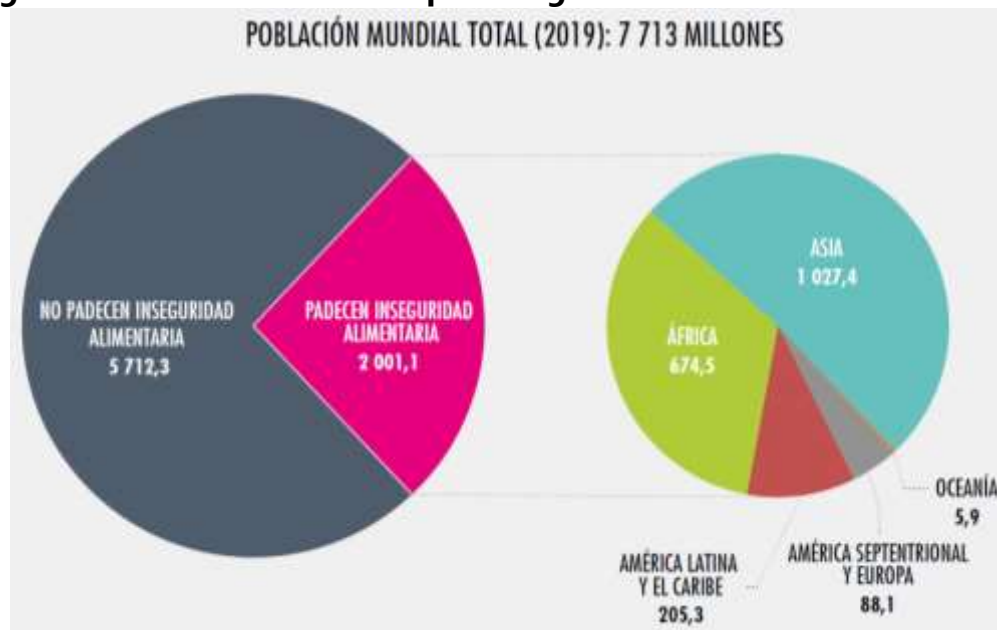
La inseguridad alimentaria moderada o grave en el mundo de 2014 a 2019, la prevalencia de la inseguridad alimentaria grave en África de 19% y es la más elevada de todas las regiones. En Asia, la prevalencia de la inseguridad alimentaria grave es de 9.2% es más baja que en América Latina y el Caribe con 9.6%, pero no tan baja con 1.1% en América septentrional y Europa. En todas las regiones del mundo, excepto en América septentrional y Europa, la prevalencia de la inseguridad alimentaria grave se ha incrementado entre 2014 y 2019.

A pesar que el comportamiento entre la inseguridad alimentaria moderada y grave son similares en la distribución de las regiones estudiadas, la inseguridad alimentaria moderada es mayor en todo el mundo tuvo una representación del 16.3%, siendo África el más alto con 32.6%, América Latina y el Caribe con 22.1%, Asia con 13.2% y finalmente 6.9% en América Septentrional y Europa. Para los años de estudio en la seguridad alimentaria moderada el comportamiento de su variación ha sido mínimo, pero ha ido en aumento de 2014 a 2019, el único caso en el que se muestra disminución es en América Septentrional y Europa.

Los datos de la FIES recopilados por la FAO se muestra que los 2,000 millones de personas que padecen inseguridad alimentaria, 1,030 millones se encuentran en Asia, 675 millones en África, 205 millones en América Latina y el Caribe, 88 millones en América septentrional y Europa y 5,9 millones en Oceanía. Del total de la población mundial que a 2019 fueron 7,713 millones de personas, el 74% de la

población mundial no padece inseguridad alimentaria, lo que significa 5,712.3 millones cuentan con acceso suficiente a los alimentos, tanto en términos de calidad como de cantidad, y por ello no se presentaran problemas de salud como la desnutrición o disminuir las porciones calóricas que a diario se necesitan, sin olvidar que el acceso per cápita a los alimentos básicos no es un problema. A pesar de ser un porcentaje alto de las personas que no padecen inseguridad alimentaria, las organizaciones mundiales y los gobiernos de países como los africanos y asiáticos, que es en donde más se presenta la inseguridad alimentaria como se muestra en el siguiente cuadro, deben de continuar trabajando para dar acceso a alimentos con aporte nutricional y de bajo costo.

Figura 1.1 Personas afectadas por inseguridad alimentaria en el mundo



NOTA: Número de personas que padecen inseguridad alimentaria moderada o grave, en millones.

Fuente: FAO, 2020

1.3 Situación de la seguridad alimentaria en México

Actualmente para el caso de México existen dos alternativas para medir la seguridad alimentaria en los hogares, para el desarrollo del trabajo serán en los hogares de México. La primera alternativa, la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad

Alimentaria (ELCSA), consta de 15 preguntas en las que se responde “sí” o “no”, son contestadas por el jefe (a) de familia o por la persona encargada en la preparación de los alimentos, para categorizar a los hogares con seguridad o inseguridad alimentaria, dependerá del número de respuestas positivas a las preguntas realizadas. La ELCSA para 2012 en la Ciudad de México notificó los siguientes resultados:

Cuadro 1.2 Criterios utilizados para categorizar seguridad e inseguridad alimentaria
NÚMERO DE RESPUESTAS POSITIVAS

CATEGORÍA	NÚMERO DE RESPUESTAS POSITIVAS	
	Hogares con integrantes menores de 18 años	Hogares sin integrantes menores de 18 años
SEGURIDAD ALIMENTARIA	0	0
INSEGURIDAD LEVE	1-5	1-3
INSEGURIDAD MODERADA	6-10	4-6
INSEGURIDAD SEVERA	11-15	7-8

Fuente: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa. Distrito Federal

En la segunda alternativa, la Escala Mexicana de Seguridad Alimentaria (EMSA) permite identificar cuatro grados de inseguridad alimentaria dentro de los hogares: inseguridad alimentaria severa, inseguridad alimentaria moderada, inseguridad alimentaria leve y seguridad alimentaria. Se considera en situación de carencia por acceso a la alimentación a las personas que viven en hogares que presenten un grado de inseguridad alimentaria moderado o severo (CONEVAL, 2014: 6).

Cuadro 1.3 Criterios para definir seguridad alimentaria en los hogares con base en la Escala Mexicana de Seguridad Alimentaria (EMSA)

CATEGORÍA	NÚMERO DE RESPUESTAS POSITIVAS	
	Hogares con integrantes menores de 18 años	Hogares sin integrantes menores de 18 años
SEGURIDAD ALIMENTARIA	0	0
INSEGURIDAD LEVE	1 a 3 (de 12)	1 a 2 (de 6)
INSEGURIDAD MODERADA	4 a 7 (de 12)	3 a 4 (de 6)
INSEGURIDAD SEVERA	8 a 12 (de 12)	5 a 6 (de 6)

Fuente: Encuesta Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) del INEGI, 2014.

Una vez analizada la importancia de la metodología cuantitativa evaluar la situación de la seguridad alimentaria de nuestro país, el encargado de mostrar dichos datos es la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) y para efectos informativos se consideraran a la ENSANUT de 2012 y 2018, con la finalidad de un análisis comparativo. En 2012 La proporción de hogares con percepción de seguridad alimentaria en el ámbito nacional fue de 30.0% mientras que 70.0% se clasificaron en alguna de las tres categorías de inseguridad alimentaria: 41.6% en inseguridad leve, 17.7% en inseguridad moderada y 10.5% en inseguridad severa. Mientras que en 2018 la seguridad alimentaria aumento a 44.5% y la inseguridad alimentaria disminuyo a 55.5%, las categorías de la inseguridad alimentaria se comportaron de la siguiente manera 22.6% inseguridad alimentaria moderada y severa, el 32.9% restante inseguridad leve. Por lo que la disminución de la inseguridad alimentaria en nuestro país en 4 años fue de casi 15%, lo que significa que la población ha tenido acceso suficiente a los alimentos, tanto en términos de calidad como de cantidad.

Con una visión estratificada la información por zona en 2012, resalta que en la zona rural la seguridad alimentaria es de 19.2%, mientras que 80.8% de los hogares que viven en el estrato rural fueron clasificados en algún nivel de inseguridad alimentaria: 45.2% en leve, 22.4% en moderada y 13.2% en severa. Para el mismo año en la zona

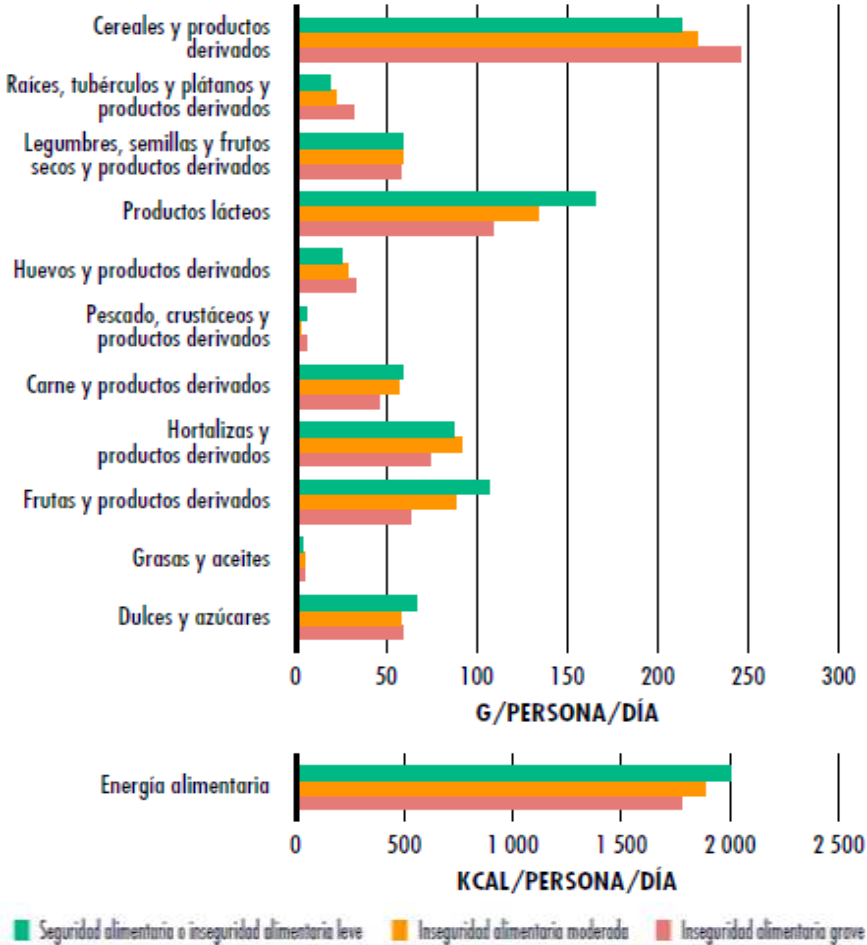
urbana la seguridad alimentaria fue de 33.2% y en el estrato urbano se observó una prevalencia menor en las diversas categorías de inseguridad alimentaria en relación con la situación en hogares rurales con 66.8% y sus categorías fueron: 40.6% en inseguridad leve, 16.5% en moderada y 9.7% en severa. Después de 4 años, en 2018, en la zona urbana la seguridad alimentaria aumento a 48.9%, en comparación a la cifra de 2012, y la seguridad alimentaria fue de 66.8% siendo mayor la inseguridad leve 40.6%, la inseguridad moderada fue de 16.5% y 9.7% para la severa. En los hogares de la zona rural la seguridad alimentaria represento el 30.9%, siendo el resto la inseguridad alimentaria (69.1%) y sus categorías se comportaron de la siguiente manera: leve 40.7%, moderada 17.2% y en menor medida con 11.2% la severa.

A pesar que hay una disminución en la inseguridad alimentaria y en sus categorías de 2012 a 2018 en ambos estratos, sigue siendo mayor en la zona rural de nuestro país, eso se debe a los bajos ingresos y los canales de abastecimiento tienden a ser menores principalmente por las distancias en la escasa población que hace poco atractivos a dichos canales. Dichas condiciones provocan que habitantes en México que padecen la inseguridad alimentaria moderada aumenten la incertidumbre en cuanto a su capacidad para obtener alimentos y se vean obligadas a aceptar menos calidad o cantidad en los alimentos que consumen. Mientras que los mexicanos que experimentan una inseguridad alimentaria grave suelen quedarse sin alimentos lo que provoca que pasen un día o más sin comer dada las condiciones precarias en las zonas rurales se encuentran.

Bajo el criterio de la FAO México se encuentra entre los países con ingresos medianos altos, por ello los patrones de consumo en los mexicanos con inseguridad alimentaria moderada consumen un mayor número de alimentos que suelen ser más baratos en relación con las calorías que proporcionan como lo son: cereales, raíces,

tubérculos, plátanos, legumbres, semillas y nueces; mientras que disminuye la ingesta de alimentos más costosos como: la carne y los productos lácteos; en comparación con las personas que gozan de seguridad alimentaria. Nuestro país particularmente muestra un descenso del consumo de frutas y productos lácteos a medida que aumenta la gravedad de la inseguridad alimentaria, sin embargo el consumo de huevo aumenta. En conclusión la calidad de la dieta empeora con el aumento de la gravedad de la inseguridad alimentaria, como se muestra en el siguiente cuadro.

Figura 1.2 Análisis de la ingesta alimentaria per cápita en México

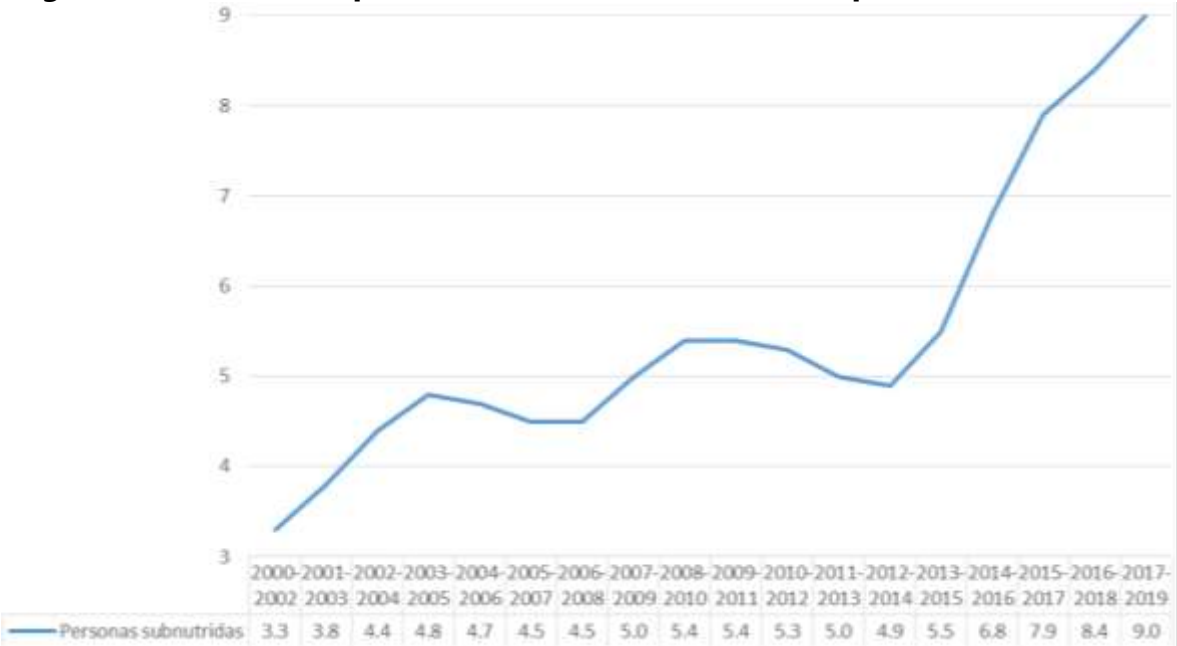


Fuente: FAO, 2020

Las condiciones políticas y económicas en nuestro país no han favorecido en los últimos años dado que se muestra una tendencia creciente en las personas

subnutridas, como se muestra en la siguiente gráfica. En el promedio 3 años de 2000 a 2002 el número de personas subnutridas fue poco más de 3 millones de mexicanos, dicha cifra aumento a 5 millones de habitantes en México entre 2008-2010. Entre 2015 a 2017 el promedio de personas subnutridas fue de casi 8 millones de mexicanos, siendo un periodo muy corto en el que se presentó un aumento de 3 millones de personas subnutridas, finalmente en el último promedio de 2017 a 2019 el número de mexicanos subnutridos fue de 9 millones. En los casi 20 años que se muestran en la gráfica se presentó un aumento de casi 6 millones de mexicanos en condiciones de alimentación precarias.

Figura 1.3 Número de personas subnutridas (millones) (promedio de 3 años)

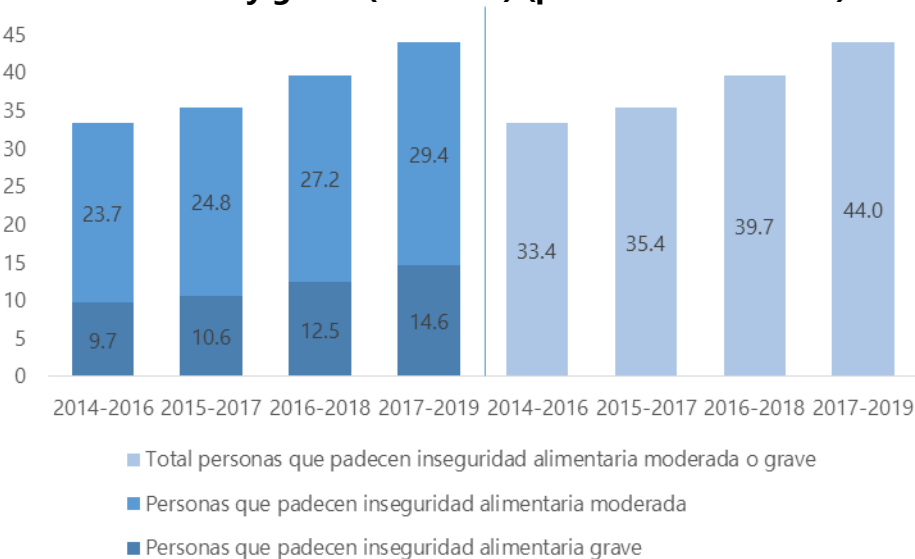


Fuente: elaboración propia con datos de FAOStat

Las condiciones de inseguridad alimentaria generan una transición nutricional, caracterizada por un rápido cambio en la composición de la dieta orientado a una ingesta más elevada de alimentos hipercalóricos altamente procesados de mínimo valor nutritivo que son económicos y están ampliamente disponibles, dejando a un lado los alimentos con aporte nutricional importante como lo son la carne, frutas, verduras, lácteos entre otros. Partiendo de la condición en la que México cuenta con

ingresos medio alto las dietas saludables son más asequibles. Sin embargo en México entre 2014 a 2019 la inseguridad alimentaria moderada y grave fue en aumento, como se muestra en la siguiente gráfica. Como ya se observó en los datos analizados de la ENSANUT, la inseguridad alimentaria mayormente es moderada, pero en el caso de la inseguridad alimentaria grave con el paso de los años va en aumento, es por ello que las autoridades deben de realizar una serie de políticas para mitigar dichas condiciones, en último promedio de 3 años (2017-2019) se registraron 44 millones de mexicanos en condiciones de inseguridad alimentaria, de los cuales 29.4 millones la padecen moderada y el 14.6 millones es grave.

Figura 1.4 Número de personas que padecen inseguridad alimentaria moderada y grave (millones) (promedio de 3 años)



Fuente: elaboración propia con datos de FAOStat

1.4 La seguridad alimentaria y los impactos negativos de la degradación ambiental en el uso de suelo agrícola

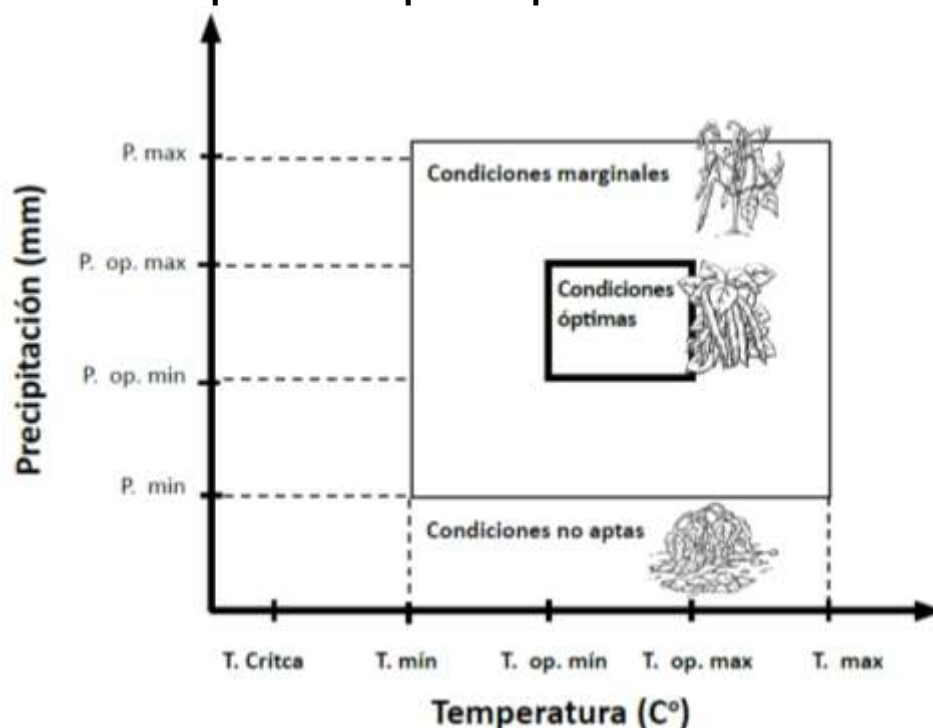
Como ya se explicó en el primer apartado del presente capítulo, el trabajo está dirigido a comprender, entender y explicar los efectos nocivos que la degradación del suelo agrícola provoca en la seguridad alimentaria. Cabe mencionar que hay una serie de factores ambientales que también inciden en esa degradación, y que ello

impacta negativa y directamente en la disponibilidad, el uso, el potencial y la productividad del suelo agrícola.

Por ejemplo, el cambio climático es una amenaza cada vez mayor, se espera que para el 2100 la temperatura global aumente de 3°C a 5°C. El cambio climático tiene una relación directa con la degradación del suelo. En el informe Evaluación de la Degradación y Restauración del Suelo (LDRA, por su nombre en inglés) se menciona que gran parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas no se pueden lograr a menos que se aborde simultáneamente el cambio climático y la degradación del suelo. El cambio climático tiene consecuencias sobre la producción de la agricultura y la seguridad alimentaria de la población en general.

Los impactos se presentan en la modificación de los patrones de las precipitaciones, temperaturas, vientos y en el aumento de la intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos, como es el caso de inundaciones, sequías, huracanes, tormentas tropicales, entre otros; todo ello incrementa el riesgo de desastres que afectan a la agricultura. El cambio climático aumenta los eventos extremos en frecuencia e intensidad, así como la degradación de las tierras secas; por otro lado, la desertificación reduce los sumideros de carbono e incrementa las emisiones de las plantas en descomposición. El siguiente esquema muestra el impacto del cambio climático sobre las temperaturas y precipitaciones óptimas, y como cambiarán, mejorando o comprometiendo la productividad.

Esquema 1.4 Capacidad para los cultivos.



Fuente: Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación.

Entre 2006 y 2016 los eventos extremos (sequía) afectaron a la agricultura provocando pérdidas de 80% en dicho sector (FAO, 2017). Si los eventos extremos a casusa del cambio climático siguen aumentando, se prevé un escenario más alarmante para el sector agrícola. El siguiente cuadro muestra dos escenarios: el escenario NCAR, representa que en todas las regiones experimentan un aumento del agua interna renovable y el escenario CSIRO significa el aumento promedio del agua interna renovable es menor que en NCAR. Además, al aumentar las concentraciones atmosféricas de CO₂, las plantas producen más materia vegetal. El efecto depende de la naturaleza del proceso fotosintético usado por las especies de plantas. Debido a que los efectos de mayores concentraciones de CO₂ en los campos agrícolas son inciertos, los resultados tanto para 369 partes por millón de CO₂ atmosférico (correspondiente a la concentración aproximada en 2000 – resultados sin CF) como

para 532 partes por millón (resultados CF), tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo.

En promedio, los rendimientos en los países desarrollados se ven menos afectados que en los países en vías de desarrollo. En los países en vías de desarrollo predominan las reducciones en el rendimiento para la mayoría de cultivos sin considerar el efecto fertilización por CO₂; el trigo y el arroz bajo riego se ven especialmente afectados. (IFPRI, 2009: 4)

Cuadro 1.4 Evolución de los rendimientos por cultivo y por sistema de manejo provocados por el cambio climático, cambios en % entre el rendimiento bajo el clima de 2000 y el rendimiento bajo el clima de 2050.

Región	CSIRO No CF	NCAR No CF	CSIRO CF	NCAR CF
Maíz, bajo riego				
Países en vías de desarrollo	-2,0	-2,8	-1,4	-2,1
Países desarrollados	-1,2	-8,7	-1,2	-8,6
Maíz, de secano				
Países en vías de desarrollo	0,2	-2,9	2,6	-0,8
Países desarrollados	0,6	-5,7	9,5	2,5
Arroz, bajo riego				
Países en vías de desarrollo	-14,4	-18,5	2,4	-0,5
Países desarrollados	-3,5	-5,5	10,5	9,0
Arroz, de secano				
Países en vías de desarrollo	-1,3	-1,4	6,5	6,4
Países desarrollados	17,3	10,3	23,4	17,8
Trigo, bajo riego				
Países en vías de desarrollo	-28,3	-34,3	-20,8	-27,2
Países desarrollados	-5,7	-4,9	-1,3	-0,1
Trigo, de secano				
Países en vías de desarrollo	-1,4	-1,1	9,3	8,5
Países desarrollados	3,1	2,4	9,7	9,5

Fuente: Cambio Climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación

Nota: Para cada cultivo y sistema de manejo, este cuadro muestra el medio ponderado para la zona de cambio en los rendimientos de un cultivo producido con clima de 2050 en lugar del clima de 2000. CF – con fertilización de CO₂; No CF – sin fertilización de CO₂.

La degradación del suelo es una amenaza creciente causada por usos insostenibles de la tierra y prácticas de gestión, así como fenómenos climáticos extremos, resultantes de los factores sociales, económicos y políticos prevalentes en el sistema económico mundial. La degradación del suelo, manifestada principalmente en forma de erosión del suelo, es considerada una de las causas fundamentales de estancamiento o declinación de la productividad agrícola, esta pérdida de rendimiento debido a la erosión podría ser equivalente a la eliminación de 150 millones de ha (hectáreas) de producción de cultivos, la relación erosión del suelo - productividad sugiere que una pérdida media mundial de 0,3% del rendimiento anual de los cultivos (FAOa, 2016: 10), que son utilizados para la actividad agrícola que debe satisfacer la demanda de fibra, combustible y alimentos.

Dentro de los factores que afecta la conservación de los suelos se encuentra el aumento de la población. Actualmente la población mundial es de 7,600 millones, se pronostica que para 2030 aumente a 8,600 millones y en 2050 sea 9,800 millones. Aunque el aumento en el suministro de alimento provendrá principalmente de mayores rendimientos en las actuales tierras agrícolas, se necesitarán tierras adicionales para satisfacer la demanda de alimentos de la población que aumentará en las siguientes décadas. Aunado al crecimiento poblacional, en los territorios urbanos y su periferia, la demanda en el sector inmobiliario aumenta, lo que afecta áreas de interés común que concentran a los recursos naturales, como lo son el suelo agrícola y el natural o de conservación, los cuales son crecientemente destinados al uso urbano.

Las malas prácticas en los suelos agrícolas o las prácticas agrícolas no sostenibles, provocan que el carbono del suelo no pueda liberarse a la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO₂), por lo que los pastizales y bosques en tierras de cultivo y de pastoreo durante los últimos siglos ha resultado en pérdidas históricas de

carbono en el suelo en todo el mundo (FAO, 2015). Con la finalidad de responder a los desafíos relacionados con la seguridad alimentaria mundial y el cambio climático y sus efectos en suelo agrícola, la utilización de la tierra para la producción agrícola debe implementar transformaciones relacionadas a la mejora de las prácticas agrícolas y del manejo del suelo, para de esta manera aumentar el carbono orgánico del suelo. La agroecología, la agricultura ecológica, la agricultura de conservación y la agrosilvicultura impulsan modalidades en la agricultura para favorecer que los suelos sean más fértiles y requieran menos insumos químicos; asimismo promueven la rotación de cultivos; estos suelos también son menos susceptibles a la erosión y mantienen los ciclos hidrológicos y de nutrientes, que son fundamentales para sostener y aumentar la producción alimentaria. Además de lo ya mencionado, para reducir los riesgos o desastres provocados por el deterioro en el medio ambiente, la FAO propone las siguientes acciones para cada uno de los pilares del concepto de seguridad alimentaria:

Esquema 1.5 Ejemplos de acciones de gestión del riesgo de desastres en el sector agrícola que contribuyen a los pilares de la seguridad alimentaria

	PILARES DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL			
	DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS	ACCESO A LOS ALIMENTOS	UTILIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS (SALUD Y NUTRICIÓN)	ESTABILIDAD (*)
PRIORIDAD 1 DE SENDAI: Comprender el riesgo de desastres	Mapeo de riesgos y vulnerabilidad. Zonificación agroecológica.	Mapas de estacionalidad. Mapa de infraestructuras de almacenamiento y comercialización.	Sensibilización y educación sobre riesgos higiénicos. Divulgación control fitosanitario y zoonosanitario.	Sensibilización y educación sobre GRD. Equidad de género en la GRD.
PRIORIDAD 2 DE SENDAI: Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo	Directivas de uso de suelos. Desarrollo de instrumentos financieros y económicos para evaluar el riesgo derivado de las inversiones. Planes de gestión de cuencas hidrográficas. Incentivos a la innovación tecnológica.	Desarrollo de códigos de construcción de infraestructura comercial. Programas de pagos por servicios ambientales. Ordenación de la pesca. Política de acceso al agua. Establecer valor del jornal agrario mínimo.	Normativa sobre riesgos alimentarios. Desarrollo de códigos de construcción y sanitarios de infraestructura productiva y transformación. Políticas de conservación (agua, suelo, biodiversidad). Programas de investigación conjuntos de GRD y CC.	Legislación sobre tenencia de la tierra. Integración de la equidad de género en todas las fases de la GRD. Control de la sobreexplotación pesquera. Capacitación de los funcionarios públicos del sector agrario en GRD.
PRIORIDAD 3 DE SENDAI: Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia	Seguros agrarios. Agricultura de conservación. Agricultura climáticamente inteligente. Agricultura urbana. Prácticas para evitar pérdidas de alimentos.	Mantenimiento de la infraestructura rural y pesquera (almacenamiento, vial). Diversificación de medios de vida rurales. Fomentar los circuitos cortos de comercialización.	Programas de vacunación. Educación nutricional e higiénica. Protección fuentes de agua. Buenas prácticas de conservación de alimentos.	Seguros agrarios. Gestión de cuencas hidrográficas. Prácticas de "cosecha de agua".
PRIORIDAD 4 DE SENDAI: Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y "reconstruir mejor" en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción	Sistemas de Alerta Temprana. Planes de contingencia (incluyendo medidas como bancos de semillas y de herramientas). Gestión de cuencas hidrográficas. Sistemas de protección del ganado. Sistemas de protección en embarcaciones y aperos de pesca. Conservación y plantación de manglares.	Acciones de preparación para desastres y rehabilitación de cuencas, con alta demanda de mano de obra. Gestión comunitaria de los recursos naturales. Rehabilitación de caminos rurales. Transferencia de efectivo. Fondos de emergencia sectoriales	Tecnologías de la información y comunicación aplicadas a la GRD. Compras públicas de producción local. Bancos de germoplasma.	Sistemas de almacenamiento en buenas condiciones Sistemas de Alerta Temprana (meteorológico, precios, fitosanitarios). Restauración de tierras degradadas. Sistemas de protección social.

