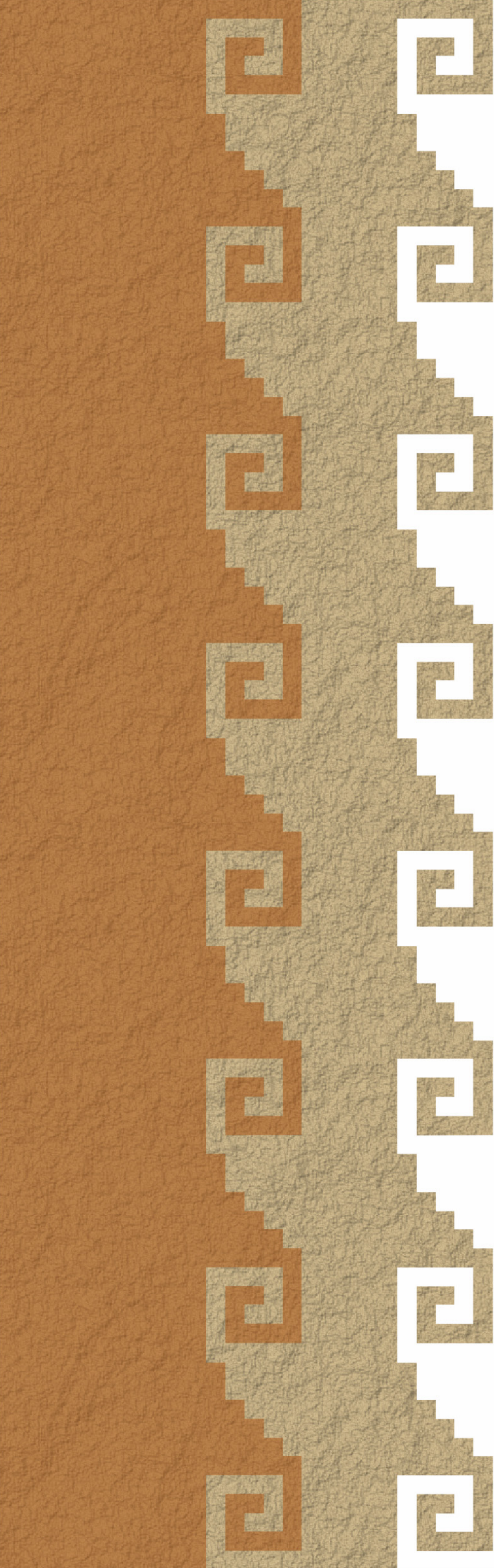




PANORAMA DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y AGROALIMENTARIA. MÉXICO Y REGIÓN SUR

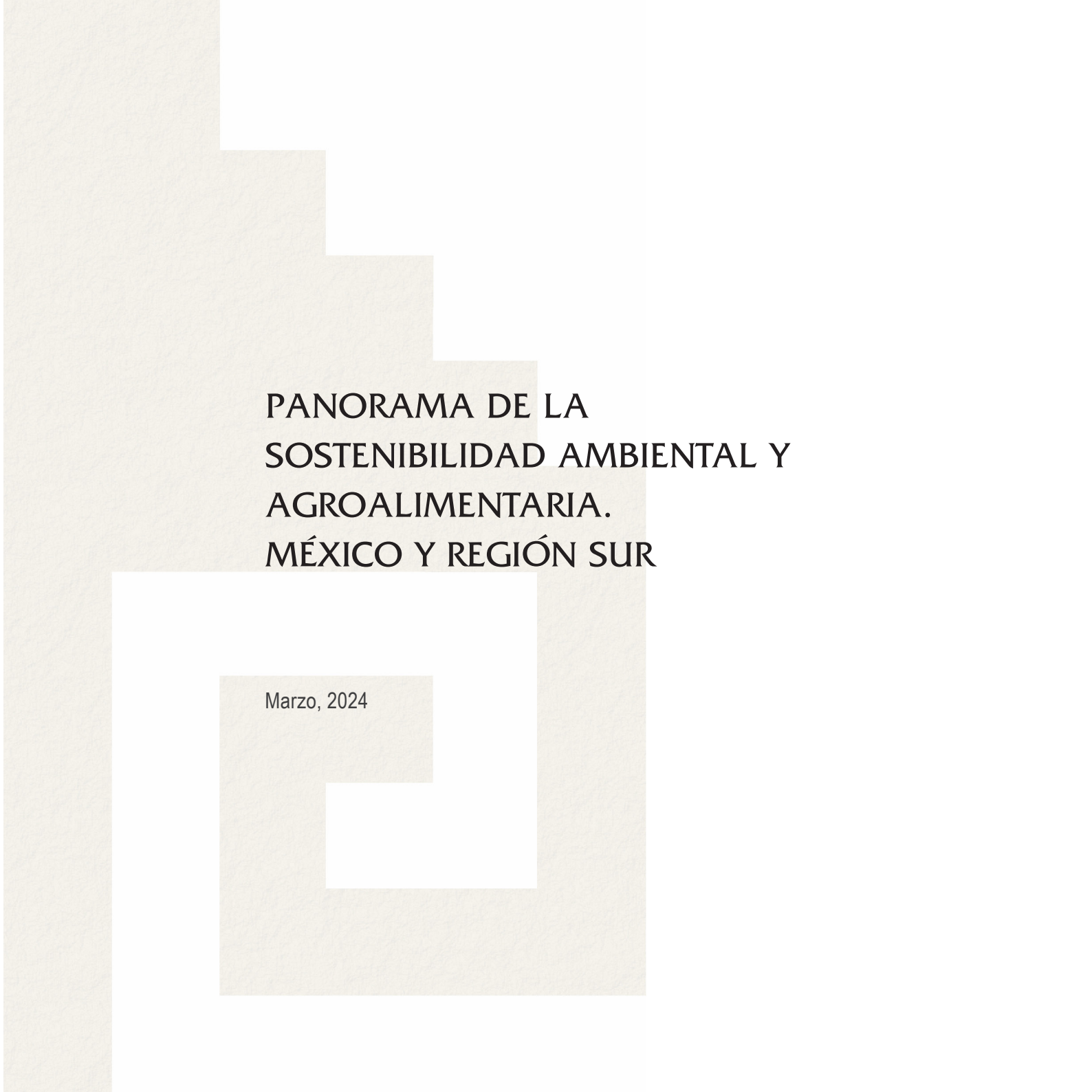
Lilian Albornoz Mendoza
Irene Barboza Carrasco
Coordinadoras



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



PANORAMA DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y AGROALIMENTARIA. MÉXICO Y REGIÓN SUR

Marzo, 2024

PANORAMA DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y AGROALIMENTARIA. MÉXICO Y REGIÓN SUR

Edición: **Luis Adrián Maza Trujillo**

Diseño editorial de colección y forros: **Bernardo O. R. De León**

Formación: **María Beatriz Arévalo Dorry**

ISBN UNACH: **978-607-561-194-5**

ISBN UADY: **978-607-8741-53-3**

D.R. © 2024 Universidad Autónoma de Chiapas
Boulevard Belisario Domínguez km 1081, sin número, Terán, C. P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana con número de registro de
afiliación: 3932.

D.R. © 2024 Universidad Autónoma de Yucatán
Bajo el sello de la Casa Editorial UADY, Calle 60 núm. 491 A por 57, Centro, C.P. 97000, Mérida,
Yucatán, México. Tel. +52 (999) 923 9769
casa.editorial@correo.uady.mx
www.uady.mx/casa-editorial

Ambas Instituciones forman parte la Red Nacional de Editoriales Universitarias y Académicas de México, Altexto y
de la Asociación de Editoriales Universitarias de América Latina y El Caribe, EULAC.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la
publicación; la información y análisis contenidos en esta publicación son estrictamente responsabilidad
de los autores. Se autoriza la reproducción parcial o total de los textos aquí publicados, siempre
y cuando se haga sin fines comerciales y se cite la fuente completa. Las imágenes de portada, la
composición de interiores y el diseño de cubierta son propiedad de la Universidad Autónoma de Chiapas.

Esta publicación fue evaluada por pares académicos, mediante un proceso a doble ciego.

Hecho en México

Made in Mexico

CONTENIDO

13 Introducción

CAPÍTULO 1.

HACIA LA TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO

25 Introducción

30 Componentes del sistema agroalimentario

32 Metodología

33 Insostenibilidad del sistema agroalimentario

33 Dimensión económica

36 Dimensión social

38 Dimensión ambiental

42 Transformación del sistema agroalimentario

43 Impulsar a los pequeños productores agrícolas

45 Transformar a los grandes productores

46 Reducir desperdicios y pérdidas a lo largo de la cadena
agroalimentaria

47 Cambiar las dietas de la población

48 Acciones en México

52 Conclusiones



CAPÍTULO 2.

SECTOR AGROPECUARIO EN MÉXICO (1994-2020). IMPACTOS SOCIALES, AMBIENTALES Y EN LA AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA

55	
56	Introducción
58	Marco teórico y conceptual
60	Metodología
62	Análisis económico de la situación del sector agropecuario 1994-2020
67	Apoyos del Programa Especial Concurrente 2007 y 2011
	Análisis de los apoyos en la vertiente competitividad.
68	Comparativo entre los años 2007-2011
	Análisis de los apoyos en su vertiente social. Comparativo entre
70	los años 2007 y 2011
	Resultados en el Sector Agropecuario. Impactos sociales, ambientales
72	y en la autosuficiencia alimentaria
72	Impactos sociales
74	Impactos ambientales de la producción agropecuaria
77	Impactos en la autosuficiencia alimentaria
78	Conclusiones

CAPÍTULO 3.

POLÍTICA PÚBLICA Y ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS: REGIÓN SURESTE-SUROESTE DE MÉXICO

81	
82	Introducción
84	Marco teórico conceptual
88	Objetivos de Desarrollo Sostenible

90	Marco normativo ambiental en México
92	Política pública en México
97	Áreas naturales protegidas en México
99	Metodología
100	Resultados
101	Contribución de la ANP a los ODS y sus metas establecidas
103	Áreas Naturales en México y la región Suroeste y Sureste
107	Presupuesto asignado a la protección de las áreas naturales
118	Conclusiones

CAPÍTULO 4.

POLICULTIVOS COMO ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

121	
122	Introducción
123	Marco teórico y conceptual
123	Concepto de policultivos
129	Ventajas en la producción en sistemas de policultivos
132	Materiales y Métodos
132	Localización del área de estudio
132	Clima
132	Diseño experimental y tratamientos
133	Preparación del terreno
133	Preparación del almácigo
134	Genotipos
135	Siembra
135	Trasplante

135	Fertilización
136	Cosecha
137	Resultados y discusión
137	Características fenológicas de los cultivos de tomate, frijol y maíz
137	Número de plantas cosechadas de tomate por parcela útil por corte
139	Número de frutos de tomate cosechados por parcela útil por corte
141	Número de frutos cosechados por planta de tomate por corte
142	Peso promedio de un fruto por corte
143	Rendimiento de tomate
146	Número promedio de vainas por planta de frijol
147	Número promedio de granos por vaina de frijol
148	Rendimiento promedio de grano por planta de frijol
148	Rendimiento de frijol en grano
149	Rendimiento de maíz en los diferentes sistemas de policultivos
150	Cálculo del Uso Equivalente de la Tierra
152	Conclusiones

CAPÍTULO 5.

LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN GRANO (2018-2022) ¿EXISTE SEGURIDAD ALIMENTARIA EN COMUNIDADES DE YUCATÁN Y MÉXICO?

155	
156	Introducción
160	Marco teórico y conceptual
160	Desarrollo local
162	Desarrollo rural
164	Desarrollo sostenible

166	Seguridad alimentaria
168	Metodología
171	Resultados
171	Caracterización del área de estudio
175	Seguridad alimentaria en la región maicera de Yucatán
181	El pase en cadena
184	Conclusiones

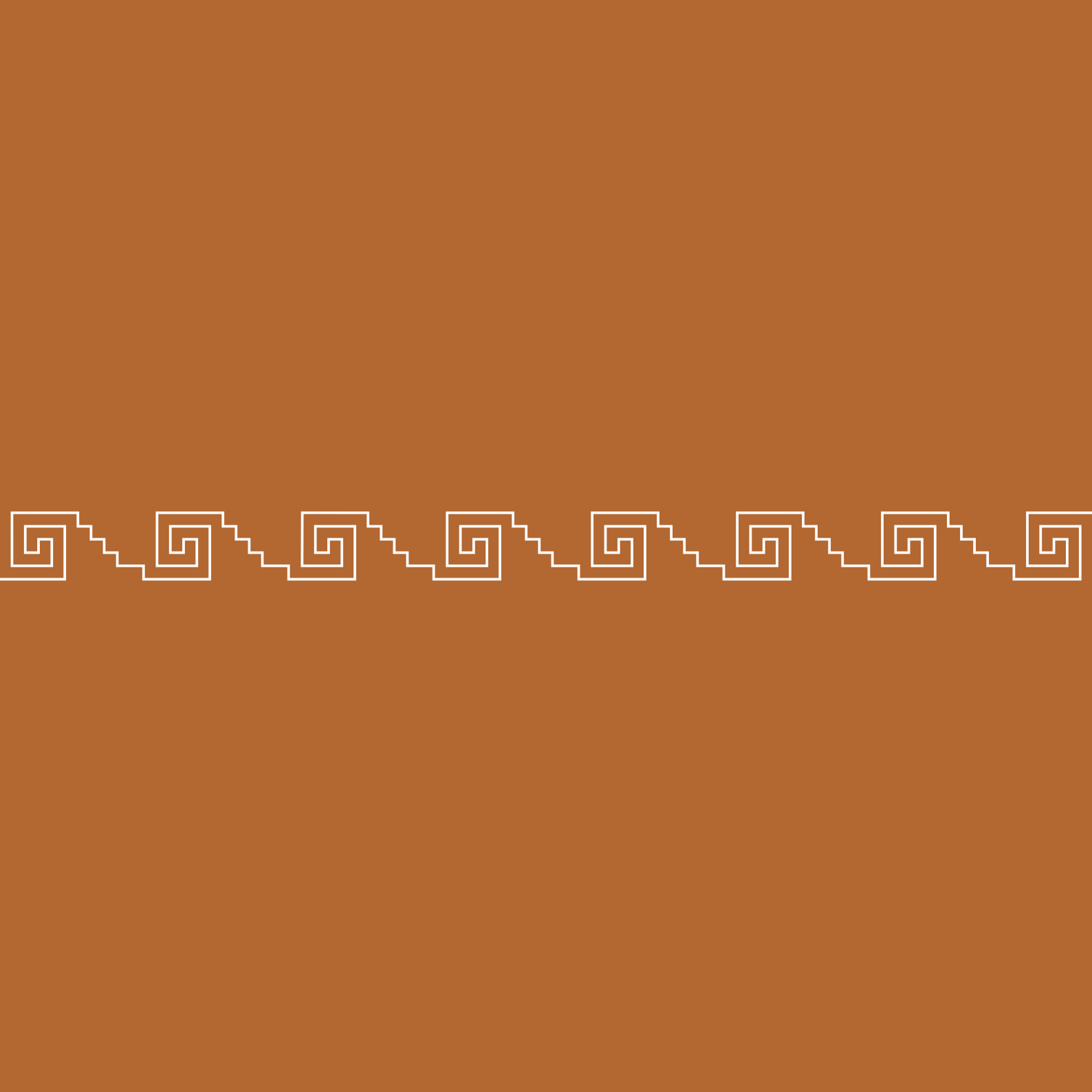
CAPÍTULO 6.

MILPA MAYA: CAMBIO CLIMÁTICO, ECONOMÍA Y POLÍTICA PÚBLICA EN YUCATÁN

187	
188	Introducción
191	Marco teórico y conceptual
191	Una perspectiva macroeconómica de la contribución del sector agrícola a la transición industrial
193	Una perspectiva microeconómica sobre agricultura y desarrollo.
194	Patrimonio biocultural
195	Milpa Maya, o Kool
197	Política Pública
198	Cambio Climático
199	Metodología
199	Información, fuentes y datos
203	Resultados
203	Caracterización del sector maicero en México
	Caracterización del sector maicero en los hogares rurales de Yucatán
208	



214	Recuento de algunas afectaciones en la memoria de los hogares rurales de Yucatán
219	Política pública del sector maicero en México
222	Programas de política pública en la zona de estudio: Yucatán rural 2022
224	Cambio Climático y producción de maíz en México
225	Conclusiones
227	REFERENCIAS
259	AUTORES



INTRODUCCIÓN

Lilian Albornoz Mendoza
Irene Barboza Carrasco

El crecimiento económico de los países y de las regiones ha logrado expandir el nivel de actividad económica a una escala que está poniendo en riesgo la estabilidad de las funciones y servicios de los ecosistemas. Desde la revolución industrial en Inglaterra en el siglo XVIII hasta nuestros días, y en especial después de la segunda guerra mundial, la creciente actividad económica ha brindado oportunidades de empleo e ingresos a un creciente número de personas; sin embargo, persisten la pobreza, marginación y una creciente desigualdad en la distribución de los ingresos entre la población (O'Neill *et al.*, 2018; Fanning *et al.*, 2022); también, problemas ambientales como el cambio climático, pérdida de biodiversidad, zonas muertas en

mares, erosión del suelo, acumulación de desperdicios, los cuales son síntomas de insostenibilidad ambiental (Hoekstra y Wiedmann, 2014).

El desarrollo sostenible es un imperativo en la gestión de la riqueza de nuestras sociedades. “En esencia, el desarrollo sostenible se puede definir como un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional todos en armonía y orientados a mejorar el potencial presente y futuro para satisfacer las necesidades humanas y sus aspiraciones” (ONU, 1987: 43). El término es amplio en su acepción y engloba tres dimensiones: sociedad, economía y medio ambiente, en justa armonía y equilibrio dinámico. El desarrollo económico para que sea sostenible debe redistribuir de manera equitativa las ganancias económicas en eficiencia, mantener un sano equilibrio con la naturaleza, acotar los flujos de materia y energía a las dimensiones físicas del ecosistema global y proporcionar un nivel de bienestar adecuado a la población (Albornoz, 2015).

El desafío del desarrollo sostenible se centra en la necesidad de manejar los servicios de los ecosistemas sin causar daño a los mismos y al sistema de la Tierra. La gestión de los ecosistemas es un asunto complejo porque comprende las distintas escalas espaciales (locales, regionales, nacionales y global) en un continuo espacio de tiempo, donde la dinámica del sistema económico, social y político influye en su estado de conservación. Sin embargo, el sistema social dominante produce incentivos que conducen a su deterioro y agotamiento. Los beneficios de los servicios de los ecosistemas pueden ser obtenidos por individuos a nivel local, mientras que los costos en forma de consecuencias ambientales negativas se imponen sobre los individuos que viven en otras partes.

A lo largo del libro, en los capítulos se exponen casos donde se presentan ejemplos de los distintos beneficios que los individuos obtenemos de los servicios que nos provee la naturaleza. Estos servicios, de acuerdo con el MEA (2005) se clasifican en cuatro tipos: servicios de aprovisionamiento, entre los que se encuentra el abastecimiento de alimentos, agua, fibras, madera; servicios de regulación, el más importante la regulación del clima, pero también de enfermedades y purificación del agua, entre otros; servicios culturales o estéticos, de recreación y contemplación como los valores espirituales y culturales que encontramos en la naturaleza; y el servicio de soporte de vida, que permiten el funcionamiento de los ecosistemas así como su disponibilidad y estabilidad en la formación de suelo, el ciclo de nutrientes y la absorción y degradación de contaminantes. Todos los servicios son importantes, sin los cuales, la vida no podría fecundar ni prosperar, porque todos interactúan y se retroalimentan entre sí.

Un elemento importante de la biósfera es su diversidad biológica que de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza es el número, variedad y la variabilidad entre organismos vivos terrestres, marinos y acuáticos y los ecosistemas de los cuales aquellos forman parte (IUCN, 2000). Incluye diversidad dentro de las especies -de genes, plantas y animales-, entre especies y de ecosistemas. Más que solo especies, la biodiversidad incluye la variación desde el nivel de genes y genomas hasta ecosistemas y biomas. Es decir, la diversidad biológica o simplemente biodiversidad comprende la variación de las distintas formas de vida en la biósfera.

La biodiversidad es importante porque está directamente relacionada con la resiliencia de los ecosistemas ante cambios en las condiciones físicas, en particular, la variabilidad del clima. Mientras más diverso sea un sistema

éste tiende a ser más resiliente, estable y robusto. De allí la importancia de que los sistemas de producción de alimentos sean biodiversos, para garantizar su estabilidad y resiliencia ante los efectos del cambio climático. Los sistemas convencionales de producción de alimentos no son sostenibles, están deteriorando las funciones de los ecosistemas y sus servicios de los cuales dependemos para proveernos de alimentos. El uso excesivo de agua, fertilizantes inorgánicos sintéticos y agroquímicos en sistemas productivos homogéneos -no diversos- están excediendo los límites permitidos para mantener la estabilidad de la biosfera por lo que está causando interrupciones en el sistema de la Tierra con efectos a nivel global. En general, el sistema agroalimentario actual está deteriorando la capacidad de la biósfera para seguir brindando sus funciones.

Esta problemática se aborda en el capítulo uno titulado *Hacia la transformación estructural del sistema agroalimentario* donde además del diagnóstico de la problemática económica, ambiental y social que alimenta el sistema alimentario actual, se presentan las acciones que el gobierno y la sociedad civil están implementando a escala global y nacional con el fin de transformarlo en todas sus partes. Los autores presentan cuatro acciones que, de acuerdo con los científicos expertos en la materia, se requieren para llevar a cabo la transformación: impulsar a los pequeños productores, transformar a los grandes productores, cambiar dietas y reducir desperdicios.

La transformación del sistema agroalimentario hacia uno sostenible, de acuerdo con los autores, está relacionado con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): hambre cero (ODS 2), salud y bienestar (ODS 3), reducción de las desigualdades (ODS 10), producción y consumo responsables (ODS 12), acción por el clima (ODS 13) y vida de ecosistemas

terrestres (ODS 15). Albornoz, Canto y Ortiz revelan una serie de desafíos a enfrentar para poder llevar a cabo la transformación hacia un sistema que sea económica, social y ambientalmente sostenible.

Por otra parte, el sistema agroalimentario está conformado por los ambientes natural, socioeconómico y político. El ambiente político comprende las unidades gubernamentales, normas y políticas que regulan la producción de alimentos, entre otros aspectos. Con relación a este último componente, el capítulo dos titulado *Sector Agropecuario en México (1994-2020). Impactos Sociales, Ambientales y en la Autosuficiencia Alimentaria* presenta un amplio panorama de la situación del sector agropecuario en la producción de alimentos y el papel que ha jugado la política pública dirigida a este sector, desde la apertura comercial de la economía mexicana a los mercados externos hasta la fecha.

De acuerdo con Rivera, Albornoz y Ortiz, la política pública de apoyos que ha otorgado el gobierno de México a los productores agropecuarios ha determinado en gran medida la situación de la producción de alimentos para la población. Los autores presentan datos para sostener que la política pública dirigida al campo no fue un detonante de desarrollo en el periodo 1994-2020, aunque sí de crecimiento, como lo demuestra la creciente producción agropecuaria y el superávit en la Balanza Comercial Agropecuaria Mexicana a partir del año 2015. Sin embargo, también señalan que este impacto positivo en cuanto a las exportaciones agropecuarias también se acompaña de la polarización social, intensificación del uso de pesticidas químicos y de la falta de autosuficiencia alimentaria en determinados cultivos básicos.

Por último, los autores reconocen los avances logrados en el campo mexicano, principalmente en la intensificación de la producción de alimentos, sin embargo, también revelan que como país nos enfrentamos al desafío de transitar hacia un modelo sostenible que logre integrar a todos los productores tanto grandes, medianos y pequeños productores de la agricultura tradicional en procesos que aboguen por alimentos nutritivos, sanos, de bajo impacto ambiental y en favor de la autosuficiencia alimentaria.

Continuando con el ambiente político, en el capítulo tres, titulado *Política Pública y Áreas Naturales Protegidas: Región Sureste-Suroeste de México*, se presenta el análisis del impacto de la política pública en la gestión, manejo, protección y conservación de los ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos en México, mediante el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP), en particular en la región suroeste y sureste de nuestro país. De acuerdo con Guillén y Barboza, las ANP contribuyen sustancialmente a alcanzar diversas metas de desarrollo sostenible pues al proteger, cuidar y restaurar áreas, la biodiversidad y el patrimonio cultural existente, contribuyen con alimentos, empleo, clima, agua, entre otros, lo cual es fundamental para alcanzar el desarrollo sostenible en nuestro país.

Los autores sostienen que las ANP contribuyen al logro de los ODS de la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en particular, las relacionadas con el fin de la pobreza (ODS1), hambre cero (ODS 2), salud y bienestar (ODS 3), agua limpia y saneamiento (ODS 6), crecimiento económico y trabajo decente (ODS 8), ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11), acción por el clima (ODS 13), vida submarina (ODS 14) y vida de ecosistemas terrestres (ODS 15). De acuerdo con la evidencia estadística, los autores sostienen que, en el periodo del 2010 al 2023, se ha incrementado

el área de protección de los ecosistemas en México, en la figura de áreas naturales protegidas, sin embargo, las políticas públicas y las asignaciones presupuestales han sido poco favorables y están impactando negativamente en su conservación, protección y manejo.