Fuente: Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe (gestión del riesgo de desastres en el sector agrícola)

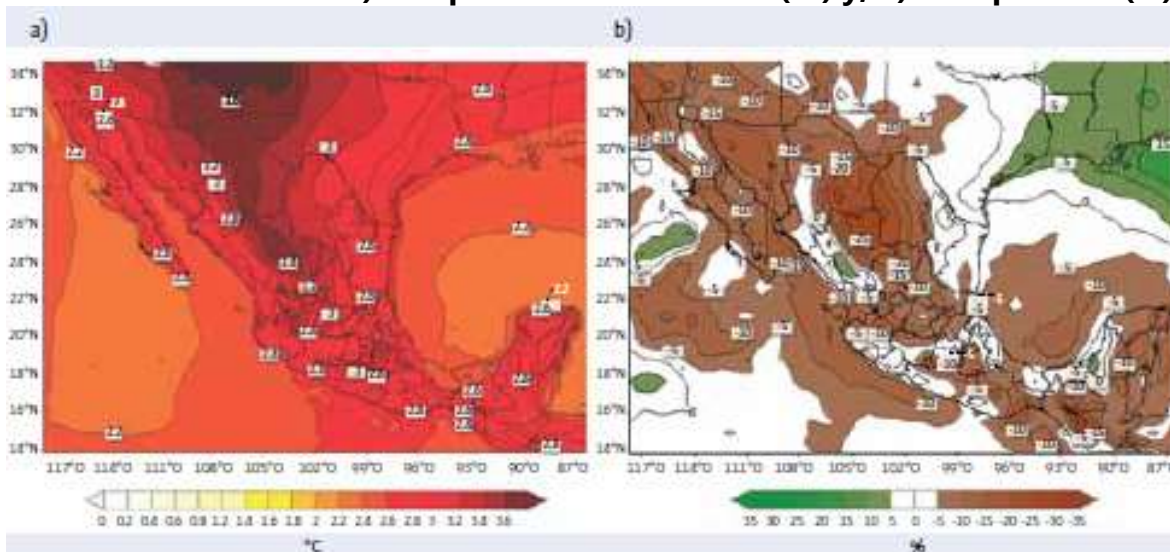
1.5 La seguridad alimentaria y los impactos negativos de la degradación ambiental en el uso de suelo agrícola: caso México.

Para cumplir con la seguridad alimentaria en México hay una serie de factores que deben atenderse, como: educación, ingresos, canales de distribución, cultura, hábitos y preferencias, riqueza natural, entre otros. Sin embargo, para efectos del desarrollo de este trabajo, es primordial comprender particularmente la relación del deterioro ambiental del suelo de México respecto a la seguridad alimentaria de la población

mexicana, conocer el origen y los factores que generan los cambios en el uso de suelo, que afectan la estabilidad de la producción agrícola, a fin de poder disminuir el impacto negativo sobre la seguridad alimentaria en México.

El cambio climático se caracteriza por el aumento de la temperatura. Para México se estima que entre 2020 y 2050 los estados que tendrán mayores incrementos en sus temperaturas medias son: Guanajuato, Estado de México, San Luis Potosí, Tlaxcala y Veracruz, lo que afectará directamente al sector agrícola (SEMARNAT, 2009). Como se muestra en el siguiente mapa, entre las regiones más afectadas está el noreste, en donde se presentarán mayores sequías. Se espera que las sequías aumenten en la mayor parte del país y solo en algunas zonas del centro y sur las precipitaciones aumenten. Ambas situaciones serán consecuencia de los eventos extremos que se esperan si se continúa profundizando el cambio climático.

Figura 1.5 Mediana del ensamble de seis realizaciones del modelo de clima regional del Simulador de la Tierra para finales del siglo XXI, bajo el escenario A1B³ a 60km x 60km: a) Temperatura media anual (°C) y, b) Precipitación (%)



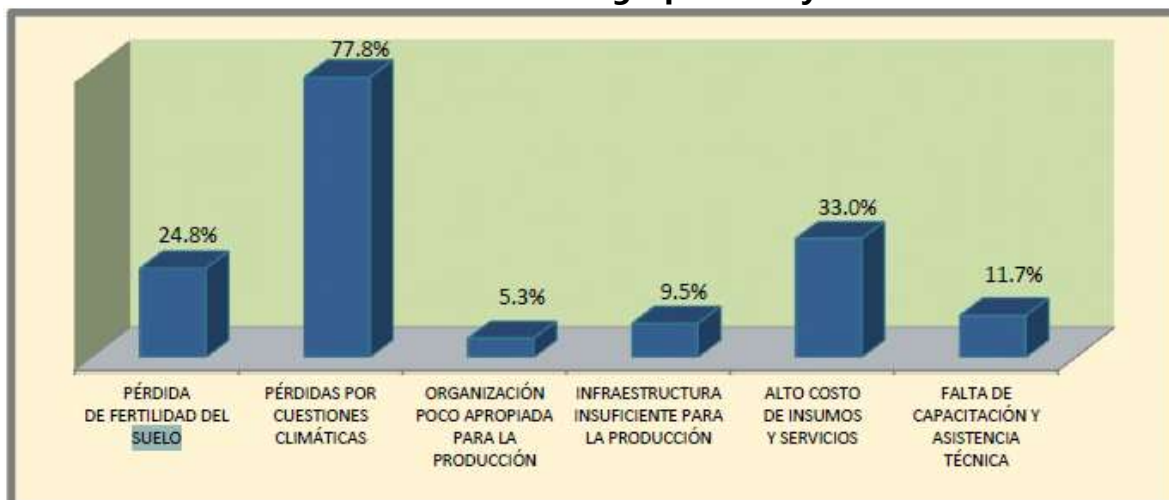
Fuente: México. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

La pérdida de la fertilidad de los suelos aumenta ante el cambio climático, lo que conlleva que se agraven los periodos de sequía, empeorando el panorama de aquellas áreas donde la oferta de agua es limitada, como se observa en aquellas zonas de color café mostradas en el mapa. Los efectos en cadena de la pérdida de cobertura vegetal harán más grave el efecto de los impactos de eventos hidrometeorológicos, aumentando la erosión provocada por las precipitaciones. En las tierras donde exista riesgo severo, se estima que se podrían llegar a perder entre 50 y 200 toneladas de suelo al año por cada hectárea, si prevalecen las condiciones de vulnerabilidad a la acción del viento. Actualmente, se estima un riesgo de pérdida

³ A1. La familia de líneas evolutivas y escenarios A1 describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados de siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidades e interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen diferentes alternativas del cambio tecnológico en el sistema de energía. A1B entendiéndose por "equilibrada" la situación en que no se dependerá demasiado de un tipo de fuente de energía, en el supuesto de que todas las fuentes de suministro de energía y todas las tecnologías de uso final experimenten mejoras similares (IPCC, 2007: 18).

de suelo superior a 25 toneladas por hectárea al año en 37% de la superficie de la entidad (SAGARPA-FAO. 2012).

Figura 1.6 Porcentaje de unidades de producción con problemas para desarrollar la actividad agropecuaria y forestal

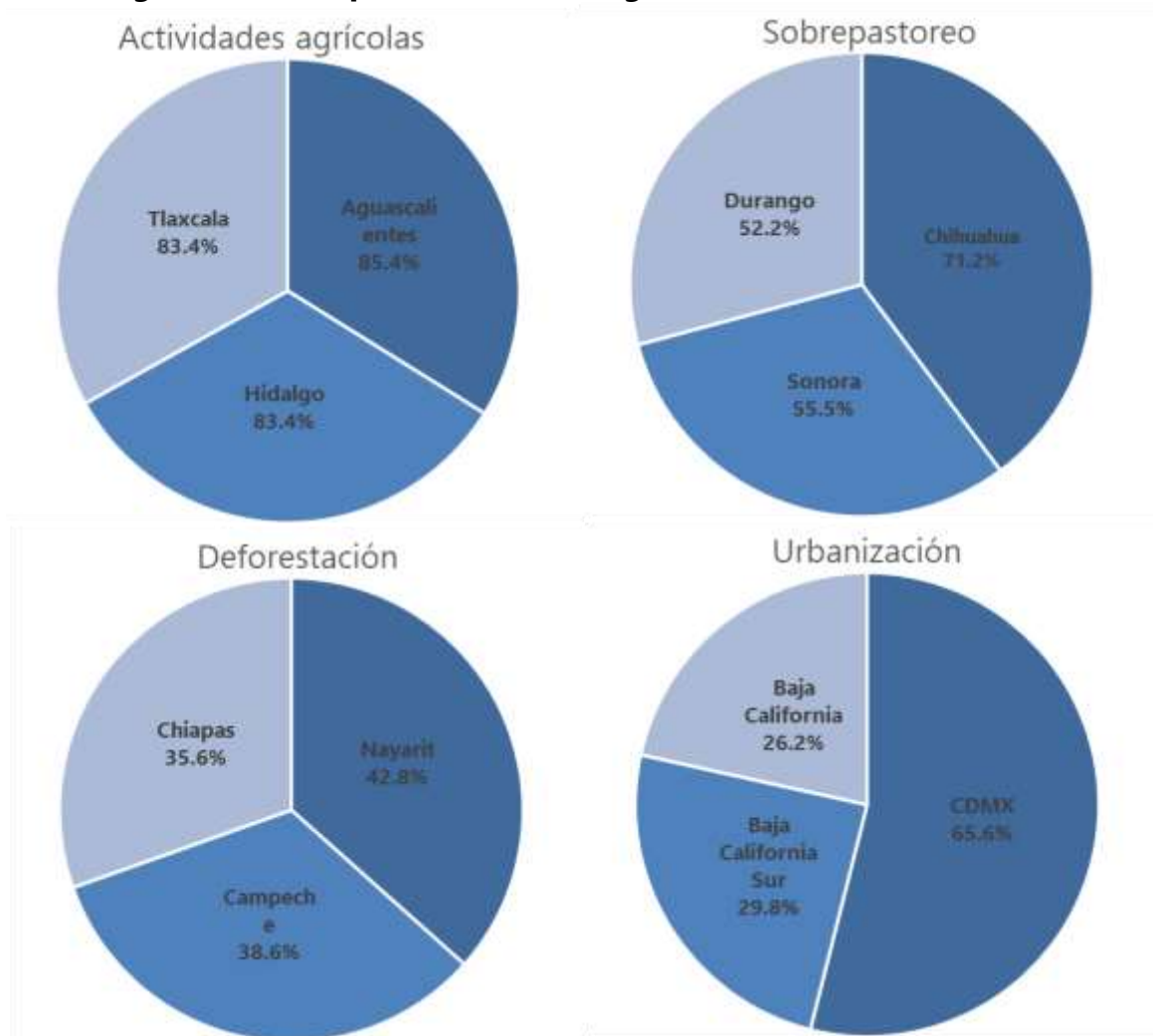


Fuente: México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático.

La importancia de la degradación de los suelos despierta gran preocupación por la pérdida y deterioro de la calidad de los servicios ambientales, en particular, en la producción de alimentos. El problema de la degradación y de la pérdida de productividad de los suelos se extiende cuando zonas forestales o de otros ecosistemas naturales se descuidan o cuando grandes superficies dejan de funcionar como campos de cultivo.

En México la degradación del suelo agrícola es causada principalmente por la agricultura mecanizada, el sobrepastoreo y el desarrollo urbano e industrial (Semarnat y CP, 2003). Una vez analizadas las causas que provocan la degradación de los suelos y las pérdidas en la productividad del mismo, el siguiente gráfico y mapa muestra los principales daños que generan la degradación del suelo y cuáles son los estados más afectados en México.

Figura 1.7 Principales causas de degradación del suelo en México

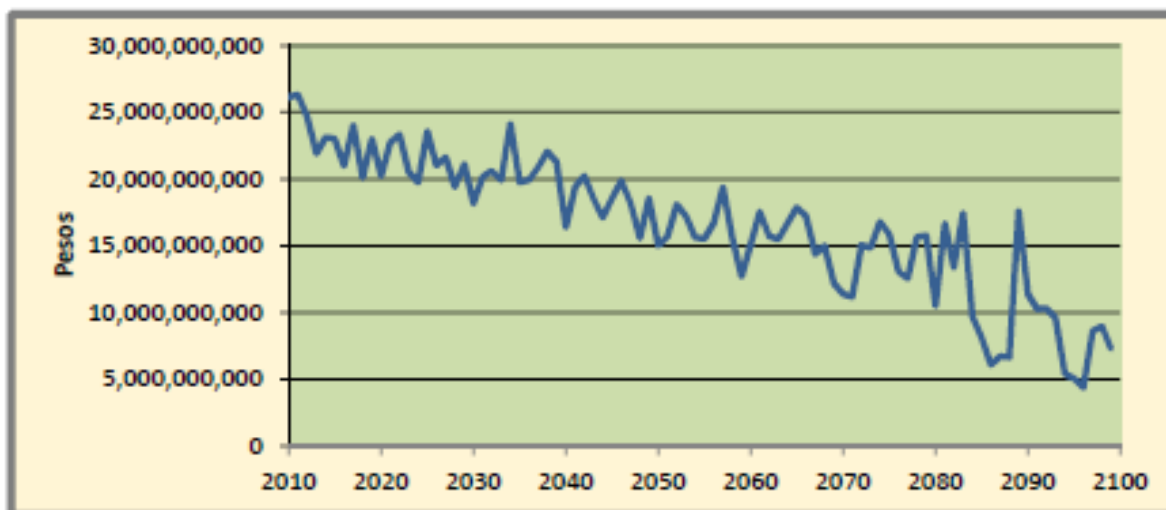


Fuente: elaboración propia con datos de Informe de la situación del medio ambiente en México 2015

El informe de la Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, de la SEMARNAT, concluyó que el 55% de los suelos del país no presentan degradación aparente, sin embargo hay un alto porcentaje de degradación química, de casi 18%. Otros factores que afectan la degradación del suelo son las corrientes de viento y los factores de erosividad de la lluvia, es decir, erosión eólica (9.5%) y erosión hídrica (11.9%), respectivamente, lo que reduce el suelo para uso productivo de alimentos.

Se pronostica que la vulnerabilidad de los rendimientos del suelo agrícola, en relación a las alteraciones de la fertilidad del suelo causadas por los impactos negativos del cambio climático, representen que la fertilidad del suelo pueda cambiar el rendimiento, disminuyendo hasta en 20% a lo que actualmente tiene nuestro país (SAGARPA-FAO, 2012).

Figura 1.8 Proyección del comportamiento de la producción agrícola entre 2010-2100



Fuente: México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático, pp 58.

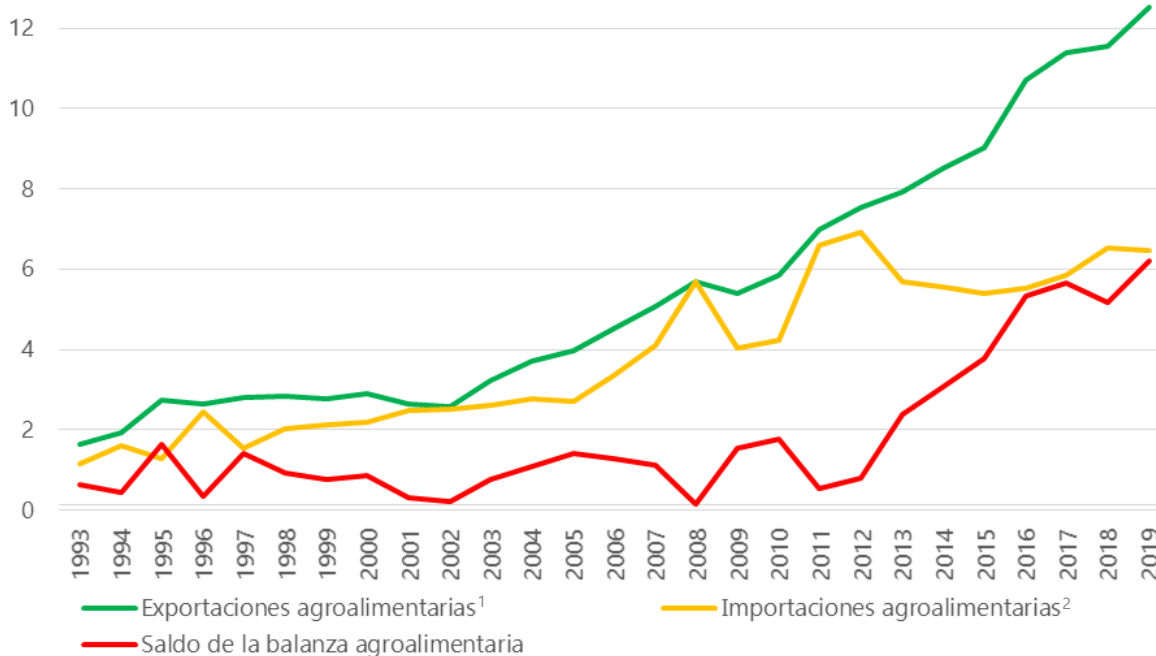
Las alteraciones del cambio climático, como lo son el aumento de la temperatura y la disminución en las precipitaciones, provocara que una caída en el valor de la producción agrícola, como se muestra en la gráfica de arriba. La producción agrícola en 2010 es poco más de 25 mil millones de pesos, para 2050 bajo 10 mil millones de pesos, siendo de 15 mil millones de pesos y finalmente en 2100 es poco más de 5 mil millones de pesos, en 90 años la producción agrícola disminuyó severamente.

A continuación, se analizará el comportamiento de las exportaciones de alimentos agrícolas que México destina a otros países. El superávit de la balanza agroalimentaria del sector agrícola entre 1993 y 2012 muestra un comportamiento constante por debajo de los 2 millones de dólares, siendo en 2008 un saldo

deficitario de 5,846 miles de dólares. A partir de 2013 se superan los 2 millones de dólares alcanzando un superávit en 2019 de poco más de 6 millones de dólares.

En las exportaciones agroalimentarias del sector agrícola, se consideraron únicamente aquellos productos que se obtienen del sector agrícola: pimiento, jitomate, cebollas y ajos, pepino, frijol, garbanzo, frutas y frutos comestibles, plátano, aguacate, mango, cítricos, uvas y pasas, melón, sandía, papaya, fresas, café crudo en grano, trigo y maíz. En ellas se muestran un comportamiento más dinámico con tendencia creciente, al principio del periodo las exportaciones agroalimentarias fueron de casi de 2 millones de dólares, solo en 1996, 2001, 2002 y 2008 las exportaciones e importaciones mantuvieron un comportamiento similar, en 2019 las exportaciones alcanzaron más de los 12 millones de dólares. En el caso de las importaciones agroalimentarias (frijol, uvas, manzanas, pera, membrillo, pimienta, chiles o pimientos secos, trigo, maíz, arroz, sorgo, otras frutas frescas o secas y otros cereales) el comportamiento se mantuvo creciente, entre 1993 a 2019 las importaciones crecieron en 84%, durante 1993 a 2006 el comportamiento fue similar, sin embargo a partir de 2007 el crecimiento fue mayor siendo en 2012 mayor superávit con 6.7 millones de dólares.

Figura 1.9 Balanza agroalimentaria del sector agrícola (millones de dólares)



¹ Pimiento, jitomate, cebollas y ajos, pepino, frijol, garbanzo, frutas y frutos comestibles, plátano, aguacate, mango, cítricos, uvas y pasas, melón, sandía, papaya, fresas, café crudo en grano, trigo y maíz.

² Frijol, uvas, manzanas, pera, membrillo, pimienta, chiles o pimientos secos, trigo, maíz, arroz, sorgo, otras frutas frescas o secas y otros cereales.

Fuente: elaboración propia con datos de Banco de México.

En 2019 los productos con mayor participación en las exportaciones agrícolas del país fueron: aguacate, 24%; jitomate, 16%; y frutas comestibles, 13%; estos 3 productos significaron exportaciones por poco más de 6 millones de dólares, lo que representó 52% del saldo de todas las exportaciones agroalimentarias del sector agrícola. Del resto del mundo nuestro país importó, principalmente maíz, cuyo valor significó más de la mitad del total de importaciones de agroalimentos del sector agrícola (51%). El segundo lugar en la participación dentro de las importaciones de agroalimentos correspondió al trigo con 18% del total. Las importaciones de otras frutas secas o frescas representaron el 9% de las importaciones. En conjunto, los tres rubros señalados representaron un valor importado de poco más de 5 millones de dólares y el 78% del total de los agroalimentos importados del sector agrícola.

A manera de conclusión, el comportamiento del comercio internacional agroalimentario de nuestro país, con respecto a los alimentos seleccionados, la balanza comercial en el periodo de estudio fue superavitaria, en excepción del 2008 en donde el déficit fue de 5,846 miles de dólares. Con ello, el comportamiento de las exportaciones ha beneficiado el saldo de la balanza positivamente, y el comportamiento de las mismas ha mantenido un comportamiento sostenidamente creciente. Sin embargo, es preocupante que el maíz, que es el agroalimento del sector agrícola más consumido y que forma parte de la dieta principal de la población mexicana, represente más del 50% de las importaciones; esto genera incertidumbre en la seguridad alimentaria de México al depender del exterior para abastecer al país del principal agroalimento del sector agrícola que asegura la alimentación de los mexicanos.

Bibliografía

CEPAL y la ONU. 2016. Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Edición 2019.

CONEVAL. 2010. Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto.

De Ita, Ana y López Sierra, Pilar. 2003. Maíz: sustento y culturas en América Latina. Los impactos destructivos de la globalización. Tomo 1, REDES /Biodiversidad. Uruguay.

FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. 2020. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020. Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables. Roma, FAO.

FAO. 2019. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Roma, Italia.

FAO. 2018. Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe (gestión del riesgo de desastres en el sector agrícola). Santiago de Chile, Chile.

FAO. 2017. The impact of disasters on agriculture. Addressing the information gap. Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-i7279e.pdf>

FAO. 2016a. Estado Mundial del Recurso Suelo Resumen Técnico. Recuperado: https://www.icia.es/icia/download/Agroecolog%C3%ADa/Material/Estado_suelo.pdf

FAO. 2016b. Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico. Roma, Italia.

FAO. 2015, Los suelos ayudan a combatir y adaptarse al cambio climático. Recuperado: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/soils-2015/docs/Fact_sheets/Es_IYS_CICng_Print.pdf

FAO. 2013. Seguridad y soberanía alimentaria. Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-ax736s.pdf>

FAO. 2011. La Seguridad Alimentaria: Información para la toma de decisiones.

FAO. 2010. Información de Seguridad Alimentaria para la Acción.

FAO. 1996. “Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria y Plan de Acción. Cumbre Mundial sobre la Alimentación”. Recuperado: <http://www.fao.org/DOCREP/003/W3613S/W3613S00.HTM>

Food Secure Canada. 2012. Powering Up! Food For the Future. Recuperado: https://foodsecurecanada.org/sites/foodsecurecanada.org/files/AssemblyReport_E_N01-28-13_FINAL_sm.pdf

Greenpeace. 2012. La agricultura mexicana y el cambio climático. Greenpeace Mexico. Recuperado: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/09/La-agricultura-mexicana-y-el-cambio-clim%C3%A1tico.pdf>

Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. 2012. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX).

INE-SEMARNAT. 2012. México. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Ciudad de México, México.

Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). 2009. Cambio Climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Washington, D.C., Estados Unidos.

INE-PNUD. Impactos sociales del cambio climático en México. Ciudad de México, México.

INSP-INEGI. 2018. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018. Recuperado:

https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf

IPCC. 2007. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

McGrew, A. G., & Held, D. 2003. "The great globalization debate: An introduction", The Global Transformations Reader: An Introduction to the Globalization Debate (2da ed.). Cambridge, U.K. Polity Press in association with Blackwell Pub.

ONU. 1976. Pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales.

ONU. 1948. Declaración universal de los derechos del hombre. París. Francia.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2017. "Informe final sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con la salud en la Región de las

Américas.”

Recuperado:

http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/34114/9789275118782_spa.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Peña Nieto, Enrique. 2012. El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. México.

Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en Centroamérica Proyecto Food Facility Honduras. 2011. Seguridad Alimentaria Nutricional, Conceptos Básicos.

SEMARNAT. 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. Semarnat. México.

SEMARNAT. 2009. Consecuencias sociales del cambio climático en México. Análisis y propuestas. México.

SEMARNAT y CP. 2003. Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, a escala 1: 250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México.

SAGARPA-FAO. 2012. México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio Climático.

Recuperado:

<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/09/M%C3%A9xico-El-sector-agropecuario-ante-el-desaf%C3%ADo-del-cambio-clim%C3%A1tico.pdf>

Torres Torres, Felipe (cord.). 1998. El sector agropecuario mexicano después del colapso económico. Instituto de Investigaciones Económicas y edit. Plaza y Valdés. Ciudad de México, México.

Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M.R., Donatti, C., Harvey, C.A. y Alpizar, F. 2017. Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE).

WWF. 2018. Informe Planeta Vivo - 2018: Apuntando más alto. Grooten, M. y Almond, R.E.A. (Eds). WWF, Gland, Suiza.

Capítulo 2 Sector agrícola: uso de suelos, producción y disponibilidad

*"Mi madre era del cielo, mi padre era de la tierra,
pero yo soy del universo y tú sabes cuánto vale eso."*

The Beatles

Introducción

Este capítulo tiene el objetivo de conocer los tipos de suelo que son útiles para el sector agrícola e identificar la superficie con la cual cuenta México para uso agrícola, así como saber la proporción de cultivos de riego y temporal, como parte esencial del desarrollo de la investigación. Conocer los factores que afectan la calidad de los suelos para uso agrícola en territorio nacional es fundamental para comprender las consecuencias que provocan la pérdida del suelo agrícola y las afectaciones que conlleva sobre la seguridad alimentaria del país.

Una vez identificados los suelos para uso agrícola, del total de los cultivos producidos en México se tomarán los cultivos con mayor producción, considerando la proporción de 80% de la producción agrícola total de 2018. Con el criterio antes comentado, es primordial conocer la proporción de la producción de los 17 cultivos por modalidad de cultivo (riego o temporal). De igual manera se analizarán los rendimientos, el índice del valor de la producción agrícola y el índice de quantum.

Finalmente, analizar la disponibilidad de alimentos del sector agrícola desde el enfoque de la producción y el uso de suelo agrícola ayudará a comprender el comportamiento de la seguridad alimentaria en el país. En este último apartado se analizará el patrón de consumo de productos agropecuarios para la alimentación y los canales de distribución desde el enfoque del abastecimiento de los alimentos en México.

2.1 Suelo agrícola en México

Según INEGI México cuenta con una superficie de 1,964,375 kilómetros cuadrados, en donde las principales actividades económicas que no tienen que ver con la agricultura según el Censo Económico 2019: el sector manufacturero representa el 32%, comercio 21.4% servicios privados no financieros 20.8%, resto de actividades 14.3%, minería 9.5% y el 2.2% es electricidad, agua y gas (INEGI, 2020). La superficie para el sector primario además de utilizarse para actividades agrícolas también se encuentra, el pastoreo, zonas boscosas, zonas urbanas, entre otros. Para el resto de los suelos sus características edafológicas tienen relevancia económica.

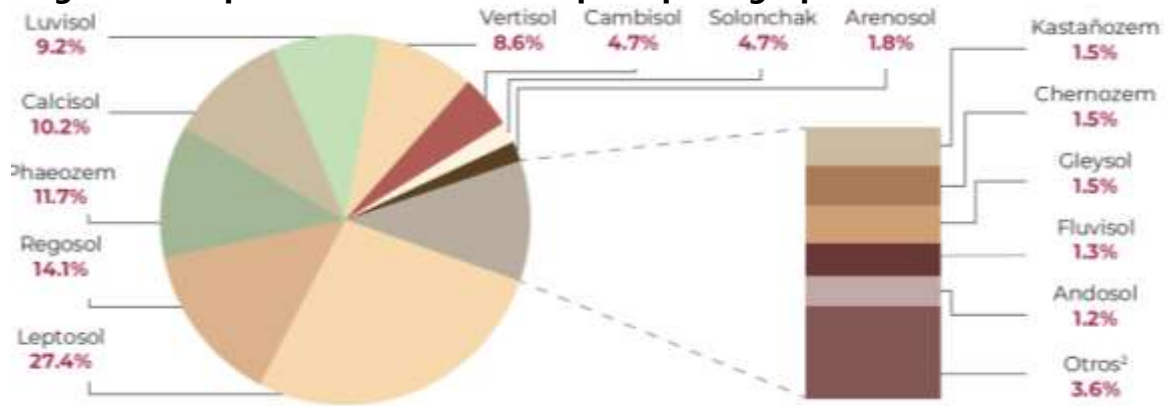
Seis principales tipos de suelo cubren el 80.7% del territorio México: Leptosoles (con 52.6 millones de ha, 27.4% del territorio), Regosoles (27 millones de ha; 14.1%), Calcisoles (19.6 millones de ha; 10.2%), Feozems⁴ (22.5 millones de ha; 11.7%), Luvisoles⁵ (17.7 millones de ha; 9.2%) y Vertisoles⁶ (16.5 millones de ha; 8.6%), los tres últimos por sus características son funcionales para la producción agrícola. El resto del territorio de país (19.3%) lo cubren diecinueve grupos distribuidos en un gran número de microrrelieves, microclimas y tipos de vegetación.

⁴Son suelos porosos, oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que se utilizan intensivamente en la agricultura; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se utilizan para la producción de granos (soya, trigo y cebada, por ejemplo) y hortalizas. En México se distribuyen en Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Occidental, la Península de Yucatán, Guanajuato y Querétaro, principalmente. (SEMARNAT, 2016: 159)

⁵Los Luvisoles (del latín luere, lavar) se encuentran dentro de los suelos más fértiles, por lo que su uso agrícola es muy elevado, sobre todo para la producción de granos pequeños, forrajes y caña de azúcar. En México siendo la Sierra Madre Occidental, Guerrero, Oaxaca, Campeche y la Península de Yucatán, algunas de sus zonas de distribución. (SEMARNAT, 2016: 160)

⁶Se caracterizan por su alto contenido de arcillas que se expanden con la humedad y se contraen con la sequía, lo que puede ocasionar grietas en esta última temporada. Su uso agrícola, particularmente de riego, es muy extenso, variado y productivo. En México ocupan gran parte de los principales distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. (SEMARNAT, 2016: 160)

Figura 2.1 Superficie relativa¹ de los principales grupos de suelo en México

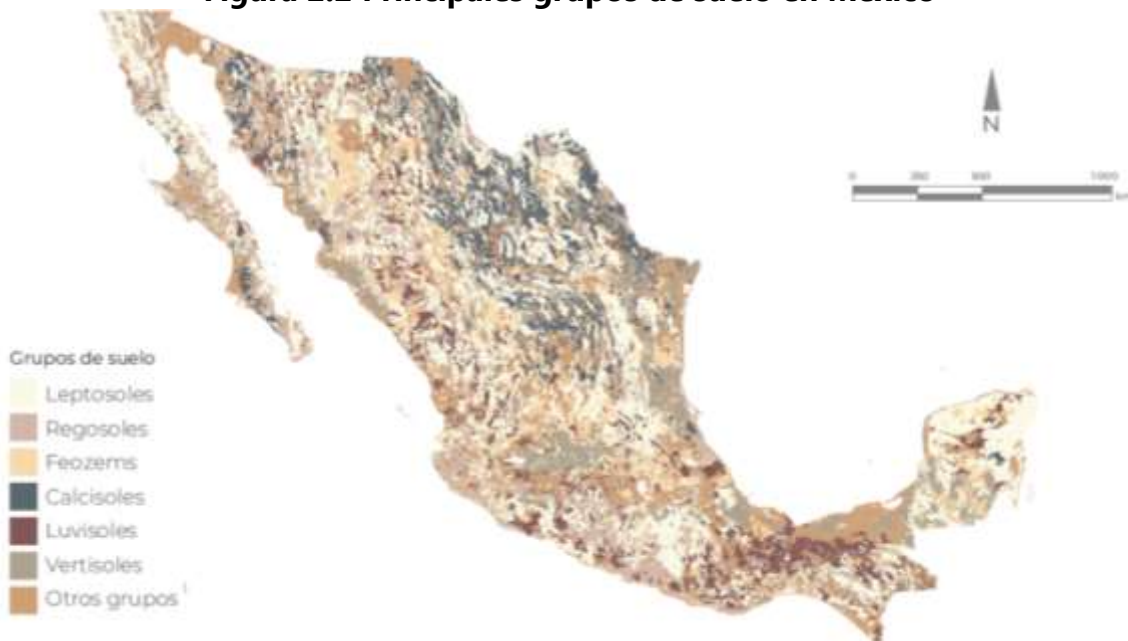


¹ Los porcentajes pueden no sumar 100% debido al redondeo de las cifras.

² La categoría "Otros" incluye los siguientes tipos de suelo: Acrisol, Alisol, Durisol, Gypsisol, Histosol, Lixisol, Planosol, Plintosol, Solonetz y Umbrisol

Fuente: SEMARNAT, 2018.

Figura 2.2 Principales grupos de suelo en México



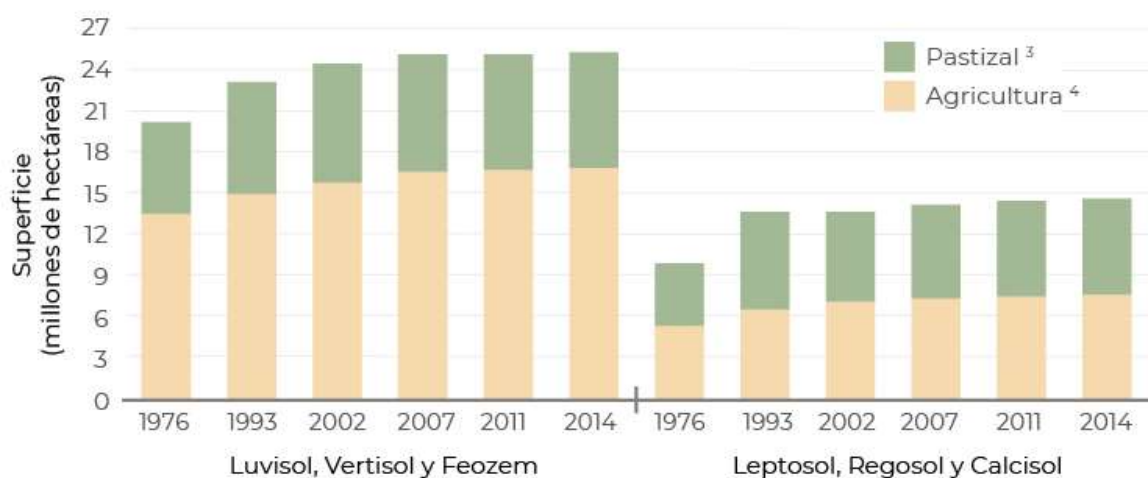
¹ "Otros grupos" incluye los siguientes tipos de suelo: Acrisol, Alisol, Andosol, Arenosol, Cambisol, Chernozem, Durisol, Fluvisol, Gleysol, Gypsisol, Histosol, Kastañozem, Lixison, Nitisol, Planosol, Solonetz, Solonetz, Solonchak y Umbrisol.

Fuente: SEMARNAT, 2018.

De acuerdo a la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017 de INEGI, la superficie agrícola a nivel nacional era de 32,406,237 hectáreas, de las cuales el 21% son de riego y el resto de temporal (79%), ambas cifras aumentaron casi 5 millones de hectáreas con respecto a 2014.

La superficie conjunta de Luvisoles, Vertisoles y Feozems que funciona para la producción agrícola, ha crecido significativamente en las últimas décadas. A mediados de los años setenta del siglo pasado, del área total ocupada por estos suelos, el 35.8% era utilizada en actividades agropecuarias, siendo el 24.1% dedicado a la agricultura, para 2014 la superficie tripartita era de 44.4% de lo cual el 29.8% se destinaba a la agricultura. En el caso del resto los otros tres grupos de suelo dominantes para el uso agrícola, Leptosoles, Regosoles y Calcisoles, tienen propiedades que dificultan su aprovechamiento agrícola y aumentan su vulnerabilidad a la erosión (SEMARNAT, 2018).

Figura 2.3 Superficie agropecuaria según grupo de suelos, 1976, 1993, 2002, 2007, 2011 y 2014 ^{1, 2}



Notas:

1 Aunque la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie I hace referencia al año 1976, para su elaboración se emplearon fotografías aéreas de prácticamente toda la década de los años 70.

2 Los valores se calcularon tomando como base la superficie conjunta de estos suelos a nivel nacional reportada por INEGI (2007), y la extensión de uso del suelo y vegetación reportada también por INEGI (1993, 2004, 2005, 2011, 2013 y 2017) para los años 1976, 1993, 2002, 2007, 2011 y 2014.

3 La categoría "pastizal" incluye: pastizal cultivado, inducido y sabanoide.

4 La categoría "agricultura" incluye: agricultura de riego, de temporal y de humedad.

Fuentes: SEMARNAT, 2018

2.1.1 Factores que afectan la calidad de los suelos para uso agrícola

En los suelos existe una latente degradación por diferentes fenómenos que ponen en peligro la producción de alimentos y la captación de agua, dichos riesgos se

deben a causas naturales y a otras provocados por la actividad humana; la FAO y SEMARNAT mencionan algunas amenazas que generan la degradación del uso de suelo para la producción agrícola. El siguiente cuadro señala los principales factores que afectan la calidad de los suelos.

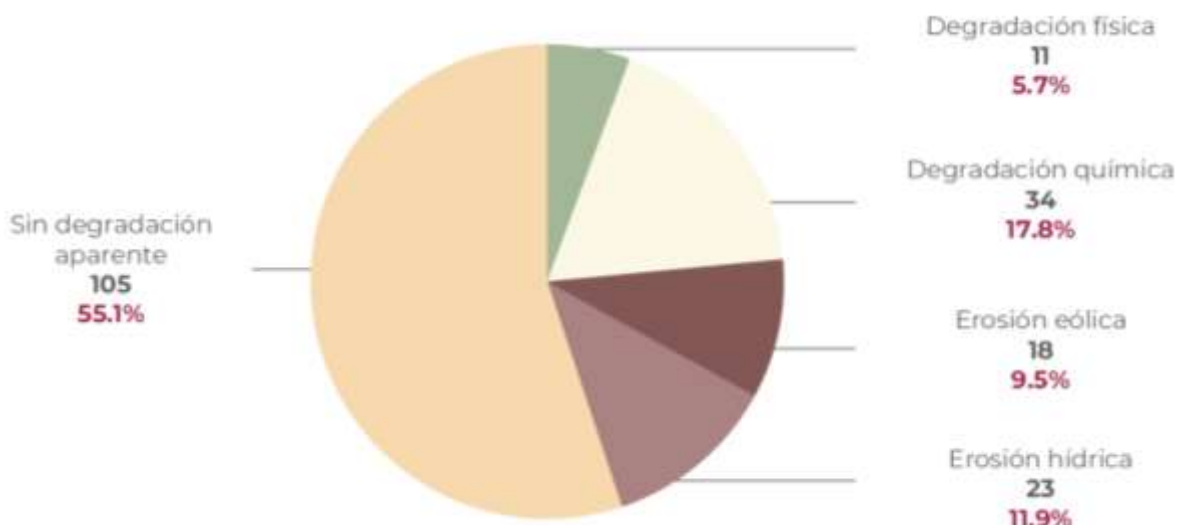
Esquema 2.1 Factores que afectan la calidad de los suelos

Factores que afectan la calidad de los suelos	Resumen
Erosión del suelo	Los deslizamientos son acelerados por el uso de la tierra en áreas altas en pendiente.
Desequilibrio de nutrientes (degradación química)	La mayoría de los países tienen balances negativos de nutrientes debido a la sobre-extracción. En algunos casos la sobre-fertilización también causa desequilibrio de nutrientes.
Pérdida de biodiversidad del suelo	Se sospecha que ocurre en áreas de deforestación y sobre-explotación agrícola.
Compactación	Causada por el sobrepastoreo y el tráfico agrícola intensivo.
Anegamiento (degradación física)	Debido a la deforestación y pobres condiciones estructurales en suelos agrícolas.
Acidificación del suelo	La acidificación del suelo está limitada a algunas áreas con uso excesivo de fertilizantes de N.
Contaminación	Las fuentes industriales causan la contaminación de suelos en algunos lugares. La contaminación difusa de suelos prevalece en sitios con agricultura intensiva (por ejemplo, residuos de herbicidas).
Sellado del suelo y ocupación del territorio (degradación física)	En algunos valles y llanuras de inundación, la urbanización se ha expandido sobre suelos fértiles.
Cambio de carbono orgánico	Los descensos son causados por la deforestación, cultivo intensivo de pastizales y monocultivo.
Salinización y sodificación (degradación química)	Causadas por la inadecuada tecnología de riego y calidad del agua. El cambio del uso de la tierra también promueve la salinización.
Erosión hídrica	La tasa y magnitud de la erosión hídrica están controladas principalmente por la intensidad de la lluvia, la erodabilidad propia de los suelos, la pendiente del terreno y la cubierta vegetal.
Erosión eólica	La erosión eólica comparte con la erosión hídrica dos de los factores que controlan su tasa y magnitud, estos son la erodabilidad y la presencia de la vegetación. Sin embargo,

	en este proceso la rugosidad del suelo y el clima también desempeñan papeles significativos.
Cambio climático	Los cambios en los patrones de temperatura tienen un gran impacto en la materia orgánica y los procesos biológicos del suelo en donde crecen plantas y cultivos que sirven como abastecimiento de los alimentos agrícolas, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO, 2015a: 50 y 2015b; y SEMARNAT, 2016.

Figura 2.4 Superficie relativa¹ afectada por procesos de degradación del suelo en México,^{2, 3} 2002



¹ La superficie se muestra en millones de hectáreas y en porcentaje del territorio nacional.

² Superficie nacional considerada: 1,909,818 km². No incluye cuerpos de agua, asentamientos humanos, zonas urbanas, regiones desprovistas de vegetación y superficie insular.

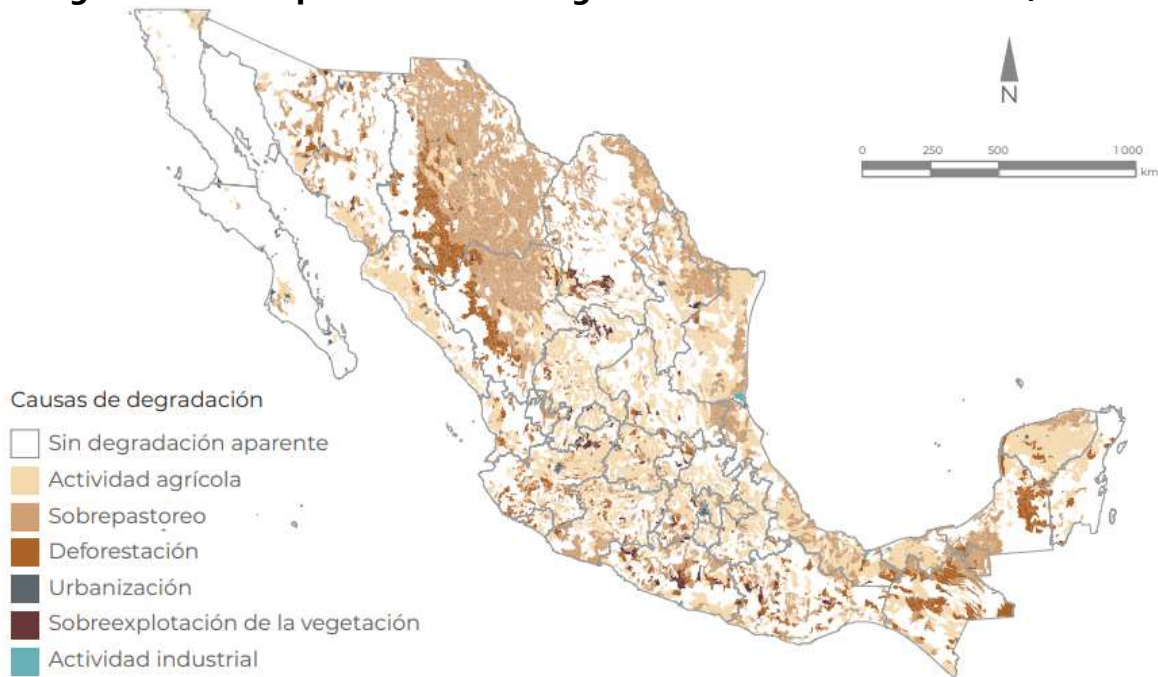
³ Los porcentajes pueden no sumar 100% debido al redondeo de las cifras.

Fuente: SEMARNAT, 2019.

La degradación de la tierra es un fenómeno complejo, que suele implicar la pérdida de alguno o todos los factores siguientes: productividad, suelo, cobertura vegetal, biomasa, biodiversidad, servicios ecosistémicos y resiliencia ambiental (UNCCD, 2017). Las consecuencias más significativas de la degradación se resumen en las afectaciones a la población mexicana y, como ya se dijo antes, de los ecosistemas. El primer caso tiene que ver con la menor disponibilidad de alimentos por una producción insuficiente; mientras que en el caso de los ecosistemas el deterioro provoca la pérdida de fertilidad de los suelos, así como una capacidad de resiliencia cada vez menor.

El siguiente mapa muestra la distribución de las principales causas que afectan a los suelos considerando 6 tipos de causales, en él se puede observar que Baja California y Baja California Sur son los estados menos afectados por la degradación, y en el resto del país las principales causas son el pastoreo, actividad agrícola y la deforestación.

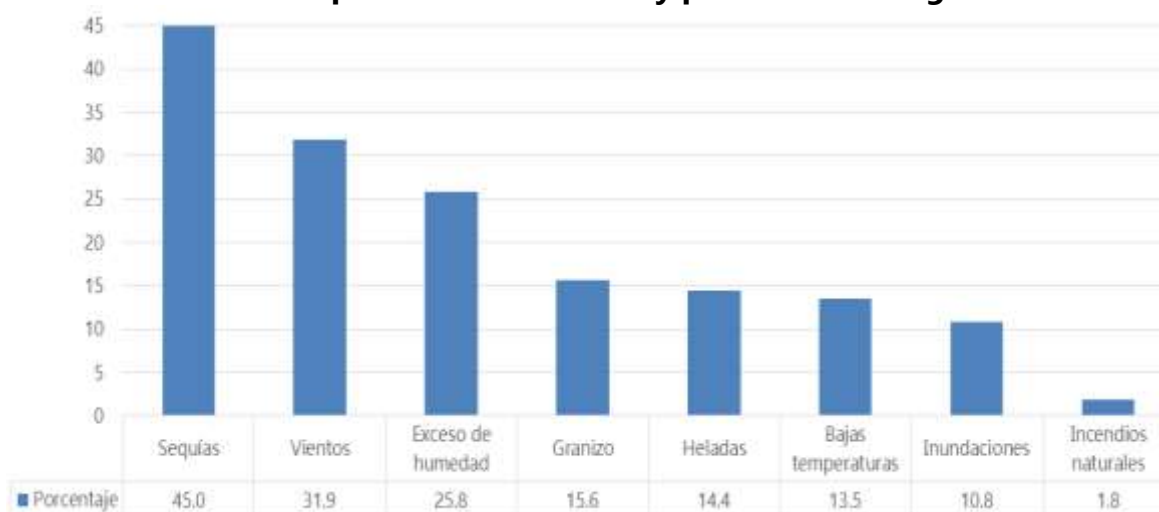
Figura 2.5 Principales causas de degradación del suelo en México, 2002



Fuente: SEMARNAT, 2018.

En 2017 la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) registró que dentro de los principales problemas presentados durante el desarrollo de las actividades agrícolas en las unidades de producción la pérdida en las cosechas por causas climáticas fue de 74.7%, la siguiente gráfica muestra que las sequías es la principal factor del cambio climático que más afecta a las cosechas en nuestro país, así como los vientos y el exceso de humedad, dicha información es relevante para comprender los siguientes datos.

Figura 2.6 Porcentaje de unidades de producción con pérdidas de cosecha o animales por causas climáticas y por causas biológicas



Nota: la suma de los parciales es diferente al 100% debido a que una unidad de producción puede declarar más de uno de los conceptos

Fuente: ENA 2017.

Además, la ENA reportó que la pérdida de fertilidad del suelo en 2019 represento 28.4%, en 2014 39.4% y en 2012 48.6%, en cada año que se presentó la encuesta la perdida de fertilidad en los suelos ha impactado menos, es decir, dicha perdida se ha reducido en casi 20% de 2012 a 2019 (INEGI, 2017). El estudio presenta otros problemas que dificultan el desarrollo del sector primario, sin embargo, para efectos del trabajo únicamente se consideraron los tres señalados.

Para tratar de disminuir o controlar la degradación de los suelos el gobierno ha desarrollado varios programas e implementado diversas acciones para proteger el medio ambiente y con ello generar las condiciones óptimas para la producción agrícola. Los siguientes datos muestran las acciones para proteger el medio ambiente, de entre los que destacan es la prevención de incendios, que en el gráfico anterior se muestran las sequías son las principales causas que son provocadas por el cambio climático, así como también plantar o mantener los cercos vivos para disminuir la erosión lo que ayuda a mitigar los vientos y el exceso de la humedad.

Las acciones realizadas para proteger al medio ambiente son congruentes y ayudan a mitigar la pérdida de las cosechas provocadas por el cambio climático.

Figura 2.7 Porcentaje de unidades de producción que realizan acciones para la protección del medio ambiente



Nota: la suma de los parciales es diferente al 100% debido a que una unidad de producción puede declarar más de una acción

Fuente: ENA 2017.

Paralelamente a las dificultades para frenar la degradación de los suelos y sostener la producción de alimentos a fin de dar cumplimiento a la seguridad alimentaria en México, también debe considerarse el impacto del crecimiento poblacional. Datos de INEGI muestran que entre 1950 y 2015 la población de México ha crecido cerca de cuatro veces, es decir, de 25.8 millones a 119.5 millones. En 2017 se registraron 129.2 millones de habitantes. Las cifras muestran que, en números absolutos, el aumento en la población es cada vez mayor.

Adicionalmente al crecimiento demográfico, también genera preocupación para el desabasto de alimentos, la concentración de habitantes en determinadas zonas de México, como lo es el Estado de México con poco más de 16 millones de habitantes, la Ciudad de México con casi 9 millones de habitantes y Veracruz con 8 millones de habitantes. Durante 2015 se registró una densidad demográfica promedio de 61 personas por kilómetro cuadrado a nivel nacional. Este promedio de habitantes

reflejaría un equilibrio en el que los agentes sociales, políticos y económicos aún podrían satisfacer las demandas y necesidades de los habitantes, como lo son: la vivienda, transporte, fuentes de trabajo, servicios médicos, servicios educativos, seguridad ciudadana, abastecimiento de alimentos, solo por mencionar algunos. Sin embargo, el intenso proceso de urbanización y las profundas y crecientes diferencias regionales en cuanto a diversidad productiva y desarrollo económico están provocando una creciente concentración de la población en ciertas entidades federativas. Una gran parte de la población mexicana se presenta en tres estados ubicados en el centro del país: en Ciudad de México son casi 6 mil habitantes por kilómetro cuadrado, en el Estado de México poco más de 700 habitantes por kilómetro cuadrado y en Morelos 390 habitantes por kilómetro cuadrado.

Para 2050 se espera un aumento de la población de casi 22.9 millones de mexicanos, es decir, un total de 148.2 millones de habitantes en el país (CONAPO, 2018). Al mismo tiempo, por el proceso y los patrones de urbanización se espera que las zonas urbanas aumenten y con ello el uso de suelo se utilice para satisfacer la demanda de bienes inmuebles. A continuación, se muestra el crecimiento para 2030 que se espera para la población urbana.

Cuadro 2.1 Resumen de la urbanización en México con base a tres límites inferiores que se utilizan para definir las regiones “urbanas” (porcentaje)

Número de habitantes urbano es > 15 mil habitantes	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	Crecimiento anual promedio 1995-2013
15,000	91	91	92	93	93	93	94	93	0.1
25,000	84	85	86	87	87	88	88	89	0.2
50,000	71	72	75	76	77	78	79	80	0.3

Fuente: SAGARPA, 2015.

De los parámetros considerados en la tabla, se espera que para los límites de 25 y 50 mil habitantes el crecimiento sea constante y mayor para 2030 a diferencia de los

15 mil habitantes. Este supuesto se sustenta con la tasa de crecimiento anual de 1995 a 2013 en cada límite es diferente del límite menor al mayor se presenta un incremento siendo que para el límite de 15 mil habitantes la tasa fue de 0.1%, 25 mil habitantes 0.2% y finalmente para 50 mil habitantes 0.3%, lo que implica que la urbanización en México para la siguiente década continuará aumentando.

La demanda de alimentos en México y la ingesta de alimentos están directamente relacionada con los patrones de consumo alimentario generado por el propio sistema social y económico. Un claro ejemplo se refleja en el consumo de proteínas y cereales, dado que un individuo destina del total de su gasto el de 23.3% y 17.9%, respectivamente (INEGI, 2018a), lo que refleja que los cereales son una parte importante de la alimentación de la población mexicana y con ello comprender la importancia del sector agrícola que es parte fundamental de la seguridad alimentaria en nuestro país.

Dentro de los granos más importantes que forman parte de la dieta básica de los mexicanos, la ENA 2017 registró que la producción de arroz fue de 134,524 toneladas producidas en los estados de Campeche, Chiapas, Coahuila y Tamaulipas; mientras que del maíz fueron más de 31 millones de toneladas producidas en los estados de Sinaloa, Sonora y Chiapas; el frijol 1.3 millones de toneladas y trigo 3.2 millones de toneladas.

Otros productos que forman parte de la canasta básica son los vegetales y las frutas. A continuación se muestra la producción y superficie sembrada de 2017 de los cultivos hortofrutícolas más importantes a nivel nacional.

Cuadro 2.2 Comportamiento de la producción y la superficie sembrada

Cultivo	Producción (toneladas)	Superficie sembrada (hectáreas)
Aguacate	NA	128,884

Fresa	256,072	11,387
Limón	1,110,840	160,836
Mango	1,689,839	233,362
Manzana	377,521	37,412
Melón	NA	13,084
Sandía	NA	27,776
Naranja	2,869,798	395,849
Plátano	2,220,400	103,160
Uva	317,643	28,985
Café	858,039	834,389
Caña de azúcar	56,354,945	824,747
Calabaza	740,011	75,551
Cebolla	1,051,023	35,801
Chile	1,985,22	125,123
Jitomate	3,008,036	41,045
Soya	261,248	147,675

Fuente: elaboración propia con datos de la ENA 2017.

2.2 Frontera agrícola en México

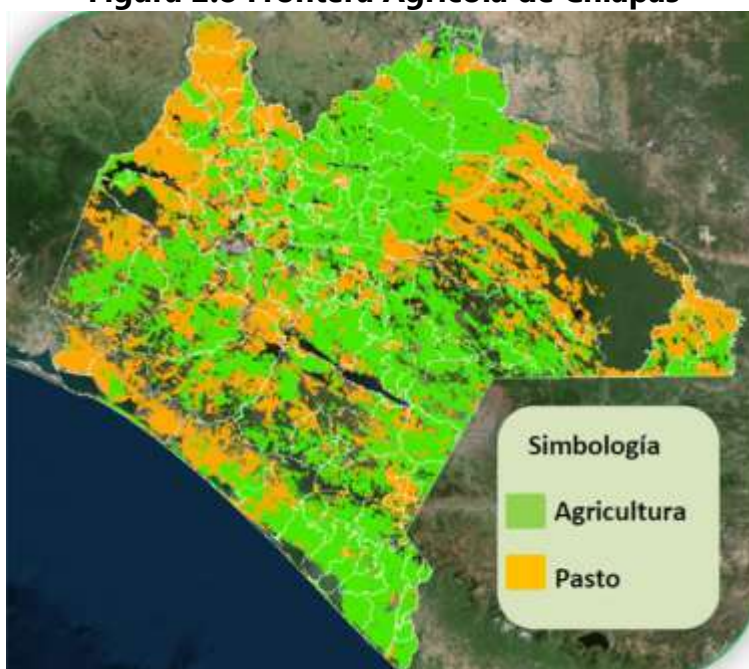
El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) menciona que la frontera agrícola es un insumo geográfico que permite identificar la distribución territorial de la superficie ocupada por las actividades agrícolas en nuestro país. Sin embargo, la página solo proporciona información a nivel estatal y no nacional, solo de algunas entidades del país, por esta razón en el desarrollo de este apartado solo se mencionan algunos estados que cuentan con la información relevante para el tema analizado en la tesis. Los siguientes estados cuentan con información relevante para el desarrollo de los temas centrales de este trabajo, aportando datos significativos en el argumento principal que es explicar el impacto de la degradación de los suelos agrícolas ha afectado a la producción agrícola y a su vez a la seguridad alimentaria del país.

En Chiapas cada año agrícola se siembran en promedio 902 mil hectáreas con cultivos cíclicos, con una agricultura fundamentalmente basada en el temporal y

principalmente del ciclo primavera-verano. En el año 2016 produjo 11 millones 225 mil toneladas en alimentos, en 1,382,482 ha de superficie cosechada de maíz, frijol y sorgo, los cultivos cíclicos principales; el café, la palma y el mango los cultivos perennes más relevantes.

El crecimiento de la población requiere de mayores volúmenes de bienes de consumo para mantener su seguridad alimentaria; por lo que se implementa un uso intensivo y dinámico del suelo con fines agrícolas. Para el 2016 la superficie de la frontera agrícola en la entidad se estimó en 3,052,652 ha. Lo que representó el 41.47 % de la superficie total del estado; el 62.46% la ocuparon zonas agrícolas y el 37.54% los pastos (SAGARPA-SIAP, 2018a).

Figura 2.8 Frontera Agrícola de Chiapas

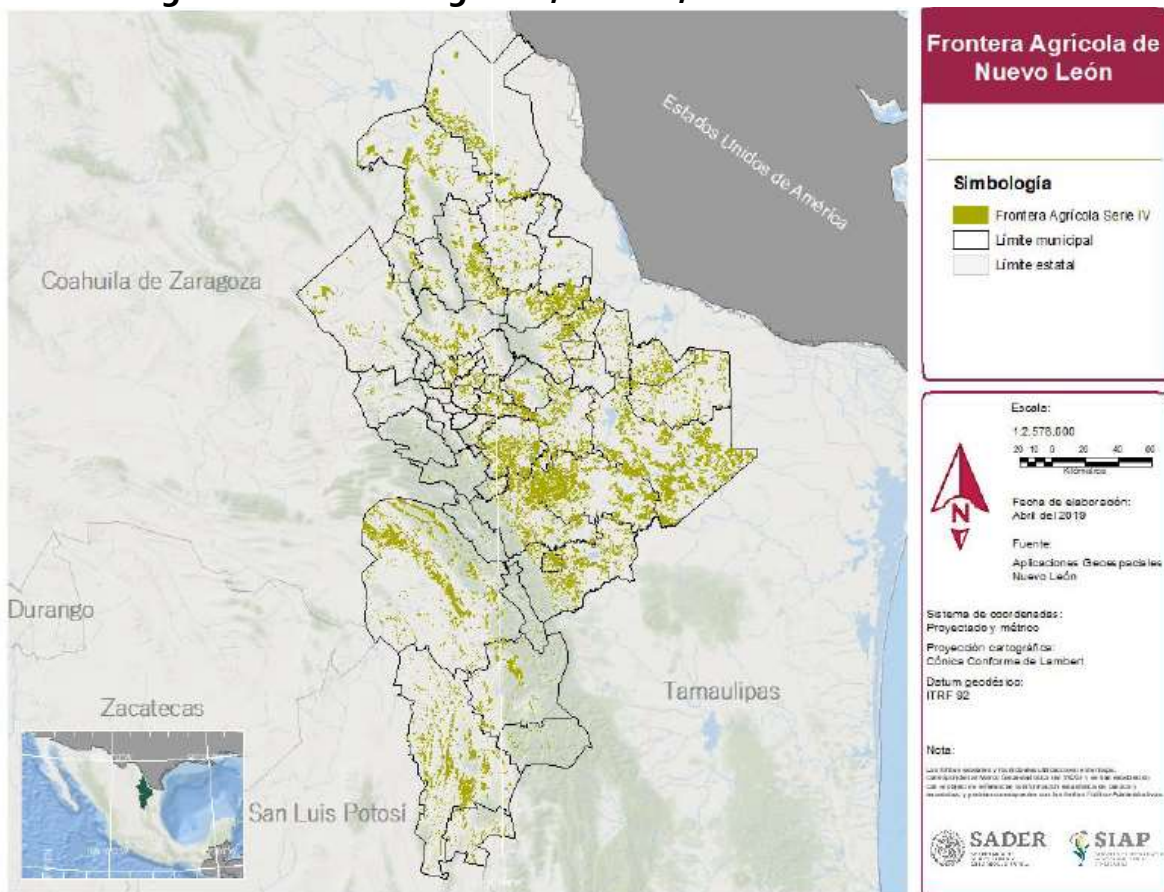


Nota: periodo 2015-2016, frontera agrícola de México serie III, escala 1:10,000.
Fuente: SAGARPA-SIAP, 2018a.

En Jalisco la aportación de este estado al volumen nacional ocupa el 1er. lugar en los sectores agrícola 13.8%; el 80.2% de sus cultivos son de temporal y el 19.8% de riego. El 54% de la superficie sembrada corresponde al ciclo primavera-verano y el 41.1%

son cultivos perennes sólo el 4.9% son del ciclo otoño-invierno. Sus cultivos principales son: maíz grano y agave (SAGARPA-SIAP, 2019a). En el caso de Nuevo León, cuenta con una superficie de 6.4 millones de hectáreas, que representa el 3.3% del total del país, los productos agrícolas destacados son la papa, pastos, naranja, nuez y tomate rojo (SAGARPA-SIAP, 2019f).

Figura 2.9 Frontera agrícola, serie IV, estado de Nuevo León.



Fuente: SAGARPA-SIAP, 2019f.

El maíz grano en Querétaro predomina, sin embargo existen cultivos con alto valor de producción y de importancia económica para la entidad, como los cultivos de: alfalfa, maíz forrajero, avena, cebada grano, sorgo grano, vid, flores de corte (rosas), esparrago, brócoli, zanahoria, jícama, tomate verde, variedades de chile, jitomate, entre otros cultivos (SAGARPA-SIAP, 2019e). En el siguiente mapa se muestra la Frontera Agrícola de Quintana Roo a través del tiempo se identificaron 3 regiones

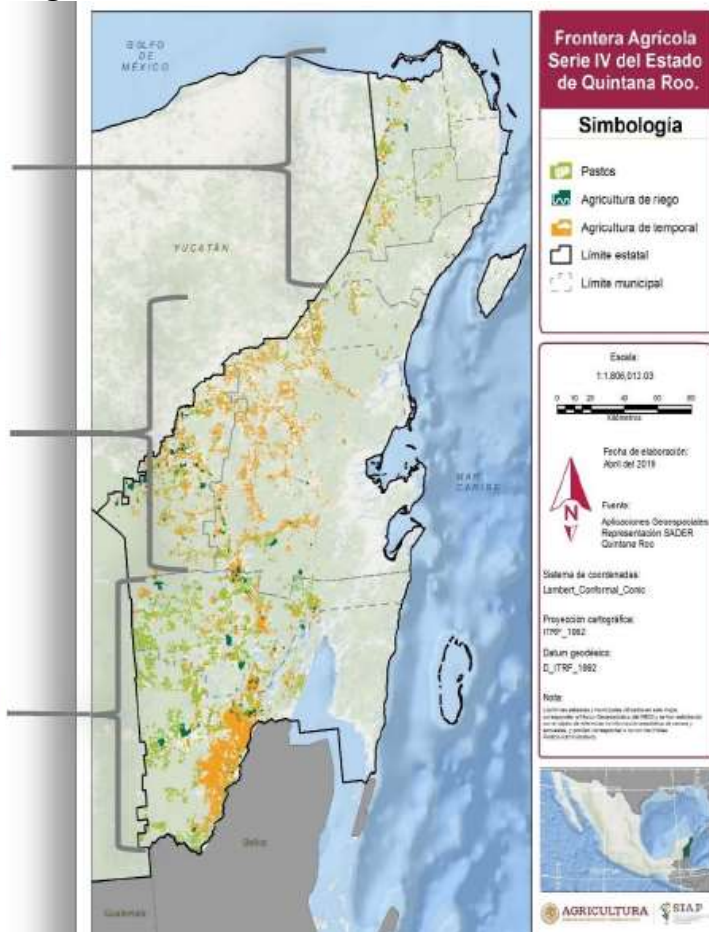
con dinámica totalmente distinta, que se muestran en el siguiente mapa (SAGARPA-SIAP, 2019d).