El sistema agroalimentario también comprende los ambientes social y ambiental. En el capítulo cuatro titulado *Policultivos como Alternativas de Producción Sostenible* se presenta una opción sostenible para la producción de alimentos que contribuye a reducir el hambre y mitigar los impactos ambientales de la agricultura convencional por lo que atiende demandas de corte social y de cuidado ambiental. Los autores sostienen que actualmente, uno de los principales problemas en México es la necesidad de satisfacer la demanda de alimentos debido a que la población crece en forma acelerada en comparación con la capacidad de producción de éstos. Lo que ha motivado a diversos investigadores, como es el caso de los autores, a buscar alternativas para hacer un uso más eficiente de la tierra, siendo una de éstas la práctica de los sistemas productivos agrodiversos como son los policultivos. Según los autores, el potencial de estos sistemas no ha sido aprovechado, aunado a los beneficios socioeconómicos que se pueden obtener, tales como la producción simultánea de alimentos básicos junto con cultivos redituables.

En general, de acuerdo con la revisión de la literatura que realizan Gutiérrez-Martínez y Guillén-Velázquez, en los policultivos, las especies de plantas crecen muy juntas, permitiendo las interacciones beneficiosas y ofreciendo una serie de servicios ecosistémicos a las agricultoras y agricultores. La mayor riqueza de especies en estos cultivos mejora el contenido en materia orgánica de los suelos, su estructura, su capacidad de retención hídrica y la cubierta, protegiendo a los suelos de la erosión y eliminando las malas

hierbas, condiciones todas ellas favorables para la producción. La diversidad de plantas cultivadas también favorece la actividad microbiológica, factores necesarios para la mejora del ciclo de nutrientes, la fertilidad de los suelos y el control de las plagas. Algunos estudios que presentan los autores demuestran que la resiliencia frente a los desastres climáticos está estrechamente relacionada con la presencia de mayor biodiversidad en los campos cultivados. Finalmente, los policultivos promueven la diversidad de la dieta en los hogares que la practican y representa una fuente de ingresos para el pequeño productor. Los resultados de este capítulo apuntan a que los sistemas de policultivos evaluados (frijol, maíz y tomate) proporcionaron un mayor rendimiento que sus respectivos monocultivos. Los sistemas de policultivos representan un uso biológico más eficiente de la tierra, presentando valores de Uso Equivalente de la Tierra crecientes para el sistema de policultivo frijol-maíz, tomate-maíz, tomate-frijol-maíz y tomate-frijol, en este orden.

En los capítulos que siguen se caracterizan los sistemas agroalimentarios en el estado de Yucatán, en particular, en comunidades rurales de la zona centro y oriente. El capítulo cinco, titulado *La Producción de Maíz en Grano (2018-2022) ¿Existe seguridad alimentaria en comunidades de Yucatán y México?*, tiene como objetivo determinar la presencia o ausencia de seguridad alimentaria en maíz en cuatro municipios de Yucatán y contrastar los resultados en el ámbito estatal y nacional. El fin del análisis es demostrar cómo la producción de pequeños productores de maíz contribuye a la alimentación de la población en poblaciones rurales. Para complementar los hallazgos se describe la estrategia conocida como “pase en cadena” para destacar la sostenibilidad de esta estrategia de producción de alimentos. Los autores presentan el contexto socioeconómico de los productores de maíz en los cuatro municipios de la región

maicera quienes producen principalmente para el autoconsumo en tierras de temporal y a pequeña escala.

Los principales resultados indican que los cuatro municipios presentan seguridad alimentaria en términos de maíz de temporal y la estrategia “pase en cadena” contribuye a la seguridad alimentaria de los productores. En este sentido, el sistema del “pase en cadena” que se implementa específicamente en Yaxcabá complementa la producción de alimentos con carne, verduras y hortalizas. El “pase en cadena” de este modo puede contribuir a mejorar la seguridad y soberanía alimentaria. En el estado de Yucatán no se presenta seguridad alimentaria en maíz, aun considerando la producción de temporal y de riego en conjunto, mientras que en el entorno nacional la producción de maíz de temporal no es suficiente para garantizar la disponibilidad de alimentos, pero al incluir la producción de riego, se alcanza la seguridad alimentaria en este cereal.

Para finalizar, los autores Ortiz, Albornoz y Becerril sugieren que se fomenten políticas públicas que fortalezcan la producción de los pequeños productores. Los autores reclaman reformas agrícolas alineadas a los pequeños productores tradicionales y, de acuerdo con su punto de vista, una manera de contribuir a este proceso es fortalecer los sistemas alimentarios comunitarios y lo más importante, promover la práctica de una agricultura sostenible.

En el capítulo seis, titulado *Milpa Maya: Cambio Climático, Economía y Política Pública en Yucatán*, los autores presentan un amplio panorama de la milpa maya, recientemente denominada patrimonio biocultural por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). De acuerdo con una definición presentada por los autores, la

milpa maya es un sistema agroforestal tradicional, formado por un policultivo que conforma un espacio dinámico de recursos genéticos. Los autores destacan que los actores más importantes en la conservación y preservación de este sistema productivo sostenible son los hogares rurales que describen como unidad productiva y de consumo que se caracterizan por su estrategia diversa basada en sembrar una gran variedad de plantas (maíz – frijol – calabaza – y otros cultivos) en el espacio productivo de la milpa maya y realizar múltiples actividades productivas no agrícolas. La milpa maya representa una fuente de alimentos nutritiva y sana, así como un medio para lograr la soberanía y el autoabasto alimentario para prevenir el hambre y contribuir al alivio de la pobreza.

Los resultados se presentan en tres apartados. En el apartado de cambio climático, los autores presentan los efectos del cambio climático en el sistema productivo de la milpa maya, destacando la resiliencia de este sistema antes los embates de la variabilidad del clima. En el apartado de política pública, se lleva a cabo el análisis de las políticas agropecuarias emprendidas desde 1982 al 2018, por parte del gobierno federal. Según los autores, el Estado ha buscado promover la productividad agropecuaria como vía para generar un mayor ingreso al productor y combatir la pobreza rural. En la administración federal 2018-2024, los programas comprenden objetivos e instrumentos muy similares a los que han operado en los últimos años. Sin embargo, de acuerdo con los autores, en todo el periodo de referencia ha estado ausente el análisis de la política agropecuaria con un enfoque hacia la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

En el apartado de economía, los autores caracterizan los distintos sistemas de producción de maíz en territorio nacional. Los autores se basan en

los resultados de Hernández *et al.* (2021), para caracterizar la producción de maíz nacional i) bajo riego o temporal, ii) su siembra en mono o policultivo, iii) su uso de semillas criollas o mejoradas, iv) la cosecha de maíces blancos o amarillos y v) su destino comercial o de autoconsumo. Los resultados que presentan los autores apuntan a que la producción nacional ha aumentado en la modalidad de riego y temporal, así como los rendimientos en ambos tipos de cultivos. También, se presenta el perfil de los productores que llevan a cabo la milpa maya: mayoritariamente hombres con una edad promedio de 49 años, con un nivel de educación de primaria -trunca-, y un ingreso anual sustancialmente menor a los ingresos percibidos en cualquier otra actividad. Los autores concluyen que la política agropecuaria se debe dirigir a estimular el cultivo de sistemas agrobiodiversos como la milpa que permitan mejorar la dieta y nutrición de la población, así como una fuente de empleo digna.

Los temas del desarrollo sostenible son diversos y comprenden un espectro muy amplio de metas orientadas a la satisfacción de las necesidades básicas humanas de la generación actual y de las generaciones futuras, en armonía con la naturaleza. En este libro, se presenta la situación actual y las perspectivas del tema con base en la experiencia en investigación de los distintos autores que contribuyeron a este fin. De acuerdo con las conclusiones de cada capítulo del libro, la sociedad enfrenta grandes desafíos en su marcha hacia el desarrollo sostenible, como los presentados a lo largo del libro, por lo que se requerirá la participación activa de la sociedad civil, gobiernos y comunidad internacional, con la guía de la comunidad científica, para abordarlos, sin dilación, de manera holística a nivel local, regional, nacional y global.



CAPÍTULO 1.

HACIA LA TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO

Lilian Albornoz Mendoza
Rodolfo Canto Sáenz
Rafael Ortiz Pech

Resumen

El sistema agroalimentario plantea grandes desafíos a la humanidad. La estructura del actual sistema es insostenible en las tres vertientes del paradigma del desarrollo sostenible: ambiental, social y económica. El presente estudio aborda el panorama del sistema agroalimentario

actual y los factores que afectan su sostenibilidad. También presenta las acciones que, de acuerdo con los científicos, son necesarias para su transformación, a saber: impulsar a los pequeños productores, transformar a los grandes productores, cambiar dietas y reducir desperdicios. Se exponen asimismo las acciones emprendidas en México para iniciar el proceso de transformación hacia un sistema agroalimentario sostenible.

Palabras clave: cadenas agroalimentarias, desarrollo sostenible, pequeños productores, ecosistemas terrestres, límites planetarios

INTRODUCCIÓN

El 56 % de la población mundial vive en áreas urbanas (Banco Mundial, 2022) y los alimentos que se consumen en las ciudades provienen directa o indirectamente del campo. Los agricultores son la base del sistema agroalimentario actual y, sin embargo, una buena parte de ellos, los pequeños productores¹ de los países en desarrollo viven en condiciones de pobreza y marginación (Hazell *et al.*, 2007). En particular, los ingresos que los pequeños agricultores obtienen por sus cosechas no les permiten satisfacer sus necesidades básicas, como una alimentación suficiente y nutritiva y acceso a la educación y a la salud porque las condiciones económicas que enfrentan en los mercados de productos agrícolas, entre otros factores, les son adversas (Banco Mundial, 2016).

Paradójicamente, ellos constituyen la base del sistema agroalimentario actual, al proporcionar materias primas a las industrias y productos frescos a los consumidores, que son la fuente de nuestra alimentación. Aproximadamente

¹ Los pequeños productores son aquellos que poseen menos de dos hectáreas de tierra.

el 35 % de los alimentos a nivel mundial son producidos por los pequeños productores (*small farms*)² de menos de dos hectáreas de tierra (Lowder *et al.*, 2021). Así, el sistema agroalimentario actual no retribuye a los pequeños productores por su contribución a la alimentación de la población.

Por otra parte, el sistema agroalimentario provoca estragos ambientales a escala global (ONU, 2019; Willet *et al.*, 2019). Los impactos ambientales han alcanzado dimensiones planetarias que ponen en riesgo la existencia de la vida en la Tierra (Steffen *et al.*, 2015). La pérdida de biodiversidad y la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera han rebasado los límites que nuestro sistema planetario puede tolerar (Rockström *et al.*, 2009). El sistema agroalimentario es el origen del 80 % de la pérdida de biodiversidad y del 30 % de la emisión de los gases de efecto invernadero a la atmósfera (Richardson, 2021). También lo es la contaminación por residuos de agroquímicos de los ecosistemas acuáticos y marinos y de la explotación desmedida de las reservas de agua dulce superficial y subterránea (Campbell *et al.*, 2017). Por tanto, el sistema agroalimentario actual es ambientalmente insostenible (Campbell *et al.*, 2017).

Por otra parte, los alimentos ultraprocesados ofrecidos por el sistema agroalimentario y consumidos por la población están generando problemas graves de salud pública (Chen, *et al.*, 2020). Alimentos con alto contenido en sodio, azúcar, grasas saturadas y calorías, alto contenido energético y pocos

2 *Agricultural holding* o simplemente *Farm* se traduce como explotación agropecuaria. De acuerdo con este término: “Una explotación agropecuaria es una unidad económica de producción agropecuaria bajo gestión única, que comprende todo el ganado mantenido en ella y toda la tierra dedicada total o parcialmente a fines agrícolas...” (FAO, 2015:47). Por lo tanto, *farmers* comprende productores con producción agrícola y también el manejo de animales.

nutrientes, conforman dietas de baja calidad, que contribuyen a la proliferación de la obesidad y la malnutrición y a trastornos de la salud que afectan negativamente la calidad de vida de la población (Willett *et al.*, 2019). Estos alimentos contienen conservadores, colorantes, potenciadores de sabores de origen no natural y, en general, ingredientes usados en su procesamiento que han sido catalogados como indicadores de dietas de baja calidad. Los científicos han encontrado evidencias de una asociación entre algunos tipos de procesamiento de alimentos y efectos graves en la salud (Rico-Campa *et al.*, 2019).

Alimentar a una población mundial de más de 8 mil millones de personas pone una gran cantidad de recursos en juego: recursos ambientales como agua y suelo; recursos tecnológicos; infraestructura, maquinaria y equipo; logística, transporte y distribución de alimentos; y recursos financieros y jurídico-normativos, que se requieren para afrontar la demanda creciente de alimentos. Para el año 2050 la población se acercará a los 10 mil millones de personas y los científicos están planteando el gran desafío de cómo alimentar a una creciente población mundial. El previsible aumento de la producción de alimentos plantea una enorme preocupación a los gobiernos. De acuerdo con Richardson, “Escalar la producción de alimentos con la tecnología hoy disponible no es una opción, ya que solo profundizará la crisis ecológica y fallaría en eliminar el déficit social” (Richardson, 2021).

Los problemas del sistema agroalimentario son diversos. Entre otros, persisten dificultades en el manejo de los alimentos: una parte se pierde o desperdicia a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde la producción agrícola inicial hasta el consumo final en los hogares del mundo. Del total de alimentos producidos por el sistema para el consumo humano, el 30 % se pierde o desperdicia (FAO, 2011a; ONU, 2019). Paradójicamente, en la

actualidad 828 millones de personas en el mundo padecen hambre (FAO *et al.*, 2022), que afecta principalmente a mujeres y niños. El hambre está amenazando de manera creciente la vida de millones de personas en todo el mundo. En síntesis, en su estado actual el sistema agroalimentario es insostenible por los impactos negativos sociales y ambientales que genera.

Sobre la base de lo expuesto, el objetivo de este capítulo es describir los factores que conducen a la insostenibilidad del sistema agroalimentario en las dimensiones económica, social y ambiental, y exponer las principales propuestas que se han formulado para la transformación del sistema agroalimentario a escala global y nacional. Se presentan las acciones que hoy en día se están implementando en México para tal fin. El sistema alimentario sostenible es “aquel que garantiza la seguridad alimentaria en un marco de calidad, inocuidad, respeto al medio ambiente y nutrición para todos, de forma que no comprometa las bases económicas, sociales y ambientales para las futuras generaciones” (FAO, 2018: 1).

El capítulo se estructura de la siguiente manera: en la primera sección se presentan las características del sistema agroalimentario, sus componentes, estructura, actores y funcionamiento. En la segunda sección se presenta la estrategia para organizar la información y la revisión bibliográfica. En la tercera se muestran los factores que contribuyen a la insostenibilidad del sistema agroalimentario en las vertientes económica, social y ambiental. En la cuarta sección se presentan las propuestas de la comunidad internacional conducentes a su transformación para garantizar su sostenibilidad social, económica y ambiental. En la quinta y última, se sintetizan las acciones que se emprenden en México para este fin y un resumen de las ideas principales en la sección de conclusiones.

En correspondencia con la temática del libro, este capítulo intenta responder a los siguientes ODS: (2) hambre cero, (3) salud y bienestar, (10) reducción de las desigualdades, (12) producción y consumo responsables, (13) acción por el clima y (15) vida de ecosistemas terrestres.

COMPONENTES DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO

El sistema agroalimentario comprende todas las actividades relacionadas con la producción y transformación de alimentos. Además de las actividades, comprende las personas y las infraestructuras implicadas en la producción, cosecha, procesamiento, empaque, transportación, comercialización, consumo y disposición final de alimentos³. La estructura del sistema puede abordarse desde el enfoque de la cadena agroalimentaria, que es la serie coordinada y conectada de actores y acciones requeridas para producir, transformar y entregar alimentos al consumidor final (Umberger *et al.*, 2021).

Así mismo, el sistema agroalimentario está conformado por los ambientes natural, socioeconómico y político (Umberger *et al.*, 2021). El medio ambiente natural está formado por el suelo, el agua y los organismos que forman parte de los ecosistemas como abejas, mariposas y gusanos. El medio ambiente socioeconómico comprende a las personas involucradas en el sistema agroalimentario, sus funciones, bienestar e intereses: los productores primarios que producen alimentos sin procesar; los productores no primarios como procesadores, mayoristas y distribuidores de alimentos; y los consumidores, que influyen en el sistema a través de sus elecciones. El ambiente político está conformado por las unidades gubernamentales, normas y políticas que

³ El prefijo agro refiere a la dimensión agrícola y pecuaria en la producción de alimentos.

regulan la producción, inocuidad, medidas sanitarias, etiquetado, envasado, entre otros aspectos. Los cambios en los tres ambientes afectan al sistema alimentario y a todos los actores involucrados.

En el sistema agroalimentario, los actores y sus acciones se coordinan a lo largo de la cadena alimentaria. La cadena inicia con los proveedores de insumos a los productores primarios. Aquellos ofrecen material genético de plantas y animales; fertilizantes y agroquímicos como plaguicidas, herbicidas y fungicidas; material farmacéutico como vacunas y antibióticos; maquinaria, equipo y tecnología. Seguidamente, se encuentran los productores primarios como los agricultores, ganaderos, acuicultores y pescadores, que pueden ser pequeños productores o grandes productores privados, quienes siembran, cultivan y cosechan (agricultores) o reproducen y crían (ganaderos o acuicultores) o capturan (pescadores) alimentos sin procesar y no diferenciados.

Posteriormente, están los acopiadores y agentes o comerciantes que se encuentran en los eslabones intermedios de la cadena. Los acopiadores juntan la producción de distintos productores, usualmente pequeños, para limpiar y clasificar la mercancía. Los agentes o comerciantes ponen en contacto a compradores y vendedores y facilitan los acuerdos de compra-venta. Seguidamente están los procesadores, que transforman los productos, ya sea para servir de insumos para la industria o bien para el consumo directo de las familias, como las harinas de trigo o los aceites vegetales. Igualmente, están los que manufacturan los alimentos listos para consumir. Casi al final de la cadena están los mayoristas y minoristas que distribuyen los alimentos al consumidor final. El último eslabón de la cadena son los consumidores, que compran sus alimentos ya sea en los mercados minoristas directamente al productor primario o a través de las grandes cadenas comerciales minoristas (IPES Food, 2017).

Finalmente, las cadenas agroalimentarias pueden ser *simples* y *complejas*, además, *cortas* y *largas*. Las cadenas simples son las que involucran alimentos frescos sin procesar. Las cadenas complejas comprenden alimentos procesados como carne procesada, lácteos, harinas, aceites, entre otros. Las cadenas cortas comprenden pocos actores y actividades que vinculan a los productores primarios directamente con los usuarios o consumidores finales locales. Las cadenas largas comprenden varias actividades y actores que, adicionalmente a los productores primarios, intervienen en el acopio y distribución de los alimentos a los usuarios o consumidores finales nacionales e internacionales. A lo largo de la cadena, los mercados vinculan los distintos eslabones acercando a compradores y vendedores; por ejemplo: los mercados de insumos primarios de semillas mejoradas en la agricultura que acercan a demandantes y oferentes de semillas mejoradas; los mercados de productos primarios como trigo, maíz, arroz y cebada que acercan a los vendedores y compradores de dichos productos; los mercados mayoristas y minoristas, que facilitan la compra-venta de alimentos, entre otros (Umberger *et al.*, 2021).

METODOLOGÍA

La estrategia de investigación consistió en la selección de la literatura en el periodo 2000-2023 relacionada con el tema de los sistemas agroalimentarios y las cadenas de valor agroalimentarias, publicada en revistas científicas arbitradas e indizadas nacional e internacionalmente. Se puso especial énfasis en la selección de los siguientes documentos: artículos de revistas con alto rigor académico y factor de impacto; libros y reportes de organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), paneles de expertos sobre sistemas agroalimentarios (International Panel of Experts on Sustainable

Food Systems -IPES Food-); y, además, aportaciones de científicos connotados de las corrientes del paradigma de los *Límites Planetarios, Espacio Seguro y Justo y de la Economía Ecológica*.

La información proveniente de la literatura científica se organizó en los siguientes temas: desarrollo sostenible, sistemas agroalimentarios, cadena de valor agroalimentaria, límites planetarios e información relacionada con la salud y alimentación. A partir de esta organización, se estructuró el contenido del presente capítulo en los distintos apartados y se complementó con estadísticas publicadas por fuentes de información oficiales como el Banco Mundial, FAO, OMS, entre otros, de tal manera que la información presentada conformara una sólida investigación con base en evidencia científica en el entorno nacional e internacional.

INSOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO

Dimensión económica

A lo largo de la cadena alimentaria existen grandes cantidades de actores distribuidos en distintos eslabones o actividades. Sin embargo, unos cuantos actores (empresas) en cada eslabón son los que concentran gran parte de las compras y las ventas de los mercados en beneficio propio. Son las grandes empresas privadas desde los proveedores de insumos, productores primarios, procesadores, distribuidores, mayoristas y minoristas que persiguen disminuir sus costos medios con relación al precio unitario de venta de su producto para maximizar su margen de ganancia. Grandes empresas transnacionales y multinacionales que controlan los mercados nacionales y mundiales en los distintos eslabones que forman parte de la cadena alimentaria.

De acuerdo con información del IPES Food (2017), de los 1,500 millones de productores primarios en el mundo, el 70 % son pequeños productores⁴. La información de concentración en cada uno de los eslabones de la cadena alimentaria a nivel mundial es la siguiente de acuerdo con la misma fuente: diez empresas controlan el 73 % del mercado de comercialización de semillas; cinco empresas controlan el 84 % del mercado de agroquímicos; diez empresas controlan el 65 % del mercado de maquinaria agrícola; diez empresas controlan el 28 % del mercado de fertilizantes; diez empresas controlan el 75 % del mercado de farmacéutica animal; diez empresas controlan el 90 % del mercado del comercio de mercancías agrícolas; diez empresas controlan el 90 % del mercado de procesamiento de alimentos y bebidas; cuatro empresas controlan entre el 53 y 75 % del mercado de sacrificio de animales dependiendo del tipo de animal; diez empresas representan alrededor del 30 % del total de las ventas minorista en el mundo⁵. Actualmente, el consenso entre los economistas es que la competencia entre empresas en los distintos mercados de la economía se ha debilitado significativamente con implicaciones negativas para el crecimiento y la prosperidad de los países y de su población (Economist, 2017).

En contraposición, los pequeños productores, considerando los distintos eslabones a lo largo de la cadena de valor, venden o compran al margen, al

4 De acuerdo con IPES Food (2017), a nivel mundial existen aproximadamente 570 millones de explotaciones agropecuarias. Un dato más reciente es proporcionado por Lowder et al. (2021), quienes estiman un total de 608 millones de unidades agropecuarias.

5 Es importante mencionar que las ventas minoristas se llevan a cabo principalmente en los mercados locales, a diferencia de otros eslabones de la cadena alimentaria, por lo tanto, a nivel regional o al interior de los países el porcentaje de participación de las grandes empresas en las ventas minoristas del mercado es aún mayor.

precio establecido en los mercados nacionales e internacionales. Las unidades productivas pequeñas presentan ingresos escasos que algunas veces no logran cubrir los costos de la producción debido a que no cuentan con la escala, tecnología ni capacidad financiera para competir con las grandes empresas. Las unidades productivas pequeñas se encuentran en los distintos eslabones de la cadena caracterizadas como explotaciones individuales o cooperativas de pequeños productores.

De acuerdo con Richardson (2021), se estima un aproximado de 750 millones de pequeños agricultores (*small-holder farmers*) para el año 2030 a nivel mundial, principalmente, en áreas rurales de países en desarrollo. Estos productores presentan sistemas de producción tradicionales que se encuentran en el intermedio entre una agricultura convencional y una agricultura ecológica. La producción tradicional es un sistema productivo con costos medios de producción influidos por su dependencia en algunos insumos externos y el tamaño pequeño de la explotación. Los ingresos que se obtienen en este tipo de producción son insuficientes para cubrir los costos de la unidad productiva y las necesidades económicas del productor. Los ingresos están influidos por los precios que rigen en los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales y el volumen de producción de la explotación agropecuaria.

Los precios de mercado de los cultivos que se comercializan en el entorno nacional e internacional tienden a descender por la influencia de los subsidios agrícolas que los países desarrollados otorgan a sus productores agrícolas. Los subsidios agrícolas contribuyen al aumento de la oferta de los cultivos y a la disminución de los precios de venta en los mercados internacionales y, por lo tanto, a nivel nacional, regional y local, sobre todo en

economías abiertas al comercio internacional. En contraste, los pequeños agricultores en los países en desarrollo no cuentan con acceso a generosos subsidios agrícolas ni con poder económico para negociar mejores condiciones y precios por sus productos en los mercados y con relación a las grandes empresas (Stiglitz y Charlton, 2007).

Por lo anterior, los ingresos que obtienen los pequeños agricultores derivados de la actividad son escasos y no garantizan su acceso a una alimentación suficiente y nutritiva, a la educación, salud y vivienda adecuada del productor y de su familia. En las áreas rurales de los países en desarrollo la mayoría vive en condiciones de pobreza extrema y marginación, lo que lleva a algunos a emigrar a las ciudades en busca de mejores opciones económicas. Y, sin embargo, los pequeños agricultores sostienen una parte de la alimentación de la población. El sistema agroalimentario es insostenible económicamente y existe un desbalance de poder en favor de las grandes empresas y en contra de los pequeños productores agrícolas (Richardson, 2021; Stiglitz y Charlton, 2007).