Figura 2.10 Frontera Agrícola de Quintana Roo, año 2019

Zona norte: Su tendencia es el predominio del sector económico terciario, pero conserva zonas de producción agrícola en el municipio de Lázaro Cárdenas.

Zona centro: Se caracteriza por mantener el cultivo de maíz, presenta un alto grado de movilidad en ambos ciclos agrícolas en pequeñas parcelas. También cuenta con zonas cítricas en los límites con el estado de Yucatán.

Zona sur: Zonas agrícolas compactas dedicadas a la caña y áreas de apertura para las actividades agropecuarias principalmente en el municipio de Bacalar.



Fuente: SAGARPA-SIAP, 2019d.

Con una superficie agrícola de 902,885.30 hectáreas en San Luis Potosí y, con base a las cifras de la Frontera Agrícola del año 2016, representa 24.6 millones de hectáreas de superficie agrícola con la que cuenta el país, San Luis Potosí contribuye con el 3.67% distribuida en 68.9% corresponde a agricultura de temporal y el 18.4% a agricultura de riego (SAGARPA-SIAP, 2018b). Finalmente en Zacatecas la producción agrícola ocupa un lugar importante en su economía; sus cultivos principales son frijol, ajo y chile verde, también se producen cultivos como calabaza chihua, girasol, durazno, maíz forrajero, maíz grano, avena forrajera, cebada grano, cebada forrajera,

sorgo, trigo grano, alfalfa, cacahuete (o maní), guayaba, vid, manzana, brócoli y nopal tunero. Zacatecas cuenta con importantes áreas geográficas aptas para la agricultura, empleándose en esta actividad un aproximado de 1'303,564 hectáreas que conforman la frontera agrícola (SAGARPA-SIAP, 2019c).

2.3 Producción agrícola

México produce más de 300 especies de cultivos, sin embargo, solo 17 cultivos representan más del 80% de la superficie cosechada en el país durante 2018, los cuales serán el eje angular para el desarrollo del presente trabajo: aguacate, alfalfa, avena forrajera verde, café cereza, caña de azúcar, cebada grano, chile verde, frijol, garbanzo grano, limón, maíz forrajero, maíz grano, mango, naranja, nuez, sorgo grano y trigo grano. El restante 20% de la superficie cosechada corresponde a poco más de 300 cultivos que se clasifican como "otros".

Del total de hectáreas cosechadas, el maíz (grano) representa el 40%, el frijol 9% y el sorgo (grano) 7%; más de la mitad de la superficie sembrada se destina a estos tres cultivos, que son parte fundamental de la alimentación de la población en México. El resto de los 17 cultivos tienen menor participación en la superficie cosechada: con 4% cada uno se encuentran caña de azúcar, avena forrajera en verde y café; con 3% cada uno, el maíz forrajero en verde y el trigo; mientras que la cebada, la naranja y la alfalfa representan cada uno el 2% del total del área cosechada; finalmente, 11% de las hectáreas cosechadas se distribuyen en los cultivos de aguacate, garbanzo, mango, limón, nuez y chile verde. Finalmente, durante 2018 el resto de los otros cultivos representaron el 14% de la superficie total cosechada. A continuación se muestra el comportamiento de la superficie cosechada, de los 17 cultivos solo 3 tuvieron decrecimiento de 1980 a 2018, es decir, el chile verde disminuyó -0.29%, el frijol -0.53% y -1.33% en el trigo. Dentro de los cultivos que tuvieron mayor

crecimiento en el periodo de estudio son: el maíz forrajero en verde con 5.35%, la nuez con 3.28% y el aguacate con 3.06%; finalmente hubo un crecimiento total de 0.32% en dicho periodo.

Cuadro 2.3 Superficie cosechada (Hectáreas)

Cultivo/Año	1980	2000	2018	Tasa media de crecimiento anual 1980-2000	Tasa media de crecimiento anual 2000-2018	Tasa media de crecimiento anual 1980-2018
Aguacate	53,385	94,091	206,389	3.09	4.49	3.06
Alfalfa	236,431	324,665	386,163	1.15	0.78	1.49
Avena forrajera en verde	251,209	344,983	644,982	2.10	7.82	2.67
Café cereza	473,464	701,326	629,799	2.03	-0.87	0.70
Caña de azúcar	535,813	618,282	771,110	0.85	1.40	1.00
Cebada grano	318,893	290,380	352,113	-0.88	0.37	0.52
Chile verde	81,362	96,012	89,444	2.71	-0.25	-0.29
Frijol	1,545,234	1,502,818	1,596,224	0.22	-0.49	-0.53
Garbanzo grano	75,272	134,909	194,370	2.37	-1.42	0.86
Limón	57,047	121,138	174,406	2.94	1.77	3.01
Maíz forrajero en verde	103,055	197,790	600,941	4.75	6.10	5.35
Maíz grano	6,766,120	7,131,181	7,122,562	0.69	-0.20	0.06
Mango	62,840	154,304	188,285	4.71	1.01	2.71
Naranja	161,832	323,618	326,689	4.27	-0.16	2.42
Nuez	26,281	48,825	96,909	3.25	3.86	3.28
Sorgo grano	1,542,957	1,899,201	1,300,528	0.58	-1.21	0.22
Trigo grano	722,282	707,768	541,345	-1.26	0.17	-1.33
Total	13,013,477	14,691,290	15,222,259	0.76	0.21	0.32

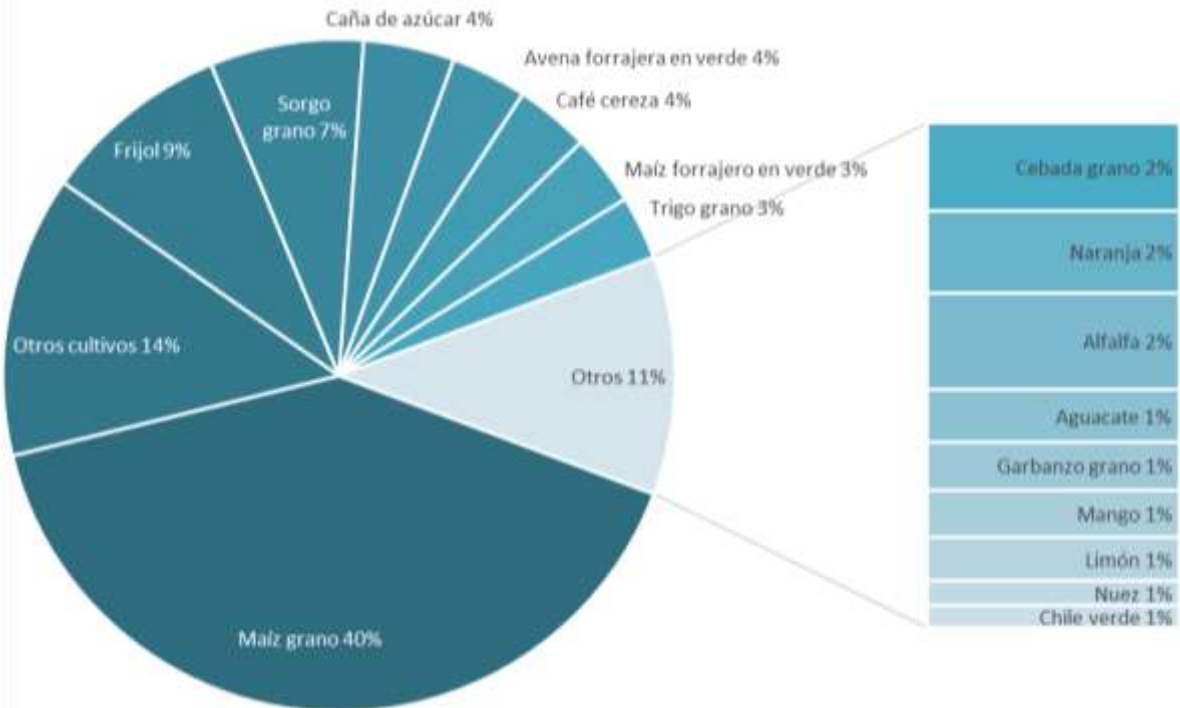
Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

El maíz es el cultivo que más se cosecha en la superficie agrícola, y tiene dos principales tipos de consumo, por un lado, es el consumo humano con la producción de harinas que se vuelve en el producto principal de la canasta básica de la población mexicana; el segundo consumo que se le da al grano de maíz es como uso forrajero para alimento de las aves de corral, cerdos y rumiantes; su uso se ha dado por los bajos costos. El sorgo grano tanto en el cultivo de temporal como en riego registró un destacado comportamiento en la cosecha a nivel nacional, llegando al 7% de la superficie total cosechada; este grano se utiliza principalmente para alimento animal; también se utiliza en la fabricación de harinas para la elaboración de pan, galletas, alfajores, pan, entre otros (SAGARPA, 2017a).

Los cultivos antes mencionados son representativos tanto en la modalidad de riego como en la de temporal. Como se ha señalado, son importantes en el ámbito alimentario, incluyendo los productos derivados que se pueden obtener de estos cultivos y que forman parte de la canasta básica mexicana.

El frijol y el trigo son cultivos que también tienen una participación importante en la superficie cosechada, ambos cultivos son básicos para la alimentación de la población, tan solo después del maíz. El frijol es utilizado principalmente como alimento y forma como complemento del resto de la canasta básica, destaca por su alto contenido de proteínas. El consumo del trigo se da a través de la harina para la preparación de panes, fideos, masas, entre otros.

Figura 2.11 Cultivos totales cosechados 2018



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

Los cultivos de riego satisfacen las necesidades hídricas que no fueron cubiertas mediante la precipitación, con lo cual se reducen los riesgos y se incrementa la productividad agrícola. A continuación se muestra el comportamiento de la

superficie cosechada de riego, de los 17 cultivos solo 4 tuvieron decrecimiento de 1980 a 2018, es decir, el chile verde disminuyo -0.23%, el frijol -0.62%, el sorgo -0.29% y -1.32% en el trigo. Dentro de los cultivos que tuvieron mayor crecimiento en el periodo de estudio son: el maíz forrajero en verde con 4.68%, el mango con 3.63% y la nuez con 3.38%; finalmente hubo un crecimiento total de 0.63% en dicho periodo.

Cuadro 2.4 Superficie cosechada de riego (Hectáreas)

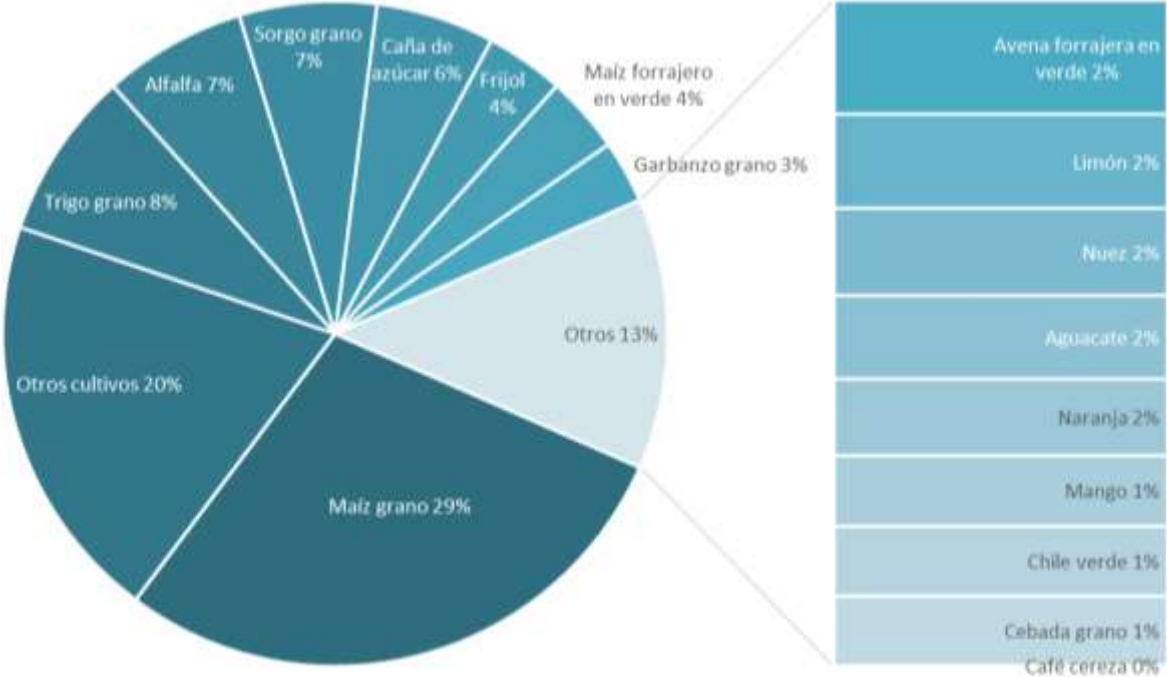
Cultivo/Año	1980	2000	2018	Tasa media de crecimiento anual 1980-2000	Tasa media de crecimiento anual 2000-2018	Tasa media de crecimiento anual 1980-2018
Aguacate	34,630	46,908	90,193	2.20	3.74	1.77
Alfalfa	229,914	324,229	385,364	1.26	0.78	1.52
Avena forrajera en verde	34,205	59,746	124,015	1.81	5.21	2.57
Café cereza	365	1,753	1,161	2.95	-1.58	1.39
Caña de azúcar	214,031	238,725	318,735	0.75	1.76	1.27
Cebada grano	49,968	36,108	75,059	-3.33	0.96	0.56
Chile verde	62,920	72,953	76,612	2.78	0.22	-0.23
Frijol	225,973	223,730	211,152	1.31	-1.47	-0.62
Garbanzo grano	64,680	116,540	169,029	4.62	-1.35	2.15
Limón	37,459	73,584	102,808	2.83	1.51	2.66
Maíz forrajero en verde	33,513	68,064	206,890	2.93	5.16	4.68
Maíz grano	1,115,433	1,044,018	1,583,090	1.61	1.87	1.14
Mango	22,456	52,078	77,804	4.73	2.89	3.63
Naranja	41,764	87,514	83,783	4.51	-0.47	2.75
Nuez	25,662	46,451	95,382	3.23	4.08	3.38
Sorgo grano	478,292	364,468	368,472	-2.52	1.09	-0.29
Trigo grano	614,206	592,891	451,809	-2.13	0.60	-1.32
Total	3,285,471	3,449,759	4,421,356	0.38	1.42	0.63

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

En los cultivos cosechados con riego se repiten nuevamente el grano de maíz (29%), así como el sorgo y la alfalfa cada uno con 7%, mientras que en la modalidad de riego el frijol es desplazado por el trigo (8%). Del resto de los 17 cultivos, la caña de azúcar (6%) representa uno de los cultivos con mayores hectáreas cosechadas en 2018, mientras que el frijol y el maíz forrajero en verde cada uno participa con 4% de superficie cosechada; en menor proporción, el garbanzo participa con el 3%. Finalmente, avena forrajera en verde, limón, nuez, aguacate, naranja, mango, chile verde, cebada grano y café cereza componen el 13% de la superficie cosechada.

Mientras que los otros cultivos, que para efectos del trabajo así se catalogaron, abarcaron el 20% del total de las hectáreas cosechadas en la modalidad de riego.

Figura 2.12 Participación de los cultivos de riego en la superficie cosechada 2018



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

La producción de los cultivos temporales (agricultura temporal) depende del comportamiento de las lluvias y de la capacidad del suelo para captar el agua. Al respecto, tienen la ventaja de que el gasto en la producción es menor al no tener que invertir en el tema de riego. Algunos ejemplos son el maíz de temporal, el limón y el sorgo (SAGARPA, 2016). En la modalidad temporal los tres cultivos más importantes son, nuevamente, el grano de maíz, que es el que tiene la mayor participación, con 46% de la superficie total; también tienen una elevada participación el frijol, con 11%, y el sorgo (grano) con 8% del área cosechada bajo temporal. En el resto de los cultivos también tuvieron importante participación: el café cereza que representó el 5%, la avena forrajera en verde y la caña de azúcar cada una con 4% de la superficie cosechada; el maíz forrajero en verde 3% y con 2%

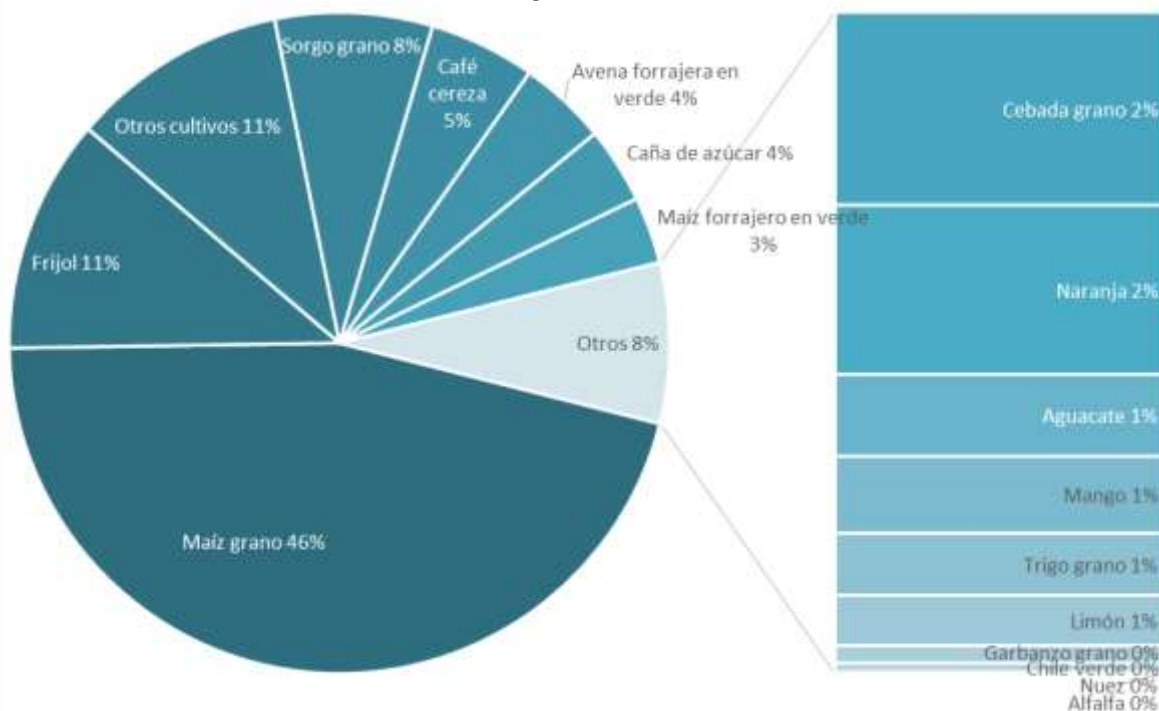
la cebada grano y la naranja; el área cosechada de aguacate, mango, trigo grano y limón significó 4%; el garbanzo, chile verde, nuez y alfalfa representan menos de 0.5%. Otros cultivos representaron el 11% del total de la superficie cosechada en la modalidad de temporal. A continuación se muestra el comportamiento de la superficie cosechada de temporal, de los 17 cultivos 6 tuvieron decrecimiento de 1980 a 2018, es decir, la avena forrajera en verde disminuyó -3.20%, el chile verde en -0.60%, el frijol -0.51%, el garbanzo en -1.11%, el maíz en -0.16% y por último -1.27% el trigo. Dentro de los cultivos que tuvieron mayor crecimiento en el periodo de estudio son: el maíz forrajero en verde con 5.68%, el aguacate con 4.60% y el limón con 3.60%; finalmente hubo un crecimiento total de 0.21% en dicho periodo.

Cuadro 2.5 Superficie cosechada de riego (Hectáreas)

Cultivo/Año	1980	2000	2018	Tasa media de crecimiento anual 1980-2000	Tasa media de crecimiento anual 2000-2018	Tasa media de crecimiento anual 1980-2018
Aguacate	18,755	47,184	116,196	4.60	5.12	4.60
Alfalfa	6,517	436	799	-14.59	0.30	-3.20
Avena forrajera en verde	217,004	285,237	520,967	2.18	8.64	2.70
Café cereza	473,099	699,573	628,638	2.03	-0.87	0.69
Caña de azúcar	321,782	379,557	452,375	0.92	1.16	0.82
Cebada grano	268,925	254,272	277,054	-0.47	0.31	0.51
Chile verde	18,442	23,060	12,832	2.46	-2.33	-0.60
Frijol	1,319,261	1,279,088	1,385,073	0.07	-0.34	-0.51
Garbanzo grano	10,592	18,369	25,342	-0.79	-1.69	-1.11
Limón	19,588	47,554	71,598	3.20	2.17	3.60
Maíz forrajero en verde	69,542	129,726	394,051	5.57	6.47	5.68
Maíz grano	5,650,687	6,087,163	5,539,473	0.51	-0.64	-0.16
Mango	40,384	102,226	110,481	4.76	-0.09	2.22
Naranja	120,068	236,104	242,906	4.23	-0.05	2.33
Nuez	619	2,374	1,527	4.55	-3.51	0.83
Sorgo grano	1,064,665	1,534,734	932,056	1.81	-1.94	0.43
Trigo grano	108,076	114,877	89,536	2.42	-1.75	-1.27
Total	9,728,006	11,241,531	10,800,903	0.89	-0.20	0.21

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

Figura 2.12 Participación de los cultivos en la superficie cosechada de temporal 2018



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

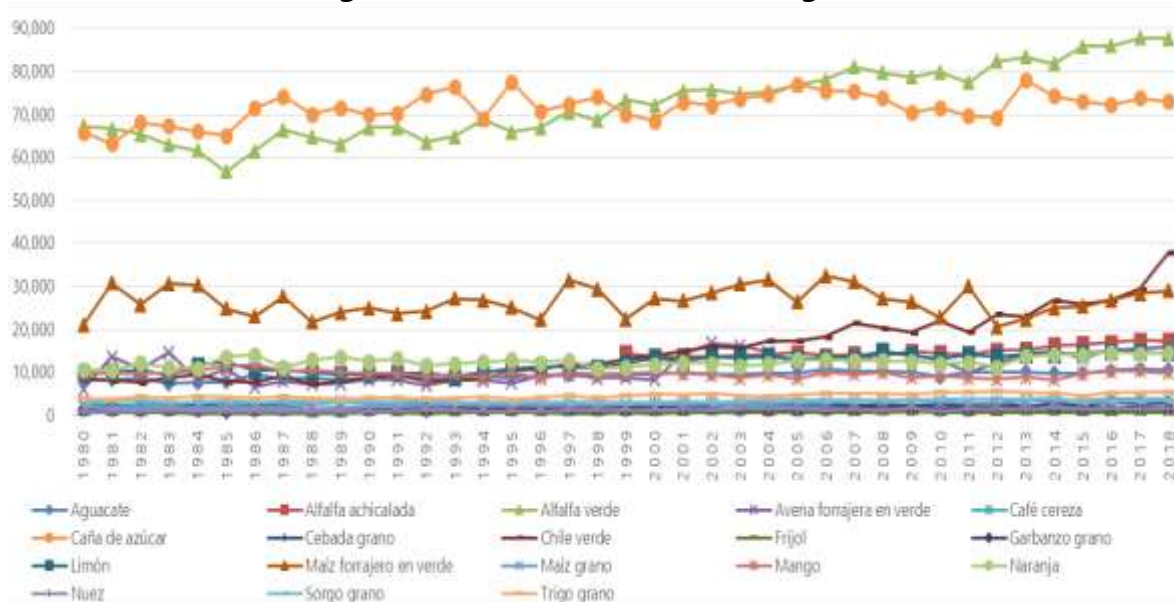
2.3.1 Rendimientos

Además de medir y analizar la superficie cosechada en el territorio nacional de los 17 cultivos se hará la evaluación de los rendimientos, es decir, los kilogramos cosechados por hectárea. Entre 1980 y 2018 los rendimientos de alfalfa verde pasaron de poco más de 60 mil kilogramos por hectárea hasta casi los 90 mil kilogramos por hectárea en los últimos 5 años del estudio. La alfalfa verde, se utiliza como alimento de ganado vacuno, ovino, porcino, caballos y aves de corral, además una mínima parte es complemento ocasional en la alimentación de los mexicanos. La caña de azúcar es el segundo cultivo del cual se obtiene mayor rendimiento, de 1980 a 2018 el rendimiento subió de 60 mil a poco menos de 80 mil kilogramos por hectárea; además del consumo directo y la elaboración de confites, dulces y bebidas, el azúcar se utiliza en muy numerosos productos alimenticios. El maíz forrajero en verde en el periodo de estudio también ha tenido un rendimiento de poco más 20

mil kilogramos por hectárea, incluso en algunos periodos es mayor a los 30 mil kilogramos por hectárea, el uso de este cultivo es principalmente para alimento animal.

El resto de los cultivos se han mantenido constantes, por debajo de los 20 mil kilogramos por hectárea. Cabe mencionar que entre los cultivos con mayor superficie cosechada no ser los que tiene mayores rendimientos.

Figura 2.13 Rendimiento total (kg/ha)



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

2.3.2 Índice del valor de la producción agrícola

El índice del valor de la producción agrícola⁷ el principal uso radica en la necesidad de disponer de series de producción precisas y permanentes que permitan apreciar

⁷ Para un año determinado, por ejemplo el año "0", y considerando a la cantidad (Q_i) y al precio (P_i); el valor de la producción total será igual a: $VBP(0) = \sum Q_i(0) * P_i(0)$.

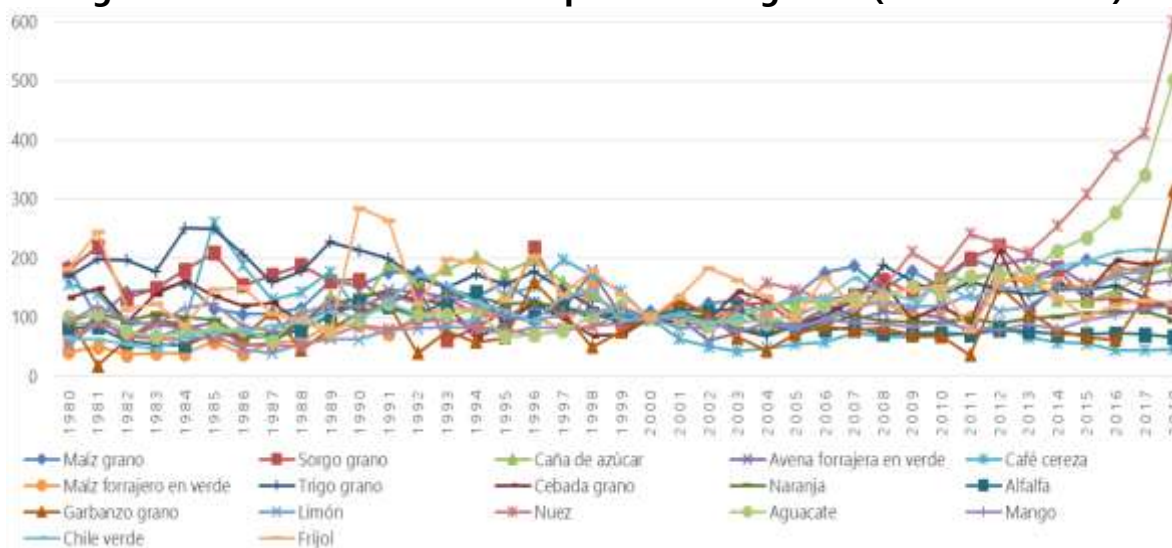
Para otro año determinado, el año "n", posterior o anterior al año "0", el valor de la producción total será equivalente a: $VBP(n) = \sum Q_i(n) * P_i(n)$.

Para hacer comparables los valores de producción de ambos periodos, es necesario expresar los agregados en el sistema de precios del año escogido como base a efectos de la comparación. Si éste es el año "0", será necesario expresar las cantidades del año "n" a los precios del año "0": $VBP^0(n) = \sum Q_i(n) * P_i(0)$.

Dividiendo el valor de la producción en el año actual (a precios de ese año) por un divisor IP. Se tendrá entonces: $\frac{\sum Q_i(n) * P_i(n)}{IP} = \sum Q_i(n) * P_i(0)$

las variaciones que experimenta esa producción durante el transcurso del tiempo, con los niveles de agregación que mejor sirva a esos fines (Gómez, 1994: 512). El índice del valor de la producción agrícola del periodo de 1980 a 2018 con año base 2000, muestra el comportamiento en cuanto al crecimiento de los cultivos. Los 17 cultivos han tenido un crecimiento similar, sin embargo el cultivo del frijol ha tenido un comportamiento fluctuante durante el periodo de estudio. El garbanzo durante algunos años tuvo caídas significativas, pero entre 2017 y 2018 tuvo un crecimiento por arriba del resto de los cultivos; otro caso similar fue la nuez que en 2013 cuyo valor de la producción casi se triplicó en esos cinco años, el índice pasó de 209 en 2013 a 603 en 2018. El índice de valor de la producción del aguacate en 2013, registró 177 y para 2018 fue de 503, dicho aumento en la producción es el reflejo del impulso derivado del dinamismo de la demanda de aguacate no solo a nivel nacional sino también a nivel mundial para consumo alimenticio; para el caso de nuestro país forma parte de la dieta y la canasta básica.

Figura 2.14 Índice del valor de la producción agrícola (base 2000=100)



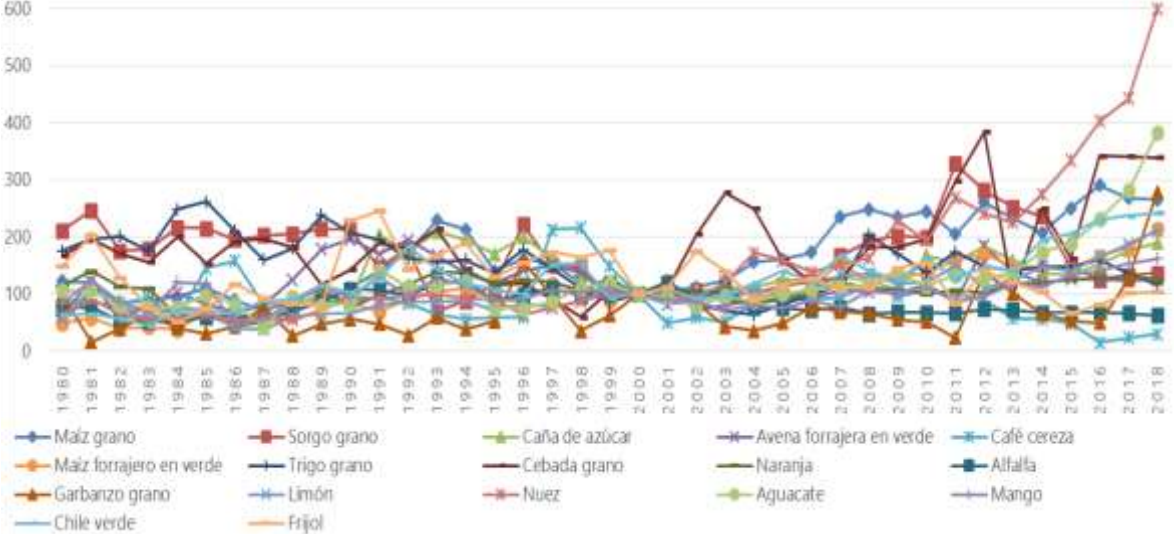
Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

$$\text{Despejando el valor de IP: } IP = \frac{\sum Qi(n) * Pi(n)}{\sum Qi(n) * Pi(0)}$$

Expresión que corresponde a la fórmula del índice de precios de Paasche, que adopta como ponderación las cantidades del año actual (año "n") (Gómez, 1994: 510-511).