Dimensión social

Desde 1975, la obesidad se ha triplicado en todo el mundo (OMS, 2000). En 2016, más de mil 900 millones de adultos tenían sobrepeso, de los cuales, más de 650 millones eran obesos (OMS, 2021). La población mundial está consumiendo alimentos con exceso calórico, con altos contenido de azúcares y grasas saturadas y también con exceso de sodio. Son alimentos con pocos nutrientes y alta densidad energética, que contribuyen a que la población desarrolle trastornos o enfermedades asociados con la obesidad como diabetes e hipertensión y enfermedades de tipo cardiovascular (OMS, 2000). En particular, el consumo de alimentos ultraprocesados -que contienen aditivos tales como conservadores, colorantes, potenciadores de sabor

de origen no natural- conduce a posibles efectos nocivos en la salud de la población, de acuerdo con varios estudios científicos recientes (Rico-Campa *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2019). El cambio a una dieta variada y suficiente -nutritiva- es un imperativo social; sin embargo, casi tres mil 100 millones de personas en 2020 no podían permitirse una dieta saludable debido a los altos precios de este tipo de dietas (FAO *et al.*, 2022; Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2015). Aunque existe evidencia reciente que apunta a que una dieta sana no es más cara que aquella menos sana, de acuerdo con un estudio realizado en México (Clark *et al.*, 2021).

Adicionalmente, las granjas convencionales donde se crían aves y ganado para sacrificio se caracterizan por la alta concentración de razas de alto rendimiento, pero de uniformidad genética en un mismo espacio (IPES food, 2016; IPES Food, 2017). Estos sistemas de producción hacen a las aves y el ganado susceptibles de padecer diversos tipos de enfermedades con posible transmisión a los humanos. Por ello, se tiene que administrar antibióticos y vacunas al ganado para prevenir o evitar brotes de enfermedades y epidemias que puedan dañar el hato y, también, la posible afectación humana.

El creciente uso de antibióticos en la ganadería es otro tema relevante. La carne proveniente de la ganadería convencional contiene residuos de antibióticos -producto de la administración de estos medicamentos durante la etapa de crecimiento y engorda del ganado- que son ingeridos por la población al alimentarse. El consumo de este tipo de carne podría estar generando resistencia a los antibióticos entre la población (Chen *et al.*, 2019).

Además, la alimentación del ganado requiere grandes cantidades de granos como maíz y soya que compiten con la producción de granos destinada

a la alimentación humana. La población del mundo está aumentando y los crecientes ingresos de la clase media demandan una cantidad creciente de carne y, por lo tanto, una mayor cantidad de granos para alimentación animal.

En la actualidad existen 828 millones de personas que padecen hambre (FAO *et al.*, 2022) por no contar con ingresos suficientes para tener una alimentación suficiente y nutritiva. El hambre en la población que la padece conduce a efectos adversos en la salud, sobre todo en niños y mujeres embarazadas. También afecta la capacidad cognitiva y el desarrollo físico de la población con efectos negativos en el rendimiento escolar de los niños y niñas. El hambre reproduce las condiciones de pobreza en un círculo vicioso que se hereda de generación en generación.

Paradójicamente, el 30 % de la producción de alimentos para consumo humano se pierde o se desperdicia (FAO, 2011a). Los alimentos se pierden en los procesos de distribución debido a falta de infraestructura para el traslado de productos frescos de las explotaciones agrícolas a los centros de acopio y para el almacenamiento adecuado de los alimentos, sobre todo en los países en desarrollo. Pero también, un creciente desperdicio de alimentos ocurre en los hogares, restaurantes y supermercados, sobre todo en los países desarrollados. El sistema agroalimentario enfrenta un grave problema de distribución de alimentos.

Dimensión ambiental

La agricultura convencional está causando estragos en el ambiente que han alcanzado una escala planetaria (Campbell *et al.*, 2017). La producción agrícola convencional es la principal responsable de que el sistema agroalimentario mundial esté excediendo los límites planetarios y hoy en día sea ambientalmente insostenible. Campbell y colegas sostienen que la agricultura

convencional⁶ y el sistema agroalimentario mundial han contribuido a la transgresión de cinco de nueve límites planetarios (Campbell *et al.*, 2017). Los límites planetarios derivan de los procesos naturales que han garantizado la estabilidad del sistema de la Tierra en los últimos 10,000 años. Estos procesos naturales del sistema de la Tierra están siendo afectados negativamente hoy en día por la magnitud de la actividad humana y presentan disrupciones que ponen en riesgo las condiciones de vida en la Tierra⁷ (Steffen *et al.*, 2015; Rockström, 2009).

Dos límites planetarios han sido totalmente transgredidos y se encuentran en la *zona de alto riesgo* de desencadenar cambios irreversibles en la Tierra: la *integridad de la biósfera* y los *ciclos de nitrógeno y fósforo*⁸. La agricultura es el principal impulsor de la transgresión de estos límites. La agricultura y la ganadería convencional ocupan el 40 % de la superficie del planeta libre de hielo (Foley *et al.*, 2011; FAO, 2021); juntas son la principal causa de la deforestación de bosques y selvas y de la fragmentación de hábitats, y por lo tanto de la pérdida de biodiversidad. En particular, la agricultura es responsable de alrededor el 80 % de las amenazas de extinción de mamíferos y aves en todo el mundo, de acuerdo con información de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, citada por Willet *et al.* (2019).

6 De acuerdo con Pimentel *et al.* (2005), los sistemas agrícolas convencionales se basan en el uso de fertilizantes y herbicidas sintéticos, así como el cultivo en hileras, entre otras características.

7 Son nueve límites planetarios: cambio climático, ciclo del nitrógeno y fósforo, agua dulce, agotamiento de ozono estratosférico, cambio en el sistema de suelo, acidificación de los océanos, integridad de la biósfera, nuevas entidades químicas y carga de aerosoles en la atmósfera.

8 Son tres las zonas con diferente grado de riesgo. Cada zona es identificada con uno de los tres colores de un semáforo. La “zona segura” en la cual no se ha transgredido el límite planetario (verde); la “zona de incertidumbre”, es una zona de riesgo creciente (amarillo); la “zona más allá de la incertidumbre”, es una **zona de alto riesgo** (rojo).

Adicionalmente, la agricultura convencional utiliza una cantidad excesiva de fertilizantes que contienen nitrógeno y fósforo. Con la irrigación de las superficies agrícolas, los fertilizantes inorgánicos se infiltran en el subsuelo por el riego o mediante la escorrentía superficial y alcanzan fuentes de agua dulce subterráneas y superficiales, así como ecosistemas marinos. El nitrógeno en grandes cantidades causa el crecimiento excesivo de algas en los sistemas acuáticos y marinos que al descomponerse absorben el oxígeno del agua y reducen la cantidad disponible del mismo para los organismos acuáticos y marinos (Campbell *et al.*, 2017), provocando su muerte⁹. Las zonas muertas sin vida marina en el Golfo de México (costa de Estados Unidos) y el Mar Báltico, entre otras, son resultado de la eutrofización de los cuerpos de agua por el excesivo uso de fertilizantes de la agricultura convencional.

La agricultura convencional es el impulsor principal de la transgresión de dos límites más, que se encuentran en la *zona de riesgo creciente* de inducir cambios a nivel planetario: el *consumo de agua dulce*, y el *cambio en el sistema del suelo*. Es asimismo un impulsor significativo del *cambio climático* (Campbell *et al.*, 2017), que también se encuentra en la *zona de riesgo creciente*. Primeramente, la agricultura convencional emplea grandes cantidades de agua en la irrigación de los cultivos. El 70 % del consumo de agua se destina a la irrigación de grandes campos de cultivo (ONU, 2019). Y buena parte del agua se desperdicia por infraestructuras obsoletas o tecnologías deficientes, arrastrando a su paso grandes cantidades de agroquímicos. A través de la escorrentía o infiltración, los agroquímicos alcanzan las fuentes

⁹ Para una lista completa de los efectos de la aplicación de fertilizantes nitrogenados en el medio ambiente y en la salud de las personas ver Willet *et al.*, (2019: 465).

de agua dulce subterráneas y superficiales y los sistemas marinos, contaminándolos y poniendo en riesgo la salud de la población.

En segundo término, el cambio en el sistema del suelo ha sido impulsado por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera que ha provocado la deforestación de bosques y selvas que representan valiosos ecosistemas de organismos vivos de flora y fauna, con importantes funciones en la regulación de los procesos naturales del sistema de la Tierra. En el ámbito mundial, 80 % de la deforestación es producto de la agricultura (ONU, 2019). Los bosques y selvas tropicales son importantes fuentes de almacenamiento de carbono, al igual que el suelo. Sin embargo, el sistema de la agricultura convencional y de labranza de la tierra están contribuyendo a liberar grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera. A medida que se expanden la agricultura convencional y la frontera agrícola y pecuaria, se deforestan bosques y selvas y se remueven ingentes cantidades de suelo a partir de su labranza (IPES Food, 2016)¹⁰; como resultado, se están liberando grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera que contribuyen al calentamiento de la superficie de la Tierra y al cambio climático.

Además, las actividades agrícolas y ganaderas relacionadas con la fertilización con nitrógeno y los procesos microbianos en los suelos derivados de esas actividades, emiten óxido de nitrógeno a la atmósfera, siendo el

10 De acuerdo con Willet *et al.*, (2019), el dióxido de carbono es liberado por la labranza de los suelos agrícolas y durante la quema de montes para limpiar la tierra de plantas, materia orgánica y residuos agrícolas, así como por la quema de combustibles fósiles en la maquinaria agrícola, en la producción de fertilizantes y en el transporte de productos agrícolas. También se libera dióxido de carbono cuando se transforman ecosistemas terrestres en tierras de cultivo y cuando se drenan humedales.

óxido de nitrógeno un gas que contribuye al calentamiento de la superficie terrestre. Adicionalmente, el ganado rumiante emite metano que se libera a la atmósfera como resultado de los procesos de digestión del ganado o por la descomposición anaeróbica de material orgánico en arrozales inundados; el metano es un gas que también contribuye al calentamiento de la superficie de la Tierra. La producción de alimentos es la fuente principal de metano y óxido nitroso, con 56 y 280 veces el potencial de calentamiento (sobre 20 años) con respecto al dióxido de carbono, respectivamente (IPCC, 2006). El sistema alimentario global libera alrededor de una tercera parte de todos los gases que contribuyen al cambio climático (Richardson, 2021; ONU, 2019)¹¹. Por sus impactos ambientales, el sistema agroalimentario es insostenible ambientalmente.

TRANSFORMACIÓN DEL SISTEMA AGROALIMENTARIO

Actualmente, la humanidad afronta el desafío de alimentar a una población mundial en constante aumento. En el año 2050, de acuerdo con los pronósticos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la población mundial alcanzará la cifra de 10 mil millones de personas. En tres décadas, 2020 al 2050, la producción de alimentos se debe acelerar para garantizar la alimentación a una creciente población y clase media que demandará una creciente cantidad de alimentos en términos per cápita. Sin embargo, el aumento de producción de alimentos plantea una enorme preocupación a los gobiernos. Para la comunidad científica en el mundo, escalar la producción de alimentos con la tecnología

¹¹ La agricultura y ganadería son sistemas conformados por procesos biológicos que tienen como efecto inherente la emisión de gases de efecto invernadero (metano y óxido nitroso). Por lo que no es factible eliminar en su totalidad la emisión de metano y óxido nitroso en la producción de alimentos.

disponible en la actualidad no es una opción. Solo profundizará la crisis ecológica al mismo tiempo que fallaría en eliminar el déficit social (Richardson, 2021; Springmann *et al.*, 2018; ONU, 2019; Willet *et al.*, 2019).

Por lo anterior, la comunidad científica a nivel global hace un llamado a transformar el sistema agroalimentario a través de cuatro acciones (Richardson, 2021; Willet *et al.*, 2019): impulsar a los pequeños productores, transformar a los grandes productores, reducir desperdicios y pérdidas a lo largo de la cadena agroalimentaria, y cambiar las dietas de la población. La aplicación de estas acciones, entre otras, contribuiría a que los sistemas alimentarios puedan proveer dietas sanas para una población global de cerca de 10 mil millones para el 2050 sin transgredir los límites planetarios y a un sistema agroalimentario más equitativo (Willet *et al.*, 2019).

Impulsar a los pequeños productores agrícolas

Los sistemas agroecológicos son sistemas de cultivos diversificados; la mayor diversidad de los cultivos permite al sistema agroecológico una mayor resiliencia a los cambios climáticos y menor vulnerabilidad a las plagas. Además, emplea una menor cantidad de insumos externos como fertilizantes y agroquímicos, así como agua. Los cultivos diversificados representan un sistema con menores impactos en los ecosistemas donde se practica y con mayores eficiencias en la conservación del suelo y en la retención de nutrientes y carbono (Altieri, 2018; Gliesman, 2018).

El sistema agrícola convencional y los sistemas agroecológicos diversificados se encuentran en los dos extremos de un amplio espectro de prácticas de cultivo. La mayoría de los pequeños agricultores -agricultura tradicional- se encuentran en algún lugar más cercano a las prácticas de la

agroecología que a la producción de las grandes unidades agrícolas que practican la agricultura convencional (IPES Food, 2016).

Los pequeños productores que ejercen la agricultura tradicional representan una opción de producción sostenible de alimentos. Actualmente, existe un esfuerzo de la academia y de los gobiernos por apoyar las prácticas tradicionales de los pequeños agricultores con características agroecológicas (FAO, 2023). La agricultura tradicional comprende las siguientes prácticas: agroforestería, intercalado de cultivos, rotación de cultivos, coberturas, composta orgánica y manejo integrado de cultivos y animales. Estas prácticas no solo mitigan el cambio climático sino también mejoran la sostenibilidad de la agricultura (Singh y Singh, 2017). De acuerdo con Rasul y Thapa (2004), la agricultura convencional y la agricultura ecológica no presentan diferencias significativas en términos de beneficios económicos y financieros y en valor agregado, de acuerdo con un estudio realizado en Bangladesh. Falta más evidencia a este respecto, que confirmen estos hallazgos para otras regiones y países.

En general, las prácticas agrícolas que se sirven de los servicios de los ecosistemas tales como el control de plagas, polinización, regulación del agua y los ciclos de nutrientes, mejoran la productividad y la resiliencia de los cultivos y disminuyen los efectos ambientales. Estas prácticas incluyen la agricultura de conservación, sistemas agrícolas diversificados (agroecología), agricultura de precisión y agricultura orgánica (Willet *et al.*, 2019). El reto de las prácticas sostenibles de producción es la intensificación de los rendimientos de los cultivos, con el fin de dar respuesta a la mayor demanda de alimentos de la creciente población (Willet *et al.*, 2019; Tilman *et al.*, 2011; Mueller *et al.*, 2012). El incremento en los rendimientos en las explotaciones con rendimientos bajos requerirá inversiones en transferencia de

tecnología, en la adaptación de estas tecnologías a nuevos tipos de suelo, climas, plagas así como a nueva infraestructura (Tilman *et al.*, 2011).

Por otra parte, los productos agroecológicos son sanos debido a su naturaleza agroecológica. Estas características de productos sanos y cosechados a partir de sistemas de producción con menores impactos negativos sobre el medio ambiente están impulsando los mercados de productos agroecológicos y de comercio justo entre la población. El comercio justo apoya la venta de los productos agroecológicos a precios que permitan a los pequeños agricultores recuperar sus costos de producción -incluyendo los costos asociados a la conservación de los ecosistemas-, al mismo tiempo que se preserva el medio ambiente, se respetan los ecosistemas y se reducen los impactos ambientales derivados de la agricultura. Los mercados locales de productos frescos de pequeños agricultores con prácticas sostenibles de producción y los productos alimenticios artesanales derivados representan una opción sostenible social, económica y ambiental.

A pesar de los esfuerzos que se están realizando en este sentido, aún quedan desafíos por resolver. Entre la comunidad científica internacional existe un debate sobre si los sistemas agrícolas diversificados pueden alimentar al mundo y en qué condiciones. El debate continúa su curso, lo que justifica una mayor investigación en este tema (Erb *et al.*, 2016).

Transformar a los grandes productores

La preocupación por el excesivo uso de fertilizantes, agroquímicos, agua y suelo por parte de la agricultura convencional que practican los grandes productores ha impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías orientadas a la eficiencia en el uso de los insumos industriales. Lo que sigue son ejemplos

de tecnologías que se han desarrollado para tal fin: la agricultura de precisión con el uso de sensores en las plantaciones con el fin de determinar la cantidad exacta de agua y fertilizantes que necesitan las plantas; el uso de drones para el monitoreo de las condiciones meteorológicas. También, la agricultura vertical que requiere menor cantidad de suelo para el desarrollo de cultivos; actualmente, está en desarrollo un conjunto de mejoras tecnológicas para reducir sus requerimientos de agua y energía (luz).

En general, el reto para los grandes productores comprende la intensificación sostenible de la producción de alimentos y la adopción de prácticas sostenibles del suelo, agua, nutrientes y químicos (Willet *et al.*, 2019). De acuerdo con los científicos la frontera agrícola no puede seguir expandiéndose a expensas de la integridad de los ecosistemas terrestres y la biodiversidad (Foley *et al.*, 2011).

En la agenda de investigación científica queda investigar los efectos en la sostenibilidad del sistema alimentario de la concentración de la producción en unos pocos grandes jugadores en los distintos eslabones de las cadenas de valor agroalimentarias. El actual sistema está lejos de representar un suelo parejo para todos los involucrados en las cadenas de valor. Los jugadores más grandes pueden abusar de su posición para sacar ventaja en detrimento de los jugadores más pequeños en términos de precios, costos, en poder de negociación, entre otros factores.

Reducir desperdicios y pérdidas a lo largo de la cadena agroalimentaria

Un paso importante en este sentido es la provisión de infraestructura de transporte y acopio adecuados para la conservación de los cultivos. Las

cooperativas que aglomeran a varios productores agrícolas independientes contribuyen a facilitar el acceso al financiamiento para la adquisición de equipo de refrigeración y la habilitación de espacios de almacenamiento en frío. Lo anterior es importante ya que, en la mayoría de los países en desarrollo, las pérdidas y desperdicios de alimentos se presentan en los primeros eslabones de la cadena de valor.

En contraste, en los países desarrollados las mayores pérdidas y desperdicios de alimentos se presentan en la etapa final del consumo. Por lo anterior, algunos supermercados en Europa están implementando una estrategia consistente en la oferta de alimentos -con fecha de caducidad próxima- a precios especiales o con descuento para evitar la pérdida de los productos. Además, emprendedores están desarrollando aplicaciones electrónicas para el monitoreo de las ofertas de alimentos de los supermercados.

Cambiar las dietas de la población

La sostenibilidad del sistema agroalimentario también comprende la oferta de alimentos saludables y nutritivos. La preocupación actual de la comunidad organizada en el seno de la Organización Mundial de la Salud es el predominio de dietas poco variadas y el creciente consumo de carne entre la población, así como el consumo de alimentos ultraprocesados con colorantes, conservadores y potenciadores de sabor no naturales y la poca ingesta de alimentos frescos o alimentos sin procesar o poco procesados. El reto es cambiar los hábitos alimenticios de la población hacia dietas saludables y nutritivas que incluyan alimentos de los distintos grupos (OMS, 2018).

En relación con el consumo de carne, las nuevas tecnologías están contribuyendo al desarrollo de alternativas a la carne proveniente de granjas

convencionales. Por ejemplo, el cultivo de carne en laboratorios a partir de células madre y la producción de carne con base vegetal a partir de la tecnología de impresión 3D. Estas tecnologías liberan suelo y agua con efectos positivos en el medio ambiente y posiblemente en la salud de la población al tener al alcance opciones distintas que complementan la alimentación (Willet *et al.*, 2019). Sin embargo, aún no se tiene evidencia científica de los posibles efectos en la salud del consumo de carne cultivada en laboratorio, por lo que es menester resolver esta cuestión antes de que se pueda masificar el consumo de ese tipo de carne.

Entre los científicos se ha llegado al consenso de que es imprescindible el cambio de las dietas mediante el incremento del consumo de alimentos basados en plantas y la reducción del consumo de alimentos de origen animal. De acuerdo con Willet *et al.* (2019), una dieta sana tiene una ingesta adecuada de calorías y consiste en alimentos basados en una diversidad de plantas, grasas no saturadas en lugar de grasas saturadas y baja cantidad de alimentos de origen animal, con solo pequeñas cantidades de los siguientes alimentos: granos refinados, alimentos ultraprocesados y azúcares añadidos. La evidencia científica concluye que este cambio reduce los efectos ambientales y contribuye a una mejora de la salud de la población. El cómo cambiar las dietas de la población es un asunto complejo que requiere un diseño de política pública que influya en la redirección de las elecciones y las preferencias de los consumidores hacia opciones más sanas y ambientalmente sostenibles.

ACCIONES EN MÉXICO

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su Artículo 4º, reconoce el derecho de la población a una alimentación nutritiva y suficiente, a la protección de la salud y a un medio ambiente sano para el desarrollo y

bienestar de las personas. Este derecho humano es hoy vulnerado debido a que la población padece carencias que le impiden ejercerlo en su totalidad. La evidencia estadística disponible muestra que el 30 % de las calorías que la población mexicana consume anualmente provienen de alimentos ultraprocesados, que tienen efectos negativos en la salud (Munguía *et al.*, 2021). Además, México es de los países que ocupan los primeros lugares a nivel mundial en obesidad y sobrepeso en adultos¹² (PAHO, 2016; Ritchie y Roser, 2017), lo que conduce a severos problemas de salud pública entre la población, como diabetes e hipertensión y enfermedades crónicas no transmisibles.

En 2020, ante la problemática señalada, el gobierno mexicano estableció el compromiso de construir un nuevo sistema agroalimentario mexicano con las siguientes características: saludable, equitativo y sostenible (Secretaría de Gobernación, 2020a). Para lograrlo, se emprendieron diversas acciones, entre otras las siguientes: a los pequeños y medianos productores agrícolas se les otorgó capacitación para facilitar la adopción de prácticas agroecológicas y sostenibles para aumentar los rendimientos de sus unidades de producción y eliminar de manera progresiva el uso de agroquímicos en la producción de alimentos. Las acciones que se llevan a cabo forman parte de programas públicos que buscan la transición agroecológica y el uso de insumos agroecológicos con el fin de minimizar los daños al medio ambiente.

12 El porcentaje de la población en México que padece sobrepeso u obesidad era de 64.9 % en 2016. De acuerdo con PAHO (2016), la población con sobrepeso y obesidad presenta un índice de masa corporal (IMC) igual o mayor a 25kg/m². El IMC mayor o igual a 30kg/m² corresponde a obesidad. Un estudio más reciente, establece que 8 de cada 10 adultos y 4 de cada 10 escolares y adolescentes presentan sobrepeso u obesidad.

El fortalecimiento del sistema agroalimentario saludable y sostenible en México comprende también las siguientes acciones: se prohíbe el uso de maíz genéticamente modificado en la alimentación humana relacionada con el sector de la masa y la tortilla a partir del año 2023. Se establece la sustitución gradual del uso del agroquímico conocido como glifosato por alternativas agroecológicas que permitan mantener la producción y que eviten daños en el medio ambiente y en la salud de la población. La fecha límite para la sustitución total del glifosato, de acuerdo con el decreto del gobierno federal publicado el 13 de febrero de 2023 (Secretaría de Gobernación, 2023a), corresponde al 31 de marzo de 2024, cuando quedará prohibido su uso. También se promueve la sustitución gradual de maíz genéticamente modificado en la alimentación animal y en la producción industrial de alimentos, sin establecer una fecha límite para dicha sustitución quedando sujeto a que exista suficiencia nacional en el abasto. La siembra de maíz transgénico está prohibida desde 2013 por orden judicial y en el referido decreto se establece que las autoridades revocarán y se abstendrán de otorgar permisos de liberación al ambiente en México de semillas de maíz genéticamente modificado.¹³

En cuanto al uso de maíz genéticamente modificado, existe un debate entre la comunidad científica nacional e internacional sobre los efectos de su uso en la alimentación humana y en la biodiversidad. En México existen expertos en favor del uso de esta tecnología, dado que, sostienen, no existe evidencia de los efectos negativos en la salud del consumo de este tipo de maíz (Bolívar, 2017). En el extremo opuesto, los científicos en contra sostienen una postura

13 La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados publicado el 18 de marzo de 2005 (Secretaría de Gobernación, 2005), establece los lineamientos para la regulación de distintos aspectos relacionados con los OGM.

basados en el principio de precaución debido a que, hasta el momento, se desconocen los posibles efectos en la contaminación del maíz nativo mexicano, sobre todo porque nuestro país es centro de origen de la planta (Muñetón, 2009; Toledo y Barrera- Bassols, 2008).

En materia de alimentación saludable, desde el año 2020 el gobierno ha implementado estrategias como el etiquetado frontal de advertencia sobre exceso de azúcar, calorías, grasas y sal en alimentos y bebidas¹⁴. También se prohibió el uso de personajes populares y dibujos animados en alimentos destinados a la niñez, así como la incorporación de dos leyendas precautorias en los alimentos para proteger a niños y niñas de los efectos adversos por el consumo de edulcorantes y cafeína (Munguía *et al.*, 2021). Además, la Procuraduría Federal del Consumidor publica de manera mensual, desde hace varias décadas, la *Revista del Consumidor*, en formato impreso y digital, que incluye secciones relacionadas con la alimentación. El objetivo de esta publicación es que los consumidores puedan tomar mejores decisiones de compra relacionadas con su gasto y su salud. Algunas de las secciones de la Revista relacionadas con la alimentación comprenden estudios de calidad sobre productos y marcas de comestibles y la del platillo sabio, que presenta recetas para la preparación de alimentos sanos y nutritivos.