Para el caso del índice de valor de la producción de riego los 17 cultivos tienden a un comportamiento constante similar de 1980 a 2000, ningún cultivo rebasó el índice en 300 los puntos más altos fueron en 1981 con el grano de sorgo siendo su índice de 246 y en 985 el grano de trigo con 261. En 2018 los cultivos que más sobresalieron en su índice de valor de la producción agrícola de riego del resto fue la nuez con 598, aguacate con 382, cebada grano con 339, garbanzo grano 278 y maíz con 265. Para el resto de los cultivos entre 2000 y 2018 su índice fue menor a 250, manteniendo un comportamiento estable.

Figura 2.15 Índice del valor de la producción agrícola de riego (base 2000=100)

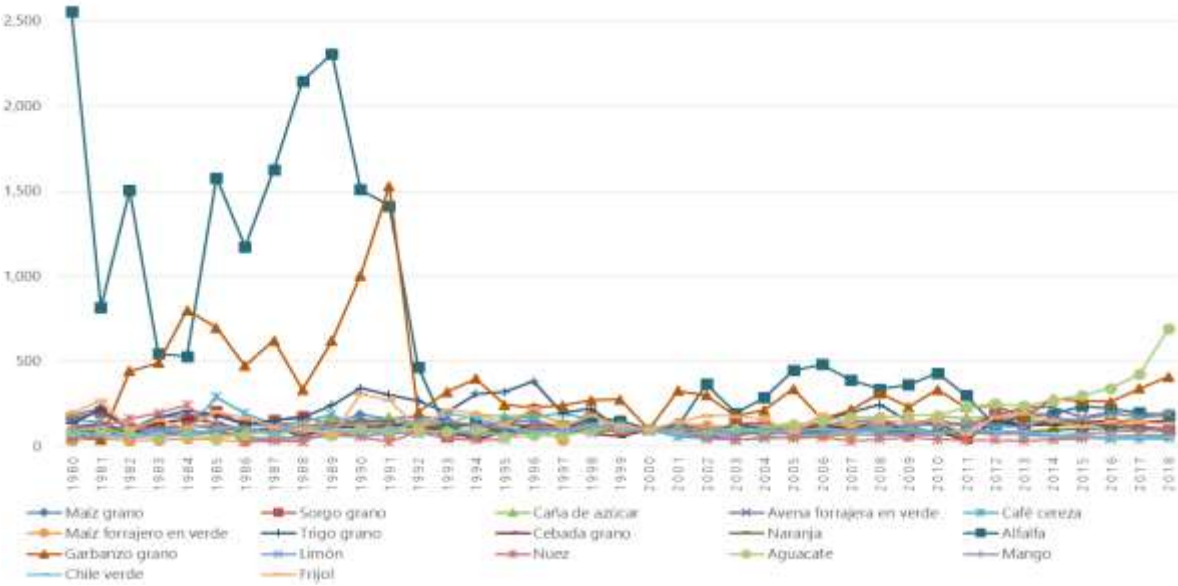


Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

Finalmente, el índice del valor de la producción agrícola temporal el garbanzo durante el periodo mostró ser el cultivo con mejor desempeño en el índice del valor de la producción agrícola de riego, en 1991 tuvo un valor de 1529 y en 2018 fue el segundo cultivo con mejor desempeño con un índice de 409. La alfalfa entre 1980 a 1992 fue el cultivo más dinámico, sin embargo después de ese periodo no mantuvo dicho comportamiento, los últimos años del periodo de estudio mantuvo un índice por debajo de 200. El cultivo del aguacate en 2013 mostró un comportamiento creciente con un índice del valor de la producción agrícola temporal de 239, para

2018 alcanzó a crecer más del doble con 692. Sin embargo, antes del periodo mencionado el aguacate no crecía más de 200, manteniendo un comportamiento constante similar al resto de los cultivos, excepto de los cultivos antes mencionados (alfalfa y garbanzo), al igual que la modalidad de riego el aguacate como cultivo temporal después de 2013 a 2018 la producción aumentó considerablemente, debido a que la demanda no solo aumentó a nivel nacional sino también a nivel internacional, al aumentar la demanda en 171.9% en la última década los que ha generado un incremento en las exportaciones mexicanas con destino a Estados Unidos, Japón y Canadá (SAGARPA, 2017b), generando un desempeño constante pero creciente, con respecto al resto de los cultivos de este estudio.

Figura 2.16 Índice del valor de la producción agrícola temporal (base 2000=100)



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

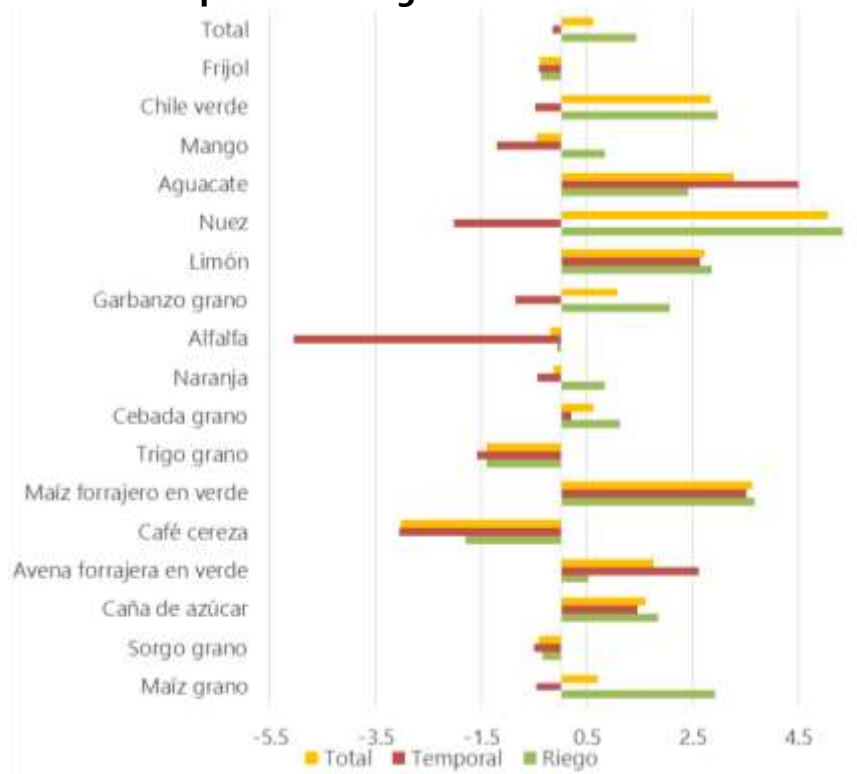
La siguiente gráfica muestra la tasa media de crecimiento del índice de valor de la producción agrícola de 1980 a 2018 en el total de los cultivos y para cada uno de los 17 cultivos de este estudio. El total de los 17 cultivos tuvo una tasa media de crecimiento total en su índice de 0.6%, para la modalidad de riego fue de 1.4% y para los cultivos de la modalidad de riego se hubo un decrecimiento de -0.2%; dicho

comportamiento se pudo observar en las anteriores gráficas, en donde la agricultura de riego tuvo un comportamiento uniforme, con respecto a los cultivos de temporal. Los cultivos que mostraron un comportamiento similar del valor de la producción en riego y en temporal entre 1980 a 2018, fueron: el limón con una tasa total de 2.7%, de riego 2.9% y temporal 2.6%; maíz de forraje verde, con una tasa total de crecimiento de 3.6%; en temporal 3.5% y en riego 3.7%; y la caña de azúcar cuya tasa total de crecimiento fue 1.6%, en temporal 1.4% y 1.8% en riego.

Sin embargo, algunos cultivos presentaron decrecimiento en el índice de valor de la producción agrícola entre 1980 y 2018: el valor de la producción de frijol decreció 0.4% tanto en riego como en temporal; el trigo decreció 1.4% en riego y en temporal 1.6%; el café cereza decreció 3% en total, para la modalidad de temporal 3.1% y 1.8% en riego; finalmente el sorgo tuvo una tasa de decrecimiento total y de riego de 0.4% y de 0.5% en temporal.

El cultivo que tuvo un mejor desempeño en su tasa media de crecimiento en el índice de valor de la producción agrícola para 1980 a 2018 fue la nuez con 5.1%; a pesar de que en temporal decreció 2%, en la modalidad de riego fue el cultivo que más creció, con una tasa media de crecimiento de 5.3%. El aguacate en su modalidad de temporal presentó una tasa de crecimiento de 4.5%, en riego 2.4% y en total creció 3.3%. La alfalfa tuvo un decrecimiento en su índice de valor de la producción agrícola de temporal de 5.1% entre 1980 a 2018, mientras que en la modalidad de riego fue de 0.1%, siendo en dicho periodo un decrecimiento de 0.2%; dicha información será preliminar para abundar en las causas que afectan la degradación del suelo y analizar como en el periodo de estudio se han desarrollado con el impacto a la seguridad alimentaria en nuestro país, tema central y de desarrollo en la tesis.

Figura 2.17 Tasa media de crecimiento anual del índice de valor de la producción agrícola 1980-2018



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

2.3.3 Índice quantum

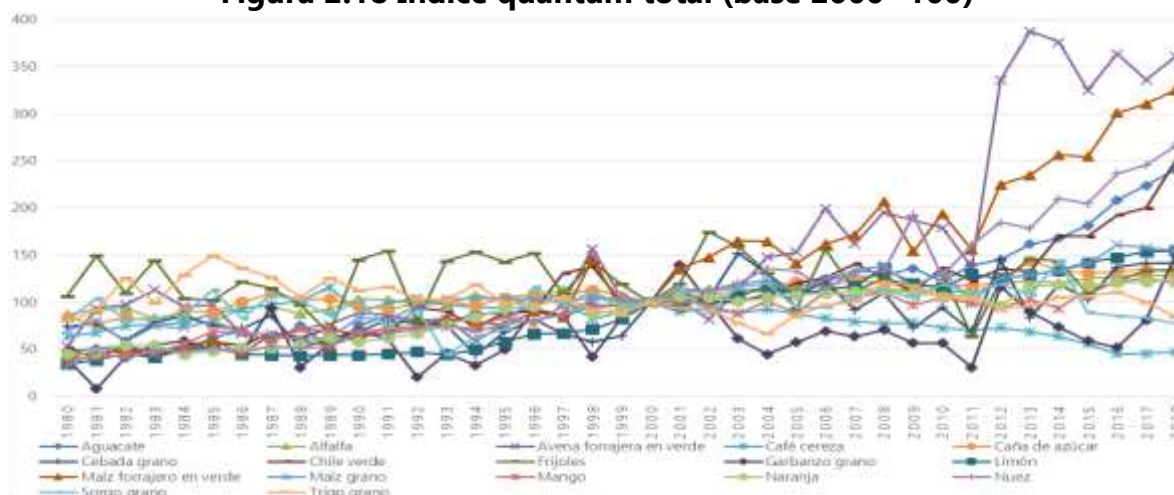
Atendiendo a la volatilidad de los precios anuales de los productos agrícolas, el índice quantum⁸ se calculó en una serie con menos variaciones anuales, pues la estimación del índice para el estudio serán trienales, es decir, la consideración de un promedio de tres años es recomendable para la base de comparación, que no la observación de puntual de un año sino de un periodo de tiempo (Gómez, 1994: 512). El índice quantum, al utilizar el promedio de los precios constantes de tres años el cual se multiplicará por la producción agrícola de cada cultivo para obtener el valor

⁸ Índice quantum del producto "i" en el periodo "n" con su respectiva cantidad (Qi) y precio (Pi): $\frac{Q_i(n) \cdot P_i(n-1)}{Q_i(n-1) \cdot P_i(n-1)}$
 Para un producto o cultivo "i": $VFP_i(n) = Q_i(n) \cdot P_i(0)$. Donde: volumen físico de la producción del producto "i". Para el total de los cultivos: $VFP(n) = \sum Q_i(n) \cdot P_i(0)$.
 Una vez elaborada la serie de índices de producción, se divide el valor de cada año por el valor del año base. Ello equivale a calcular índice de quantum de Laspeyres. Para un producto "i": $\text{índice quantum } i = \frac{Q_i(n) \cdot P_i(0)}{Q_i(0) \cdot P_i(0)}$.
 Para el total de los productos: $\text{índice quantum total} = \frac{\sum Q_i(n) \cdot P_i(0)}{\sum Q_i(0) \cdot P_i(0)}$ (Gómez, 1994: 512-515).

de la producción, pero considerando un único precio promedio para cada año de 1980 a 2018, lo cual reflejará en realidad cuánto ha crecido la producción.

Con el comportamiento mostrado en la gráfica la producción agrícola ha tenido un ligero crecimiento constante en la mayoría de los 17 cultivos. En términos generales, el índice quantum para los 17 cultivos tiene una tendencia ligeramente creciente. Durante el periodo de 1980 a 2000 (años base del índice) los cultivos tuvieron un índice por debajo de 150. Para la siguiente mitad del periodo de estudio algunos cultivos tuvieron un mayor crecimiento, como chile verde, aguacate, nuez, maíz forrajero en verde y avena forrajera en verde, que a partir de 2011 hasta 2018 el índice aumentó considerablemente: para el último año (2018) la avena forrajera en verde su índice quantum fue de 361, maíz forrajero en verde con 325 y la nuez con un índice de 266. Por otro lado, durante el periodo de estudio algunos cultivos se mantuvieron constantes, como naranja, caña de azúcar y mango.

Figura 2.18 Índice quantum total (base 2000=100)

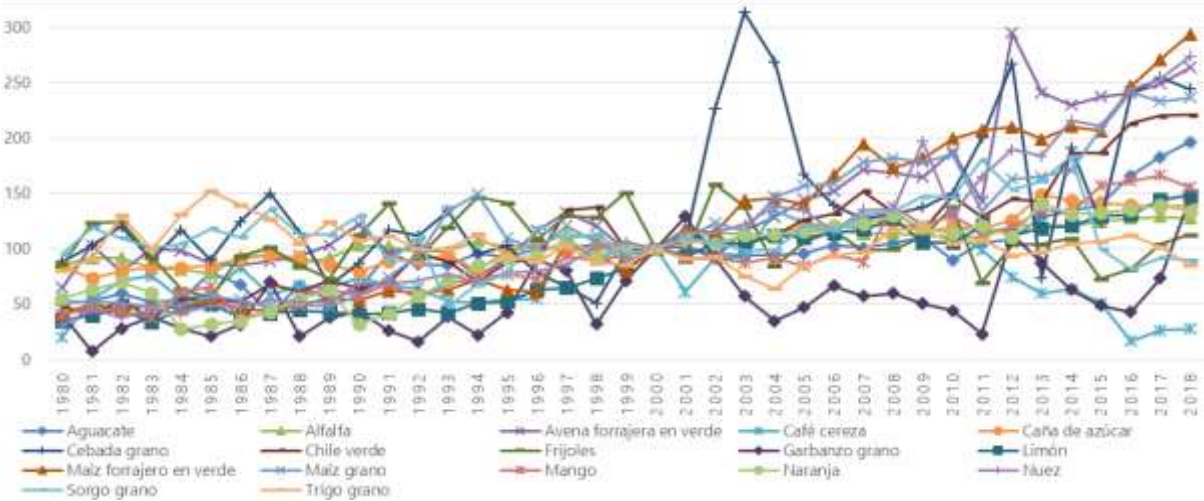


Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

El índice quantum para la modalidad de los 17 cultivos de riego muestra un comportamiento similar al índice quantum total, es decir, entre los cultivos hay una tendencia creciente y constante, por lo tanto la producción tuvo un ligero crecimiento. Durante los años de 2002 a 2004 la cebada se mostró un crecimiento

mayor al resto de los cultivos, el índice quantum en esos años fue de 226, 313 y 269, respectivamente.

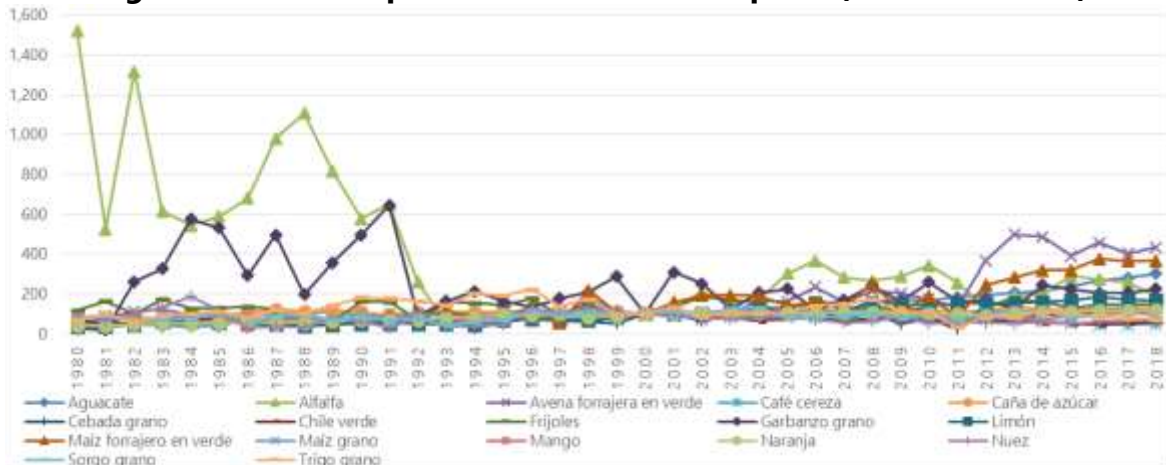
Figura 2.19 Índice quantum modalidad riego (base 2000=100)



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

Los 17 cultivos en modalidad de riego mostraron una tendencia de crecimiento diferente a la de los cultivos de la modalidad de temporal. Además, entre 1980 a 1992 en alfalfa y garbanzo el índice quantum era proporcionalmente mayor al resto de los cultivos, es decir, la producción agrícola de estos dos cultivos destacaba en comparación del resto, ya que sus índices eran menores a 200. A partir de 2011 los únicos dos cultivos que destacaron fueron la avena forrajera en verde y el maíz forrajero en verde. En el primer caso el índice fue poco más de 400 y para el caso del maíz forrajero en verde su índice se mantuvo por debajo de los 400. Los 15 cultivos restantes durante el periodo de 2000 a 2018 la tendencia del índice en cada caso fue menor a 350.

Figura 2.20 Índice quantum modalidad temporal (base 2000=100)



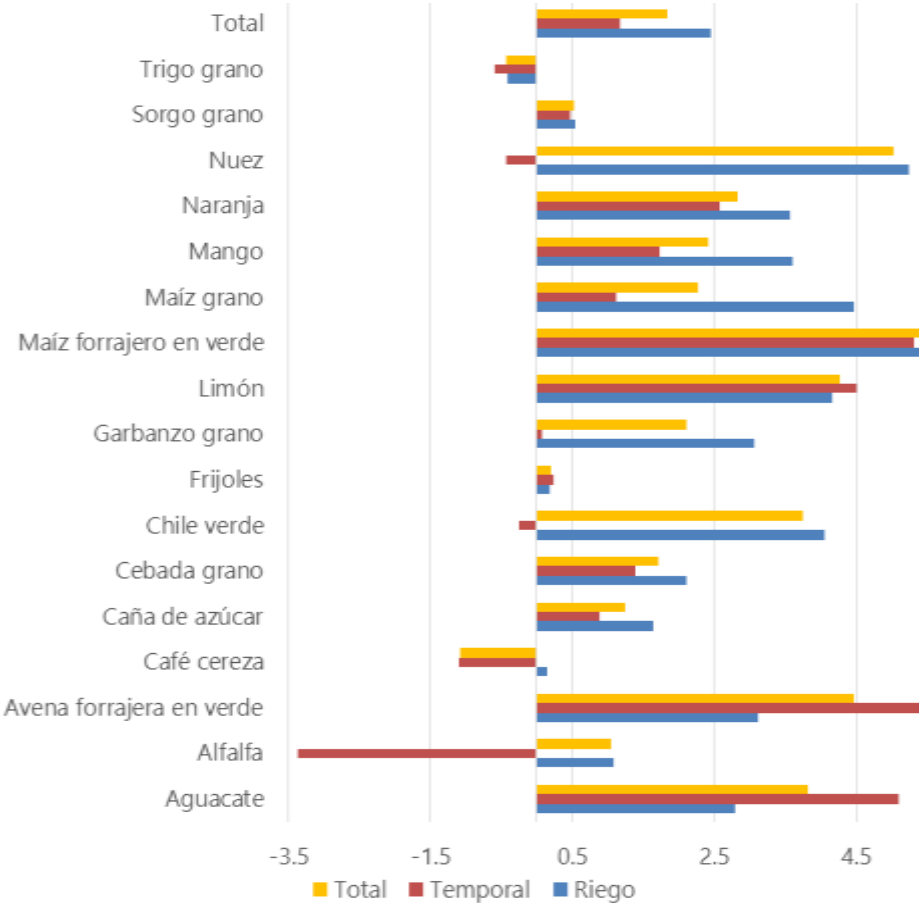
Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

La tasa media anual de crecimiento del índice quantum para los 17 cultivos de 1980 a 2018 fue de 1.8%, mientras que para la modalidad temporal fue de 1.2% y 2.4% para riego. La mayoría de los cultivos mostraron crecimiento; sin embargo, el trigo decreció 0.4%, en temporal y riego, 0.6% y 0.4% respectivamente; nuez, alfalfa y chile verde solo mostraron tasas de decrecimiento en la modalidad temporal, de 0.4%, 3.4% y 0.3%, respectivamente; y el café cereza en total y modalidad temporal decreció 1.1%

El maíz forrajero en verde y el limón fueron los cultivos que más crecimiento mostraron. El maíz forrajero en verde tuvo un crecimiento total de 5.5%; en temporal 5.3% y en riego 5.5%. Por su parte el limón creció un total de 4.3%, en temporal y riego, 4.5 y 4.2%, respectivamente. Entre los cultivos que presentaron un crecimiento moderado, por debajo de 0.5%, se encuentra el frijol, que entre 1980 a 2018 creció tan solo 0.2, en total y en sus dos modalidades; similarmente, el sorgo grano creció 0.5%. En los casos de la naranja, el mango y el maíz en la modalidad de cultivo de temporal, tuvieron un mejor desempeño en comparación a la modalidad como cultivo de riego, con 3.6%, 3.6% y 4.5%, respectivamente. Mientras que las mayores

tasas de crecimiento se dieron en la avena forrajera en verde 5.5% y el aguacate 5.1% que para el cultivo de temporal tuvo un mayor crecimiento.

figura 2.21 Tasa media de crecimiento anual del Índice quantum modalidad temporal 1980-2018



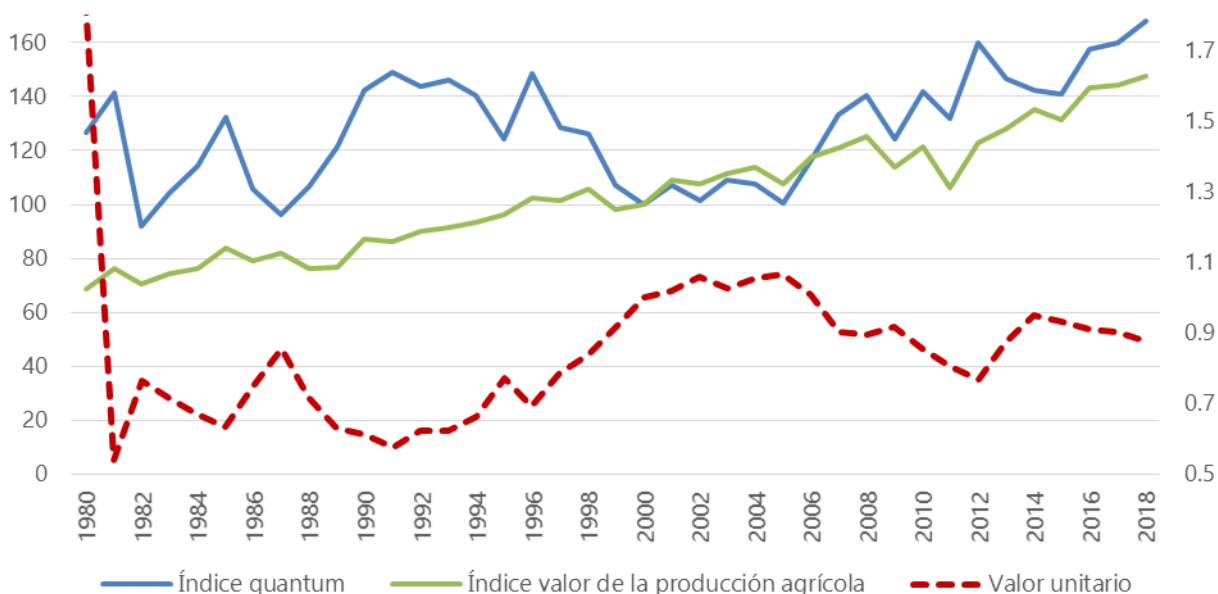
Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

La siguiente gráfica muestra el comportamiento comparativo del índice de valor de la producción agrícola y el índice de quantum. Para el primer índice la trayectoria de 1980 a 2018 es muy volátil, sin embargo se mantiene creciente, dicha volatilidad se presenta en las primeras décadas de estudio, es decir, entre 1980 y 1997. Por otro lado, el índice quantum mantiene una trayectoria creciente de poco más del 50%, recordar que en dicho índice se utiliza el promedio de precios de todos los cultivos de los 2015-2017, lo que implica que la producción agrícola ha aumentado considerablemente en los últimos 38 años. El comportamiento de ambos índices

muestra que en el periodo 1987-1997 existe un crecimiento mayor del índice del valor a la producción agrícola respecto al índice quantum, mientras que para el periodo 1999-2006 el índice del valor de la producción agrícola cayó ligeramente. A partir de 2008 ambos índices mantuvieron un comportamiento creciente similar continuando hasta 2018.

El valor unitario es el cociente entre el índice del valor de la producción agrícola (IVPA) y el índice quantum (IQ), por un lado el IVPA precisa apreciar las variaciones que experimenta la producción de los 17 cultivos durante el periodo de estudio, con los niveles de agregación que mejor sirva a esos fines y en el caso el IQ proporciona el comportamiento que tiene los precios de los cultivos en un cierto periodo, por lo tanto el valor unitario de 1980 a 2018 decreció 62%, estableciendo que el sector agrario, representado por los 17 cultivos con mayor proporción en la superficie cosechada se ha visto afectado negativamente, siendo los puntos más bajos (0.8) en los años 2002, 2004 y 2005 y los más altos los dos primeros años de estudio con 1.6. El comportamiento tendencial entre el valor unitario y el índice de la producción agrícola es similar.

Figura 2.22 Índice quantum, índice del valor y valor unitario



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP.

2.4 Disponibilidad de alimentos del sector agrario: abasto en México

Una vez analizado la disponibilidad de alimentos del sector agrícola desde el enfoque de la producción, el uso de suelo y el crecimiento poblacional, como elementos que ayudan a explicar el comportamiento de la seguridad alimentaria en el país, en este apartado se hará la evaluación desde el enfoque del abastecimiento de los alimentos, el patrón de consumo de alimentos y los canales de distribución.

La población de México requiere grandes volúmenes de alimentos para satisfacer sus necesidades diarias de consumo, por lo tanto se requiere no solo el aumento en la oferta del sector agrícola, sino también el incremento en el número de establecimientos que pongan en venta dichos bienes y una logística bien organizada que no entorpezca las actividades para satisfacer la demanda y evitar tantos desplazamientos innecesarios. El sistema de abasto alimentario en el país cuenta con diferentes flujos que operan de manera sincrónica, en donde existe una matriz que opera como conector hacia las zonas proveedoras de forma directa e indirecta, en

donde la población y los negocios realizan sus compras diaria. Los principales puntos de venta son mercados abiertos, vendedores ambulantes, tiendas de abarrotes, supermercados, entre otros; En los últimos años el patrón de participación de los algunos puntos de venta han cambiado mientras que otros se han mantenido. En el siguiente cuadro se muestran dichos cambios.

Cuadro 2.6 Participación del mercado semestral de gasto por salida, 2006 a 2012

Canales de mercado	2006	2008	2010	2012
Tiendas de abarrotes	27.2	28.9	25.2	24.9
Tiendas de marcas específicas	19.6	20.8	22.2	22.3
Supermercados	12.3	13.1	12.4	13.7
Mercados abiertos	9.3	10.1	11.9	9.2
Loncherías, cocinas económicas	9.1	7.6	6.3	7.2
Vendedores ambulantes	7.5	7.4	6.2	6.0
Restaurantes	5.8	4.8	6.0	5.8
Mercados abiertos que incluyen abarrotes	3.1	3.2	3.2	3.7
Personas particulares	0.0	0.0	3.1	3.0
Tiendas de conveniencia	0.5	0.8	0.7	1.2
Cafeterías	0.9	0.6	0.9	0.9
Diconsa	3.2	2.0	1.1	0.8
Tiendas de membresía	0.7	0.5	0.5	0.7
Tiendas departamentales	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: SAGARPA, Programa Nacional de Agrologística, 2015.

En el ámbito nacional los establecimientos de venta cambian para el abastecimiento de los alimentos. Hay 4 canales que dominan a nivel nacional, representando más del 70% del total de las ventas de alimentos y de los cuales se partirá para entender los patrones de consumo respecto de sus puntos de venta.

Cuadro 2.7 Participación del mercado para los 4 canales más importantes con respecto al gasto en alimentos en el 2012 (Porcentaje)

Región	Mercados abiertos	Tiendas de abarrotes	Tiendas de marcas específicas	Supermercados	Subtotal
Centro norte	5.8	32.5	25.9	8.1	72.3
Centro sur	14.4	18.8	21.0	10.9	65.1

Noreste	0.8	26.6	20.1	26.5	74.1
Noroeste	2.9	29.4	16.3	27.4	76.0
Occidente	7.1	31.2	25.6	6.2	70.0
Oriente	12.1	26.1	26.7	6.4	71.4
Sureste	9.1	25.4	24.9	12.5	71.8
Suroeste	18.0	28.1	21.0	3.5	70.6
Total México	9.2	24.9	22.3	13.7	70.1

Fuente: SAGARPA, 2015.

Existen diversos lugares en donde los consumidores pueden obtener los productos alimentarios. Dentro de los puntos de venta más comunes para obtener los cereales se encuentran tiendas de abarrotes, tiendas especializadas en granos y supermercados; mientras que las verduras y las frutas se encuentran en mercados abiertos, tianguis, abarrotes, tiendas especializadas en frutas y verduras y supermercados. Dichos canales son fundamentales, al igual que evitar el deterioro de los suelos con capacidad de producción para los 17 cultivos, consecuentemente los canales de venta fijan una postura estratégica para ayudar a mantener estabilidad en la seguridad alimentaria.

Bibliografía

CEDRSSA. 2018. Resultados de la Balanza Comercial Agropecuaria y Agroindustrial 2017. Ciudad de México, México.

CONAPO. 2018. Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2016-2050. Recuperado: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/390824/Infograf_a_Proyecciones_de_la_poblaci_n_de_M_xico.pdf

El economista. 2011. La agricultura de temporal y el cambio climático. Recuperado: <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/La-agricultura-de-temporal--y-el-cambio-climatico-20110804-0003.html>

FAO. 2019. El sistema alimentario en México - Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Ciudad de México, México.

FAO y GTIS. 2015a. Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo, Roma, Italia.

FAO. 2015b. Los suelos ayudan a combatir y adaptarse al cambio climático. Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-i4737s.pdf>

FAO. 2007. Abastecimiento y distribución de alimentos en las ciudades de los países en desarrollo y de los países en transición. Roma, Italia.