Actualmente, el Grupo Intersectorial de Salud, Alimentación, Medioambiente y Competitividad (GISAMAC) del gobierno mexicano impulsa la articulación de las políticas públicas de distintas secretarías con el objetivo transversal de

14 Son cinco las etiquetas de advertencia: exceso de calorías, exceso de azúcares, exceso de sodio, exceso de grasas saturadas y exceso de grasas trans.

establecer un sistema agroalimentario equitativo, saludable y sostenible en México, de acuerdo con los principios rectores establecidos en los marcos normativos nacionales e internacionales. Estas y otras acciones se han implementado o están en camino de implementación con el objetivo de garantizar una alimentación saludable, la producción sostenible de alimentos y un sistema agroalimentario que minimice las desigualdades sociales en nuestro país¹⁵.

CONCLUSIONES

Los sistemas alimentarios deben transformarse gradualmente en sistemas de producción, distribución y consumo sostenibles, equitativos y saludables. Los cambios implican la suma de esfuerzos de pequeños y grandes productores para mantener e implementar prácticas sostenibles de producción; productores de los eslabones intermedios que cuenten con infraestructura y logística adecuada que minimiza el desperdicio de alimentos; consumidores responsables que demanden alimentos nutritivos y sanos; consumidores que rechacen prácticas de producción de alimentos que dañan los ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos; gobiernos que fomenten la competencia económica en la cadena agroalimentaria y consoliden un marco jurídico y normativo que conduzca a prácticas sostenibles de producción, distribución y consumo de alimentos; comunidad científica que proporcione información sustentada en evidencia científica y que conduzca a una mejor toma de decisiones para los distintos actores involucrados en la conversión de cadenas agroalimentarias convencionales a sostenibles.

¹⁵ El 24 de marzo de 2023 se publicó un decreto en el que se adiciona un artículo a la Ley General de Salud en el que se prohíbe las grasas trans que hayan sido añadidos en el proceso de producción industrial de alimentos, bebidas no alcohólicas, aceites y grasas comestibles (Secretaría de Gobernación, 2023b).

Es menester acelerar las investigaciones en áreas en las que no existe consenso entre los científicos con el fin de apuntalar los sistemas agroalimentarios sostenibles. Los temas de la agenda de investigación científica son: intensificación de la producción en sistemas agrícolas diversificados en distintos climas y suelos; la capacidad de los sistemas agrícolas diversificados para alimentar al mundo; los efectos de los cultivos genéticamente modificados y agroquímicos en la salud y el medioambiente; efectos en la sostenibilidad del sistema alimentario de la concentración de la producción en unos pocos grandes jugadores en los distintos eslabones de las cadenas de valor agroalimentarias; diseño de política pública que influya en la redirección de las elecciones y las preferencias de los consumidores hacia opciones más sanas y ambientalmente sostenibles. Esta lista es indicativa y solo es una muestra de los temas que deben estar presentes en la agenda de investigación de la comunidad científica a nivel nacional e internacional.

En México y en el mundo, las ciudades son las que enfrentan el mayor reto de desarrollar sistemas agroalimentarios sostenibles que satisfagan las necesidades alimentarias de su creciente población. En este contexto, los consumidores juegan un papel importante en la cadena agroalimentaria, desde el enfoque de la cadena de valor, pues son quienes demandan los productos que se ofrecen a través de distintos mecanismos de oferta y distribución. El necesario fomentar entre la población la cultura del consumo responsable y consciente a través de la educación formal de los niños, jóvenes y adultos en el sistema educativo mexicano. Los temas a desarrollar son los relacionados con los sistemas agroalimentarios sostenibles, equitativos y saludables; cadenas de valor sostenibles; los sistemas agropecuarios diversos; seguridad alimentaria; alimentos nutritivos y saludables; entre otros temas, los cuales son abordados en este libro que tiene como fin servir de material de apoyo en dichos procesos de educación formal.



CAPÍTULO 2.

SECTOR AGROPECUARIO EN MÉXICO (1994-2020). IMPACTOS SOCIALES, AMBIENTALES Y EN LA AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA

Alba R. Rivera de la Rosa
Lilian Albornoz Mendoza
Rafael Ortiz Pech

Resumen

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo un análisis de la situación del sector agropecuario en México en el periodo 1994-2020. Se reconoce la aplicación del modelo económico de crecimiento hacia afuera con el

impulso hacia las exportaciones y la vigencia del TLCAN. Se observa un crecimiento constante de la producción y las exportaciones agropecuarias. Este proceso se acompaña de una disminución del gasto público y la presencia en mayor medida de la banca de desarrollo con recursos para productores agropecuarios del país. Los resultados muestran una polarización más acentuada entre grandes y pequeños productores, en el uso intensivo de pesticidas, migraciones y en la falta de autosuficiencia alimentaria.

Palabras clave: balanza agropecuaria, autosuficiencia alimentaria, exportaciones agropecuarias, sistema económico, TLCAN

INTRODUCCIÓN

En México la agricultura ha jugado un papel central, de ella emanan no sólo los alimentos sino también las materias primas para la industria y los productos para la exportación (Cruz y Polanco, 2014). Desde antes del porfiriato los enclaves productivos colocaron al país como un exportador de materias primas y alimentos, en este “crecimiento hacia afuera” se beneficiaron principalmente a grandes productores y se condenó a la pobreza a miles de campesinos (Rosenzweig, 1989). Más adelante, en el periodo de 1940-1970 llamado de sustitución de importaciones con el “crecimiento hacia adentro”, se fortalecieron los mercados internos y la agricultura cumplió un papel complementario al desarrollo industrial (Calva, 2011).

En la etapa de estudio 1994-2020, se regresa nuevamente a un “crecimiento hacia afuera”, donde las exportaciones vuelven a jugar un importante papel. El periodo comprende el inicio del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y la finalización de su ejecución con la firma del nuevo Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC). En este

análisis se estudia el Producto Interno Bruto (PIB), el Gasto Público, las importaciones y exportaciones, tanto a escala nacional como para el sector agropecuario. En segunda instancia se analizan los apoyos o transferencias y los financiamientos ejercidos de acuerdo con el Programa Especial Concurrente (PEC) en los años 2007 y 2011, correspondiente a secretarías, organismos, instituciones y bancos de segundo piso, tanto en montos como en beneficiarios. Se dividen en la vertiente competitividad dirigidos a productores y en la vertiente social dirigido a población en pobreza. Se escogen esos dos años porque se cuenta con una base de datos que puede ser comparable y están dentro del periodo de 1994 a 2020.

La hipótesis de este trabajo es que la política pública de apoyos que otorgó el gobierno de México a los productores agropecuarios en el periodo 1994-2020 determinaron en gran medida la producción doméstica de alimentos para la población y aquellos dirigidos a los mercados internacionales. Los resultados muestran un monto ejercido mayor en financiamientos para pocos beneficiarios agroindustriales y un monto mínimo de apoyos o transferencias para pequeños productores en pobreza. La política pública al campo no fue un detonante de desarrollo en el periodo 1994-2020, aunque sí de crecimiento, como lo demuestra la producción agropecuaria y el superávit en la Balanza Comercial Agropecuaria Mexicana a partir del año 2015. Este impacto positivo en cuanto a las exportaciones agropecuarias también se acompaña de la intensificación del uso de pesticidas químicos, de la falta de autosuficiencia alimentaria en trigo, arroz, frijol, entre otros alimentos. De igual forma, se observa una mayor polarización de los productores, migración, pluriactividad y abandono del campo mexicano.

El escrito consta de un resumen, introducción y de cinco apartados. En el apartado uno se analiza el marco teórico y conceptual sobre el fundamento del sistema económico vigente en nuestro país, el apartado dos hace referencia a la metodología. En el apartado tres se lleva a cabo un análisis económico del sector agropecuario en el periodo de estudio de 1994 a 2020. En este apartado también se abordan los temas de las exportaciones e importaciones y del gasto público, enfatizando el análisis en el sector agropecuario. En el apartado cuatro se plantea un comparativo entre los años 2007 y 2011, apoyos ejercidos por el PEC, con el fin de conocer cómo se aplicaron los financiamientos en el área de competitividad y las transferencias en el área social. Y en el apartado cinco se examinan los resultados del periodo 1994-2020, que corresponden a una política agrícola de crecimiento económico, pero no de desarrollo, con implicaciones sociales, los efectos medioambientales y en la autosuficiencia alimentaria. Finalmente se escriben las conclusiones.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

El periodo 1994-2020 que se estudia en este capítulo en México se conoce en el ámbito académico como de apertura de mercados. En otros estudios se habla también de un periodo de “desarrollo hacia afuera”, donde las exportaciones funcionan como pivote de crecimiento (Calva, 2011; Puyana y Romero, 2007; Rivera, 2022).

Lo cierto es que durante esta etapa el Estado mínimo será una estrategia económica establecida en las teorías neoclásicas, donde el mercado es el mecanismo más eficiente en una economía competitiva y el que llevaría a cabo una reasignación de los recursos de la economía en términos de eficiencia económica (Ayala, 1996).

Las recomendaciones del Consenso de Washington aplicadas en México desde 1989, como consecuencia de la crisis de la deuda mexicana de 1982, establecieron un reordenamiento del gasto público que llevaría a recortes frecuentes con el fin de reducir el déficit presupuestario. Estos recortes en México y específicamente en el sector agropecuario, conllevaron a que se disminuyeran los recursos públicos para subsidios y financiamientos y que se aumentara la presencia de la banca privada (Martínez y Soto Reyes, 2012).

La reforma fiscal implicaba ampliar la recaudación. Y por su parte con la liberalización financiera las tasas de interés estarían determinadas por el mercado para evitar la fuga de capitales. El tipo de cambio debía mantenerse competitivo para activar la expansión de las exportaciones. Aunque en la realidad y de acuerdo con Carstens (2015) y más recientemente al Banco de México (2022), se ha adoptado una política de flexibilidad cambiaria para estabilizar los precios y frenar la inflación. Otras políticas fueron la apertura comercial, la liberalización de la inversión extranjera y las privatizaciones (Martínez y Soto Reyes, 2012).

En el sector agropecuario y siguiendo los parámetros de mercado, la política pública cada vez con menos recursos procuró apoyar a aquellos productores que tuvieran características competitivas para responder hacia los mercados externos (frutas y hortalizas) y también hacia los mercados internos, sobre todo en la producción de maíz blanco en el norte del país. Sobresale también el apoyo a la producción de forrajes que México ha venido importando en grandes cantidades (maíz amarillo y soya), para sector pecuario (Rivera, 2022). Los pequeños productores campesinos o de milpa, no fueron vistos como competitivos por este modelo económico por lo que recibieron

principalmente transferencias a la pobreza, lo cual limitó sus capacidades productivas y de sobrevivencia (Banco Mundial, 2009; Robles, 2013a).

METODOLOGÍA

Para las series de tiempo del Valor Agregado Bruto (VAB) de la producción agropecuaria y del PIB nacional de 1994-2019, se consultaron las cifras del INEGI (2021) año base 2018. Se omite el año 2020 en el análisis de las Tasas medias de crecimiento anual (TMCA) del PIB por ser un año de contracción a causa de la crisis económica causada por las medidas sanitarias para evitar los contagios por Covid-19. Respecto al Gasto Público Federal y al gasto destinado a la producción agropecuaria las cifras corresponden a los Presupuestos de Egresos de la Federación (2000-2020), se utilizaron los montos ejercidos destinados a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), que hoy lleva el nombre de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), ahora con el nombre de Secretaría del Bienestar. También se deflactan estos montos con los índices del Producto Interno Bruto de México (INEGI, 2021b), para convertir los datos nominales a precios reales año base 2013.

Las series de tiempo de las exportaciones e importaciones agropecuarias del mismo periodo se tomaron de los datos en dólares del Banco de México (2020). Con integración de todas estas series de tiempo se calcularon las Tasas medias de crecimiento anual (TMCA), con la siguiente fórmula:

$$TMCA_{i-f} = \left[\left(\frac{A_f}{A_i} \right)^{1/t} - 1 \right] * 100$$

$TMCA$ = Tasa Media de Crecimiento Anual

A_f = Dato del año final

A_i = Dato del año inicial

t = Tiempo transcurrido entre i y f o magnitud del periodo

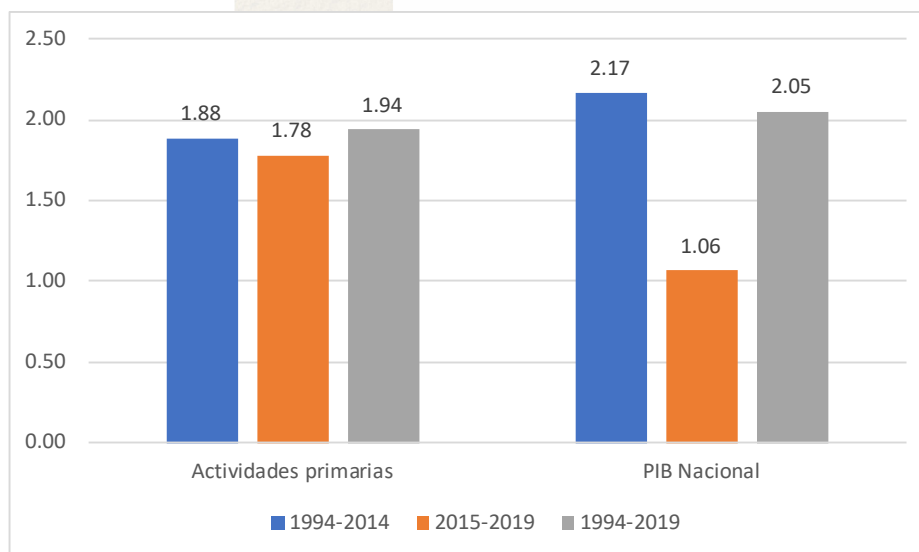
Para el análisis que corresponde a los apoyos se utilizó el PEC, Anexo Técnico de Egresos de la Federación donde se especifican el total de los programas por dependencias para el desarrollo rural en México (Robles, 2013b). Una base corresponde al año 2007 (Robles, 2009), y otra, al año 2011 (Subsidios al Campo, 2019). Se seleccionaron las secretarías, organismos y bancos de desarrollo que tenían mayor importancia en montos otorgados y número de beneficiarios. La información está dividida en la vertiente competitividad para productores y en la vertiente social para transferencias a la pobreza. Aunque corresponden a diferentes años, la muestra contiene –en su mayor parte– los mismos programas lo que permite llevar a cabo una comparación. Con estos datos se estimaron porcentajes y montos.

La base de datos de los años de estudio 2007 y 2011, se convierten en los montos reales a precios base 2007, por lo que fue necesario deflactar la serie. Se usó el índice de precios implícito del Producto Interno Bruto (para las actividades primarias) publicado por INEGI (2019). En este capítulo se toman como sinónimos producción agropecuaria y producción del sector primario.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA SITUACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO 1994-2020

El periodo de 1994 a 2020, abarcó 26 años de la instrumentación del TLCAN en México. Un dato a resaltar durante este periodo es el crecimiento del sector primario. Como puede observarse (figura 1), las tasas medias de crecimiento anual de la producción agropecuaria tienen un comportamiento estable, no sucede lo mismo con el PIB nacional que presenta una desaceleración en su crecimiento, sobre todo en el periodo 2015-2019.

Figura 1. TMCA del Valor Agregado Bruto del sector primario y del PIB nacional en México (1994-2019). Precios constantes de 2018.



Fuente: INEGI (2021)

Este crecimiento productivo agropecuario fue gracias a que la política pública tuvo como principal objetivo apoyar a aquellos productores que estuvieran en condiciones de elevar sus niveles de competitividad y por ende de productividad, como se mencionó líneas arriba.

El impacto del TLCAN fue acentuar la dualidad entre el norte y el sur del país en términos de crecimiento de la producción primaria. De acuerdo al Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural (2019-2024) (Secretaría de Gobernación, 2020a), la participación en el PIB primario nacional de la región sur-sureste del país disminuyó del 21 al 18 % entre los años 2003 y 2017, mientras que la aportación del centro-occidente y noreste del país se incrementó del 18 al 31.7 % y del 16.8 al 18.7 % en esos mismos años.

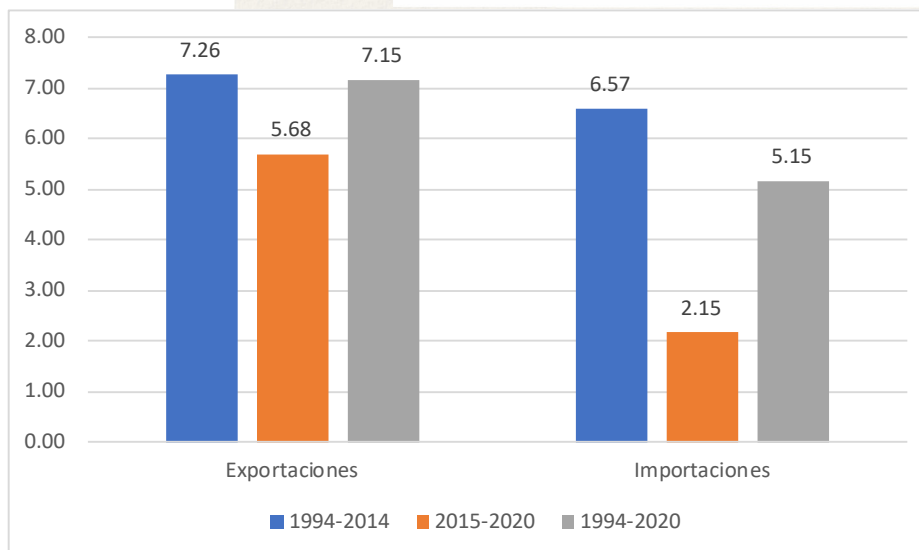
En gran parte de la región mesoamericana del sur hay campesinos pequeños y medianos con producción de autoconsumo, pero también para el mercado, conformaban y siguen conformando una importante red de productores con aportación hacia los mercados internos en la producción de maíz, frijol, arroz, entre otros. Al no contar con apoyos productivos ni con los precios de garantía, algunos campesinos abandonaron sus tierras en busca de la pluriactividad y migraron hacia las ciudades o hacia los Estados Unidos (Calva, 2011; Morales, 2011 y Puyana y Romero, 2007).

Los impactos de esta política agrícola fue la falta de autosuficiencia alimentaria en el país en productos como el trigo, arroz, maíz amarillo, frijol, entre otros. Con datos del Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural (2019-2024) (Secretaría de Gobernación, 2020a), la participación de la producción interna en el consumo nacional de productos agrícolas, pecuarios

y pesqueros disminuyó de 72.1 a 62.4 % en tanto que las importaciones de estos productos se incrementaron durante el periodo de 2008 al 2018.

Y cuando se habla del comportamiento del valor de las exportaciones y de las importaciones agropecuarias, puede observarse que las exportaciones mantienen un crecimiento por arriba del 7 % anual durante todo el periodo de estudio (figura 2). En cambio, se desacelera el crecimiento de las importaciones en el periodo 2015-2020. Por lo que en el periodo 2015-2020 se presenta superávit de la balanza agropecuaria de acuerdo con información del Banco de México.

Figura 2. TMCA del valor de las exportaciones e importaciones agropecuarias en México. (1994-2020)

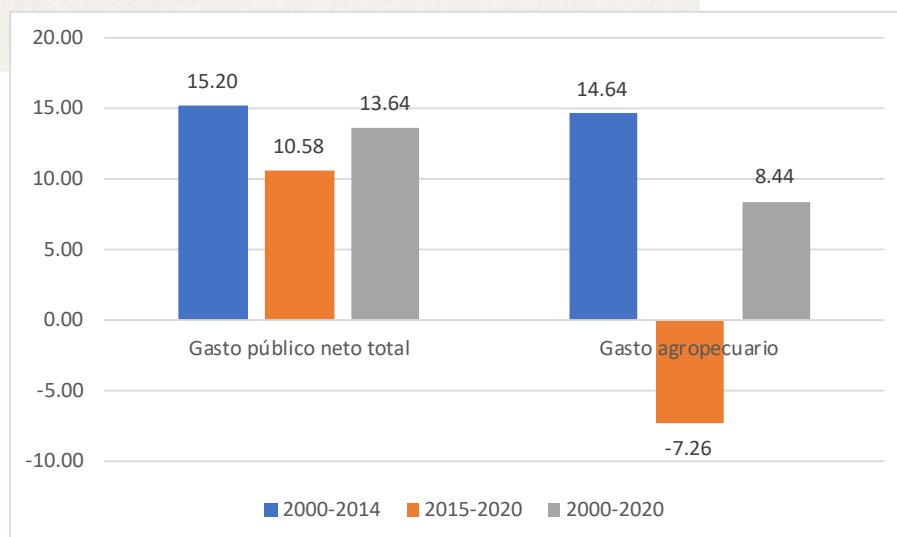


Fuente: Banco de México (2020)

Los principales productos de exportación según la balanza agropecuaria en el año 2020 en los agrícolas sobresalen el tomate y aguacate; en los pecuarios el ganado bovino en pie y la miel de abeja y en los pesqueros el camarón congelado y el pescado fresco, entre otros (SADER-SIAP, 2020).

Otro tema importante cuando se hace referencia al sector agropecuario y que se abordará de manera específica más adelante, es el gasto público nacional y el destinado al sector agropecuario. Como puede observarse, hay una disminución importante en las aportaciones del gobierno federal. El periodo de 2015-2020, tiene tasas medias de crecimiento anual negativas (figura 3).

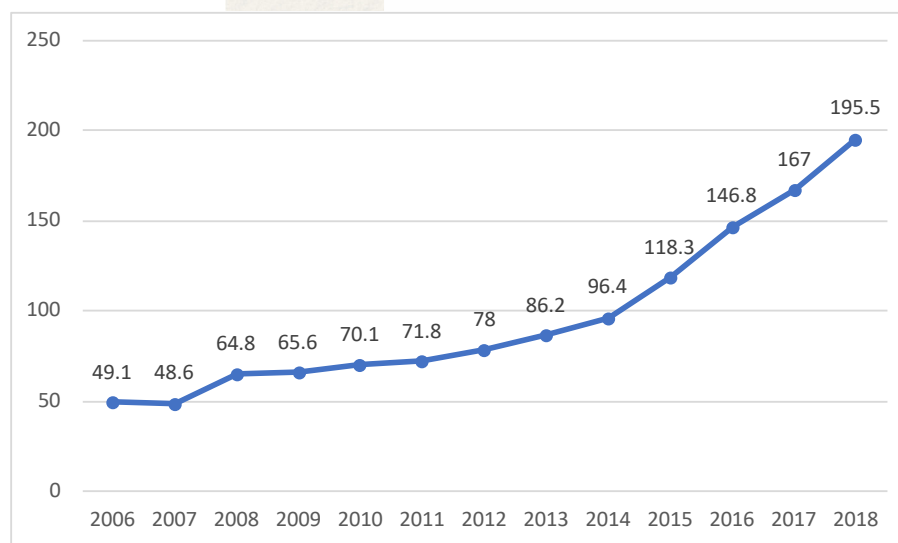
Figura 3. TMCA del gasto público neto total y del gasto público destinado al sector agropecuario (ramos administrativos, gasto Programable) 2000-2020



Fuente: Presupuesto de Egresos de la Federación (2000-2020).

Al tiempo que se contaba con menos presupuesto público se incrementó la presencia de la banca de desarrollo como los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) y la Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND) (figura 4). En el año 2018 la banca de desarrollo, FIRA y FND, colocó en el sector agropecuario un monto total de 351.2 mil millones de pesos, mientras que el PEC para el desarrollo rural aprobó 334 mil millones de pesos (CEDRSSA, 2020a).

Figura 4. Saldo total de financiamientos de FIRA de 2006-2020 (miles de millones de pesos)



Fuente: Elaboración propia con datos de CEDRSSA (2020a)

La importante presencia de la banca de desarrollo en el sector agropecuario mexicano determinó en gran medida la desigualdad en las condiciones en

que se ejercieron los recursos al campo y el apego a la aplicación de las políticas de libre mercado. Con datos de CEDRSSA (2020a), en el 2018, los grandes productores beneficiados con estos financiamientos se encuentran en los estados del centro-occidente y norte del país: Sinaloa, Jalisco, Chihuahua, Guanajuato, Sonora y Nuevo León. Sinaloa es llamado también “el granero de México”, es el principal productor de jitomate, tanto para exportación como para el mercado interno, produce también maíz blanco a gran escala y sorgo forrajero. Jalisco produce maíz blanco, maíz amarillo forrajero y es el principal productor de carne de cerdo en el país. Chihuahua es el principal productor de cebolla en México. Sonora es un gran productor de papa y trigo, en este último sin alcanzar la autosuficiencia para el país (SIAP, 2020).

APOYOS DEL PROGRAMA ESPECIAL CONCURRENTES 2007 Y 2011

El PEC es una gran bolsa que integra a organismos, instituciones, secretarías, instancias gubernamentales, centros de estudios, institutos, entre otros. Las cuales tienen la función de abastecer de recursos al campo mexicano o de intervenir a través de estudios e investigación (CEDRSSA, 2021). En junio de 2002 se publicó el Decreto para su creación y en 2003 empezó a ejecutar recursos al campo. El PEC se fundamenta en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) (Secretaría de Gobernación, 2001), aprobada en diciembre de 2001, donde se reconoce la vulnerabilidad del sector primario y la necesidad de generar las condiciones de mejoramiento en las condiciones de vida de la población rural en pobreza y pobreza extrema. Los procesos de producción y productividad se establecen como sostenibles, es decir, con la conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales, entre otros temas.

En este apartado se analizará el ejercicio del PEC de los años 2007 y 2011. Para ambos años se tomaron una muestra de aquellas secretarías y

organismos que podían compararse y que tenían, por una parte, el mayor número de beneficiarios y por la otra, el mayor monto ejercido. Para ambos años los montos de la parte de competitividad superan significativamente a los montos de la parte social, no obstante, mientras la primera se encarga de una mínima parte de beneficiarios, la parte social atiende a una gran cantidad de población en pobreza y pobreza extrema con un mínimo de presupuesto. Los porcentajes indican los procesos de concentración de recursos en muy pocos productores y la falta de financiamientos para campesinos y pequeños productores (Rivera *et al.*, 2021) (tabla 1).