Gómez Oliver, Luis. 2017. Agricultura familiar: política de desarrollo con enfoque territorial. Ciudad de México, México.

Gómez Oliver, Luis. 1994. La política agrícola en el nuevo estilo de desarrollo latinoamericano. Capítulo X, 503 a 534. FAO. Santiago de Chile, Chile.

INEGI. 2020. Censos económicos 2019. Recuperado: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2019/doc/pprd_ce19.pdf

INEGI. 2018a. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018. Recuoerado:

https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh2018_ns_presentacion_resultados.pdf

INEGI. 2018b. Realidad, datos y espacio revista internacional de estadística y geografía. . Vol. 9, Núm. 1, enero-abril, 2018. México.

INEGI. 2018c. Realidad, datos y espacio revista internacional de estadística y geografía. Vol. 9, Núm. 3, septiembre-diciembre, 2018. México.

INEGI. 2017. Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. México.

SAGARPA-SIAP. 2019a. Afectaciones del Huracán Patricia en el estado de Jalisco, Octubre d e l 2015. Ciudad de México, México.

SAGARPA-SIAP. 2019b. Frontera Agrícola de México. Ciudad de México, México.

SAGARPA-SIAP. 2019c. La frontera agrícola de México como insumo de utilidad para la modificación de límites territoriales: un caso de éxito en los municipios de Miguel Auza y Juan Aldama del estado de Zacatecas. Ciudad de México, México.

SAGARPA-SIAP. 2019d. Localización de zonas con vocación pecuaria en el municipio de Bacalar, Quintana Roo. Ciudad de México, México.

SAGARPA-SIAP. 2019e. Validación de superficies agrícolas para obtener protección de seguros agropecuarios catastróficos. Ciudad de México, México.

SAGARPA-SIAP. 2019f. Verificación de cultivos de papa en el municipio de Galeana, Nuevo León. Ciudad de México, México.

SAGARPA-SIAP. 2018a. Utilidad de frontera agrícola en la Delegación de la SAGARPA en el estado de Chiapas. Ciudad de México, México.

SAGARPA-SIAP. 2018b. Utilidad de frontera agrícola en la Delegación de la SAGARPA en el estado de San Luis Potosí. Ciudad de México, México.

SAGARPA. 2017a. Planeación agrícola nacional 2017-2030 (Sorgo grano). Recuperado: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256433/B_sico-Sorgo_Grano.pdf

SAGARPA. 2017b. Planeación agrícola nacional 2017-2030 (Aguacate). Recuperado: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257067/Potencial-Aguacate.pdf>

SAGARPA. 2016. Tipos de cultivo, estacionalidad y ciclos. Recuperado: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/tipos-de-cultivo-estacionalidad-y-ciclos>

SAGARPA. 2015. Programa Nacional de Agrologística. Informe 2. Diagnóstico.

SEMARNAT. 2019. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2018. Semarnat. México. Recuperado: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Informe2018GMX_web.pdf

SEMARNAT. 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. México.

UNCCD. 2017. Perspectiva Global de la Tierra. Alemania.

van der Vorst, Jack G.A.J.; Snels, Joost. 2014. Developments and Needs for Sustainable Agro-Logistics in Developing Countries. World Bank, Washington, DC. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17834> License: CC BY 3.0 IGO.

Capítulo 3 La situación de la seguridad alimentaria en el sector agrícola afectada por la degradación del suelo: caso México

"Nunca habrá revolución sin evolución de conciencia"
Canserbero

Introducción

En este capítulo se evaluarán las condiciones y los factores que vuelven vulnerable al suelo agrícola, a fin de comprender la relación que existe con la producción de los 17 cultivos de este estudio y su incidencia sobre la seguridad alimentaria de la población mexicana.

Se considerarán las condiciones en que se encuentran los suelos agrícolas y que afectan la productividad de los 17 cultivos, como la degradación del suelo agrícola por causas de factores naturales y antropogénicos: inapropiados sistemas de producción, deforestación, sobrepastoreo, densidad poblacional y cambio climático. Mientras que la formación de los suelos tarda miles de años, su degradación puede ocurrir en muy corto tiempo y a veces de manera irreversible.

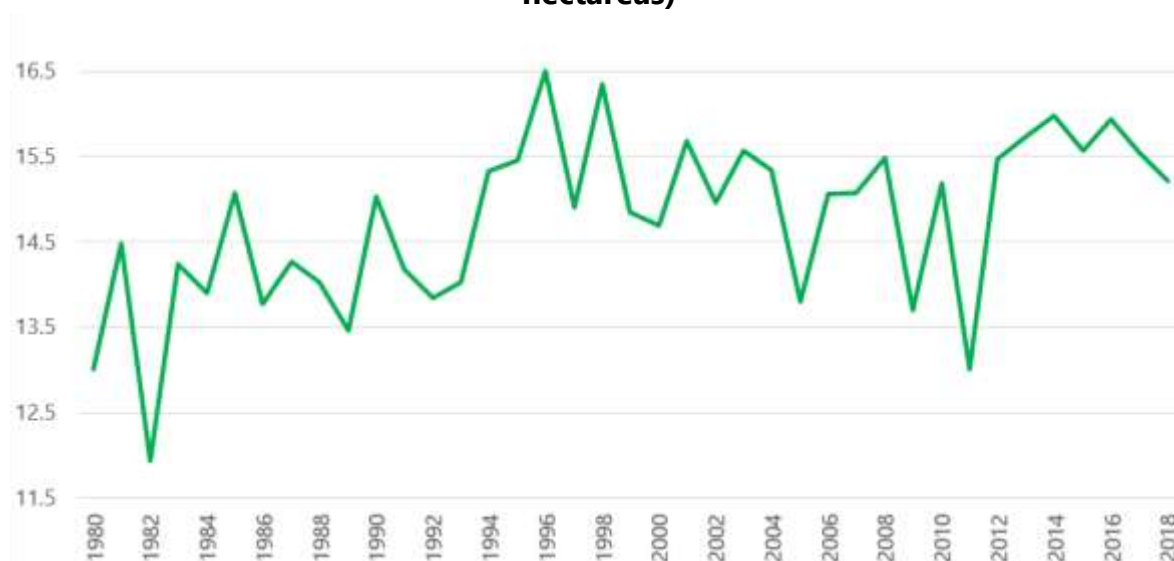
Se analiza la degradación ambiental del suelo agrícola, en relación con la producción agrícola, así como su impacto, a corto y mediano plazo, sobre la seguridad alimentaria de la población mexicana.

3.1 Reconocimiento de la vulnerabilidad del suelo agrícola

La producción de los 17 cultivos considerados en este trabajo depende del uso que se dé a los suelos agrícolas. Para garantizar la productividad agrícola, y con ello la seguridad alimentaria, los procesos de los cultivos deben ser más sostenibles, mientras que el deterioro ambiental y de los suelos debe ser el mínimo. En el caso de los suelos agrícolas en México, los efectos de una producción intensiva han aumentado la degradación de los suelos agrícolas, lo que provocará que las demandas futuras de alimentos se vean comprometidas negativamente. El punto máximo de la superficie cosechada se tuvo en 1996, cuando los 17 cultivos representaron un total de 16.51 millones de hectáreas de la superficie cosechada; sin embargo, desde 1997 hasta 2018 esa superficie no se ha vuelto a alcanzar; incluso la

tendencia ha venido en decremento. Esto se hace aún más complejo porque no hay más suelo agrícola disponible, se pierden tierras agrícolas para otros usos, la cantidad de suelo fértil está disminuyendo, por la contaminación del agua y el cambio climático afectan la producción agrícola, debido a los fenómenos climáticos extremos que están repercutiendo sobre la disponibilidad y reservas de la seguridad alimentaria.

Figura 3.1 Superficie total cosechada de los 17 cultivos ^{a/} (millones de hectáreas)



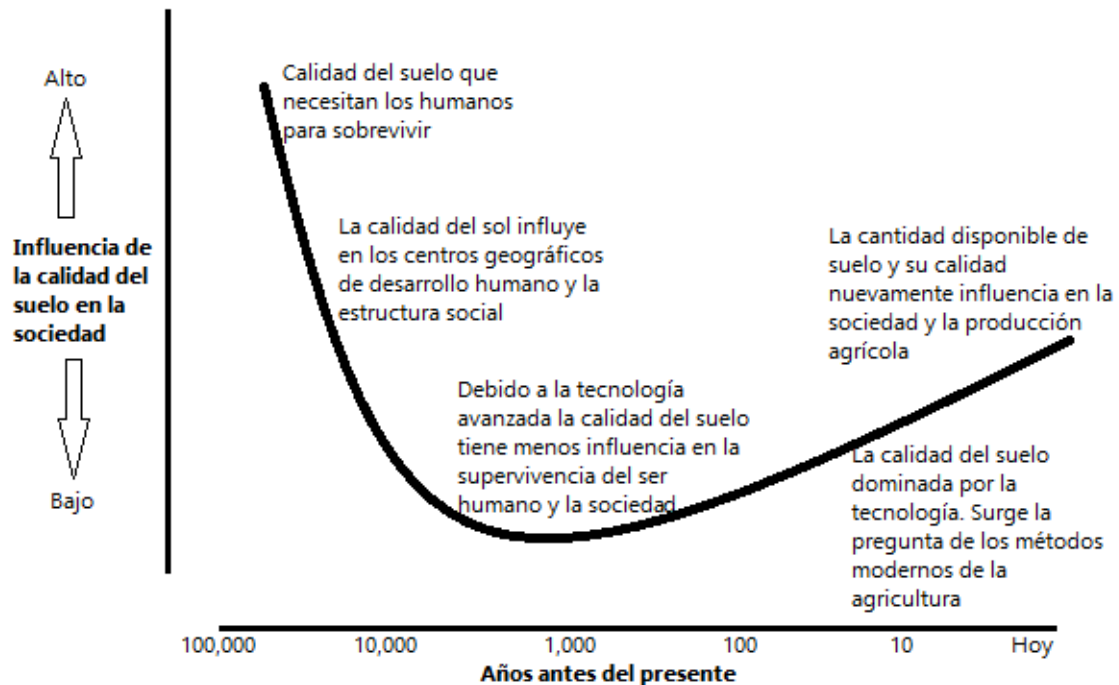
Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

^{a/} Aguacate, alfalfa, avena forrajera verde, café cereza, caña de azúcar, cebada grano, chile verde, frijol, garbanzo grano, limón, maíz forrajero, maíz grano, mango, naranja, nuez, sorgo grano y trigo grano

El suelo es considerado como un recurso ilimitado y sin valor, por lo que genera falta de conciencia para mitigar aquellos factores o eventos que provocan la degradación o pérdida del mismo. Además, el desconocimiento del suelo como un recurso no renovable generó que las prácticas y métodos de aprovechamiento fueran intensivos e insostenibles, causando su degradación, es decir, prácticas de manejo inadecuadas en la agricultura y el pastoreo; por ejemplo, tecnología de labranza que no ayude a la conservación de los suelos; o el monocultivo que provoca el agotamiento de las tierras de cultivo y evita que se recupere con otro tipo de cultivos. El siguiente cuadro

muestra los cambios con respecto a la influencia de la calidad de los suelos en el desarrollo humano y tecnológico a largo plazo.

Esquema 3.1 La influencia de la calidad del suelo en el desarrollo humano y la sociedad han cambiado en el tiempo



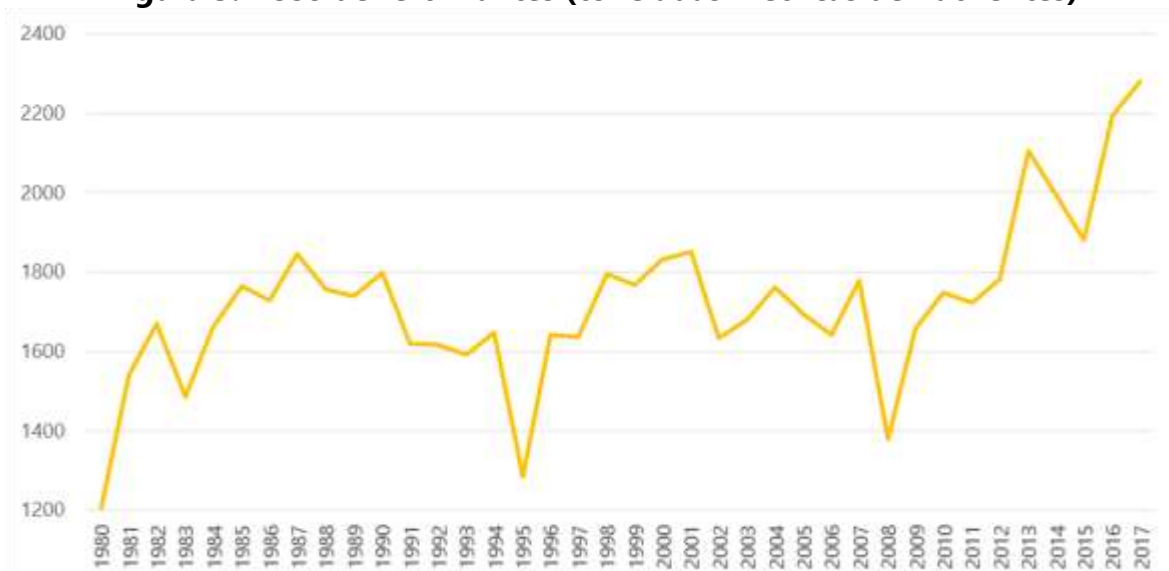
Fuente: Gregorich, Sparling, y Gregorich, 2004.

La agricultura intensiva o los suelos sobreexplotados necesitan de nutrientes artificiales, por lo que la utilización de fertilizantes químicos es común y el uso excesivo del mismo provoca el agotamiento de la materia orgánica del suelo (Savci, 2012), generando un desbalance nutrimental y que el suelo pierda su fertilidad y capacidad productiva.

El uso de fertilizantes ha aumentado significativamente de 1980 a 2017; en este periodo su uso se ha incrementado en 50%. Como se muestra en la gráfica, el comportamiento ha sido sostenidamente creciente, excepto en los años en que las

crisis económicas de 1995⁹ y 2008¹⁰, repercutieron sobre el nivel de actividad y la producción en el sector agrícola disminuyó. Esto provocó un menor consumo de fertilizantes, pero para periodos subsecuentes el comportamiento se normalizó.

Figura 3.2 Uso de fertilizantes (toneladas métricas de nutrientes)



Fuente: elaboración propia con datos de International Fertilizer Association (IFA) Fuente precisa, referencia bibliográfica consultada

La agrocontaminación es un problema ambiental relevante y complejo debido a que la composición y características generales de los contaminantes es variada, por lo que la interacción con los componentes pueden ser múltiples y ocurrir simultáneamente varios tipos de reacciones, como por ejemplo: gran uso de maquinaria agrícola, laboreo superficial, ausencia de prácticas de conservación y uso de fertilizantes y pesticidas. Todo esto implica que aumenten los muy severos riesgos biofísicos de contaminación de suelos, incluso afectaciones al agua la cual es de suma importancia para la producción agrícola.

⁹Crisis económica de México de 1994, mejor conocida como "Efecto Tequila" o "Error de Diciembre" fue una crisis iniciada en México provocada por la falta de reservas internacionales, causando la devaluación del peso mexicano.

¹⁰La crisis financiera de las hipotecarias de alto riesgo que estalló en 2007 llevó a una crisis crediticia que ha sacudido fuertemente a las instituciones financieras de Estados Unidos y Europa.

Es fundamental disminuir los problemas que afectan la protección del suelo agrícola; de ello depende que los costos socio-económicos y ambientales sean mínimos. Es posible mejorar el uso agrícola del suelo a través de la planificación y el manejo sostenible, es decir, el manejo sostenible del suelo debe mantener la potencialidad biofísica del suelo y permitir la diversificación del sistema agrícola de explotación, considerando todas las opciones posibles para incrementar la producción de la cosecha de los 17 cultivos del estudio.

3.2 Marco metodológico para la evaluación de la degradación de los suelos agrícolas y la seguridad alimentaria

Los pronósticos producidos utilizando el método de suavizado exponencial son promedios ponderados de observaciones pasadas, y los pesos decaen exponencialmente a medida que las observaciones envejecen. En otras palabras, cuanto más reciente es la observación, mayor es el peso asociado. Este marco genera pronósticos confiables de forma rápida y para las series de tiempo que se estarán analizando, lo que se puede traducir como una ventaja.

Los pronósticos de puntos métodos de suavizado exponencial son iguales a las medianas de las distribuciones de pronóstico. Para modelos con solo componentes aditivos, las distribuciones de pronóstico son normales, por lo que las medianas y las medias son iguales. Para los modelos de suavizado exponencial con errores multiplicativos o con estacionalidad multiplicativa, los pronósticos puntuales no serán iguales a las medias de las distribuciones del pronóstico.

Sea I_t la información que se puede observar en el tiempo t , para todas $t \geq 0$. Calculando la esperanza condicional es fácil de obtener, suponga que $\{y_t: t = 0, 1, \dots\}$ es una secuencia de una martingala en diferencia y que I_t es $\{y_t, y_{t-1}, \dots, y_0\}$, el pasado observado de y por definición, $E(y_{t+1}|I_t) = 0$ para toda t ;

la mejor predicción de y_{t+1} en el tiempo t es siempre cero. Para realizar el método de suavizado exponencial se lleva a cabo de la siguiente manera:

$$E(y_{t+1}|I_t) = \alpha y_t + \alpha(1 - \alpha)y_{t-1} + \dots + \alpha(1 - \alpha)^t y_0$$

Donde $0 < \alpha < 1$ es un parámetro que se debe de elegir. Los pesos de las y rezagadas declinan a cero exponencialmente. La esperanza lleva a una relación de recurrencia muy simple. Sea $f_0 = y_0$, entonces, para $t \geq 1$, los pronósticos pueden obtenerse como:

$$f_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)f_{t-1}$$

En otras palabras, el pronóstico de y_{t+1} es un promedio ponderado de y_t y el pronóstico de y_t hecho en el tiempo $t - 1$. El método de suavizado exponencial es aconsejable sólo para series de tiempo muy específicas y requiere que se elija α , el análisis se enfoca en el pronóstico de y sólo un periodo en el futuro.

Cabe mencionar que a diferencia de los promedios móviles, este método pronostica otorgando una ponderación a los datos dependiendo del peso que tengan dentro del cálculo del pronóstico, además el método de suavizado exponencial supone que el proceso es constante. Esta técnica está diseñada para aminorar la desventaja del método de promedios móviles, en donde los datos para calcular el promedio tienen la misma ponderación. Otras de las razones por las que se escogió dicho método es porque realiza pronósticos más confiable tiene mejor ajuste y la diferencia entre los valores reales y los pronosticados es mínima.

Para hacer estudio empírico consolidaran las series, se le aplica un análisis de cambios estructurales para tener información de a partir de dónde nos puede dar un mejor pronóstico. Se aplica el método automatizado método de suavizado exponencial en el emulador Eviews, con las especificaciones establecidas (en esta

ocasión, Modelo de optimización: función verosimilitud y Criterio de información: Schawrz), para realizar las respectivas estimación de 12 años.

3.3 Pronóstico de los impactos de la degradación de los suelos agrícolas en la superficie cosechada para 2030

Para realizar los pronósticos de la superficie agrícola de los 17 cultivo, una vez consolidadas las series de los cultivos y su histórico, se le aplica un análisis de cambios estructurales para tener información de a partir de dónde nos puede dar un mejor pronóstico. Con ello, se aplica el método automatizado método de suavizado exponencial en el emulador Eviews, con las especificaciones establecidas (en esta ocasión, Modelo de optimización: función verosimilitud y Criterio de información: Schawrz), como se muestra en los Anexos. Para cada una de las series de la superficie agrícola de los 17 cultivos y el histórico se aplica el método estimando 12 años para pronosticar hasta 2030.

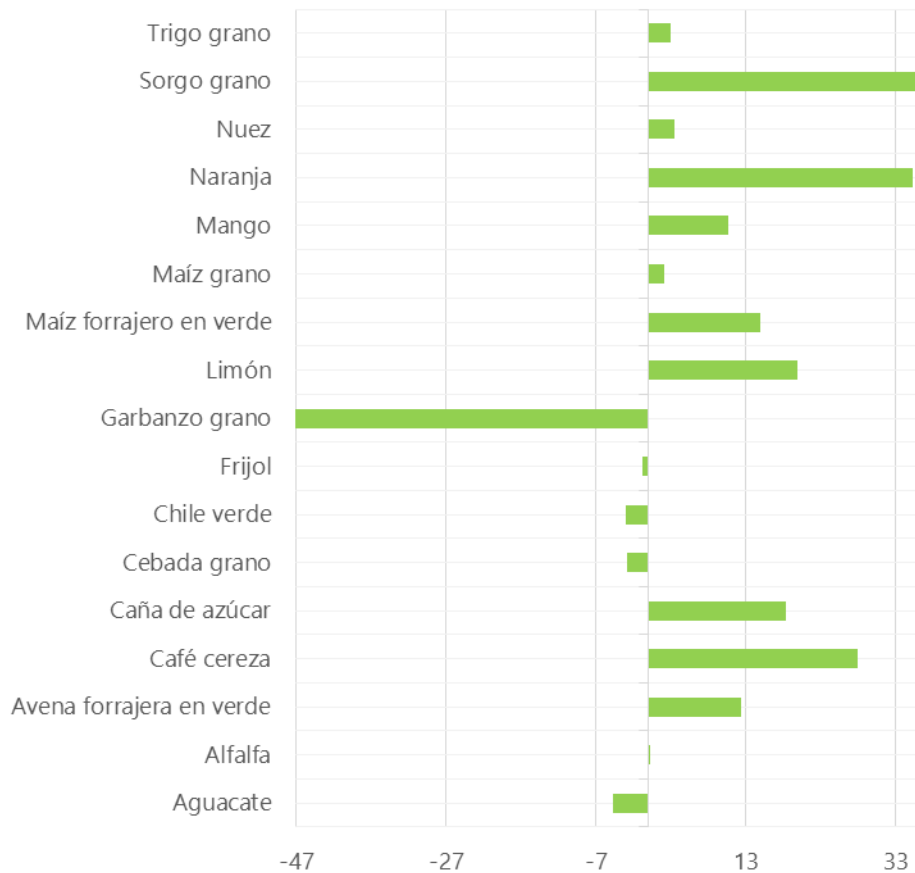
Como ya se comentó en los apartados anteriores, los factores que provocan el deterioro del suelo agrícola generan importantes afectaciones negativas para el cultivo de los productos agrícolas que se están estudiando en este documento. El suelo es un recurso natural no renovable por lo que los impactos que afecten a su biofísica¹¹ pueden provocar reacciones irreversibles que lleven a la pérdida de la superficie agrícola y ello se vea reflejado en menor producción en alguno de los 17 cultivos del estudio, o bien, en todos. Se espera que para 2030 la superficie cultivada de garbanzo, frijol, chile verde, cebada y aguacate disminuya en 47.5%, 0.8%, 3%, 2.8% y 4.6%, respectivamente. Por ello, es conveniente considerar aquellos fenómenos que afectan a la degradación del suelo agrícola. Cada uno de los cultivos

¹¹ La biofísica estudia la vida en todos sus niveles, desde los átomos y moléculas hasta las células, organismos y ambiente.

antes mencionados forma parte fundamental en la canasta básica de los mexicanos y al reducirse la superficie cultivada de dichos cultivos la seguridad alimentaria será afectada negativamente, pues la cadena productiva no se cumpliría al existir escasez de los 6 cultivos antes mencionados. Incluso, se habla de que una crisis de alguno de los cultivos antes mencionado podría provocar problemas coyunturales socioeconómicos más amplios.

Se espera que en los otros 12 de los 17 cultivos del estudio, la superficie cultivada se incremente para 2030. Es el caso del trigo (3%), sorgo grano (36.2%), nuez (3.5%), naranja (35.3%), mango (10.7%), maíz grano (2.1%), maíz forrajero en verde (15%), limón (19.8%), caña de azúcar (18.4%), café cereza (27.9%), avena forrajera en verde (12.4%) y alfalfa (0.2%). En la mayoría de los cultivos el aumento de la superficie cultivada de 2018 a 2030 es significativo, favoreciendo un escenario de certidumbre a favor de la seguridad alimentaria de los habitantes de nuestro país. Sin embargo, para el caso de la superficie de los 12 cultivos, principalmente de nuez y maíz grano, mitigar aquellos factores que afectan y degradan el suelo agrícola ayudará, a aumentar la cosecha y con ello la producción de dichos cultivos favoreciendo que la alimentación de los mexicanos no se vea afectada negativamente.

Figura 3.3 Tasa de crecimiento de la superficie cosechada de 2018 a 2030



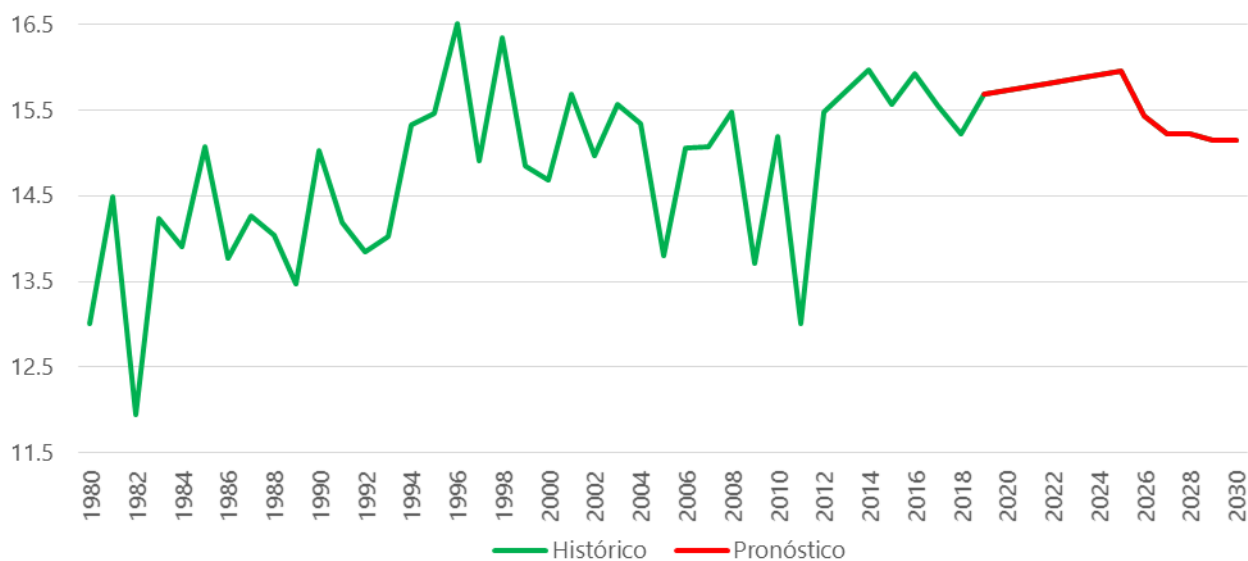
Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

La siguiente gráfica muestra el panorama a 2030 de la superficie total de los 17 cultivos, en ella podemos observar que el comportamiento del periodo pronosticado, 2019 a 2030, se mantiene constante y por debajo de la tendencia de crecimiento se tuvo de 2012 a 2018. Entre el último año para el que se tiene registro de los datos (2018) y el último año en que se realizó la estimación del pronóstico (2030) la superficie cosechada de los 17 cultivos decreció 0.5%, si bien el pronóstico se mantiene por encima de los picos más bajos del histórico de la superficie cosechada, el problema de la degradación y descuido al suelo agrícola muestra lo palpable que es y que puede generar una reacción en cadena poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de la población mexicana, como por ejemplo el aumento de la población ha creado una mayor presión sobre los recursos naturales para

aumentar la producción que abastezca alimentos agrícolas a los habitantes del país; en el caso del suelo el crecimiento de la mancha urbana que ha invadido tierras agrícolas cubriendo la superficie con materiales impermeables como el asfalto y además el uso desmedido de productos químicos y fertilizantes ante la problemática de plagas y falta de nutrientes, ha contribuido a la pérdida de suelos productivos, mayor emisión de gases de efecto invernadero, contaminación y deforestación, por ejemplo dentro de los 17 cultivos se encuentra el maíz que es fundamental en la alimentación de los habitantes de nuestro país.

La estimación de la superficie a 2030 es el reflejo de los costos ocasionados por las erosiones al suelo agrícola, es decir, de las 94.2 millones de ha degradadas por causa del hombre, el proceso de degradación química es el más abundante con 34 millones de ha, o sea el 17.8%, seguido de la erosión hídrica con 23 millones de ha, erosión eólica 18 millones de hectáreas y degradación física con 11 millones de hectáreas, es decir 11.9, 9.5 y 5.7 %, respectivamente (SEMARNAT, 2019). La pérdida de suelos productivos causados por el manejo inapropiado del terreno, falta de obstáculos que detenga actividades de construcción, deterioro de la estructura del suelo, suelos sin cubierta vegetal y deficiencias de humedad. La degradación química como principales factores que disminuyen el rendimiento de los cultivos e implica un mayor costo al adicionar mayores cantidades de fertilizantes de síntesis química que conlleva al desbalance de capacidad de retención, filtración e infiltración de agua, pérdida de materia orgánica y liberación de CO₂ a la atmósfera. La agricultura y ganadería intensiva y el uso frecuente de maquinaria pesada destruyen la estructura del suelo.

Figura 3.4 Superficie total cosechada de los 17 cultivos^{a/} estimación a 2030 (millones de hectáreas)



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

^{a/} Aguacate, alfalfa, avena forrajera verde, café cereza, caña de azúcar, cebada grano, chile verde, frijol, garbanzo grano, limón, maíz forrajero, maíz grano, mango, naranja, nuez, sorgo grano y trigo grano

Es importante concluir y recalcar que el suelo agrícola representa la base elemental para la producción para que con ello se logre asegurar que la oferta de los 17 cultivos del estudio pueda satisfacer la demanda alimenticia de los habitantes en nuestro país. No hay que olvidar que al mismo tiempo se desarrollan los procesos para la conservación de los ecosistemas; evitar el deterioro de los suelos generará que la capacidad productiva aumente y disminuya la pobreza rural y se pierdan menos servicios ambientales.

3.4 Pronósticos de la producción agrícola y el consumo per cápita para lograr la seguridad alimentaria

Para realizar los pronósticos de la producción agrícola de los 17 cultivo y el consumo per cápita de 12 cultivos, una vez consolidadas las series de los cultivos y su histórico, se le aplica un análisis de cambios estructurales para tener información de a partir de donde nos puede dar un mejor pronóstico. Con ello, se aplica el método automatizado método de suavizado exponencial en el emulador Eviews, con las

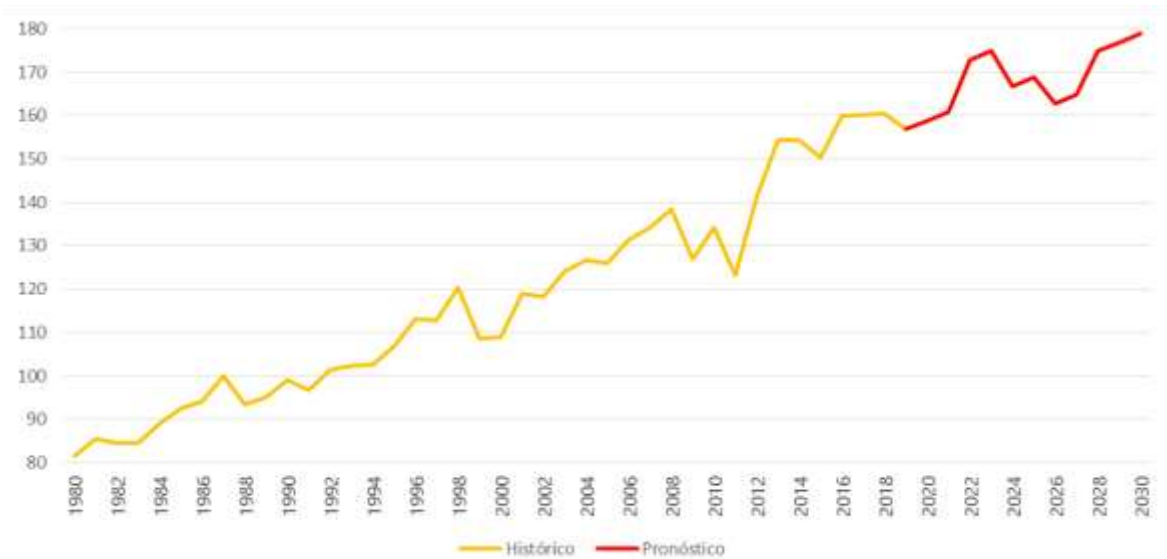
especificaciones establecidas (en esta ocasión, Modelo de optimización: función verosimilitud y Criterio de información: Schawrz), como se muestra en los Anexos. Para cada una de las series de la producción agrícola de los 17 cultivos y el histórico, para el caso del consumo per cápita serán 12 cultivos, en ambas series se aplica el método estimando 12 años para pronosticar hasta 2030.