Tabla 1. Recurso total ejercido por el Programa Especial Concurrente en los años 2007 y 2011. Millones de pesos año base 2007

Años	Monto total PEC	Monto total de la muestra	Porcentaje de la muestra con respecto al total
2007	176,513.50	136,155.70	77
2011	241,232.70	229,150.50	95

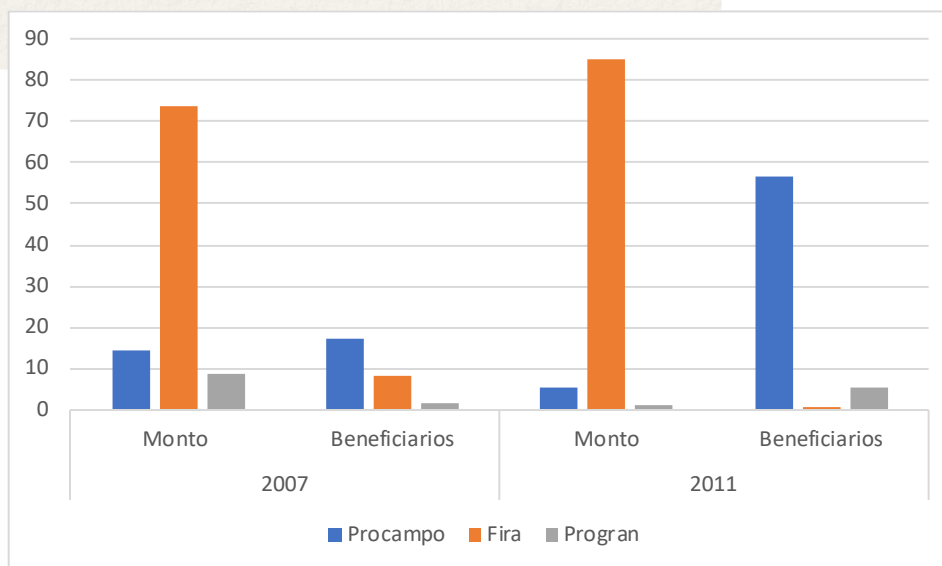
Fuente: Elaboración propia con datos de Rivera *et al.*, (2021)

Análisis de los apoyos en la vertiente competitividad. Comparativo entre los años 2007 y 2011

Algo importante a rescatar en cuanto a los apoyos otorgados en la vertiente competitividad del PEC para este comparativo de los años 2007 y 2011, es la importante presencia de FIRA como banca de segundo piso. Lo cual muestra los procesos de concentración del presupuesto en muy pocos productores del campo mexicano con recursos de la banca de desarrollo (figura 5).

El Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO, 2019) ocupa el mayor número de beneficiarios con un mínimo de presupuesto público asignado (figura 5). En el caso de PROCAMPO, programa que surge en 1993 con el objetivo de apoyar a pequeños productores de granos y oleaginosas debido a la competencia que implicaría la entrada en vigor del TLCAN en 1994 se observa que crece sustancialmente para el año 2011 en beneficiarios. Los otros programas de menor importancia fueron el Programa de Estímulos a la Productividad Ganadera (PROGRAN) dirigido a ganaderos y apicultores, tanto para el año 2007 y 2011, con una disminución del presupuesto para este último año (Yúnez, 2010b).

Figura 5. Principales apoyos en la vertiente competitividad 2007-2011 (porcentajes con relación al monto total de la muestra).



Fuente: Rivera *et al.* (2021).

Análisis de los apoyos en su vertiente social. Comparativo entre los años 2007 y 2011

De los principales apoyos de tipo social dirigidos a población en pobreza y pobreza extrema sobresalen por el número de beneficiarios la Distribuidora e Impulsora Comercial Conasupo (Diconsa) tanto para los años de 2007 y 2011. Diconsa sustituye a la anterior Compañía Nacional de Subsistencias Populares (Conasupo) que surgió en 1962 con el objetivo de asegurar el sistema de abasto y comercialización en regiones pobres del país (Yúnez, 2010a). A diferencia de Diconsa la Conasupo otorgaba precios de garantía a los productos de la canasta básica, principalmente del maíz y frijol. En el año de 1999, con la creación de Diconsa en Tiendas Comunitarias, desaparecen los precios de garantía hacia los productores y el organismo se convirtió solo en un sistema de abasto rural en localidades de alta y muy alta marginación, sin el apoyo a actividades productivas como se hacía antes (Yúnez, 2010a).

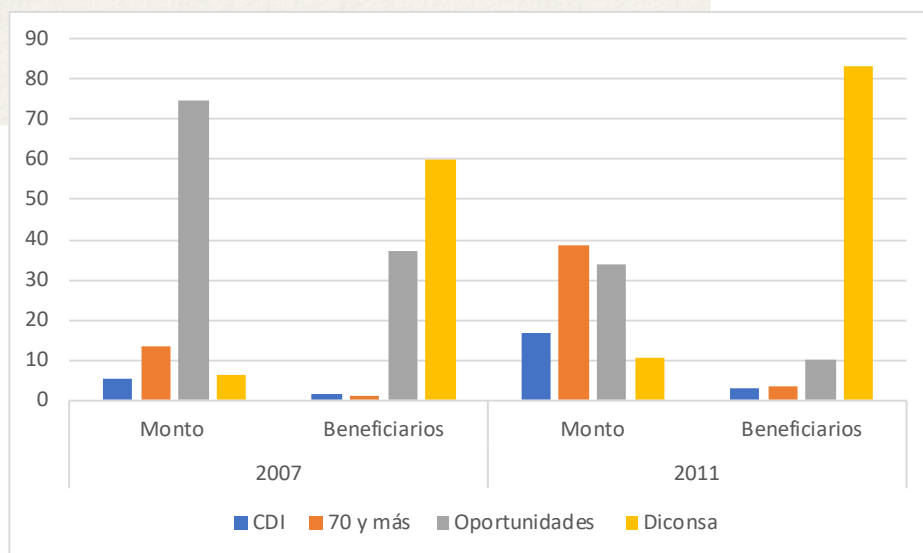
El otro apoyo en importancia es Oportunidades (CEPAL, 2023a), en este caso por contar con mayores recursos principalmente para el año 2007, ya que para el año 2011 disminuyen considerablemente. Oportunidades surgió en 1997 con el nombre de Progresá (Programa de Salud y Educación), en 2001 cambió su nombre por Oportunidades y atendió zonas en pobreza y pobreza extrema para gastos en educación y salud principalmente. En el año 2014 se le conoce como Prospera y actualmente el programa se sustituyó por las becas Benito Juárez.

La Comisión Nacional de los Pueblos Indígenas (CDI, 2020) nació en 1948 para apoyar a la población indígena con programas que son parte de un Fondo Regional. Incluye la formación de cooperativas, asistencia técnica,

pero también apoyos legales, infraestructura, servicios médicos, entre otros. Se observa que se recupera considerablemente en términos de recursos para el año 2011, sin embargo, las mayores aportaciones no fueron para apoyar sus procesos productivos.

Finalmente, el Programa de 70 y más con mayor presupuesto para el año 2011. Es un programa nacional de apoyo a adultos mayores que surgió en el año 2007 con un incentivo de 500 pesos bimestrales por adulto y se ha ido incrementado en años recientes. La información se presenta en la figura 6.

Figura 6. Principales apoyos en la vertiente social en México 2007-2011 (porcentajes con relación al monto total de la muestra)



Fuente: Rivera *et al.* (2021). Nota: para el año 2011, la información de Diconsa comprende también a Liconsa

RESULTADOS EN EL SECTOR AGROPECUARIO. IMPACTOS SOCIALES, AMBIENTALES Y EN LA AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA

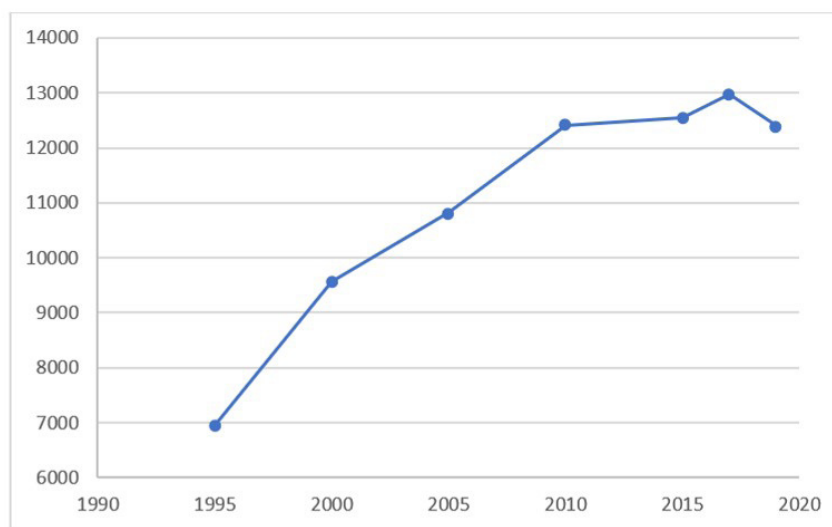
Impactos sociales

En las consecuencias sociales hay una afectación a pequeños y medianos productores, muchos de ellos con producción de maíz, frijol, arroz, trigo y otros alimentos para la autosuficiencia alimentaria en México (Puyana y Romero, 2007; Calva, 2011; Gómez, 2016). En el año 2020 habían 11.2 millones de personas mexicanas migrantes en el mundo. La figura 7 presenta la población migrante en el periodo 1994-2019. De los migrantes mexicanos en el mundo el 97.0 % se concentraron en los Estados Unidos en el año 2020. Siete de cada diez migrantes no tienen ciudadanía en este país y tres de cada diez no cuentan con servicios de salud. Un 20 % vive en condiciones de pobreza. Los principales estados de la República Mexicana de los que se reciben remesas, como porcentaje del Valor Agregado Bruto, son Zacatecas, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Nayarit, Guanajuato y Durango, entre otros (SEGOB, CONAPO y BBVA Bancomer, 2021). “En 2017, ingresaron a México 28,771 millones de dólares, rompiendo por segundo año consecutivo su máximo histórico con un monto promedio por envío de 307.8 dólares y más de 93 millones de transacciones. Respecto a 2016, las remesas en 2017 crecieron 6.6 % y entre 2013 y 2017 se elevaron casi 30 % (SEGOB, CONAPO y BBVA Bancomer, 2018: 126).

Las actividades más importantes de la población joven migrante de México hacia los Estados Unidos se han concentrado en el sector servicios (6 de cada 10), en construcción, hostelería, esparcimiento, servicios profesionales-administrativos y comercio. Solo un 5 % lo hace en actividades del sector

agrícola con población de más de 64 años de edad (SEGOB, CONAPO y BBVA Bancomer, 2018).

Figura 7. Migrantes mexicanos 1994-2019 (en miles)



Fuente: SEGOB, CONAPO y BBVA Bancomer (2018 y 2020).

*La cifra de 2019 corresponde a migrantes mexicanos a Estados Unidos específicamente.

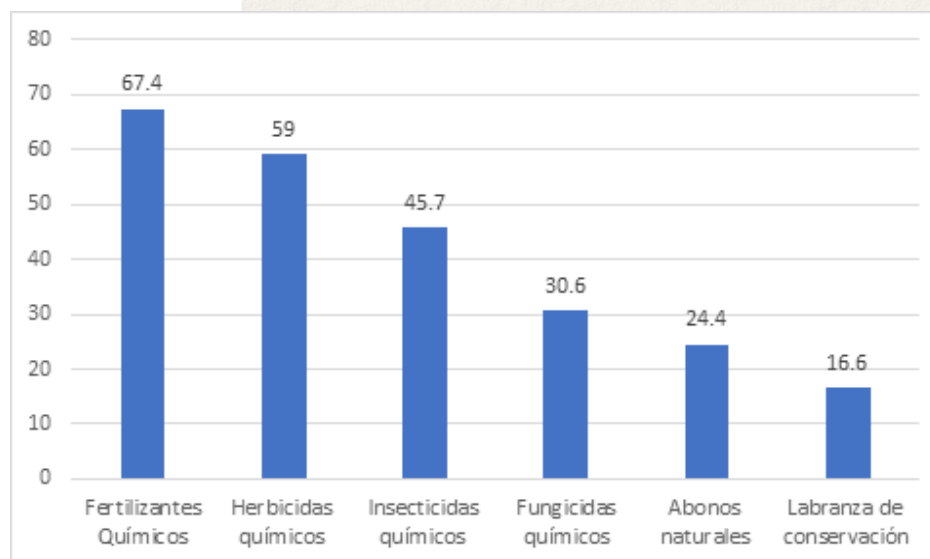
En el intento de responder ante las necesidades de los mercados tanto interno como externo se dejaron sin oportunidades para la incorporación al crecimiento agropecuario en el país a los productores pequeños y medianos que

tenían y tienen aún la función de generar una producción menos intensiva, pero más saludable de alimentos para la población mexicana (Gómez, 2016).

Impactos ambientales de la producción agropecuaria

Como se mencionó antes, la producción agropecuaria presenta tasas de crecimiento positivas e incluso superiores al PIB nacional, sobre todo en el periodo 2015-2020. Este crecimiento se acompaña también de un crecimiento persistente de las exportaciones agropecuarias. La pregunta que se tendría que hacer ahora es si ese crecimiento tuvo algún costo ambiental. Y la respuesta se encuentra en algunos estudios que hablan al respecto.

Figura 8. Tipo de pesticidas y técnicas empleados en México en el año 2019. (Porcentaje con relación al total de productores)



Fuente: INEGI-SADER (2019)

En la Encuesta Nacional Agropecuaria del INEGI (figura 8), se documenta que para el año 2019 el 67.4 % de los productores en México utilizaron para su producción algún tipo de fertilizante químico, de igual forma casi el 60 % de los productores usaron herbicidas químicos. Sólo el 24.4 % utilizó abonos naturales y el 16.6 % labranza de conservación.

Estos datos muy generales ayudan a comprender una grave dualidad, si bien México respondió favorablemente a los mercados de exportación y al abasto de algunos productos para el mercado interno, producción que estuvo a cargo principalmente de grandes productores del norte del país con sustanciales financiamientos. También es cierto, que se condujo a elevar los niveles de contaminación con un daño medioambiental en los ecosistemas agrícolas.

Los organismos genéticamente modificados en la agricultura son un riesgo y para su cultivo y producción se usa el herbicida a base de glifosato, identificado como un activo cancerígeno por la Pesticide Action Network International (PAN, 2021) y por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, 2015). Los productos transgénicos cambian su composición nutricional. En los estudios de López-Revilla y Martínez (2013), el maíz transgénico es un alimento que presenta tanto la pérdida de inocuidad como de sus nutrientes esenciales. Recientemente se estableció un Decreto por el gobierno federal, instaurando la eliminación gradual tanto del glifosato como del maíz transgénico en México (CONACYT, 2021). La siembra comercial del maíz está prohibida, aunque la siembra experimental está regulada.

En el caso del jitomate o tomate rojo, una importante fruta-hortaliza de exportación hacia los Estados Unidos, su producción se basa en monocultivos que requieren el uso intensivo de agroquímicos para recuperar sus

rendimientos, lo cual ha generado la deforestación de los suelos y se ha incrementado la proliferación de plagas y enfermedades (Macías, 2008; Ruiz *et al.*, 2011). No obstante, el SIAP (2020) reporta también una mínima cantidad de producción de jitomate orgánico. La producción de jitomate rojo convencional en México en el año 2020 fue de más de 3 millones de toneladas y la de jitomate orgánico fue solo de 68 mil toneladas (SIAP, 2020).

Otro importante fruto de exportación hacia los Estados Unidos es el aguacate Hass (*Persea Americana Hass*), su producción de más de 2 millones de toneladas ha implicado un grave problema de deforestación (Hansen, 2017). Al igual que el jitomate se trata de un monocultivo que ha intensificado el uso de agroquímicos con un grave costo en la erosión y contaminación de los suelos. Las zonas de producción de aguacate presentan disminución en la biodiversidad y reducción en la producción de otros alimentos, lo que ha ocasionado el empobrecimiento de muchos campesinos y el incremento en los conflictos sociales (CEDRSSA, 2017).

A manera de ejemplo se hace referencia a los alimentos arriba mencionados, pero la lista podría ser mucho más larga, como es el caso del arroz y la soya. El primero cuya producción bajo riego produce gases como el metano y el óxido nitroso que tienen efecto invernadero y conducen al calentamiento global (Saynes, Etchevers, Paz, y Alvarado, 2016). Y la segunda utiliza para su cultivo el herbicida a base de glifosato, con las mismas consecuencias medioambientales que ya se han mencionado (Altieri, 2009).

Impactos en la autosuficiencia alimentaria

La falta de autosuficiencia alimentaria en México se dejó sentir con más fuerza en el arroz, trigo y frijol, productos que siguen importándose (SADER-SIAP, 2021). Aunque se tuvo una buena respuesta en la producción de maíz blanco para abastecer los mercados internos. También hay una reconversión productiva en favor de la ganaderización con la producción de forrajes para carne, como la soya, el sorgo y los pastos (Robles, 2017) (tabla 2).

Tabla 2. TMCA de la producción de granos y pastos en México durante el periodo de 1993 a 2013

Producto	TMCA
Arroz	-0.69
Maíz	3.07
Trigo	0.50
Soya	10.54
Sorgo	6.34
Pastos	6.22

Fuente: Rivera, 2019

A partir de la entrada en vigor del TLCAN, el consumo de alimentos y bebidas procesados con un alto nivel de azúcar, edulcorantes y fructosa se ha incrementado en México debido a los cambios en los patrones de consumo. El aumento de población con obesidad y diabetes se ha convertido en un grave problema de salud pública. Los autores Unar-Munguía, Monterrubio y Colchero (2019), analizan que estos hechos podrían estar

relacionados con los derechos compensatorios al jarabe de maíz de alta fructosa y con la eliminación gradual de aranceles de estos azúcares provenientes de los Estados Unidos.

CONCLUSIONES

El modelo económico aplicado en México en el sector agropecuario durante la instrumentación del TLCAN tuvo los efectos esperados en cuanto a crecimiento de la producción y de las exportaciones agropecuarias. Sin embargo, hubo consecuencias sociales, ambientales y en la autosuficiencia alimentaria.

Se comprueba la hipótesis inicial. La disminución en el presupuesto de la federación en general para gastos sociales y en particular para el sector agropecuario condujo al gobierno a disminuir los apoyos a los productores agropecuarios. La instrumentación del PEC fue una muestra fehaciente de cómo la política pública aplicada al campo mexicano favoreció con financiamientos de la banca de desarrollo, a algunos productores y se aplicó un mínimo presupuesto para transferencias o apoyos sociales a una gran población rural en pobreza.

Las migraciones constantes conllevaron a la emigración principalmente de productores que no tuvieron las mismas oportunidades de obtener financiamientos para su producción y que los obligaba a buscar sobrevivencia en las ciudades o en los Estados Unidos. La falta de autosuficiencia alimentaria en la producción de trigo, frijol, arroz y maíz amarillo se presentó como una consecuencia de ese abandono y esos productos de la canasta básica quedaron en manos de productores que intensificaron su producción, sin alcanzar la autosuficiencia a excepción del maíz blanco del que México es autosuficiente, no así el maíz amarillo.

En el trabajo se mencionan algunos ejemplos de los impactos ambientales de la producción agropecuaria. El primero es la contaminación ambiental con el uso del glifosato, agente cancerígeno utilizado en los cultivos como el maíz y la soya. Productos de exportación como el aguacate y el jitomate, el primero responsable de deforestación y conflictos sociales y el segundo con altos niveles de uso de pesticidas. Por su parte, la producción de arroz con gases efecto invernadero. En términos nutricionales se menciona el aumento del consumo de azúcares a partir del TLCAN, con impactos en la obesidad y diabetes en la población mexicana.

Los avances logrados en el campo mexicano se presentaron a costa de impactos negativos en términos sociales y ambientales. Una intensificación de la producción tendrá que tomarse en cuenta, para que hoy en día, bajo un modelo sostenible, se logre integrar a todos los productores tanto grandes como campesinos, en procesos que aboguen por alimentos nutritivos, no contaminados y en favor de la autosuficiencia alimentaria.



CAPÍTULO 3.

POLÍTICA PÚBLICA Y ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS: REGIÓN SURESTE-SUROESTE DE MÉXICO

Julio Guillén Velázquez
Irene Barboza Carrasco

Resumen

México posee Áreas Naturales Protegidas, que pueden ser estratégicas para contribuir al cumplimiento de diversas metas de los ODS, actualmente cuenta con 186 que representan el 10.94 % de la superficie terrestre y 22.05 % de la superficie marina del país. El objetivo fue analizar el impacto de la política pública y los recursos

asignados hacia las ANP en el período del 2010 al 2023. Las ANP tienen la finalidad no solo de conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que brindan sino también los valores culturales ahí presentes. El 18.71 % de las ANP se localizan en la región Suroeste y Sureste del país. Para su funcionamiento se han diseñado en el ámbito federal, políticas públicas y asignaciones presupuestales poco favorables que impactan en su conservación, protección y manejo.

Palabras clave: Área natural protegida, regiones, desarrollo sostenible, presupuesto.

INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales son la base de subsistencia del ser humano, su cuidado, conservación y aprovechamiento son requisitos fundamentales que tienen que realizarse bajo estrictas normas y procedimientos previamente establecidos, con la finalidad de evitar trastornos a los mismos, que se reflejen en su deterioro e impacten de manera negativa a la población.

Ejemplos del impacto negativo los observamos con la degradación del agua (salada -mares y océanos- y dulce -ríos, lagos, manantiales, entre otros-); la pérdida de la biodiversidad terrestre por la destrucción de los hábitats naturales de las especies de flora y fauna; y contaminación atmosférica, entre otros, los cuales ejercen un efecto desfavorable en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos, y repercuten en la calidad de vida de la población.

Ante esta tendencia del deterioro ambiental en el ámbito mundial, la ONU (2000) interesada en detener y revertir dicho proceso, en el año 2000 declaró los Objetivos de Desarrollo del Milenio, específicamente en el objetivo

7 “Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente” poniendo como fecha el año 2015 para alcanzarlo. Pero por no lograr el 100 % del objetivo planteado en la fecha establecida, en el año 2015 se replantearon los objetivos y metas, dando como resultado una nueva agenda de desarrollo sostenible “Agenda 2030 u Objetivos de Desarrollo Sostenible”, donde se establecieron 17 objetivos y 169 metas, que buscan entre otras cosas proteger el medio ambiente, mismas que tienen que alcanzarse en el año 2030 (ONU, 2015).

Cabe mencionar que, para atender el problema del deterioro ambiental en el planeta se han creado instrumentos internacionales -principalmente tratados y declaraciones- los cuales establecen la base para la protección ambiental objeto del desarrollo sostenible, esto de acuerdo con las políticas públicas, de desarrollo y soberanía de los Estados firmantes de estos instrumentos.

En este sentido, en México las Áreas Naturales Protegidas (ANP) tomaron relevancia sobre todo en los años noventa del siglo pasado y principios del siglo XXI, puesto que, representan uno de los instrumentos de la política pública que facilitan, por un lado, vincular el medio ambiente con la visión cultural y social del ser humano, y por otro, legitimar la intervención del Estado para resolver los problemas relacionados con el tema ambiental (Anglés, *et al.*, 2021).

En la estructura del capítulo se desarrolla un marco teórico conceptual donde se describen los ODS, el marco normativo ambiental en México que ampara la conservación y preservación del medio ambiente, así como el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Además de explicar la política pública y mencionar los instrumentos de los que se vale para establecer los diferentes programas y sobre todo la institución responsable de administrar y manejar las ANP en México, finalmente se describe su concepto y utilidad.

Las ANP actualmente representan el 32.99 % del territorio nacional, por la importancia que simbolizan en la conservación de los ecosistemas, cuidado de la gran biodiversidad que protegen, el extenso beneficio que originan con la realización de actividades productivas, así como los servicios ambientales que ofrece para el bienestar del ser humano, se le otorgó a Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), su responsabilidad y manejo. Su conservación y manejo requiere de sólidas políticas públicas, pero también de programas que atiendan las necesidades sociales y económicas de la población que las habita.

Por lo anterior, el presente capítulo tiene como objetivo analizar el impacto de la política pública y los recursos asignados hacia las ANP en la región Sureste y Suroeste de México.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

México ha participado en una serie de convenciones relacionadas con la conservación, protección, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, además de firmar convenios, tratados y acuerdos internacionales relacionados con la preservación de la biodiversidad y los recursos naturales, hasta el año 2019 ha suscrito un total de 72 (Senado de la República, 2019).

En la reunión de la Conferencia de las Partes de la Convención sobre la Diversidad Biológica realizada en Nagoya, Japón, en el año 2010, se aprobó el Plan Estratégico para la Biodiversidad (ONU *et al.*, 2010), mismo que contempló un periodo de 10 años, iniciando en el 2011 con término al 2020, cuyo objetivo principal era detener la pérdida de la diversidad biológica y asegurar la provisión de los servicios de los ecosistemas esenciales para las

personas. De los documentos inmersos en este marco internacional, por su estrecha relación con las ANP, se resaltan los siguientes:

1. Plan Estratégico para la Biodiversidad. El cual representa un marco útil, flexible y oportuno para todos los convenios relacionados con la diversidad biológica (ONU et al., 2010).
2. Metas Aichi. Son las 20 metas del Plan Estratégico para la Biodiversidad (denominadas metas Aichi), mismas que se agrupan en cinco objetivos estratégicos:
 - Abordar las causas subyacentes de la pérdida de la biodiversidad mediante su incorporación en todos los ámbitos gubernamentales y de la sociedad.
 - Reducir las presiones directas sobre la biodiversidad y promover la utilización sostenible.
 - Mejorar la situación de la biodiversidad salvaguardando ecosistemas, especies y diversidad genética.
 - Aumentar los beneficios de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas que provee.
 - Mejorar la aplicación a través de la planificación participativa, la gestión de los conocimientos y la creación de capacidad.
 - La número 11 o meta Aichi 11, hace referencia a las Áreas Naturales Protegidas.