Es importante conocer las capacidades actuales de extensión o restauración de la superficie utilizada para cosechar los 17 cultivos que se están estudiando, así como para mitigar la degradación de los suelos agrícolas, a fin de lograr una producción que brinde seguridad alimentaria en 2030.

La estimación sobre la incidencia de las causas de la degradación de los suelos agrícolas en México midió que casi el 58% se origina en urbanización, sobreexplotación de la vegetación y actividades industriales, mientras que 7.4% se debe a la pérdida de la cubierta vegetal. El 63% de los suelos del país presentan algún grado de deterioro y el 37% no presenta degradación aparente y mantiene actividades productivas sustentables (CONAFOR-UACH, 2013).

La degradación en los suelos agrícolas es un factor que pone en riesgo la producción alimentaria en distintos espacios del territorio nacional, comprometiendo la seguridad alimentaria interna; es necesario determinar cuáles son las capacidades productivas del suelo agrícola en México para garantizar la seguridad alimentaria. La producción de total de los 17 cultivos tiene una tendencia creciente, incluso para el periodo pronosticado de 2019 a 2030. Se espera que la tasa de crecimiento para dicho periodo sea de 11.5%, manteniendo un cierto margen a favor de la seguridad alimentaria en nuestro país. Sin embargo, el país y sus políticas deben apostar a disminuir la degradación del suelo agrícola y poner en práctica estrategias sostenibles no solo para el sector agrícola sino incorporar también a la alimentación.

Figura 3.5 Producción total de los 17 cultivos^{a/} estimación a 2030 (millones de toneladas)



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

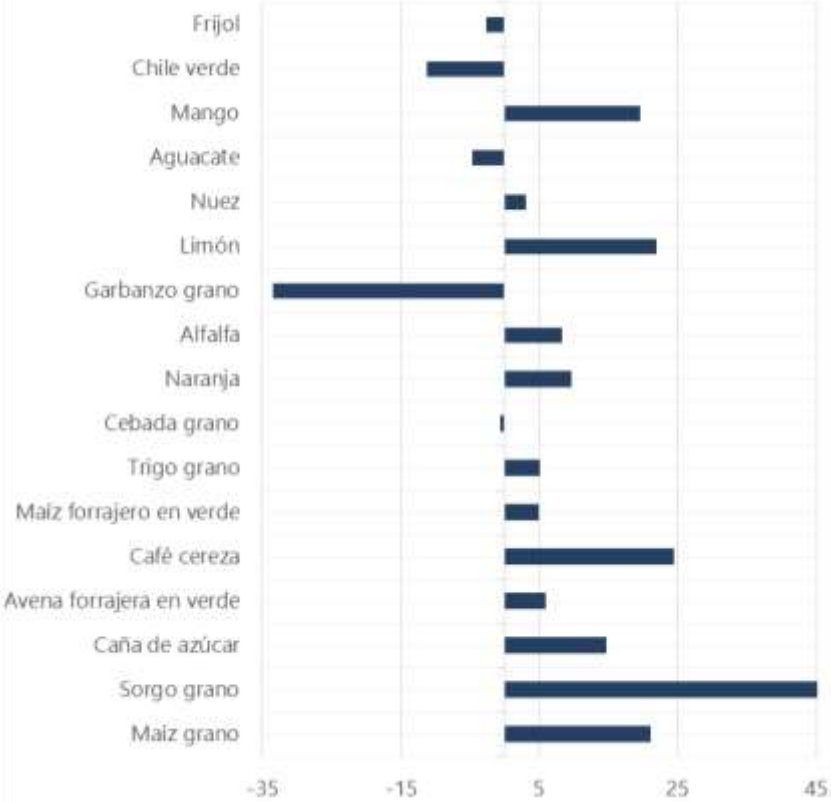
^{a/} Aguacate, alfalfa, avena forrajera verde, café cereza, caña de azúcar, cebada grano, chile verde, frijol, garbanzo grano, limón, maíz forrajero, maíz grano, mango, naranja, nuez, sorgo grano y trigo grano

Para 2030 se espera que el crecimiento en la producción agrícola continúe, ello se refleja en las tasas de crecimiento de los cultivos, es decir, se estima que 12 de los 17 cultivos del estudio aumenten en su producción, por ejemplo en el caso del mango se estima que el crecimiento a 2030 sea de 19.5%, la nuez 3%, el limón 21.9%, la alfalfa 8.4%, la naranja 9.6%, trigo 5.2%, maíz forrajero en verde 4.9%, café cereza 24.5%, avena forrajera en verde 6%, caña de azúcar 14.7%, sorgo grano 45.1% y maíz 21.1% Cabe mencionar que el maíz forrajero en verde, la avena forrajera en verde y el sorgo son utilizados para alimento animal, de los cuales sus productos derivados como la carne, leche y huevos forman parte esencial de la dieta de la población mexicana y con ello se favorece la seguridad alimentaria.

Los cultivos para los que se pronostican tasas de producción decrecientes son: el frijol con pérdidas de producción de 2.6%, el chile verde con 11.2%, el aguacate con 4.6%, el garbanzo con 33.4% y la cebada grano con casi 1%; el caso más severo de disminución en su producción es el garbanzo, que es un complemento en platillos

típicos del país y además aporta riqueza nutricional que permite el desarrollo óptimo de la población que lo consume, por ello es un cultivo esencial para mantener seguridad alimentaria.

Figura 3.6 Tasa de crecimiento de producción por cultivo de 2018 a 2030



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

La siguiente tabla muestra el consumo per cápita anual de 12 cultivos del estudio; los 5 restantes son cultivos cuyo consumo es indirecto para el ser humano ya que son utilizados para la alimentación animal: alfalfa, avena forrajera en verde, cebada en grano, maíz forrajero en verde y el sorgo. Según datos del Atlas Agroalimentario, el maíz de grano es el cultivo que su consumo per cápita anual aumento 232.3% de 2011 a 2018, es decir, paso de 104 a 345.6 kilogramos, respectivamente. En segundo lugar se encuentra el garbanzo de grano su consumo per cápita anual creció 200%, que paso en 2011 de 0.5 kg a 1.5 kg en 2018, y en tercer lugar el frijol tuvo un aumento en su consumo per cápita de 75%, el resto de los cultivos que mantuvieron

un crecimiento constante en su consumo per cápita, pero no tan alto como los antes mencionados, fue la nuez con 50%, el chile verde con 15%, la naranja con 1.1% y en el caso del mango no hubo ningún cambio en los 8 años. Fueron 5 cultivos los que registraron un decrecimiento en el consumo per cápita entre el periodo de 2011 a 2018, el cultivo que mayor cayó su consumo fue el café de cereza con 40%, el trigo de grano con 14.1%, limón con 4%, la caña de azúcar 3.3% y finalmente aguacate decreció 1.3% en su consumo per cápita anual.

Cuadro 3.1 Consumo anual per cápita (kg)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TC (%)
Aguacate	8.0	6.8	7.0	6.5	5.4	7.0	8.0	7.9	-1.3
Café cereza	1.0	1.0	1.0	1.3	1.1	1.1	0.6	0.6	-40.0
Caña de azúcar	455.0	452.1	515.1	473.4	436.2	435.3	437.2	440.0	-3.3
Chile verde	16.0	17.0	15.0	16.0	15.7	18.7	18.1	18.4	15.0
Frijoles	6.0	11.0	11.3	10.8	8.4	9.9	10.2	10.5	75.0
Garbanzo grano	0.5	0.5	0.8	0.8	0.0	0.1	0.0	1.5	200.0
Limón	15.0	12.0	13.4	13.9	14.1	14.3	14.5	14.4	-4.0
Maíz grano	104.0	255.6	235.4	276.9	297.0	331.6	336.6	345.6	232.3
Mango	11.5	10.3	10.8	9.8	11.6	12.2	12.4	11.5	0.0
Naranja	37.0	30.9	37.2	37.7	37.1	37.5	37.0	37.4	1.1
Nuez	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	50.0
Trigo grano	63.0	61.8	57.5	57.7	57.5	57.0	64.0	54.1	-14.1

Fuente: elaboración propia con datos del Atlas Agroalimentario 2012-2019

Nota: La alfalfa, avena forrajera en verde, cebada en grano, maíz forrajero en verde y el sorgo grano son cultivos con consumo indirecto para el ser humano los derivados, es decir, se nutre con la proteína animal que se generó de los forrajes.

La relación entre la superficie que se cosecha y la producción agrícola de los 17 cultivos analizados, representa la estabilidad y desarrollo de la seguridad alimentaria en nuestro país, lo cual significa el abastecimiento para poder satisfacer el consumo per cápita que los habitantes. Una vez descritos y examinados los factores que generan la degradación de los suelos que se utilizan para cosechar de los 17 cultivos del estudio y con ello poder satisfacer el consumo per cápita en México, manteniendo de esta manera la seguridad alimentaria. Concluimos que la producción de los alimentos depende de un suelo que tenga condiciones óptimas

eliminando aquellas actividades que provoquen su degradación y agoten la calidad del suelo agrícola, para garantizar el consumo de los habitantes en México.

Al igual que la superficie cosechada y la producción agrícola para el consumo anual per cápita también se realizó la estimación para 2030, continuando con los 12 cultivos que por sus características se consumen de forma directa por la población mexicana y contribuyen con ello a la seguridad alimentaria de nuestro país. A continuación, se muestran los años que fueron estimados para los 12 cultivos: el consumo continúa siendo per cápita y el periodo es anual; para todos los casos la unidad de medida es el kilogramo, la estimación se realiza para 12 años, es decir, de 2019 a 2030.

Cuadro 3.2 Estimación consumo anual per cápita (kg) 2019-2030

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Aguacate	7.3	7.3	7.4	7.5	7.5	7.6	7.6	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8
Café cereza	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1
Caña de azúcar	431.1	425.7	420.2	414.8	409.4	404.0	398.5	393.1	387.7	382.2	376.8	371.4
Chile verde	18.6	19.0	19.4	19.8	20.2	20.6	21.0	21.4	21.8	22.2	22.6	23.0
Frijoles	10.9	11.1	11.4	11.6	11.9	12.1	12.4	12.6	12.9	13.1	13.4	13.6
Garbanzo grano	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Limón	14.6	14.7	14.8	15.0	15.1	15.2	15.4	15.5	15.6	15.7	15.9	16.0
Maíz grano	401.7	430.3	458.9	487.6	516.2	544.8	573.5	602.1	630.7	659.3	688.0	716.6
Mango	12.1	12.3	12.5	12.7	12.9	13.1	13.3	13.5	13.7	13.9	14.1	14.3
Naranja	38.3	38.7	39.1	39.5	39.9	40.3	40.7	41.1	41.5	41.9	42.3	42.7
Nuez	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4
Trigo grano	56.2	55.6	55.0	54.3	53.7	53.1	52.5	51.8	51.2	50.6	49.9	49.3

Fuente: elaboración propia con datos del Atlas Agroalimentario 2012-2019

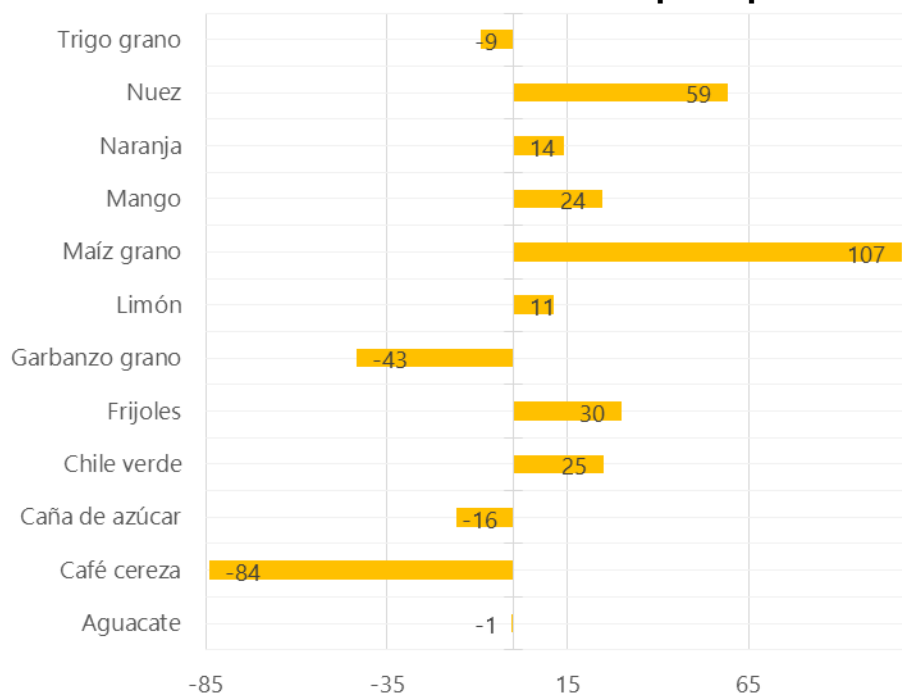
Nota: La alfalfa, avena forrajera en verde, cebada en grano, maíz forrajero en verde y el sorgo grano son cultivos con consumo indirecto para el ser humano los derivados, es decir, se nutre con la proteína animal que se generó de los forrajes.

Las tasas de crecimiento del consumo per cápita por cultivo de 2018 a 2030 son similares a las del periodo de 2011 a 2018. Para ambos caso se utilizó 2018 dado que corresponde al último Atlas Agroalimentario. El cultivo con mayor crecimiento en su consumo per cápita anual continúa siendo el maíz de grano con un aumento de 78%, posteriormente la nuez con 56%, los frijoles se mantiene como un producto relevante para la alimentación de los habitantes de nuestro país, por lo tanto 30% es

el crecimiento. El resto de los cultivos creció en promedio 11% a 25%, siendo el caso del limón (11%), naranja (14%), mango (24%) y el chile verde (25%). Los cultivos mostraron disminución en el consumo per cápita anual entre 2018 a 2030 fueron el café cereza con 84%, el garbanzo de grano 43%, la caña de azúcar con 16%, el trigo de grano con 9% y el aguacate 1% disminuyo en el consumo.

Se observó que en el periodo estimado el garbanzo mostró un decrecimiento, siendo que para el periodo de 2011 a 2018 se dio un crecimiento; sin embargo en el año 2018, que fungió como comparativo entre ambos periodos, mostró un pico atípico generando que existiera variaciones significativas en el calculo de las tasa de crecimiento, pues entre un periodo y otro las tasas fueron dispares generando conflicto para explicar el comportamiento del consumo per cápita anual del cultivo. Sin embargo, al observar el consumo del garbanzo, sin considerar los puntos atípicos de la serie, muestra que existe un ligero aumento en el consumo.

Figura 3.7 Tasa de crecimiento del consumo anual per cápita de 2018 a 2030

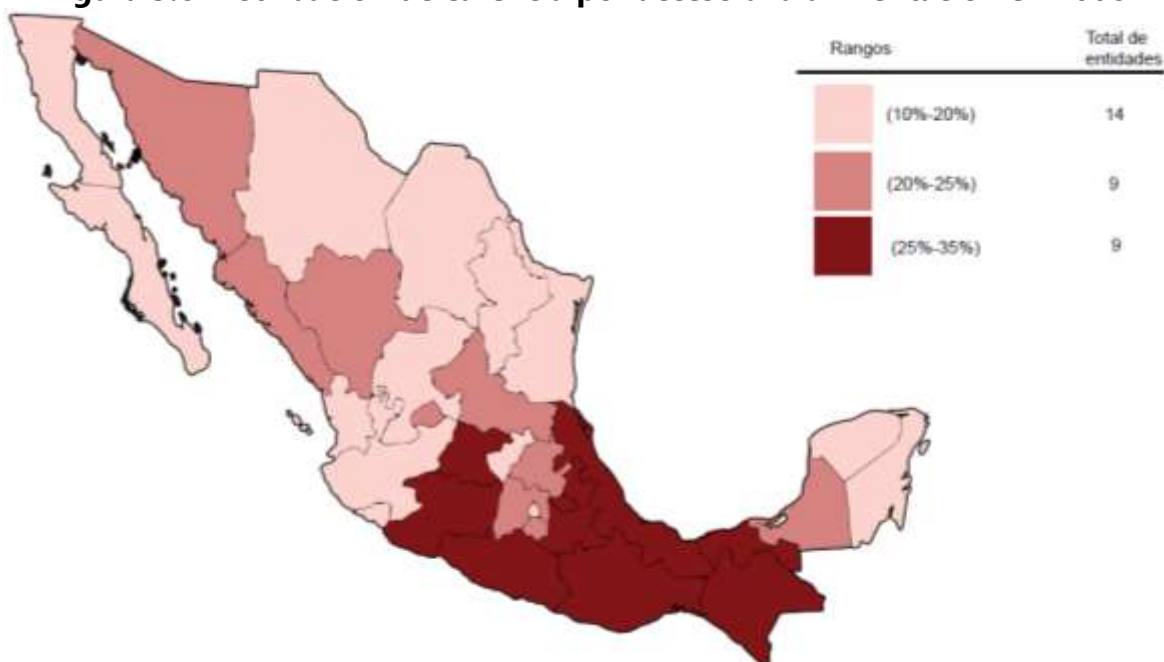


Fuente: elaboración propia con datos del Atlas Agroalimentario 2012-2019

Nota: La alfalfa, avena forrajera en verde, cebada en grano, maíz forrajero en verde y el sorgo grano son cultivos con consumo indirecto para el ser humano los derivados, es decir, se nutre con la proteína animal que se generó de los forrajes.

Lo anterior resume el comportamiento de la producción respecto a la productividad del suelo agrícola y con ello el impacto que habrá en el consumo per cápita anual, incluso estimar dichos parámetros para 2030 y entender los impactos e importancia del suelo agrícola para alcanzar la seguridad alimentaria en los habitantes mexicanos. El siguiente mapa muestra la distribución de los estados dependiendo de las carencias para acceder a los alimentos.

Figura 3.8 Distribución de carencia por acceso a la alimentación en 2008



Fuente: CONEVAL, 2010

En 14 de las entidades federativas, es decir el 43.75% del total, el rango de carencia por acceso a la alimentación está en el menor nivel, entre 10%-20%; entre ellas se encuentra la Ciudad de México, la mayoría de los estados de la parte norte del país (Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, Nayarit, Jalisco, Colima y Querétaro) y solo 2 en la parte sur (Yucatán y Quintana Roo). Otros 9 estados presentan carencia alimentaria en un rango medio (20%-25%); estos se encuentran distribuidos a lo largo del país, ellos son: Sonora, Sinaloa, Durango, Aguascalientes, San Luis Potosí, Hidalgo, Estado de México, Morelos y Campeche. Finalmente, otras 9 entidades federativas tienen los porcentajes más altos de población con carencia de acceso a la alimentación, entre 25 y 35%; dichos estados se encuentran en las regiones del occidente y sureste (Guanajuato, Michoacán, Guerrero Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Tabasco y Chiapas).

Una vez realizado el análisis tripartita de los 17 cultivos (superficie del suelo agrícola cosechado, producción y consumo per cápita), muestra el probable panorama para 2030 de la seguridad alimentaria para dichos cultivos en el país, es decir, como aumentara o disminuirá la superficie del suelo agrícola cosechado, lo que impacta directamente a la producción y con ello poder evaluar el abastecimiento de alimentos en la población mexicana. Mientras que, el análisis de la población de los estados con mayores carencias de acceso a la alimentación, descritos en el apartado anterior, aumentará la vulnerabilidad que existe en aquellas entidades en donde la inseguridad alimentaria es más palpable. Con la información obtenida justificamos la importancia que hay en mantener sano los suelo agrícolas, que se traduce en producción de alimentos sanos y nutritivos, debido al aporte de nutrientes esenciales para las plantas, provee del agua que necesitan para desarrollarse aún en épocas de estiaje, permite la circulación del oxígeno y da soporte a sus raíces, pudiendo disminuir los factores que provocan el deterioro, con ello también se podrán proponer acciones para una agricultura y alimentación, ambas, sustentables.

3.5 Percepción de los suelos agrícolas y su conservación

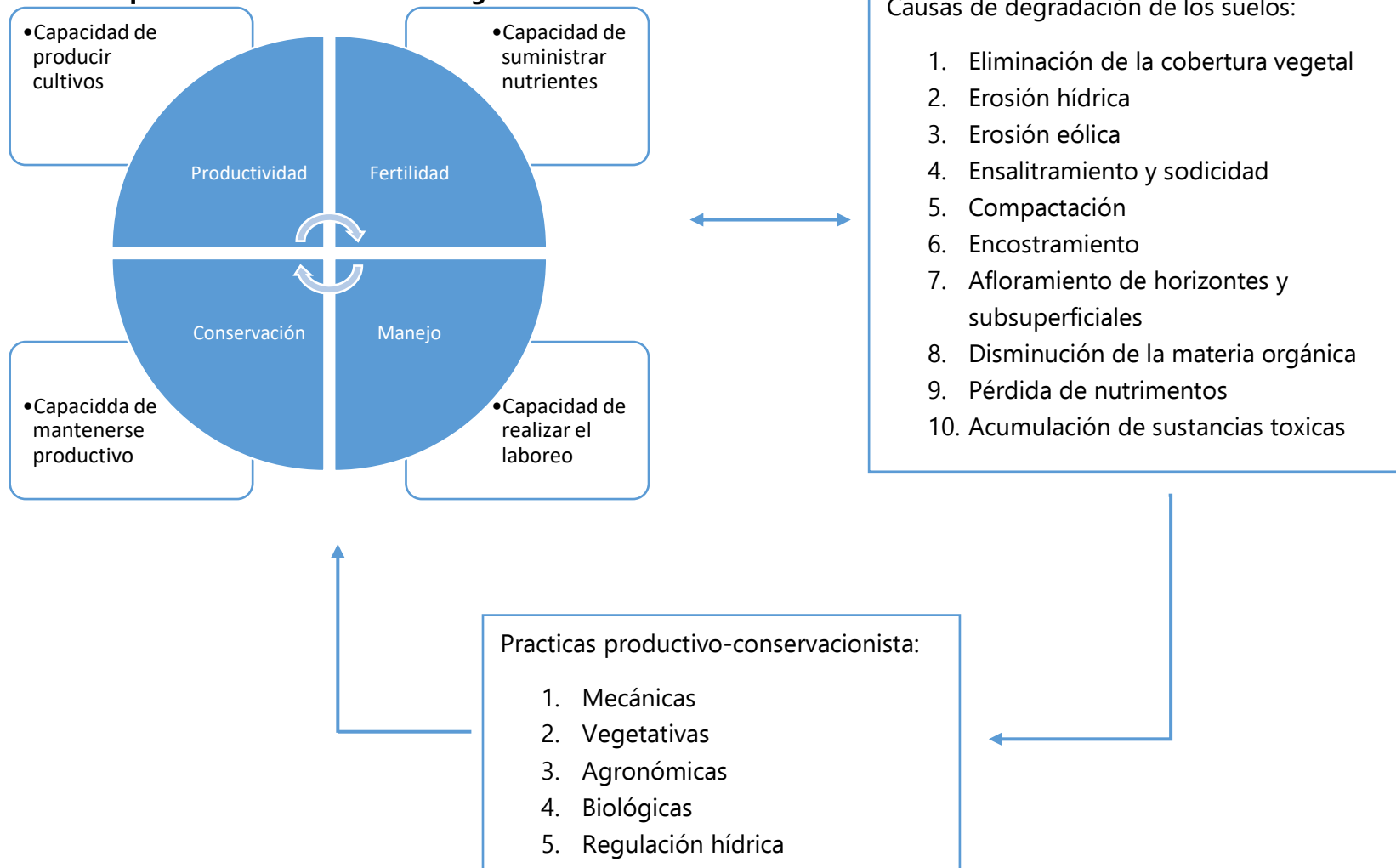
El suelo agrícola tiene la principal función de llevar a cabo el proceso natural de la producción agrícola, que sin ello y al depender las actividades socioeconómicas se encuentran sujetas permanentemente a un desarrollo óptimo del sector agrícola y es la base para la seguridad alimentaria.

Como ya se discutió en el primer capítulo, México cuenta con 26 tipos de suelos¹², sin embargo, únicamente el 29.3% (phaeozem 11.7%, luvisol 9.0% y vertisol

¹² Leptosol en 28.3%, regosol con 13.7% phaeozem con 11.7%, calcisol con 10.4%, luvisol con 9.0%, vertisol con 8.6%, cambisol con 4.3%, arenosol con 1.8%, phaeozem 11.7%, luvisol 9.0%, vertisol 8.6% y 12.2% entre los que se encuentran solonchack, kastañozem, gleysol, fluvisol, chernozem, umbrisol, durisol, acrisol, solonetz, gypsol, nitisol, alisol, lixisol, histosol, ferralsol y plintosol.

8.6%) del territorio en México cuentan con las características para uso de suelo agrícola, es decir son fértiles (SEMARNAT, 2016). Es por ello que un suelo productivo debe tener las condiciones físicas, químicas y biológicas que beneficien el desarrollo de los 17 cultivos. Para poder dar cumplimiento a dichas condiciones deben instrumentarse herramientas y técnicas que ayuden a tener un manejo sostenible de los suelos, como por ejemplo: la agricultura de conservación, agro silvicultura, labranza cero y la agroecología. Un suelo sano se traduce en una mejor producción de alimentos agrícolas, mientras que la pérdida de la calidad del suelo afecta negativamente al sector agrícola. El siguiente esquema muestra el proceso de los suelos agrícolas con respecto a su degradación y conservación.

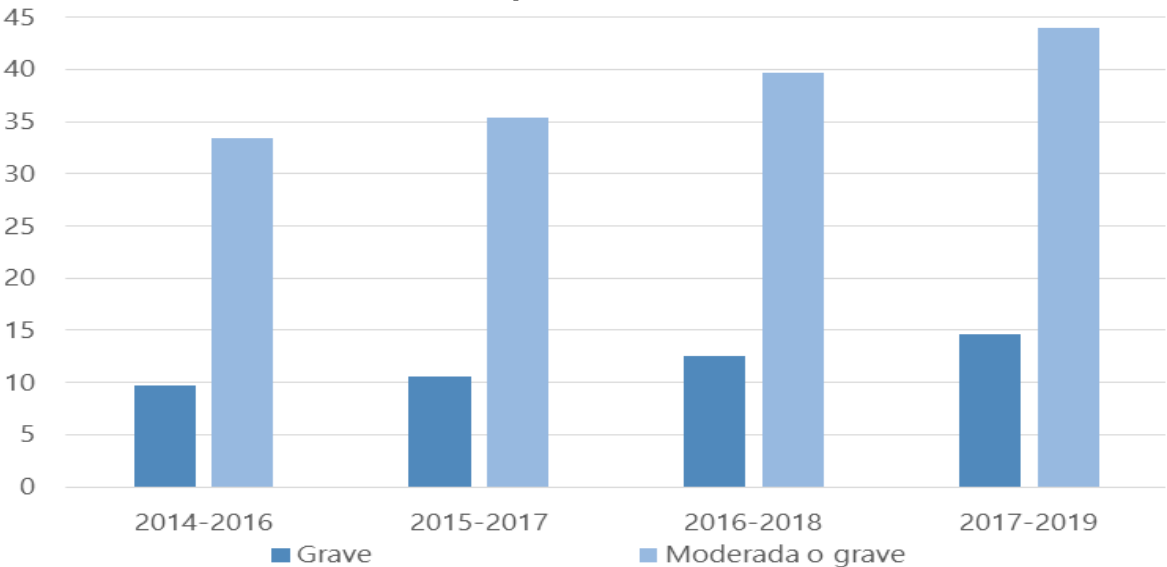
Esquema 3.2 Calidad del suelo agrícola



Fuente: SAGARPA, 2013

Es vital que se implementen medidas de mitigación que ayuden a disminuir la erosión de los suelos agrícolas, al continuar con prácticas insostenibles en la producción de los 17 cultivos, los suelos tendrán un deterioro irreversible y costoso que pondrá en peligro la capacidad para mantener o aumentar la productividad y provocar que la posibilidad de satisfacer la demanda de dichos cultivos para generaciones futuras sean insuficientes y con mala calidad. A lo largo de los años la disponibilidad de tierras para cultivar se ha visto afectada, dado que en 1960 era de 5,600 m²/persona y para 2010 disminuyó a tan sólo 2,400 m²/persona (Ciencia, 2018), dicha disminución se debe a todas las condiciones que provocan la degradación de las tierras para cultivar, explicadas anteriormente, y que presenta severos desajustes en la seguridad alimentaria. En los últimos años el número de personas que padecen inseguridad alimentaria moderada y grave ha ido en aumento llegando a ser en 2017-2019 de 44 millones y 14.6 millones, respectivamente, en comparación a 2015-2017 en donde la situación grave de inseguridad alimentaria fue de 10.6 millones de personas y la moderada fue de 35.4 millones de personas.

Figura 3.9 Número de personas que padecen inseguridad alimentaria (millones) (promedio de 3 años)



Fuente: elaboración propia con datos de FAOSTAT

En el siguiente apartado se discutirán y analizarán algunas de las políticas y propuestas que se han implementado en materia de agricultura sustentable y alimentación sustentable, con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria de las generaciones futuras.

3.6 Sustentabilidad: agricultura y alimentación

En la actualidad, la estabilidad de la agricultura, de la producción agrícola y de la alimentación está ligada a la sustentabilidad; es decir, la capacidad que asegure que los niveles de suficiencia y autonomía no impliquen un deterioro de los suelos agrícolas (recurso natural no renovable), imposibilitando el sostenimiento de dichas condiciones en el largo plazo, afectando la seguridad alimentaria de generaciones futuras. Para la producción agrícola, México tiene serios desafíos en el suelo agrícola que debe enfrentar por su calidad y pérdida de fertilidad. Dicho lo anterior, debe existir algún tipo de intervención, tanto desde el punto de vista de las políticas públicas en normatividad, regulación y asistencia técnica, como de la acción de los propios productores y de los consumidores. Uno de los retos más importantes es cambiar aquellas prácticas que degraden el suelo agrícola irreparablemente, base de la producción de alimentos, y a los ecosistemas de los suelos agrícolas, como el marco de referencia para el aprovechamiento sustentable de la agricultura y producción agrícola.

3.6.1 Agricultura sustentable

Para disminuir las consecuencias en el suelo agrícola que genera el deterioro provocado por las actividades que se realizan para sembrar, cosechar y finalmente obtener la producción agrícola, a lo largo de las últimas décadas se han propuesto algunas prácticas que ayuden a mitigar los daños irreversibles al suelo agrícola, o bien, que el sector agrícola y todo lo que implica sea resilientes; a esto se le llama

agricultura sustentable o agroecología. Dichos conceptos parten de los principios que establecen la importancia de la capacidad de los ecosistemas agrícolas y se registra que gran parte de ecosistemas han deteriorado la capacidad productiva de los suelos agrícolas. Algunos objetivos de la agricultura sustentable son: i) incorporación más intensa de los procesos naturales, tales como el ciclo de nutrientes, fijación de nitrógeno y las relaciones plaga-predador, en los procesos de producción agrícola, ii) reducción en el uso de aquellos insumos externos a la explotación con mayor potencial para dañar el medio ambiente o la salud de los productores y consumidores, iii) mayor uso productivo del potencial biológico y genético de las especies vegetales y animales, iv) búsqueda de una concordancia entre los patrones de cultivo y el potencial productivo con las limitaciones físicas de los suelos agrícolas, para asegurar la sustentabilidad a largo plazo de los niveles de producción actuales y v) producción eficiente y rentable con énfasis en un manejo agrícola mejorado y en la conservación de los recursos bióticos, suelo, agua y energía (NAP, 1989: 4).