Esta meta indica que:

Para 2020, al menos el 17 % de las zonas terrestres y de las aguas interiores y el 10 % de las zonas marinas y costeras, especialmente las que revisten particular importancia para la diversidad biológica y

los servicios de los ecosistemas, se habrán conservado por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados, y de otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y estas estarán integradas a los paisajes terrestres y marinos más amplios (ONU, CDB, PNUMA, 2010: 10).

Cabe mencionar que dicha meta, tiene relación directa con los ODS 6 (agua limpia y saneamiento), 11 (ciudades y comunidades sostenibles), 13 (acción por el clima), 14 (vida submarina) y 15 (vida de ecosistemas terrestres).

En el año 2022 en la segunda parte de la decimoquinta reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica (ONU, 2022), se aprobó el “Marco mundial de la diversidad biológica Kunming-Montreal”, el cual sigue manteniendo la Visión 2050 de “Vivir en armonía con la naturaleza” adoptada en el año de 2010 dentro del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. Para cumplir con la Visión, el Marco mundial incluye cuatro objetivos a cumplirse en el año 2050: Conservación y uso sostenible de la biodiversidad; acceso a los recursos genéticos de la biodiversidad; reparto justo y equitativo de los beneficios que generen; financiación de todas las medidas necesarias en favor de la biodiversidad.

Además, el Marco mundial (ONU, 2022), incluye metas orientadas a la acción para adoptar medidas urgentes, las cuales son:

- La conservación y gestión efectiva del 30 % de la superficie terrestre y de la superficie marina, mediante una red de áreas protegidas;
- Evitar cualquier extinción de especies amenazadas, debido a causas humanas;

- La planificación espacial favorable para la biodiversidad en todo el territorio;
- La reducción de la contaminación, incluyendo la reducción del riesgo de los pesticidas de alta peligrosidad al menos a la mitad, así como el descenso de pérdida de nutrientes al medio ambiente, también a la mitad;
- Eliminar, minimizar y reducir los impactos derivados de las especies exóticas invasoras, a través de la identificación y gestión de las vías de entrada de especies alóctonas, reduciendo al menos a la mitad las tasas de introducción y establecimiento de estas especies;
- Minimizar el impacto del cambio climático sobre la biodiversidad y promover la adaptación, mitigación y reducción de riesgos de desastres mediante soluciones basadas en la naturaleza.
- La plena integración de la biodiversidad en las políticas sectoriales, en especial de los sectores con mayor impacto para la biodiversidad como la agricultura, la pesca, la gestión forestal y la acuicultura.
- La movilización de recursos de todas las fuentes, domésticas e internacionales, públicas y privadas, para la financiación necesaria para la ejecución del marco mundial.
- Identificar, eliminar y revertir los incentivos y subsidios perjudiciales para la biodiversidad.
- Lograr la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y de la información digital sobre secuencias de recursos genéticos.

Objetivos de Desarrollo Sostenible

El concepto desarrollo se puede interpretar de diferentes formas, pero lo interesante es ubicar que este se presenta en todos los ámbitos concernientes a preservar la vida del ser humano, es por ello, que está en constante cambio o evolución. En este sentido, la protección, conservación y aprovechamiento del ambiente (medioambiente) es un tema trascendental, motivo por el cual se han realizado esfuerzos importantes en el ámbito internacional para tratar este asunto, con la finalidad de impulsar estrategias que permitan alcanzar los objetivos y metas diseñadas para prevenir, disminuir o erradicar el deterioro ambiental que se presenta en el mundo.

En el año de 1987, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en su informe dio a conocer la necesidad de un nuevo crecimiento económico, que sea vigoroso, pero a la vez social y ambientalmente sostenible. Es decir, plantea que el desarrollo sea duradero o sostenible, mismo que permita asegurar y satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. Esto implica que deben de existir “límites - no límites absolutos, sino limitaciones que imponen a los recursos del medio ambiente el estado actual de la tecnología y de la organización social y la capacidad de la biósfera de absorber los efectos de las actividades humanas” (ONU, 1987: 3, 23).

De acuerdo con el mismo informe, se establecen los principios, derechos y deberes generales que los Estados deben de asumir, entre los cuales están:

- Conservación y utilización duradera, donde los “Estados mantendrán los ecosistemas y los procesos ecológicos indispensables para el funcionamiento de la biosfera, conservarán la diversidad biológica y observarán

el principio del óptimo rendimiento sostenible en la utilización de los recursos naturales vivos y de los ecosistemas” (ONU, 1987: 381).

- Normas para el medio ambiente y vigilancia, para lo cual “los Estados establecerán normas adecuadas de protección del medio ambiente y vigilarán los cambios en la calidad del medio ambiente y la utilización de los recursos y publicarán los datos pertinentes” (ONU, 1987: 381).

Para el año 2000 se llevó a cabo la cumbre del milenio en las instalaciones de la Naciones Unidas en la ciudad de Nueva York, con el objetivo de aprobar la Declaración del Milenio, donde se incluyeron ocho objetivos a ser alcanzados al año 2015, mismos que se orientaron a: erradicar la pobreza extrema y el hambre; lograr la enseñanza primaria universal; promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer; reducir la mortalidad infantil; mejorar la salud materna; combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades; garantizar la sostenibilidad del medio ambiente; y fomentar una asociación mundial para el desarrollo (CEPAL, s.f).

De estos objetivos, el número 7 “Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente”, reconoce las necesidades humanas presentes sin destruir la capacidad del medio ambiente para atender estas necesidades en el largo plazo, a través las siguientes metas:

- 7a: Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente.
- 7b: Reducir la pérdida de biodiversidad, alcanzando, para el año 2010 una reducción significativa de la tasa de pérdida (meta nueva, ONU, 2008).

- 7c: Reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento.
- 7d: Haber mejorado considerablemente, en 2020, la vida de al menos 100 millones de habitantes de barrios marginales (ONU, 2000: 1-10).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, acordada por 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas, establece un marco ambicioso de 17 objetivos, 169 metas con sus respectivos indicadores de desarrollo sostenible con la finalidad de enfrentar los cambios sociales del planeta.

México ha asumido el compromiso de implementar la agenda 2030 y dar cumplimiento a los ODS y sus metas, especialmente en el cuidado del medio ambiente a través de la creación de leyes sostenibles, siendo un ejemplo de esto: la reforma a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en el sentido de eliminar el uso y comercio de ciertos plásticos tóxicos (bifenilos policlorados), modificación que atiende los ODS 3 Salud y bienestar, 14 Vida submarina, y 15 Vida de Ecosistemas Terrestres. Aprobación y Ratificación del Acuerdo de Escazú, cuyo objetivo es impulsar una política de medio ambiente integral, incluyente y la justicia ambiental que fortalece el sistema de gobernanza y justicia ambiental de México, lo cual incide en el ODS 13 Acción por el Clima (Senado de la República, 2021).

Marco normativo ambiental en México

Para la preservación, conservación y aprovechamiento del ambiente en México, se ha normado a través del decreto de leyes, todas ellas sustentadas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) como norma fundamental para regir jurídicamente el funcionamiento del país en dicha materia.

Por lo anterior se parte del artículo 4º de la CPEUM, el cual indica que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley. Tomando como referencia este artículo se han planteado las siguientes leyes y reglamentos (tabla 1).

Tabla 1. Leyes y reglamentos federales asociadas con la preservación, conservación y aprovechamiento del medio ambiente en México

Ley	Año de publicación
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	1998
Ley General de Vida Silvestre	2000
Ley de Desarrollo Rural Sustentable	2001
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	2013
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	2018
Ley General de Cambio Climático	2021
Reglamento	Última Reforma
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	2023
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	2020
Ley General de Vida Silvestre	2014

Fuente: Elaboración propia a partir de las leyes y reglamentos consultados de la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, (2023).

Como se observa en la tabla 1, actualmente no existe una ley específica para regular las actividades de las ANP a pesar de su importancia nacional e internacional, así como los acuerdos internacionales que México ha suscrito y

los compromisos asumidos derivados de ellos. Adicionalmente Castro (2018) y Carabias (2020) mencionan que no existe una ley específica que permita administrar y manejar la ANP de forma eficiente, por lo que se tiene que recurrir a la aplicación de diferentes leyes que se complementen entre sí, además de poseer operadores deónticos para regular dichas áreas, lo cual genera una mayor complejidad en la protección y manejo de las mismas.

Política pública en México

Aguilar (2012) define la política pública como el conjunto de acciones premeditadas y causales. Es decir, se orientan a solucionar problemas de interés o beneficio público de manera eficaz. En su construcción o diseño debe existir el dialogo entre gobierno y sociedad, su ejecución corre a cargo de actores gubernamentales o de la asociación de estos con actores sociales o privados previamente autorizados por el gobierno (Aguilar, 2012:17).

Este mismo autor, resalta las siguientes cuatro características esenciales de la política pública: orientación e idoneidad, participación ciudadana, decisión de la política del gobierno; implementación y evaluación de la política. Finalmente, hace hincapié que lo específico de la política pública es que integra un conjunto de acciones estructuradas, estables y sistemáticas, mismas que muestran la forma como el gobierno ejecuta de manera permanente y estable las obligaciones públicas, así como la satisfacción de los problemas públicos (ibid.: 17).

En otras palabras, la importancia de la política pública reside en poner en práctica las actividades premeditadas y causales, dirigidas a la ejecución de un objetivo de interés y beneficio público, misma que se sustenta en

lineamientos de acción, agentes, instrumentos, procedimientos y recursos, los cuales se pueden ejercer en el tiempo de manera constante y coherente.

En este sentido, los instrumentos que se desprenden de la política pública de acuerdo con Lascoumes y Le Gales (2007: 2), son analizados de manera periférica con la intención de comprenderla. De la Mora (2019) comenta que, en los diferentes y complejos contextos sociales, se originan programas y políticas de los diversos sectores en los que participa el Estado, así como otros actores no gubernamentales, dando origen a dinámicas de interacción social complejas. Asimismo, resalta que los instrumentos están relacionados con las maneras de hacer política y el modo de interacción entre los actores, de igual forma hace hincapié que pueden existir varios instrumentos y modos de interacción en un mismo espacio y tiempo, sin que represente necesariamente la colaboración y confluencia de los mismos.

Las ANP son espacios importantes en la provisión y mantenimiento de diferentes servicios ambientales, fueron consideradas desde mediados del siglo XX como elementos de la política pública internacional, nacional y local, a consecuencia del rápido deterioro ambiental y sus efectos para la sobrevivencia del ser humano. Es por ello, que los países miembros de la ONU tienen que incorporar los principios y compromisos en favor del cuidado del medio ambiente en sus marcos institucionales nacionales (De la Mora, 2019).

Bajo este contexto, la construcción de políticas públicas orientadas a las ANP se proyecta a partir de los decretos o reformas a las leyes correspondientes, así como la desconcentración de órganos especializados que favorece la realización de programas y proyectos de inversión en el área de conservación, administración y manejo de estas.

Retomando el sentido de la política pública, que consiste en plantear objetivos y acciones por parte del gobierno, para atender las necesidades prioritarias de la población, los planes de desarrollo nacional son los documentos que establecen los objetivos y estrategias que serán la base para elaborar los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que surjan de éste. Es decir, remiten a una construcción técnica (donde el componente político puede estar presente), con mayor o menor capacidad de expresar la complejidad del problema. Además, estos se constituyen de un conjunto de proyectos que buscan los mismos objetivos (Cohen y Franco, 2005:86), y son los responsables de establecer las prioridades de la intervención, puesto que proporcionan los elementos para reconocer y organizar los proyectos, definir el marco institucional y asignar los recursos.

Por lo anterior el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT), contribuye a los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND), de acuerdo con el Segundo Eje de Política Social, el cual tiene como base el impulso al desarrollo sostenible, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población (Secretaría de Gobernación, 2020b). Dentro de los cinco objetivos que se plantea el 1º busca promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.

En concordancia con el PROMARNAT, el Programa de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas 2020-2024 de la CONANP, contribuye a los

objetivos establecidos en el PND como parte del Segundo Eje de Política Social, para lo cual plantea los siguientes objetivos:

- Fortalecer el manejo efectivo de las ANP e impulsar el incremento de la superficie de conservación para mantener la representatividad de la biodiversidad, la conectividad y funcionalidad de los ecosistemas y la provisión de sus servicios ambientales para el mejoramiento de la calidad de vida de las actuales y futuras generaciones.
- Impulsar la participación comunitaria en la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en las ANP para mejorar sus medios de vida y reducir su vulnerabilidad.
- Promover la restauración de ecosistemas, así como acciones de protección y monitoreo para la conservación y recuperación de especies prioritarias y sus hábitats en las ANP y zonas de influencia.
- Fortalecer las capacidades institucionales para el logro de los objetivos sustantivos de la Comisión, optimizando la coordinación y articulación intra e interinstitucional con otras dependencias y actores involucrados con las ANP y fomentando y fortaleciendo la participación y cooperación internacional.

A lo largo del periodo analizado diversos programas de subsidio a las ANP han desaparecido o se han fusionado, así se tiene que programas como Acción para la Conservación de la Vaquita Marina, Vigilancia Comunitaria en Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Influencia, Programa de Conservación del Maíz Criollo, Programa de Monitoreo Biológico en Áreas Naturales Protegidas desaparecen de la asignación presupuestal en 2016 y sus funciones son absorbidas por los programas existentes: Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo y, Programa de Manejo de Áreas

Naturales Protegidas. Estos dos últimos programas funcionaron hasta 2019 para posteriormente también fusionarse en el Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies Prioritarias (PROREST) que inicia operaciones en 2020 (tabla 2).

Tabla 2. Programas de subsidios operados por la CONANP 2010-2023

Tipo de subsidio	Clave	Nombre del programa	Vigencia
Sujetos a Reglas de Operación	S046	Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES)	2009-Vigente
Otros Subsidios	U040	Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies Prioritarias (PROREST)	2020-Vigente
	U009	Programa de Acción para la Conservación de la Vaquita Marina (PACE:Vaquita)	2008-2015
	U024	Programa de Vigilancia Comunitaria en Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Influencia (PROVICOM)	2011-2015
	U025	Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo	2011-2019
	U029	Programa de Conservación del Maíz Criollo (PROMAC)	2011-2015
	U034	Programa de Monitoreo Biológico en Áreas Naturales Protegidas (PROMOBI)	2012-2015
	U035	Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (PROMANP)	2012-2019

Fuente: Elaboración propia con datos SHCP (2023a) y CONEVAL (2016)

Para poder cumplir con los objetivos establecidos, la CONANP actualmente solo cuenta con dos programas de subsidios vigentes en el 2023, PROCODES con una amplia trayectoria y el PROREST, de reciente creación.

El PROCODES está destinado a la población habitante de las ANP y sus zonas de influencia para que a través de proyectos, cursos de capacitación, estudios técnicos y brigadas de contingencia ambiental se generen oportunidades productivas alternativas que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los habitantes, puedan aprovechar los recursos naturales y la biodiversidad de forma sostenible y se vuelvan partícipes en la gestión de su territorio, para que se proteja, conserve y restaure (Secretaría de Gobernación, 2022).

El PROREST promueve la protección y restauración de los ecosistemas, así como la conservación de la biodiversidad en la ANP y su zona de influencia, involucrando a los habitantes de las comunidades asentadas y el sector académico a participar en sus componentes: Estudios Técnicos para el Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Conservación Comunitaria en Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2023)

Áreas naturales protegidas en México

El área natural protegida es definida por la Comisión Mundial de Áreas Naturales Protegidas (WCPA, por sus siglas en inglés) como el “espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y administrado, a través de medios legales u otros similarmente efectivos, para lograr la conservación de la naturaleza con sus servicios ecosistémicos asociados y valores culturales” (CONABIO, 2022).

Además, la misma comisión WCPA, de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), clasifica en seis categorías las áreas

protegidas: Reserva natural estricta; Área silvestre; Monumento o rasgo natural; Área de manejo de hábitat/especies; Paisaje terrestre o marino protegido; y Área protegida con uso sostenible de recursos naturales.

En México, las ANP de acuerdo al artículo 3 de la LGEEPA, las define como “las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas (Secretaría de Gobernación, 1998).

De igual manera la misma ley, pero en la Sección II Tipos y Características de las Áreas Naturales Protegidas, artículo 46, clasifica y asigna la nomenclatura a estas áreas: Reservas de la biosfera, Parques nacionales, Monumentos naturales, Área de protección de recursos naturales, Área de protección de flora y fauna, Santuarios, Parques y Reservas Estatales, Zonas de conservación ecológica municipales y otras categorías que establezcan las legislaciones locales, así como Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

Es necesario mencionar, que el primer antecedente de las áreas protegidas en México se remite al decreto que emitió el 27 de noviembre de 1876 el presidente Lerdo de Tejada del bosque del Desierto de los Leones como reserva forestal, siendo esta la primera área natural protegida en el país (PRI, 2014). El 27 de noviembre de 1917, el presidente Venustiano Carranza decretó esta reserva forestal con la categoría de Parque Nacional, siendo esta ANP la primera en decretarse bajo esta categoría en México, ubicada al suroeste de la Ciudad de México en las delegaciones Cuajimalpa y Álvaro Obregón, con una superficie de mil 529 hectáreas de bosque de pino (Secretaría de Gobernación, 1917).

Posteriormente a esta fecha, se dio la creación de un número importante de ANP, ejemplo de ello lo observamos que durante el periodo comprendido del año 1917 al año 1940 se establecieron 40 (CONANP-SEMARNAT, 2018), así sucesivamente hasta llegar a la actualidad con 186 áreas (CONANP, s.f).

Por último, es preciso resaltar la importancia de las ANP, no solo en el ámbito nacional, sino también internacional debido a que, en estos espacios terrestres o marinos se da el proceso de protección y conservación de una diversidad de ecosistemas, mismos que alojan una variedad importante de especies de flora y fauna, pero además colaboran en mitigar y reducir los daños y efectos tanto del cambio climático como las emisiones de gases de efecto invernadero, de esta manera se participa para el control del calentamiento global. Sin olvidar, los valores culturales ahí presentes (PNUD y CONANP, 2019).

METODOLOGÍA

Para la presente investigación se recurrió al método de análisis de documentos y la técnica documental, lo que facilitó recopilar, sistematizar y analizar la información de los documentos oficiales como: Informes internacionales y nacionales, leyes, normatividad y decretos del ámbito federal y estatal, correspondiente al periodo 2010-2023 de las ANP inmersas en la región de estudio.

En la regionalización se consideró el modelo que establece Fouquet (2002) de ocho regiones: Noroeste, Noreste, Occidente, Oriente, Centro norte, Centro sur, Suroeste y Sureste, porque se apega más a la propuesta de estudio. De esta manera los estados de la República mexicana que conforman la región Suroeste son Guerrero, Oaxaca y Chiapas, y el Sureste se integra por Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Los datos relacionados con las áreas naturales protegidas en el ámbito nacional y estatal se obtuvieron del subsistema de información del Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC), pues maneja la información oficial e incorpora datos e indicadores sobre efectividad e impacto de políticas públicas aplicadas a la conservación, protección, manejo de las ANP, los datos corresponden a enero de 2023. Se observa una diferencia de 530 hectáreas en la superficie del ambiente terrestre entre los datos proporcionados en el Listado de las Áreas Naturales Protegidas, la cual muestra la clasificación de las 186 ANP y su distribución en ambiente marino y terrestre con la Numeralia, que además de datos generales proporciona la superficie por estado, pero dada la importancia de separar las ANP compartidas con estados que no corresponden a la región de estudio, se utilizó esta información agregando la observación respectiva.

Se analizaron los datos del Presupuesto de Egresos de la Federación aprobado para los años 2010 a 2023. La comparación de cifras se realizó en términos constantes, para lo cual se utilizó el deflactor implícito del PIB base 2013, considerando para el año 2023 los datos publicados en Pre-Criterios 2023 (SHCP, 2022).

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de esta investigación, que consiste en la indagación de documentos oficiales que faciliten analizar el impacto de la política pública y los recursos asignados para el manejo y cuidado de las ANP en las regiones de estudio.

Contribución de la ANP a los ODS y sus metas establecidas

Rumbo al cumplimiento de los ODS en el año 2030, las ANP contribuyen sustancialmente a alcanzar diversas metas establecidas en ellos, pues al proteger, cuidar y restaurar áreas, la biodiversidad y el patrimonio cultural existente, contribuyen con alimentos, empleo, clima, agua, entre otros, lo cual es fundamental para alcanzar el desarrollo sostenible en México. Aun cuando la CONANP no establece esta relación con los ODS, en los distintos documentos revisados, así como en el del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020–2024, se puede ver esta relación. La relación directa con los ODS y sus respectivas metas se muestran a continuación:

- ODS 1 Fin a la Pobreza. Las ANP brindan posibilidades a los habitantes y poseedores de las áreas que contribuyen a mejorar el medio ambiente, para satisfacer sus necesidades básicas al usar sus recursos de forma sostenible, generan opciones productivas que generan ingresos sin abandonar su lugar de origen, y a través de subsidios se les apoyan con recursos para que sigan cuidando, protegiendo y restaurando estas áreas (meta 1.5).
- ODS 2 Hambre Cero. La población para su supervivencia depende de los recursos naturales, y aún más si habita en las ANP, porque satisfacen sus necesidades alimenticias con productos disponibles, muchos de ellos claves para proteger su biodiversidad pues su alimentación depende de ello. Su importancia los articula con el aprovechamiento de la naturaleza (meta 2.4).

- ODS 3 Salud y Bienestar. Las ANP contribuyen a la salud y el bienestar, en el sentido de reducir las muertes por el uso excesivo de productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo, además los bosques y humedales mejoran la calidad del aire que respiramos, protegen contra variaciones en el clima y desastres naturales, y ofrecen espacios de turismo y recreación (CONANP, 2020) (meta 3.9).
- ODS 6. Agua Limpia y saneamiento. Contribuye con este objetivo al proteger y restablecer ANP y ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos, de esta forma ayuda a contar con agua limpia (meta 6.6). En la Ciudad de México, Puebla, Morelos, Tlaxcala y el Estado de México, las ANP proveen agua para 13 millones de personas (CONANP, 2020)
- ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico. A través de Políticas públicas efectivas que impulsen actividades productivas o turísticas innovadoras y sostenibles en la ANP, permitirá proveer de puestos de trabajo locales y decentes a los habitantes y áreas colindantes (metas 8.3 y 8.9).
- ODS 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles. Un aspecto importante a considerar para disminuir los efectos de la urbanización es que se tiene que proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo, objetivo primordial de las ANP, pues incluye zonas arqueológicas y comunidades rurales e indígenas poseedores de conocimientos y saberes heredados ancestralmente (meta 11.4)
- ODS 13 Acción por el Clima. Las ANP es una estrategia eficiente para disminuir los efectos del cambio climático que actualmente se están observando en el planeta, al contrarrestar los efectos por la emisión

de CO₂ en la atmósfera, por tanto, reduce los efectos de huracanes, sequías severas o cambios extremos de temperatura (metas 13.1; 13.2; 13.3; 13.a y 13. b)

- ODS 14 Vida Submarina y ODS 15 Vida de Ecosistemas Terrestres. Las ANP contribuyen a conservar tanto la vida submarina como los ecosistemas terrestres, indispensables para contar con los recursos naturales necesarios para satisfacer la demanda de alimento y servicios que estos brindan a la población total del planeta (metas 14.1, 14.2, 14.3, 14.4, 14.5, 14.6, 14.7, 14. a, 14. b y 14. c; 15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7, 15.8, 15.9: 15.a, 15. b y 15.c.)

Estas contribuciones identificadas de las ANP para el logro de los ODS y sus metas son congruentes con lo mencionado por Carabias (2020), al comentar que estas áreas pueden ser una estrategia para el combate a la pobreza, de superación de las desigualdades, inclusión de los sectores vulnerables y marginados, en la generación de nuevos empleos dignos y verdes, ya que es una estrategia alineada con los acuerdos multilaterales que México ha firmado.

Áreas Naturales en México y la región Suroeste y Sureste

La CONANP actualmente administra 186 ANP de carácter federal que abarcan el 10.94 % de la superficie terrestre y 22.05 % de la superficie marina que conforman el territorio de México. 149 ANP son de índole terrestre, seis corresponden a áreas marinas y 31 son de carácter mixto (terrestre y marina), mismas que engloban un total de 90,962,486 hectáreas (SIMEC, 2023a). Es normal ver la agrupación de las ANP en ambientes terrestres, que incluye la superficie continental, insular y cuerpos de agua epicontinentales;

y el ambiente marino que son estrictamente marinos. Bajo esta última clasificación, el ambiente marino tiene 37 ANP y representan el mayor porcentaje de hectáreas protegidas (76.36 %), en el medio terrestre se ubican 180¹ ANP (23.64 % de las hectáreas).

Tabla 3. ANP protegidas en México y la región Suroeste y Sureste en el año 2023

Tipo de ANP	México		Región Suroeste y Sureste	
	Número total de ANP terrestres	Hectáreas*	% del número total de ANP	% de hectáreas
Área de Protección Recursos Naturales	9	4,511,325	11.11	3.94
Monumento Natural	5	16,213	60.00	49.68
Parque Nacional	65	668,793	26.15	9.82
Protección de Flora Y Fauna	41	6,743,503	34.15	13.37
Reserva de la Biosfera	42	9,557,750	42.86	30.00
Santuario	18	6,817	38.89	40.13
Total	180	21,504,401	33.33	18.71

*Existe una diferencia de 530 hectáreas en el total, que se describe en la metodología

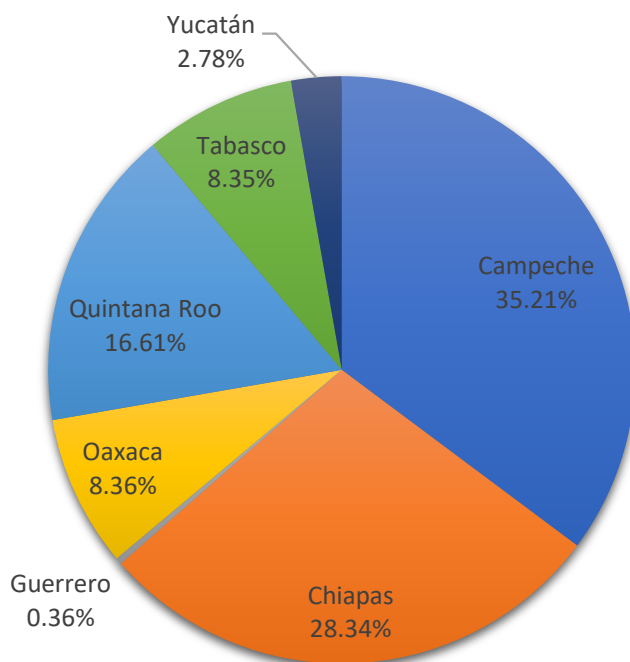
Fuente Elaboración propia con datos del SIMEC (2023a y b)

1 Estas dos últimas cifras no deben sumarse, pues ambas incluyen el número de áreas de carácter mixto, mismas que se desglosan en su respectiva parte terrestre y marina.

De acuerdo con las categorías de clasificación que se establece en la LGEEPA, estas 180 ANP en el medio terrestre, tiene un mayor porcentaje en la categoría de Parque Nacional, seguida de la Reserva de la Biosfera y Área de Protección de Flora y Fauna, Santuario, Áreas de Protección de Recursos Naturales (tabla 3). La región Suroeste y Sureste tiene bajo su jurisdicción y cuidado 60 de ellas, por el número existente se concentran en Reserva de la Biosfera (18), parque nacional (17) y Protección de Flora y Fauna (14). La superficie total de la región representa el 18.71 % de las ANP terrestres en México, un dato importante de la región es que concentra la mitad de la superficie nacional destinada a monumento natural, así mismo, la proporción que resguarda como reserva de la biosfera y santuario es considerable, sobre todo por la cantidad de hectáreas.

Por el número de hectáreas, Campeche, es el estado que mayor superficie aporta a la región de estudio, seguido de Chiapas, solo estos dos estados concentran el 63.54 % de la región. El estado que menos aportan a la superficie de las ANP es Guerrero, aun así, cuenta con tres parques nacionales, dos santuarios y reserva de la biosfera (figura 1)

Figura 1. Participación de los estados en la superficie terrestre total de las ANP que conforman la región Suroeste y Sureste



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMEC (2023a)

En cuanto a la superficie marina nacional, de las 69 458 613 ha, la región de estudio concentra el 10.24 %, que incluye ANP distribuidas entre Protección de Flora y Fauna (3), Parque Nacional (7) y Reserva de la Biosfera (8), pues la región carece de santuarios. Es importante destacar que el estado de Quintana Roo posee la mayor superficie decretada en áreas naturales marinas de la región con el 89.75 %, el resto (10.25 %) se distribuye entre el resto de los estados, siendo Oaxaca la entidad con menos superficie aportada, apenas

el 0.08 % a través del Parque Nacional Huatulco (tabla 4). Otro aspecto por resaltar en la región es su área de Protección de Flora y Fauna, pues representa el 89.75 % del total nacional.

Tabla 4. Superficie marina nacional y en el área de estudio Suroeste y Sureste

	Protección de Flora y Fauna	Parque Nacional	Reserva de la Biosfera	Santuario	Total
Nacional	328,262	15,546,299	53,438,488	145,565	69,458,613
Quintana Roo	133,841	47,931	6,201,930	0	6,383,702
Yucatán	0	333,716	0	0	333,716
Oaxaca	0	5,516	0	0	5,516
Campeche	0	0	181,991	0	181,991
Chiapas	0	0	29,215	0	29,215
Campeche y Tabasco	158,869	0	0	0	158,869
Campeche y Yucatán	0	0	19,556	0	19,556
Total, regiones	292,709.56	387,162.32	6,432,692.46	0	7,112,564

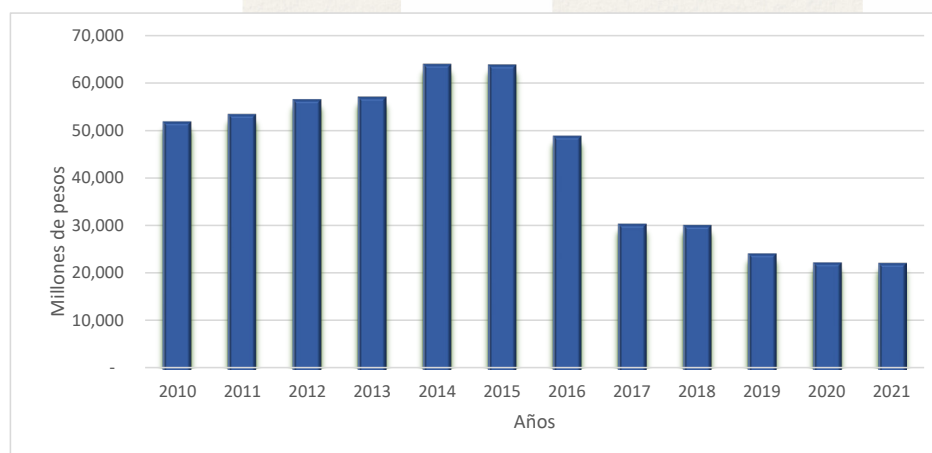
Fuente: Elaboración propia con datos del SIMEC (2023b)

Presupuesto asignado a la protección de las áreas naturales

La ampliación de la superficie destinada como ANP por el Estado Mexicano en los últimos años es sin lugar a duda, un avance para la conservación del patrimonio nacional y mundial, y es un factor que permite acercarnos

al cumplimiento de las distintas metas establecidas en los ODS. Esto tiene implicaciones a nivel presupuestal, pues significa que también debe incrementar los recursos destinados a su cuidado y protección. Desafortunadamente esto no se observa en las asignaciones presupuestales.

Figura 2. Presupuesto real asignado a la SEMARNAT 2010-2023 (Precios 2013)



Fuente: Elaboración propia con datos de SHCP (2023a)

En el periodo analizado el presupuesto asignado a la SEMARNAT mostró un crecimiento continuo hasta el año 2014, cuando recibió la cantidad en términos reales de \$63,073 millones de pesos, para el año siguiente tendría cambio negativo mínimo de -0.30 %, las variaciones significativas se registraron en el presupuesto asignado para el año 2016, 2017 y 2019, al presentar una diferencia respecto al año anterior de -22.29 %, -39.43 % y -20.74 % (figura .2). El descenso continuó hasta 2021, cuando se le asignó

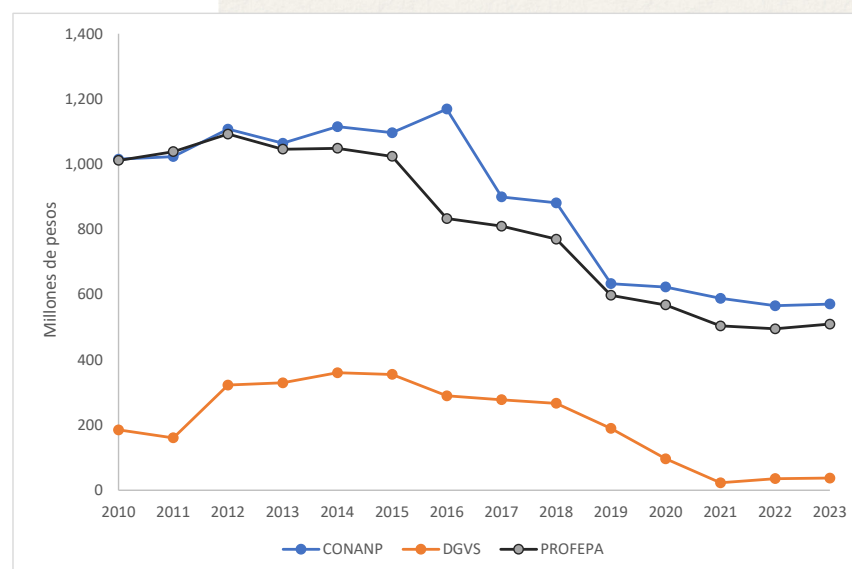
la cantidad de 21,296 millones, es decir, apenas 33.76 % del presupuesto asignado en 2014. Para 2022 y 2023 la tendencia cambió e incluso el presupuesto asignado mostró un crecimiento alto, se observan incrementos de 21.17 % y 78.42 % respectivamente. El incremento en los recursos asignados para los últimos dos años pareciera ser muy alto, sin embargo, como se observa en la gráfica, está lejos de alcanzar el nivel de 2014.

Esta asignación presupuestal a la SEMARNAT afecta directamente a las ANP, pues además de que se ha reducido a lo largo del periodo analizado, la mayor proporción de éste se asigna a la Conagua, organismo que en el año 2023 absorbe el 90.56 %, el resto se distribuye entre la CONANP, Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INEC), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), es decir, menos del 10 % del presupuesto de la SEMARNAT se destina a restaurar, proteger y conservar las ANP y la biodiversidad existente, ya sea a través de la producción, procuración de justicia ambiental o de su operación y manejo. En promedio para el periodo 2010-2023 la CONANP, Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) y PROFEPA absorbieron 4.82 % del presupuesto asignado a la SEMARNAT, el mayor porcentaje fue en 2017 cuando captaron 6.73 %, el menor en 2023 cuando solo participan del 2.41 %.

Con la disminución del presupuesto a la SEMARNAT en los últimos años, toda su estructura administrativa y programas dependientes de éste, tuvieron la misma tendencia, por tanto, los recursos destinados a ANP redujeron considerablemente, su recuperación se da en 2022 para la DGVS y 2023 para CONANP y PROFEPA (figura 3). A pesar de la recuperación en la asignación

presupuestal en 2023, esta no es tan alta como la registrada por SEMARNAT (78.42 %), pues registran una variación con respecto a 2022 de 0.91 %, 4.67 % y 2.92 % para CONANP, DGVS y PROFEPA respectivamente. Como también puede observarse en la gráfica 3.3, el incremento observado durante 2023 es muy bajo para compensar el descenso registrado durante los años anteriores y recuperar el nivel máximo asignado durante el periodo analizado, pues para este año el presupuesto aprobado representa apenas el 48.84 % para la CONANP, 10.37 % para la DGVS y 46.65 % para la PROFEPA del máximo registrado, es decir, en términos reales difícilmente alcanzarán los recursos asignados en el sexenio anterior, más aún si se consideran las políticas de austeridad implementadas en el ámbito nacional.

Figura 3. Presupuesto real asignado a PROFEPA, CONANP y DGVS 2010-2023 (Precios 2013)



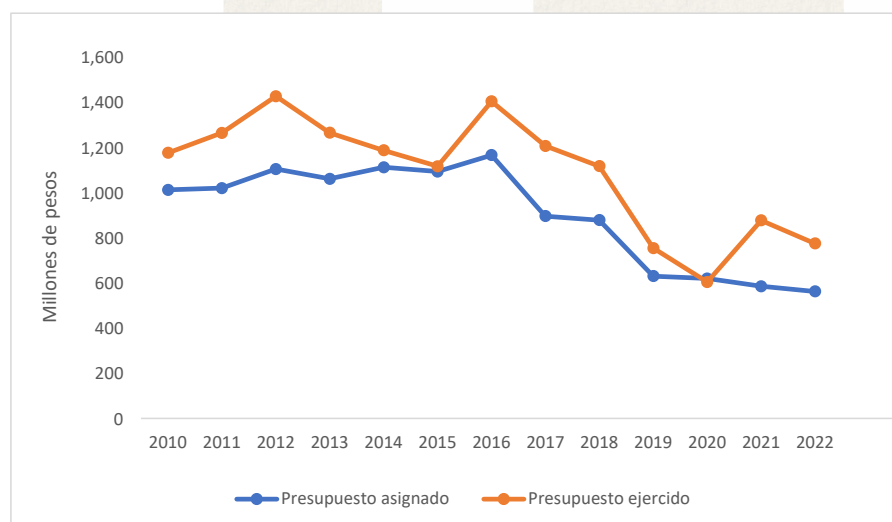
Fuente: Elaboración propia con datos de SHCP (2023a)

La CONANP es responsable de las ANP, cuya superficie asciende a 90 millones 962 mil ha y se mantienen en crecimiento, sin embargo, el presupuesto asignado no refleja la responsabilidad que le han conferido, para el periodo representa un promedio de 2.26 % de los recursos económicos asignados a la SEMARNAT y en 2023 sólo representa el 1.23 %, además de que han disminuido considerablemente desde 2016. A pesar de las disminuciones asignadas en el Presupuesto de Egresos de la Federación, en sentido contrario a esta tendencia, más ANP se han incorporado, lo cual ha generado adecuaciones presupuestarias en la SEMARNAT, para apoyar a la CONANP y que ésta pueda cumplir con las actividades que la tiene a su cargo. Derivado de lo anterior, es posible observar que el presupuesto ejercido por la CONANP, salvo en 2020, es mayor al asignado para los años del periodo analizado (figura 4). Aun cuando el presupuesto ejercido es mayor al asignado, es inevitable que tenga implicaciones en el manejo de la ANP, pues además de generar incertidumbre, limita las funciones y compromete la eficiencia en su protección, cuidado y manejo, pues los recursos necesarios para su funcionamiento no están garantizados y es evidente que son cantidades mayores que las asignadas.

La reducción del presupuesto asignado a la protección de las áreas naturales protegidas, anteriormente mencionado, concuerda con lo reportado por Vega (2020), el cual indica que durante el periodo 2015-2020 se ha dado una reducción del monto presupuestario que se destina a la SEMARNAP, misma que distribuye entre sus órganos administrativos desconcentrados, lo que conlleva a que se dé una menor capacidad de atención, regulación, gestión, prevención, influencia, intervención, preservación, restauración, fomento y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas, sus servicios

ambientales y de los recursos naturales del país. Situación similar es señalada por Errejón *et al* (2020), ya que estos autores mencionan que se da un importante recorte al presupuesto a partir del año 2017. Estos recortes mencionados traen consigo que disminuya la capacidad operativa y administrativa de la CONANP.

Figura 4. Presupuesto real asignado y ejercido por CONANP 2010-2022 (Precios 2013)

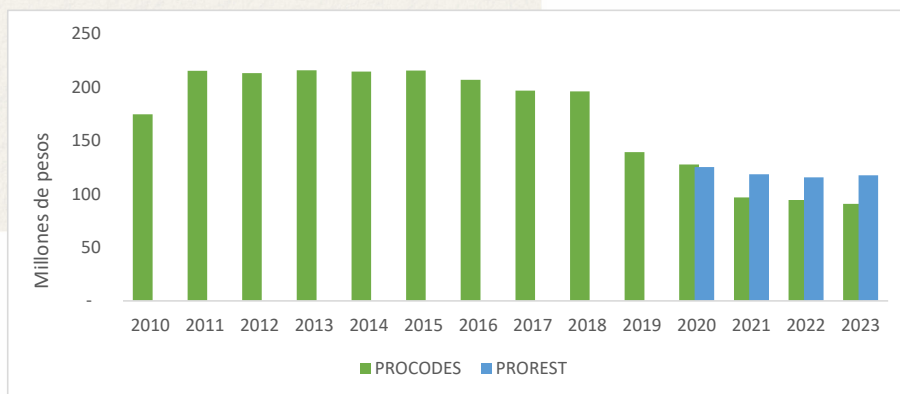


Fuente: Elaboración propia con datos de SHCP (2023 a y b)

Esta disminución en su asignación presupuestal de la CONANP se asocia a eliminación o fusión de programas que operan en beneficio de las ANP y sus habitantes. El PROCODES representa para el periodo de análisis un promedio un 19.30 % del presupuesto total asignado a la CONANP, sin embargo, tiene una disminución continua desde 2015, tanto en los montos asignados como en

la participación del total del presupuesto (figura 5). En 2023 representó tan solo el 42.13 % del monto más alto, recibido en 2013, y solo se le destinó 15.91 % del presupuesto asignado a la CONANP. El PROREST, de reciente creación, en 2021 superó el monto asignado a PROCODES, y representa en 2023 el 20.57 % del presupuesto asignado a la CONANP, monto muy bajo si se considera que ha absorbido diversos programas a lo largo del periodo de análisis.

Figura 5. Presupuesto real asignado al PROCODES y PROREST 2010-2023 (Precios 2013)

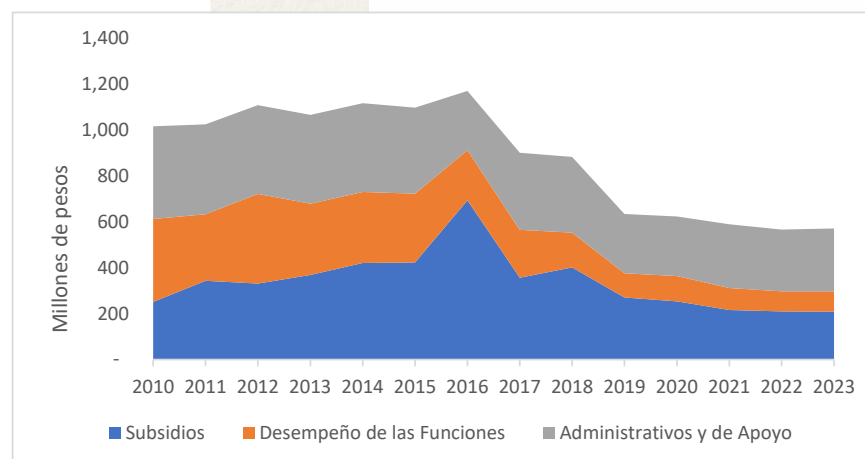


Fuente: Elaboración propia con datos de SHCP (2023a)

Los programas presupuestarios que ha manejado la CONANP desde 2010 la mayoría de ellos han desaparecido, cambiado de nombre o absorbidos por otros, para fines de observar el comportamiento de los montos asignados, se incluyen los tres grupos de programas presupuestarios que conforman los recursos de la CONANP: Subsidios a los sectores social y privado, que incluye los recursos destinados para subsidios a la producción e inversión (programas

sociales actualmente solo incluye PROCODES y PROREST); Desempeño de sus funciones que agrupa las asignaciones para materiales y suministros (capítulo 2000), contratación de servicios generales (capítulo 3000), las transferencias al sector público y privado (capítulo 4000), adquisición de bienes muebles, inmuebles e intangibles, incluyendo adjudicaciones, expropiaciones e indemnizaciones (capítulo 5000) e inversión pública en obras, proyectos productivos y acciones de fomento (capítulo 6000) y; Administrativos y de Apoyo, agrupa las remuneraciones, prestaciones y obligaciones derivadas de las relaciones laborales del personal permanente o transitorio (capítulo 1000²)

Figura 6. Grupos de Programas Presupuestarios que conforman los recursos totales reales asignados a la CONANP 2010-2023 (Precios 2013)



Fuente: Elaboración propia con datos de SHCP (2023a)

2 Incluye solo el capítulo 1000 desde 2020, con anterioridad también incluyó: Concepto 33401 servicios para capacitación a servidores públicos en 2018-2019 y Concepto 3300 servicios profesionales, científicos, técnicos y otros servicios en 2010-2017

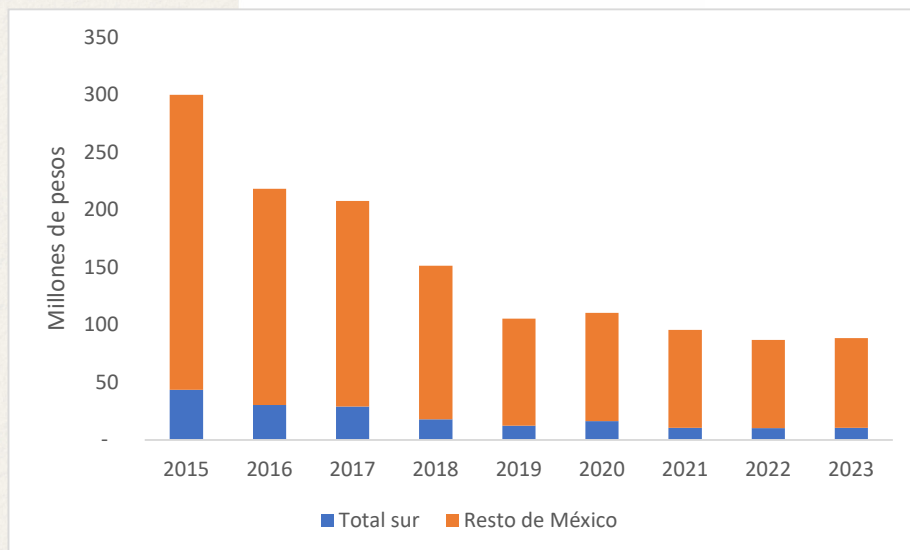
Como se observa en la figura 6, existen partidas presupuestarias que no pueden modificarse fácilmente a pesar de la disminución del presupuesto, como es el caso de los recursos destinados al pago del personal que labora para CONANP, los cuales hasta 2018 representaban en promedio 34.94 % de su presupuesto total y para 2023 representa el 48.01 %.

El grupo de programas presupuestarios que más ha disminuido, son los destinados al desempeño de las funciones, en el periodo 2010-2015 representaba el 30.53 % del total de la CONANP, del 2015 al 2016 hay un descenso del 27.23 % en esta participación, y continuó disminuyendo en años posteriores hasta ubicarlo en 15.51 % en 2023. Los recursos se asignan básicamente a materiales y suministros, así como a contratación de servicios generales, pues el capítulo 4000 (las transferencias al sector público y privado) es muy bajo en este grupo de programas, para 2022 y 2023 representa solo el 0.28 %. Es preocupante que se haya dejado de destinar recursos para el capítulo 5000 (adquisición de bienes muebles, inmuebles e intangibles, incluyendo adjudicaciones, expropiaciones e indemnizaciones), es decir, se ha dejado invertir entre otras cosas, en vehículos, equipo de transporte y refacciones, necesarios para realizar sus actividades de supervisión y vigilancia en las ANP tanto terrestres como marinas. Se dejó de destinar recursos para vehículos y equipo de transporte (concepto 5400) desde el año 2015, en 2021 se realizó una asignación exclusivamente para el estado de Nayarit. Otro concepto que no le asignan recursos desde 2015 es inversión pública (capítulo 6000), en los años analizados recibió en cuatro ocasiones, en 2015 y 2014 las cantidades representaron el 1.92 % del total de la CONANP, en 2011 el 5.19 %, solo en 2012 se observa una cifra considerable pues representó el 19.35 %.

En este grupo de programas (desempeño de las funciones), es donde se observa el desglose hacia los estados que conforman la región Sureste y Suroeste, el periodo de análisis es del año 2015 al 2023 debido a, que en fechas anteriores solo se reportan las asignaciones por partidas genéricas en cada programa presupuestario. Los recursos se asignaron a través de los Programas presupuestarios: Conservación y Manejo de Áreas Naturales Protegidas (clave E016) en los años 2021-2023; Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (clave G013) en los años 2015-2020 y; Programa de Inversión en Infraestructura Social y de Protección Ambiental (clave K138) en el año 2015. Los recursos asignados a los programas E016 y G013 se desglosan en conceptos de materiales, suministros y contratación de servicios generales como agua, luz, entre otros (capítulo 2000 y 3000), por su parte los del programa K138 en inversiones en Tabasco y Campeche por un valor en términos reales de \$5 millones 756 mil pesos, que representaron el 65.09 % de los recursos recibidos en este programa y para inversión en la CONANP en 2015.

Como se observa en la figura 7, la región Suroeste y Sureste tiene baja participación de los recursos asignados. La proporción se mueve entre 11.17 y 14.89 %, lo cual es poco importante ante la disminución de los recursos, pues en 2023 representan solo el 24.25 % de los asignados en 2015. Esto sumado a los capítulos que no reciben recursos compromete la operatividad para la protección, cuidado y recuperación de las ANP.

Figura 7. Participación de la región Suroeste y Sureste en los recursos reales asignados para el desempeño de las funciones (Precios 2013)



Fuente: Elaboración propia con datos de SHCP (2023a)

CONCLUSIONES

México ha cumplido con la creación y decreto de ANP de acuerdo con el porcentaje estipulado en el Plan Estratégico para la Biodiversidad, el cual establece entre sus 20 metas (metas Aichi), la meta 11 la cual se refiere a las Áreas Naturales Protegidas, éstas tenían que cubrir el 17 % de las zonas terrestres y el 10 % de las aguas interiores, en el período de 2011 a 2020. Esto muestra que le ha dado la importancia en materia de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, que representan las ANP, y a la vez consolidó un Sistema de Áreas Naturales Protegidas.