Algunas aplicaciones de la agroecología se han realizado en nuestro país, como, por ejemplo, la agricultura orgánica: se basa en la inserción de técnicas innovadoras de producción agrícola omitiendo el uso de insumos sintéticos y replicando parcialmente los ciclos naturales empleando técnicas agrícolas amigables. México ocupa el tercer lugar mundial por contar con 170 mil productores orgánicos, con una superficie cultivada cercana a las 400 mil hectáreas (Gómez, 2005).

Además, entre 2001 y 2006 se realizó el Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente, con el objetivo de privilegiar el cambio de actividades productivas altamente susceptibles a siniestrarse por no ser acordes al potencial productivo de la región y sustituir el gasto repetible

por apoyos que preparen a los productores agrícolas para la ocurrencia de estos fenómenos para los siguientes años (SAGARPA, 2013).

3.6.2 Alimentación sustentable

Algunos procesos sociales y económicos (urbanización, crecimiento poblacional, desarrollo social, entre otros) generan los cambios en los patrones de dieta en los mexicanos, que influyen directamente en el sector agrícola y sus formas de producción. Es por ello que debe proponerse un cambio de paradigma que asegure la seguridad alimentaria de la población actual y futura en nuestro país, priorizando el suelo agrícola que es uno de los recursos naturales no renovables más importantes para la producción agrícola, es decir, el sector alimentario agrícola deberá generar más alimentos con menos recursos.

No sólo se debe mejorar la gestión y la asignación de los recursos para los productos alimenticios en la actualidad, sino también para las generaciones futuras. La siguiente tabla muestra los datos del gasto destinados a alimentos y bebidas de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares de INEGI, el gasto destinado a frutas y verduras entre 2016 a 2018, aumento 1.78% y 2.55%, respectivamente, lo que automáticamente genera mayor demanda al sector agrícola. Es primordial modificar las conductas y actividades que dañen al ecosistema de los suelos usados para el cultivo, por ejemplo la siembra de policultivos que permitan la cobertura permanente para la conservación del suelo y la mitigación del cambio climático mediante el secuestro de carbono, entre otras prácticas.

Cuadro 3.4 Gasto corriente monetario promedio trimestral por rubros de gasto en alimentos y bebidas, según año de levantamiento (Pesos)

Rubro del gasto	ENIGH 2016	ENIGH 2018	TC %
Alimentos y bebidas consumidas dentro del hogar	8548	8636	1.03
Cereales	1530	1539	0.59
Carnes	1988	1986	-0.10
Pescados y mariscos	209	208	-0.48
Leche y sus derivados	920	871	-5.33
Huevo	299	314	5.02
Aceites y grasas	111	115	3.60
Tubérculos	122	139	13.93
Verduras, legumbres, leguminosas y semillas	982	1007	2.55
Frutas	394	401	1.78
Azúcar y mieles	101	93	-7.92
Café, té y chocolate	91	87	-4.40
Espicias y aderezos	88	83	-5.68
Otros alimentos diversos**	949	1034	8.96
Alimentos y bebidas consumidas fuera del hogar	2408	2557	6.19

Nota: Precios a valor presente de 2018.

**Incluye conceptos: Cereal de arroz, avena, plátano, manzana, mixto para bebé; papillas para bebé; hongos frescos; flanes, gelatinas, pudines en polvo; etcétera.

FUENTE: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018.

Además, el uso de suelo agrícola se puede determinar clasificando el tipo de dieta, como lo hacen Ibarrola y Granados en su artículo "Diversity of Mexican diets and agricultural systems, and their impact on the land requirements for food" (2017), estableciendo dos tipos de dietas: en la dieta de "lujo" se consume animales, frutas, verduras, azúcares y aceites vegetales; y la demanda de tierra per cápita en sistema temporal (bajos rendimientos) 2,500 m²/persona y en el sistema de riego (altos rendimientos) 1,200 m²/persona. La segunda es la dieta "básica", que incluyen principalmente cereales, tubérculos y leguminosas; la demanda de tierra per cápita en sistema temporal (bajos rendimientos) 1,600 m²/persona y en el sistema de riego (altos rendimientos) 700 m²/persona. En definitiva, una dieta básica para ambos tipos de sistemas requiere menos cantidad de tierra, que la dieta lujosa (Ibarrola, 2017). Los cambio en los patrones de consumo alimentario en la población, es decir, de

dieta básica a de lujo, son modificados por la urbanización y el crecimiento económico, esto significa que aumentaran los insumos (fertilizantes, herbicidas y semilla) y tendrá un mayor impacto en la demanda de tierra, para alcanzar la seguridad alimentaria nacional, sino por el contrario no habrá suficiente tierra para alimentar a toda la población. Pero los beneficios que la población mexicana obtiene del sistema agrícola, incluyen no sólo los servicios de producción de alimentos, sino también otros servicios, como fertilidad y estructura del suelo que evita la erosión, regulación del ciclo hidrológico, almacenamiento de carbono, hábitat para otros seres vivos, control de inundaciones, entre otros.

La dieta de la población mexicana, en su mayoría, está determinada por los aspectos demográficos y socioeconómicos. Sin embargo, este último aspecto es el que establece el patrón de consumo de las dietas, es decir, el consumo y compra de alimentos de lujo de un estrato alto varía con respecto a los estratos bajos que solo puede acceder a dietas básicas. Por lo tanto, en los estratos altos es en los que se deben establecer los cambios a una alimentación más sustentable, partiendo de implementar una dieta básica, como la discutida en el párrafo anterior, pues la demanda de tierra per cápita es menor. Ello genera que el uso de suelo agrícola se aproveche eficientemente y la degradación del mismo sea menor, ayudando preservar la fertilidad del suelo agrícola y mantener los servicios ecosistémicos, que ayude a generar y alcanzar la seguridad alimentaria de forma más sustentable en México.

Anexos

Anexo 1. Observaciones en los primeros cambios estructurales de la superficie agrícola en los 17 cultivos

The following table summarizes the key results from the screenshots, organized by crop name and the number of breaks (0 vs. 1, 1 vs. 2, 2 vs. 3).

Crop	0 vs. 1	1 vs. 2	2 vs. 3
ARENA	F: 123.7602, Scaled: 247.5805, Critical: 11.47	F: 4.72542, Scaled: 9.54584, Critical: 12.95	F: 2.965788, Scaled: 5.81157, Critical: 14.03
CEBADA	F: 18.82882, Scaled: 37.65703, Critical: 11.47	F: 4.887758, Scaled: 9.77473, Critical: 12.95	F: 3.489668, Scaled: 6.979137, Critical: 14.03
GARR	F: 38.3627, Scaled: 39.3627, Critical: 8.88	F: 0.808258, Scaled: 0.808258, Critical: 10.10	F: 1.801268, Scaled: 1.801268, Critical: 11.14

The top row shows three screenshots of EViews software windows, each displaying the results of multiple breakpoint tests for a different dataset (CONSUM). The results are summarized in the following table:

Dataset	Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
CONSUM (Left)	0 vs. 1*	32.83945	32.83945	8.58
	1 vs. 2*	18.00783	18.36750	10.13
	2 vs. 3	8.225881	9.226891	11.14
CONSUM (Middle)	0 vs. 1*	72.73364	144.4213	11.47
	1 vs. 2*	14.07138	28.14275	12.95
	2 vs. 3	5.897543	11.79502	14.03
CONSUM (Right)	0 vs. 1*	28.52153	28.52152	8.58
	1 vs. 2*	21.89346	21.96348	10.13
	2 vs. 3	3.303331	3.303331	11.14

Estimated break dates for each dataset:

- CONSUM (Left): 1: 1997, 2: 1989, 1989, 3: 1995, 1997, 2005
- CONSUM (Middle): 1: 2004, 2: 2008, 2014, 3: 1989, 2008, 2014
- CONSUM (Right): 1: 1991, 2: 1989, 2005, 3: 1995, 1991, 2005

The screenshot shows the results of multiple breakpoint tests for the dataset BKS_DS_NARANJA. The results are summarized in the following table:

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1*	48.52880	97.05761	11.47
1 vs. 2*	16.10522	32.21045	12.95
2 vs. 3*	8.663397	17.32679	14.03

Estimated break dates:

- 1: 1995
- 2: 1992, 2000
- 3: 1985, 1992, 2000

Anexo 2. Observaciones en los primeros cambios estructurales de la producción agrícola en los 17 cultivos y el consumo per cápita

The figure consists of 16 screenshots arranged in a 4x4 grid, each showing the results of unit root tests and structural break analysis for a different agricultural product. The screenshots are organized as follows:

- Row 1:** Screenshots for products 1, 2, 3, and 4. Each shows ADF and DF-GLS test results. For example, product 1 has an ADF t-statistic of -1.46148 and a DF-GLS F-statistic of 28.90238.
- Row 2:** Screenshots for products 5, 6, 7, and 8. Similar to the first row, showing test statistics and break dates. Product 5 has an ADF t-statistic of -1.53875.
- Row 3:** Screenshots for products 9, 10, 11, and 12. Product 9 has an ADF t-statistic of -1.86991.
- Row 4:** Screenshots for products 13, 14, 15, and 16. Product 13 has an ADF t-statistic of -1.27382.

Each screenshot includes a table of results for the break tests:

Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1*	[Value]	[Value]	[Value]
1 vs. 2	[Value]	[Value]	[Value]
2 vs. 3	[Value]	[Value]	[Value]
3 vs. 4	[Value]	[Value]	[Value]
4 vs. 5	[Value]	[Value]	[Value]

Estimated break dates are also listed at the bottom of each screenshot, such as 1989, 2004, 2014 for product 1.

View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	Grid+/-	Title	Comments
A B C D									
1	Multiple breakpoint tests								
2	Bai-Perron tests of L+1 vs. L globally determined breaks								
3	Date: 05/29/21 Time: 17:21								
4	Sample: 1980 2030								
5	Included observations: 39								
6	Breaking variables: @TREND C								
7	Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 3, Sig level 0.05								
8									
9									
10	Sequential F-statistic determined breaks: 1								
11	Significant F-statistic largest breaks: 1								
12									
13				Scaled		Critical			
14	Break Test	F-statistic	F-statistic	F-statistic	Value**				
15									
16	0 vs. 1 *	29.27844	52.55285	11.47					
17	1 vs. 2 *	4.556927	8.112194	12.95					
18	2 vs. 3	6.885198	13.67040	14.83					
19									
20	* Significant at the 0.05 level								
21	** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values								
22									
23									
24	Estimated break dates:								
25	1: 1994								
26	2: 1991, 1990								
27	3: 1991, 1990, 2010								
28									

View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	Grid+/-	Title	Comments
A B C D									
1	Multiple breakpoint tests								
2	Bai-Perron tests of L+1 vs. L globally determined breaks								
3	Date: 05/29/21 Time: 17:20								
4	Sample: 1980 2030								
5	Included observations: 39								
6	Breaking variables: @TREND C								
7	Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 3, Sig level 0.05								
8									
9									
10	Sequential F-statistic determined breaks: 2								
11	Significant F-statistic largest breaks: 2								
12									
13				Scaled		Critical			
14	Break Test	F-statistic	F-statistic	F-statistic	Value**				
15									
16	0 vs. 1 *	32.76222	65.52445	11.47					
17	1 vs. 2 *	7.782164	15.56433	12.95					
18	2 vs. 3	5.248350	10.49670	14.03					
19									
20	* Significant at the 0.05 level								
21	** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values								
22									
23									
24	Estimated break dates:								
25	1: 1999								
26	2: 1995, 2009								
27	3: 1993, 2000, 2009								
28									
29									

View	Proc	Object	Print	Name	Edit+/-	CellFmt	Grid+/-	Title	Comments
A B C D									
1	Multiple breakpoint tests								
2	Bai-Perron tests of L+1 vs. L globally determined breaks								
3	Date: 05/29/21 Time: 17:33								
4	Sample: 1980 2030								
5	Included observations: 39								
6	Breaking variables: @TREND								
7	Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 3, Sig level 0.05								
8									
9									
10	Sequential F-statistic determined breaks: 2								
11	Significant F-statistic largest breaks: 2								
12									
13				Scaled		Critical			
14	Break Test	F-statistic	F-statistic	F-statistic	Value**				
15									
16	0 vs. 1 *	46.93862	46.93862	8.58					
17	1 vs. 2 *	25.28071	25.28071	10.13					
18	2 vs. 3	3.895462	3.895462	11.14					
19									
20	* Significant at the 0.05 level								
21	** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values								
22									
23									
24	Estimated break dates:								
25	1: 2012								
26	2: 1986, 2012								
27	3: 1985, 1992, 2012								
28									
29									

Bibliografía

Brown Goodell, Robert. 1959. Statistical forecasting for inventory control. McGraw/Hill.

CEDRSSA. 2018. Fertilizantes químicos y biofertilizantes en México. Recuperado: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/64%20Fertilizantes%20qu%C3%ADmicos%20y%20biofertilizantes%20en%20M%C3%A9xico..pdf>

Charles C., Holt. 1957. Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted averages (O.N.R. Memorandum No. 52). Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh USA.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)-Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 2013. Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación. Informe final. Jalisco, México.

FAO. 2020, FAOSTAT Statistical Database. Recuperado: <http://www.fao.org/faostat/es/#data>

Flores de la Vega, Margarita. 2013. Producción agrícola, seguridad alimentaria y desarrollo rural en México: documento de trabajo / Margarita Flores. – Primera edición 76 páginas. – (Cuadernos de Investigación en Desarrollo 2013)

Gómez Cruz, Manuel Ángel; Schwentesius Rindermann, Rita y Gómez Tovar, Laura. 2005. Agricultura orgánica en México, 10 años de experiencias y políticas para el futuro. CIESTAAM- Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México.

Gregorich, E.G., Sparling, G.P., y Gregorich, L.J. 2004. Stewardship and soil health. Pages 407-426 In B.P. Warkentin (ed.). Footprints in the Soil: People and Ideas in Soil History. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Ibarrola Rivas, M. J. y Granados Ramírez, R. 2017. "Diversity of Mexican diets and agricultural systems, and their impact on the land requirements for food". Land Use Policy Journal, 66: 235-240.

INEGI. 2018. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018. Recuperado:

https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2018/doc/enigh2018_ns_presentacion_resultados.pdf

National academies press (NAP). 1989. Alternative agricultura. Recuperado:

<https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=kN56xG8bopEC&oi=fnd&pg=PT15&dq=alternative+agriculture+national+research+council+pdf&ots=gglylSB-7N&sig=Q82zqiami3gsjbW-mKx51crLFTk#v=onepage&q=alternative%20agriculture%20national%20research%20council%20pdf&f=false>

Pérez Espejo, Rosario H. (coordinadora) y Aguilar Ibarra, Alonso (corresponsable). 2010. Agricultura y contaminación del agua. Primera edición, 8 de septiembre de 2012. UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas. ISBN 978-607-02-3550-4.

Ciencia. 2018. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias, octubre-diciembre 2018 volumen 69, número 4. Recuperado: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-69-numero-4>

SAGARPA. 2013. Manejo sustentable del suelo en México. Recuperado: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/Central_America_WS/mexico1.pdf

Savci, Serpil. 2012. Investigation of effect of chemical fertilizers on environment. Recuperado:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212670812000486?token=B9051834C2A8AE160BB7D14A9E699BC608B11BAF9A45A73221FCC16690AF25D50D973DB234EE0931FE0EDAC55C483885>

SEMARNAT. 2019. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2018. Semarnat. México. Recuperado: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Informe2018GMX_web.pdf

SEMARNAT. 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. México.

SIAP. 2012-2018. Atlas Agroalimentario 2012-2018. Ciudad de México, México.

Vázquez Alarcón, A., Justin Cajuste, L., Siebe Grabach C., Alcántar González G. y de la Isla de Bauer M. 2001. Cadmio, níquel y plomo en agua residual, suelo y cultivos en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. Agrociencia 35.

Winters R., Peter. 1960. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. Management Science Vol. 6, No. 3 (Apr., 1960), pp. 324-342 (19 pages). INFORMS.

Capítulo 4 Conclusión y recomendaciones

*“Cuando la calidad de vida cae para el medio ambiente,
cae para el ser humano”*

George Holland

4.1 Conclusión

Para dar cumplimiento a la seguridad alimentaria en México, el sistema alimentario debe cumplir con diversos elementos y actividades que se interrelacionan, para hacer posible la producción agrícola de los 17 cultivos, distribución y finalmente el consumo de alimentos. Mantener un sistema alimentario estable y en las mejores condiciones es vital para poder aseverar y alcanzar la seguridad alimentaria, se debe tomar en cuenta los primeros dos factores que componen al sistema alimentario, es decir, los servicios ambientales y los recursos naturales. Para efectos de este trabajo, solo nos enfocaremos en los suelos agrícolas, el uso insostenible y la presión de los patrones de explotación ejercidos sobre la tierra agrícola está alcanzando límites críticos. La agricultura extensiva, la extracción de materia orgánica, un riego excesivo y un uso excesivo de fertilizantes y pesticidas sintéticos, hacen que el suelo agrícola para los 17 cultivos sea cada vez menos fértil y esté más degradado.

Para cumplir con la seguridad alimentaria en México, hay una serie de factores que la componen como: la educación, ingresos, canales de distribución, la cultura, hábitos y preferencias, riqueza natural de la entidad, entre otros. Sin embargo, para efectos del desarrollo de este trabajo, es primordial comprender la relación del deterioro ambiental del suelo de México respecto a la seguridad alimentaria de la población mexicana, conocer el origen y los factores que generan dichos cambios al uso de suelo, que afectan la estabilidad de la producción agrícola se podrá disminuir el impacto negativo a la seguridad alimentaria en México.

La seguridad alimentaria en el país requiere un aumento de la producción, unas cosechas fiables e infraestructura y distribución que funcionen. Una agricultura próspera presupone un uso no destructivo de las tierras de cultivo, los bosques y las zonas de montaña, la conservación de los suelos, una ordenación cuidadosa de los

recursos hídricos. Una agricultura sostenible, que garantice los recursos para las generaciones futuras, es inseparable de la protección del medio ambiente. La desertificación, la pérdida de diversidad biológica y el cambio climático amenazan gravemente con causar nuevos trastornos y alteraciones de equilibrios climáticos y ecológicos fundamentales. El hambre y la malnutrición solo pueden erradicarse mediante un crecimiento equilibrado de la agricultura y una mejora de las condiciones de vida en las zonas rurales y urbanas de México.

Con las estimaciones realizadas en el capítulo 3, México no está en vías de alcanzar las metas de alcanzar el objetivo de eliminación del hambre y la malnutrición. Las tendencias que se observan en la prevalencia de la inseguridad alimentaria basada en las encuestas de seguridad alimentaria indican que no ha habido avances. Lo más preocupante es que más allá del hambre, un número cada vez mayor de personas se han visto obligadas a reducir la calidad de los alimentos que consumen, o la cantidad de estos, como se refleja en la ENSANUT en el incremento de la inseguridad alimentaria de 2012 a 2018.

Todo ello sin considerar la posible repercusión de la COVID-19 en México, sirven de advertencia de que el nivel actual de esfuerzo no es suficiente para poner fin al hambre para 2030. Se prevé que la COVID-19 en nuestro país empeore estas tendencias, aumentando la vulnerabilidad de la población que ya la padece. Es necesario que el gobierno actúe con urgencia a fin de cumplir el aumento de la disponibilidad de alimentos nutritivos que conforman las dietas saludables, así como el acceso a ellos, debe ser un componente clave de esfuerzos. Si bien la disponibilidad de energía alimentaria por persona ha aumentado en México, esto no se traduce en un incremento de la disponibilidad de alimentos nutritivos que contribuyen a las dietas saludables.

La calidad de las dietas de los mexicanos empeora con el aumento de las limitaciones relacionadas con su acceso a los alimentos, lo que las expone a un mayor riesgo de sufrir desnutrición, así como sobrepeso y obesidad; lo que conlleva a padecer enfermedades crónicas como la hipertensión y la diabetes.

En términos específicos en el sector agrícola en el territorio nacional y su expansión de las zonas agrícolas solo ha desempeñado un papel marginal en el aumento de la producción, por ello es urgente la innovación tecnológica como por ejemplo: la mecanización, mayor acceso al riego, mejores prácticas de gestión, mayor acceso a información práctica de las actividades agrícolas y además incluir la investigación agrícola, la transferencia de tecnología y la asistencia técnica para los productores de frutas y hortalizas; lo que ayudará a un crecimiento sustancial y sostenido de los rendimientos y la productividad en el campo mexicano.

Sin embargo, se debe considerar además las pérdidas y el desperdicio de las cosechas, que reducen la disponibilidad general de estos alimentos, al tiempo que posiblemente también perjudican la sostenibilidad ambiental. Las políticas públicas mexicanas deben crear incentivos adecuados para que los productores disminuyan las pérdidas de alimentos y para que los consumidores reduzcan el desperdicio de los mismos a fin de obtener los máximos beneficios sociales y reducir el costo de los alimentos nutritivos.

Ahora bien, partiendo del enfoque de los impactos de la degradación a los suelos agrícolas en México, los factores climáticos afectan negativamente al suelo agrícola en especial a los cultivos estacionales, el cambio climático agravará aún más la estacionalidad debido al aumento de la frecuencia de las sequías, la interrupción de la producción de alimentos por las inundaciones y las tormentas tropicales, el

incremento de las temperaturas y la mayor variabilidad de estas, así como el aumento de la irregularidad de las precipitaciones.

Dichas afectaciones provocadas por el cambio climático provoca un descenso de la producción agrícola en México a mediano y largo plazo, convirtiéndose así en uno de los principales factores que determinarán los costos de los alimentos. La degradación general de la calidad del suelo está provocando una disminución de la producción agrícola, esto tiene importantes consecuencias para la seguridad alimentaria y la nutrición.

De continuar el deterioro a los suelos agrícolas en México aumentara la inseguridad alimentaria, la FAO estima que para el 2050 existirán alrededor de 9 mil millones de personas, lo que implicará aumentar en más de mil millones de toneladas de cereales al día de hoy se estima que hay alrededor de 900 millones de humanos con problemas de hambre y desnutrición. En el caso de México en 2018 la inseguridad alimentaria disminuyó a 55.5%, las categorías de la inseguridad alimentaria se comportaron de la siguiente manera 22.6% inseguridad alimentaria moderada y severa, el 32.9% restante inseguridad leve. La zona más afectada para ese año fue el estrato urbano siendo la inseguridad alimentaria de 66.8% siendo mayor la inseguridad leve 40.6%, la inseguridad moderada fue de 16.5% y 9.7% para la severa. Mientras que en los hogares de la zona rural la inseguridad alimentaria fue de 69.1% y sus categorías se comportaron de la siguiente manera: leve 40.7%, moderada 17.2% y en menor medida con 11.2% la severa.

Los hábitos actuales de consumo de alimentos y los sistemas alimentarios en México que los respaldan también constituyen factores importantes de repercusiones negativas en el medio ambiente y el cambio climático, creando así un círculo vicioso. Esto afecta negativamente a la productividad de los suelos agrícolas y a su vez al

sector agrícola, aumentando en última instancia el costo de los alimentos nutritivos y las dietas saludables.

En nuestro país los hábitos alimenticios superan las necesidades energéticas óptimas y las personas consumen más alimentos de origen animal de los necesarios, es preciso realizar cambios importantes en las prácticas dietéticas y cambios en todo el sistema en relación con la producción de alimentos, los entornos alimentarios y el comercio. Dichas prácticas en la producción de alimentos también tienen efectos negativos sobre el medio ambiente, que repercuten en la sociedad mexicana. Es por ello que debe de existir un reequilibrio en las dietas hasta alcanzar un mayor contenido de alimentos de origen vegetal a fin de reducir los efectos ambientales negativos, en particular los relativos a la utilización de la tierra, la extracción de agua dulce y entre otros.

Las consecuencias de las dietas no saludables para la salud y el medio ambiente se traducen en costos efectivos para la población mexicana, como mayores costos médicos y los costos del cambio climático. Estos costos en los que se incurre en la producción y el consumo de alimentos actualmente no se reflejan en su precio, aun cuando son resultantes de esa producción y consumo. En economía se le denominan externalidades negativas, pues el consumo excesivo y la producción de alimentos hipercalóricos y dietas que son perjudiciales para la sostenibilidad ambiental.

Por otro lado las dietas saludables generan una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el país, que contribuye al aumento del calentamiento global, que debido a su alto contenido de alimentos de origen vegetal que emiten menos niveles de dichas emisiones con respecto a las dietas con un elevado consumo de carne roja. No obstante, puede que esta no sea la opción que ayude a conseguir la reducción de las gases de efecto invernadero, considerando que el

consumo de carne roja y productos lácteos pueda proporcionar valiosas fuentes de nutrientes esenciales a la población mexicana más vulnerable, previniendo la desnutrición. Es por ello que, la composición exacta de una dieta saludable que incluya consideraciones de sostenibilidad no existe, ya que en los principios básicos es que una dieta saludable puede contener alimentos de origen animal en cantidades moderadas o pequeñas, lo que puede incluir cantidades moderadas como: el huevo, productos lácteos, aves de corral y pescado y pequeñas cantidades de carne roja.

4.2 Recomendaciones

El suelo agrícola tiene la principal función de llevar a cabo el proceso natural de la producción agrícola, pues sin ello y al depender las actividades socioeconómicas se encuentran sujetas permanentemente a un desarrollo óptimo del sector agrícola y es la base para la seguridad alimentaria. Al tener asociados tantos elementos que rodean a los temas tratados en este trabajo, la incorporación de herramientas cuantitativas de Economía Ambiental serán brindarán un estudio y análisis más completo.

Para atenuar los problemas que aquejan al sistema alimenticio estudiado, es primordial que los agentes involucrados (gobierno, agricultores y sociedad) fomenten innovaciones que beneficie al sector agrícola, para hacer frente a las cuestiones que ayuden a mejorar la sostenibilidad y la resiliencia, con el objetivo de aumentar los ingresos y reducir los riesgos, incluyendo la creación de nuevas oportunidades de mercado y fomentando la diversificación, y que reduzca el agotamiento y la degradación de los recursos, para garantizar la seguridad alimentaria de todos los mexicanos.

La problemática de la seguridad alimentaria analizada indica que se tiene que generar políticas de Estado para la conservación y restauración de suelos, que debe garantizar las acciones necesarias, para que los usuarios y agricultores apliquen las medidas de conservación y restauración de suelos. Se requiere esta política para lograr acciones que impliquen el compromiso de todos los factores productivos para la conservación de los suelos agrícolas. La política debe tener el propósito de lograr que los usuarios de los suelos asuman la responsabilidad del cuidado y lograr que tenga conciencia de la importancia de contar con suelos agrícolas sanos, para que participe en apoyo a las acciones públicas que se decidan para tal fin.

Las o la política se puede concebir como el camino principal a evitar o minimizar la degradación de los suelos agrícolas por las actividades humanas y, en el caso de los suelos degradados, se realicen acciones para restaurarlos, con la finalidad de que el suelo pueda cumplir con sus funciones ambientales y productivas, que son esenciales para el sostenimiento y reproducción de la vida y el medio ambiente. La estrategia que se vislumbra se centra en lograr que los encargados del sector agrícola realicen prácticas de conservación y restauración de suelos para dicho sector, considerando que se cuente con diagnósticos del estado del suelo de las áreas que las integran, para generar programas de manejo productivo y cero invasivo en los suelos agrícolas, y los agricultores se comprometan a realizar las practicas necesarias para minimizar la degradación del suelo. Las entidades federativas deberán formar parte de estas políticas apoyando y revisando que el funcionamiento sea el más adecuado, con la finalidad de dar cumplimiento y se mitigue la degradación al suelo.

Además, se deben promover y mejorar las políticas que promueven la buena gobernanza de los recursos naturales para generar resultados positivos, no solo para el acceso equitativo a los alimentos y a los recursos de suelo agrícola y agua sino

que también ayudan a reducir problemas en conflictos alimentarios y aumentar la seguridad alimentaria.

No solo en México sino en todo el mundo, se han visto pocas señales de un compromiso fiel para reorientar las actividades generadoras del cambio climático, en particular, como se comentó en los párrafos anteriores, los patrones de consumo y producción que utilizan la energía de manera no sostenible y generan cantidades no manejables de contaminación y desechos. Se debe entender que existen límites con implicaciones negativas para la seguridad alimentaria, lo que genera que estén ausente en el debate sobre las políticas y el desarrollo a una plena seguridad alimentaria en nuestro país.

Dichas políticas a favor de promover la conservación y restauración de suelos agrícolas tiene como finalidad garantizar la seguridad alimentaria en México, sin embargo para dar mayor certidumbre y complementar la política antes mencionada es necesario que el Estado contribuya a la creación de políticas en donde los canales que ayudan a la seguridad alimentaria que se encuentran en desventaja o son dentro de la cadena alimentaria eslabones débiles se implementen una serie de políticas en pro de la estabilidad de la seguridad alimentaria.

Se debe considerar por ejemplo, contar con sistemas alimentarios que aseguren una disponibilidad de alimentos sostenible, el acceso a ellos y su utilización, y la resiliencia frente a los impactos de las conmociones económicas y ambientales. El logro de una seguridad alimentaria estable la incorporación de políticas específicas en dichos ámbitos. Como por ejemplo, los pobres en zonas rurales que actúan como custodios de muchos ecosistemas, pero son ese mismo grupo de personas las que se ven afectadas con más frecuencia por la inseguridad alimentaria. Las políticas que

ignoran la voz de los pobres y de los pequeños propietarios es improbable que consigan apoyo local para su implementación.

El objetivo de la creación de políticas amigables para el cuidado de los suelos agrícolas y poder proyectar la seguridad alimentaria en la población mexicana, tiene por objetivo ir más allá del alivio del hambre e incluyen la meta de desarrollar la resiliencia alimentaria a largo plazo, este énfasis es fundamental si se quieren alcanzar los objetivos de la seguridad alimentaria, pero lo más importante es que se mantenga a través de los años.

Sin olvidar el ámbito social las políticas también deben de abordar temas como la desigualdad y discriminación, las políticas de seguridad alimentaria pueden sentar las bases para reducir el conflicto y asegurar el acceso equitativo y asequible a las fuentes de alimento. Otro de los problemas generalizados es la desigualdad y discriminación por motivos de género, para ello es importante adoptar medidas para reconocer y proteger los derechos de las mujeres y cuenten con acceso a alimentos seguros y nutritivos.

La seguridad alimentaria y la protección a los suelos agrícolas es una justicia social que no puede ser ignorada por el gobierno mexicano que son los responsables de las políticas sobre seguridad alimentaria. Y dentro del marco legal y constitucional es moral y éticamente inaceptable que tantas personas carezcan de la oportunidad de vivir libres del hambre. Además, se debe de ratificar una la idea de promover un compromiso entre productividad agrícola y conservación de los ecosistemas ha sido ahora sobrepasada, dada la comprensión de la dependencia de la agricultura con respecto a los ecosistemas y la seguridad alimentaria en México. No existe otra opción que llevar a cabo dichas acciones, de lo contrario la seguridad alimentaria continuará siendo un sueño imposible.

Bibliografía

FAO. 2017. The impact of disasters on agriculture. Addressing the information gap.

Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-i7279e.pdf>

FAO. 2015. Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenibles. Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-i3940s.pdf>

Gómez Oliver, Luis. 2017. Agricultura familiar: política de desarrollo con enfoque territorial. Ciudad de México, México.

IPCC. 2007. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

SEMARNAT. 2019. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2018. Semarnat. México. Recuperado:

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/pdf/Informe2018GMX_web.pdf

SEMARNAT. 2009. Consecuencias sociales del cambio climático en México. Análisis y propuestas. México..