Como se aprecia, México tiene un amplio marco normativo para proteger, conservar y aprovechar los recursos naturales con los que dispone, pero en materia de ANP no cuenta con una ley específica, pues esta se norma de la LGEEPA y del reglamento de la misma ley, para estipular como debe de ser su establecimiento, administración, manejo, restauración y declaratoria, entre otros puntos de un ANP, pero tengamos presente que el reglamento por ser secundario a la ley, tiene un carácter cualitativo y es el marco de validez de la acción administrativa.

Rumbo al cumplimiento de los ODS en el 2030, las ANP han demostrado su potencial para alcanzar diversas metas y objetivos planteados, pues permiten proteger la diversidad biológica y cultural, conservar y restaurar los ecosistemas, además de ser espacios productivos, laborales y que brindan servicios ambientales, elementos indispensables para el bienestar y supervivencia del ser humano.

Las ANP son estratégicas en el cuidado del medio ambiente y para mitigar los efectos del cambio climático, por lo cual se deben continuar incorporando superficies terrestres y marinas, sin embargo, es necesario que exista una relación directa entre el incremento de la responsabilidad asignadas a la CO-NANP y los recursos necesarios para su buen funcionamiento, pues actualmente la relación es inversa y se corre el riesgo de retroceder en su protección.

Por su contribución al logro de los ODS, las ANP pueden ser una opción para disminuir el alto grado de pobreza y marginación, sobre todo de la población que habita en los estados de la región Suroeste y Sureste de México, pero es necesario que los responsables de elaborar las políticas públicas y los programas que de ellas deriven, asuman la responsabilidad de protección, cuidado y manejo hacia dichas áreas y asigne el presupuesto necesario, pues este ha disminuido considerablemente para la región.



CAPÍTULO 4. **POLICULTIVOS COMO** **ALTERNATIVAS DE** **PRODUCCIÓN SOSTENIBLE**

Antonio Gutiérrez Martínez
Julio Guillén Velázquez

Resumen

La actividad agrícola de monocultivo sobre todo la que se práctica en zonas marginadas aumenta la degradación medioambiental y son inestables a mediano y largo plazo. En cambio, los policultivos representan una opción de producción sostenible, por medio de estos se mejora el rendimiento agrícola y por consiguiente la producción



de alimentos, impactando en la reducción del hambre, meta planteada en los ODS. El objetivo del estudio fue determinar los rendimientos del sistema de monocultivo y policultivo tomate-frijol-maíz. Encontrando que los policultivos mostraron un uso más eficiente de la tierra, con valores de Uso Equivalente de la Tierra (UET) que van desde 1.62 para el policultivo frijol-maíz-tomate hasta 2.35 para el policultivo tomate-frijol.

Palabras clave: policultivos, rendimiento, alimentos

INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los principales problemas en México es la necesidad de satisfacer la demanda de alimentos, la población crece en forma acelerada en comparación con la capacidad de producción de éstos. Al respecto Caicedo *et al.* (2020), mencionan que en el contexto actual del sistema productivo agrícola en el país se requiere de nuevos procesos para que los monocultivos y cultivos no tradicionales se asocien para obtener una producción optimizada, eficiente y sostenible. Lo que ha motivado a diversos investigadores a buscar alternativas para hacer un uso más eficiente de la tierra, siendo una de éstas la práctica de los sistemas de policultivos, cultivos múltiples o cultivos asociados (Rosset y Altieri, 2018). El sistema de policultivo tradicional se caracteriza por una alta diversidad de especies de plantas conviviendo en la misma parcela, reducida incidencia de plagas, enfermedades, malezas, previenen la erosión, rendimientos estables, explotación intensiva del limitado recurso tierra, promueve la diversidad de la dieta y de la fuente de ingresos para el pequeño productor (Rosset y Altieri, 2018).

La milpa es un agroecosistema milenario, donde se cultiva el maíz con otras especies dando como resultado una diversidad biológica, es decir, representa

un policultivo, la importancia de la milpa como fuente de alimentos se refleja en el hecho de que se cultiva a lo largo y ancho de todo México, sobre todo en comunidades rurales (Vázquez *et al.*, 2018; Regalado *et al.*, 2020). En la Región de la Frailesca, Chiapas, existe la práctica de implementar policultivos como maíz-frijol-calabaza, maíz-frijol y maíz-calabaza, mismos que representan el agroecosistema tradicional de producción llevado a cabo por los agricultores de esta región (Aguilar, *et al.*, 2019: 65).

La función ecológica que subraya la capacidad de producción de los policultivos sugiere que el amplio potencial de estos sistemas de policultivos no ha sido aprovechado, aunado a los beneficios socioeconómicos que se pueden obtener, tales como la producción simultánea de alimentos básicos junto con cultivos redituables (Vandermeer, 1989).

Los sistemas de policultivos maíz-frijol-calabaza son los cultivos básicos más importantes en Latinoamérica, especialmente en México y el tomate tiene el potencial de ser uno de los cultivos complementarios más redituables en la Región Frailesca (Pinchinat *et al.*, 1986; Davis *et al.*, 1986).

La investigación tuvo como objetivo determinar los rendimientos del sistema de monocultivo y policultivo tomate-frijol-maíz.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Concepto de policultivos

Se define como sistema de policultivo a la siembra simultánea de dos o más cultivos sobre el mismo terreno con suficiente proximidad espacial lo que redundará en una competencia interespecífica o complementariedad biológica que mejoran la eficiencia en el uso de los nutrientes y regulación de los

insectos plaga, aumentando así la estabilidad de la producción (Andrews y Kassam, 1976; Altieri, 1983; Altieri 1995; Gliessman, 1998).

Flor y Francis (1975) mencionaron que el principio de las investigaciones en cultivos asociados debe ser el minimizar la competencia y maximizar la complementación; existen muchas combinaciones posibles de cultivos y cada una puede tener diferentes efectos sobre el suelo, los insectos, las malezas, etc., (Litsinger y Moody, 1976).

Las investigaciones muestran que los agroecosistemas diversificados pueden revertir la tendencia negativa de disminución de la producción y la eficiencia a largo plazo observada, en muchos sistemas de monocultivo, la variedad de cultivos desplegada en esquemas temporales y espaciales responde de manera diferente con las conmociones externas (Francis, 1986). En un estudio, las y los investigadores descubrieron que, si se comparaban con los monocultivos convencionales, los sistemas agrícolas diversificados albergaban bastante más biodiversidad, mejor calidad de suelos y una mayor capacidad de retención de agua, además de presentar una mayor eficiencia en el uso de la energía y una resiliencia superior al cambio climático (Kremen y Miles, 2012; Rosset y Altieri, 2018).

Estos mecanismos que redundan en una mayor productividad en los agroecosistemas diversos se denominan facilitación. La facilitación ocurre cuando un cultivo modifica el medio ambiente en un modo tal que también beneficia a un segundo cultivo, por ejemplo, reduciendo la población de un herbívoro crítico o generando nutrientes que pueden ser utilizados por el cultivo asociado (Lithourgidis *et al.*, 2011). Por eso se da a menudo una “sobreproducción” a pesar de la competencia entre los cultivos intercalados,

la facilitación supera la competición que generalmente no es intensa. Existe una corriente de pensamiento relacionada con el uso de los recursos en sistemas de cultivos intercalados que sostiene que, si se combinan dos especies contrapuestas, normalmente una leguminosa y un cereal, se obtendrá una productividad biológica superior a la que ambas especies lograrían por separado, porque su combinación es capaz de usar los recursos de manera más efectiva que de usarlos por separado (Vandermeer, 1989). Huang *et al.* (2015) investigaron cómo incidía en la producción y adquisición de nutrientes el intercalamiento de maíz con habas, maíz con soja, maíz con garbanzos y maíz con nabos en las zonas agrícolas del noroeste de China. Los autores constataron que el cultivo intercalado aumentó la producción total en prácticamente todos los casos en sus equivalentes en monocultivo. Más aún, los sistemas intercalados aprovechaban el nitrógeno del suelo de manera más eficiente y lo devuelven en parte mediante la biomasa en descomposición, lo que conducía a una eficiencia superior en el uso de recursos para los cultivos intercalados.

Un aspecto sobresaliente de los sistemas agrícolas tradicionales es su grado de diversidad vegetal en forma de policultivos (también conocidos como cultivos intercalados o asociados) y patrones agroforestales. Los policultivos implican una diversificación espacial de los sistemas de cultivo que permite sembrar juntos dos o más cultivos en la misma parcela (Francis, 1986). Algunos sistemas de policultivo ya probados consisten en mezclar cultivos anuales en distintos esquemas espaciales y temporales. Suelen mezclar una leguminosa con un cereal, lo que trae una mayor productividad de la que se obtendría de cada especie por separado, porque las leguminosas fijan nitrógeno y la mezcla usa los recursos de manera más eficiente

y exhibe una mayor resistencia a las plagas (Vandermeer, 1989). En los sistemas agroforestales se intercalan cultivos anuales y perennes, o bien perennes con ganado, a veces con más de 100 especies de plantas anuales y perennes y varias especies animales por parcela. Además de proporcionar productos de utilidad (materiales de construcción, leña, herramientas, medicamentos, pasto, hojas, semillas para el ganado y alimentos), los árboles suelen minimizar la pérdida de nutrientes por lixiviación y la erosión edáfica, añaden materia orgánica y restauran nutrientes clave, bombeándolos desde las capas inferiores del subsuelo (Sánchez, 1995). Los árboles también crean condiciones micro climáticas, protegiendo los cultivos y los suelos contra vicisitudes climáticas como tormentas o sequías que probablemente aumentarán con el cambio climático (Verchot *et al.*, 2007; Regalado *et al.*, 2020). En los sistemas silvopastoriles multiestrato (que integran árboles y ganadería), la presencia de árboles de la familia de las leguminosas fijadoras de nitrógeno mejora la producción de pastos y el ciclo de nutrientes, haciendo innecesario añadir fertilizantes químicos nitrogenados. Los árboles de raíces profundas ayudan a recuperar nutrientes y agua de las capas profundas del subsuelo e incrementan el secuestro de carbono tanto bajo tierra como de manera aérea. La cubierta arbórea también proporciona condiciones ambientales mejoradas y pone más biomasa, nutrientes y sombra a disposición de los animales, reduciendo su estrés y mejorando su producción y condiciones físicas (Murgueitio *et al.*, 2011).

En los sistemas de policultivo, las especies de plantas crecen muy juntas, permitiendo las interacciones beneficiosas y ofreciendo una serie de servicios ecosistémicos a las agricultoras y agricultores. La mayor riqueza de especies mejora el contenido en materia orgánica de los suelos, su estructura,

su capacidad de retención hídrica y la cubierta, protegiendo a los suelos de la erosión y eliminando las malas hierbas, condiciones todas ellas favorables para la producción. La diversidad de plantas cultivadas también favorece la presencia de artrópodos beneficiosos y la actividad microbiológica, factores necesarios para la mejora del ciclo de nutrientes, la fertilidad de los suelos y el control de las plagas. Algunos estudios demuestran que la resiliencia frente a los desastres climáticos está estrechamente relacionada con la presencia de mayor biodiversidad en los campos cultivados (Vandermeer *et al.*, 1998; Altieri *et al.*, 2015).

En muchos lugares del mundo, especialmente en los países en desarrollo, los agricultores realizan sus siembras en combinaciones (policultivos o cultivos intercalados) más que en cultivos de una sola especie (monocultivos o cultivos aislados). Hasta hace unos veinte años, los investigadores agrícolas, en general, ignoraban las características que caracterizaban a los policultivos. Sin embargo, la investigación del policultivo ha aumentado y muchos de los beneficios potenciales de estos sistemas se han hecho más evidentes (Liebman, 1988, 1999). La enorme variedad de policultivos existentes refleja la gran diversidad de cosechas y prácticas de manejo que usan los agricultores en todo el mundo para suplir las necesidades de comida, vestido, combustible, medicamentos, materiales de construcción, forraje y dinero (Liebman, 1999; Perfecto *et al.*, 2009; Nicholls *et al.*, 2016). Los policultivos pueden comprender combinaciones de cultivos anuales con otros anuales, anuales con perennes o perennes con perennes. Los cereales pueden cultivarse asociados a leguminosas y los cultivos de raíces asociados a frutales. Los policultivos se pueden sembrar en forma espaciada, desde la combinación simple de dos cultivos en hileras intercaladas hasta asociaciones complejas

de doce o más siembras entremezcladas. Los componentes de un policultivo pueden sembrarse en la misma fecha o en otra diferente (cultivos de relevo); la cosecha de los distintos cultivos puede ser simultánea o a intervalos.

Los sistemas de siembra en policultivos representan una parte importante del paisaje agrícola en muchos lugares del mundo. Por ejemplo, en África occidental alrededor del 80 % del área cultivada es en sistemas de policultivos (Steiner, 1984; Liebman, 1999) y predominan también en otras áreas de este continente (Okigbo y Greenland, 1976; Liebman, 1999). Gran parte de la producción de los cultivos básicos de las zonas tropicales latinoamericanas proviene de un sistema de policultivos: más del 40 % de la yuca, 60 % del maíz y 80 % de los frijoles de aquellas regiones se cultivan combinados entre sí o con otros cultivos (Francis *et al.*, 1976; Leihner, 1983; Rosset y Altieri, 2018). Los policultivos son muy comunes en áreas de Asia donde los principales cultivos son el sorgo, el mijo, el maíz, el arroz de secano y el trigo de secano (Aiyer, 1949; Harwood y Price, 1976; Harwood, 1979; Jodha, 1981). El arroz de inundación generalmente se siembra en forma de monocultivo; sin embargo, en algunos lugares de Asia sudoccidental, los agricultores construyen camas elevadas para producir cultivos de secano entre las franjas de arroz (Suryatna, 1979; Beets, 1982).

Aunque los policultivos son frecuentes en áreas tropicales, donde los predios son pequeños y los agricultores carecen de capital o créditos para comprar fertilizantes sintéticos, plaguicidas y maquinarias agrícolas, su extensión, no limita a estas zonas. Los policultivos también se pueden encontrar en zonas templadas, en los predios más o menos extensos altamente mecanizados, con disponibilidad de capital. Algunos ejemplos: los pastos forrajeros y leguminosas que se siembran asociados a cultivos de maíz,

soya, cebada, avena o trigo (Samson *et al.*, 1990; Power *et al.*, 1991; Wall *et al.*, 1991; Hesterman *et al.*, 1992; Kunelius *et al.*, 1992); la soya que se entre siembra con un cultivo de trigo en crecimiento (Reinbott *et al.*, 1987); las arvejas de campo sembradas en combinaciones con granos pequeños para la producción de forraje o semillas (Izaurrealde *et al.*, 1990; Chapko *et al.*, 1991; Hall y Kephart, 1991); la soya cultivada en hileras con maíz o girasoles (Radke and Hagstrom, 1976; Francis *et al.*, 1986); pastos y leguminosas sembradas como vegetación de cobertura en huertos de nueces y frutas (Altieri y Schmidt, 1985; Bugg and Dutcher, 1989; Bugg *et al.*, 1990); y por último combinaciones de pastos/leguminosas para la producción de forraje (Heath *et al.*, 1985).

Ventajas en la producción en sistemas de policultivos

Una de las principales razones por la cual los agricultores adoptan policultivos es que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente, pero sembrada en forma de monocultivo o aislada (Holt-Giménez, 2006). Este aumento en el aprovechamiento de la tierra es especialmente importante en aquellos lugares del mundo donde los predios son pequeños (media hectárea) debido a, las condiciones socioeconómicas y donde la producción de los distintos cultivos está sujeta a la cantidad de tierra que se pueda limpiar, preparar y desmalezar (generalmente en forma manual) en un tiempo limitado.

El mayor aprovechamiento en el uso de la tierra de un policultivo común en India, sorgo con guandul, se ilustra mediante los datos obtenidos a partir de los experimentos realizados por Natarajan y Willey (1980). Los investigadores encontraron que 0.94 hectáreas de monocultivo de sorgo y 0.68 hectáreas de

monocultivo de guandul fueron necesarias para producir las mismas cantidades de sorgo y guandul que se cosecharon en un policultivo de 1.0 hectárea. El Coeficiente de Tierra Equivalente (LER por sus siglas en inglés) del policultivo fue entonces $0.94 + 0.68 = 1.62$ (Mead and Willey, 1980). En este caso, el rendimiento de cada especie cultivada en la combinación se redujo por competencia del cultivo asociado; pero el rendimiento total del policultivo, por unidad de superficie, fue un 62 % mayor comparado con el de los monocultivos.

Siempre que $LER > 1$, un policultivo tiene un rendimiento mayor en un área determinada que el que se puede obtener de distintos monocultivos. Los valores de LER, obtenidos de ensayos realizados con una gran variedad de sistemas de policultivos, señalan que se pueden lograr considerables aumentos en la eficacia del uso de la tierra: 1.26 para mijo/maní (Reddy y Willey, 1981), 1.38 para maíz/frijol (Willey y Osiru, 1972), 1.53 para mijo/sorgo (Andrews 1972), 1.67 para maíz /guandul (Dalal, 1974), 1.85 para cebada/haba (Martin y Snaydon, 1982), 2.08 para maíz/ñame /camote (Unamma *et al.*, 1985), y > 2.51 para yuca/maíz/maní (Zuofa *et al.*, 1992). En el último caso se calculó solamente el valor LER para el maíz y la yuca; la producción del cultivo intercalado del maní fue adicional. De este modo se necesitaron 2.51 hectáreas de monocultivos para producir la misma cantidad de alimento que produjo el policultivo en 1.0 hectárea.

Aunque los agricultores a menudo trabajan con policultivos sin utilizar fertilizantes o plaguicidas, las ventajas en el rendimiento de los policultivos no están sujetas a una condición de bajos insumos. Se han dado a conocer altos valores de LER cuando se han usado grandes cantidades de fertilizantes y plaguicidas (Osiru y Willey, 1972; Willey y Osiru, 1972; Bantilan *et al.*, 1974; Cordero y McCollum, 1979). Esto es importante porque, sugiere

que los agricultores pueden seguir aprovechando mejor la eficacia de la tierra que otorgan los policultivos, mientras mejora la productividad de sus sistemas agrícolas.

Es más, los rendimientos de los policultivos, evaluados en términos de eficacia espacial y temporal, aún pueden mostrar, mayores ventajas sobre los monocultivos (como frijol/yuca, Leihner, 1983; maíz/yuca, Wade y Sánchez, 1984; maíz/guandul, Dalal, 1974; Ofori y Stern, 1987; maíz/soya, Dalal, 1974; Ofori y Stern, 1987; maíz/camote/frijol, Balasubramanian y Sekayange, 1990). También es importante señalar que los agricultores en muchos casos ponen más atención al rendimiento del cultivo principal, al cual han incorporado otras especies, para asegurarse que no fracase, controlar la erosión, mejorar la fertilidad de los suelos y controlar las malezas.

La rentabilidad económica neta de los policultivos puede ser mayor que la de los monocultivos que crecen en áreas equivalentes. Norman (1977) estudió los sistemas de cultivos en el norte de Nigeria y encontró que cuando tomaba en cuenta en sus análisis el costo de mano de obra, la utilidad era de un 42 % a un 149 % mayor para los policultivos que para los monocultivos. Leihner (1983) notó que en Colombia se necesitaba más mano de obra para policultivos de yuca/frijol que, para un cultivo aislado de yuca, pero que el ingreso neto de los policultivos era mayor. En experimentos llevados a cabo en Inglaterra, Salter *et al.* (1985) encontraron que al sembrar intercaladamente col de Bruselas con repollos se podían obtener mayores márgenes y menores costos en insumos por unidad de producción, al compararlos con los respectivos monocultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El presente estudio se realizó, bajo condiciones de riego en el Rancho San Ramón propiedad de la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V, Villaflores de la Universidad Autónoma de Chiapas, localizado en el municipio de Villaflores, sobre la carretera Villaflores-Ocozocoautla a 4 km al Noroeste de Villaflores, situado a los paralelos 16° 15' 13.9 latitud norte y meridiano 93° 15' 14.2 longitud oeste, con una altitud de 610 msnm (CEIEG, 2023).

Clima

El clima predominante en la zona es de tipo Aw0 (w); que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo, la temperatura mínima durante el periodo de noviembre-abril va de 12°C a 15°C, y la máxima fluctúa entre 27°C y 30°C, y durante los meses de mayo a octubre la mínima oscila entre los 18°C a los 21°C y la máxima varía entre 33°C y 34.5°C. La precipitación media en los meses de mayo a octubre fluctúa entre los 1200 mm y los 1400 mm, y en el periodo de noviembre - abril, la precipitación media va de los 50 mm a 75 mm (CEIEG, 2023).

Diseño experimental y tratamientos

En la presente investigación se utilizó el diseño de bloques al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Las unidades experimentales estuvieron constituidas por cinco surcos de 5 m de longitud separados a 0.9 m; se consideró como parcela útil a dos surcos centrales de cada cultivo excluyendo a las matas cabeceras, siendo el tamaño de la parcela útil de 8.1 m².

Los tratamientos evaluados fueron: monocultivos de tomate, frijol y maíz, los cuales se sembraron en hileras en un lado del surco, y policultivos de tomate-frijol, tomate-maíz, frijol-maíz y tomate-frijol-maíz, que consisten en pares de hileras (una de cada cultivo) sembradas en el mismo surco, con la variante de que en el policultivo tomate-frijol-maíz, el maíz se sembró en el fondo del surco.

Preparación del terreno

La preparación consistió en realizar la limpia del terreno de malezas, se procedió a efectuar un arado profundo de 30 cm, se dejó en reposo por 5 días para exponerlo a una solarización con la finalidad de matar la mayor cantidad de insectos plaga, enfermedades y malezas. Posteriormente se pasó la rastra para romper los terrones y dejar al suelo completamente mullido y nivelado para ser surcado. Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 5 m de longitud por 5 m de ancho haciendo un total de 25 m² por unidad experimental, la dimensión total del terreno fue de 700 m². El terreno donde se efectuó la investigación es de topografía plana; el suelo de textura franco-arenosa (29.4-70.6), con un pH 7.2 ligeramente alcalino, densidad aparente de 1.35g/ cm³ contenido de materia orgánica de 1.1. %, en general aceptable para la siembra de los cultivos tomate, frijol y maíz.

Preparación del almácigo

La preparación del almácigo consistió en desinfectar el suelo previamente con el producto comercial formol al 37 % a la proporción de un litro de formol por 50 litros de agua para 17 m² de almácigo (García, 1984). La aplicación del formol se efectuó con una regadera de mano, posteriormente se cubrió el suelo con un plástico durante 48 h para evitar la evaporación del formol, por último, se

removi6 la tierra con un rastrillo durante ocho d1as para favorecer la aireaci6n. Una vez desinfectado el suelo se procedi6 a llenar los vasos almacigueros.

Genotipos

Los genotipos utilizados fueron:

Tomate variedad peto-81. Esta variedad es de crecimiento determinado, con una altura de planta que va de 0.5 a 0.75 m, frutos oblongos, sus plantas florecen a los 55 a 65 d1as despu6s de la siembra y se cosechan de 90 a 110 d1as despu6s de la siembra.

Frijol variedad veracruzana. Esta es una variedad nativa ampliamente variable en sus caracter1sticas, de crecimiento determinado, sus plantas florecen de 35 a 60 despu6s de la siembra, alcanzando la madurez fisiol6gica de 75 a 80 d1as despu6s de la siembra; con un rendimiento de 919 kg/ha (CIAPAS, 1983).

Ma1z variedad V-424. Es una variedad de polinizaci6n libre, conocida tambi6n como Tuxpe6o precoz, sus plantas alcanzan una altura de 1.5 m, con mazorca grandes que salen a una altura de 0.75 m y tienen 14 hileras de grano blanco. La floraci6n se presenta a los 55 d1as despu6s de la siembra y se puede cosechar a los 110 d1as despu6s de la siembra. Es ideal para siembras tard1as o para lugares donde llueve poco; puede producir de 4 a 5 t/ha. Por cada 100 kg de mazorcas, 85 son de grano y 15 de olote; en 100 kg de plantas secas, 47 son de grano y 53 son de rastrojo (Couti6o *et al.*, 1986).

Las variedades de tomate y frijol antes mencionadas se utilizaron debido a que son de las utilizadas en la regi6n. La variedad de ma1z v-424 se utiliz6 por su porte bajo.

Siembra

La siembra de tomate se realizó en vasos alamacigueros, depositando cinco semillas por vaso y diez días después de la emergencia se realizó un aclareo dejando dos plántulas por vaso.

La siembra de frijol se realizó depositando cuatro semillas por punto, a una separación de 50 cm, en el aclareo se dejaron tres plántulas por punto a los nueve días después de la emergencia. Para el caso del maíz se depositaron tres semillas por punto a los nueve días después de la emergencia. De esta manera se obtuvo una densidad poblacional de 67,000 plantas/ha de frijol y 45,000 plantas/ha de maíz.

Trasplante

El trasplante de tomate se realizó a los 30 días después de la siembra, depositando dos plantas por punto a una separación de 50 cm, alcanzando de esta manera una densidad poblacional de 45,000 plantas/ha.

Fertilización

El tomate se fertilizó en forma edáfica y foliar. En la fertilización edáfica se suministraron 176.5 kg/ha del fertilizante complejo triple 17 a los 40 y 66 días después de la siembra, de esta forma se complementó con aplicaciones de fertilizante foliar a los 35, 45 y 60 días después de la siembra, utilizando como fuente de N (nitrógeno), P (fósforo), K (potasio) el producto comercial Fertimor (20 N-30 P-10 K), a una dosis de 3 kg/ha, aplicado con una bomba de mochila manual con capacidad de 15 L y provista de una boquilla de cono hueco, las aplicaciones se realizaron de 6:00 a 9:00 horas de la mañana. La formulación del fertilizante foliar fue: nitrógeno 200 g/kg, fósforo (P_2O_5) 200 g/kg, potasio (K_2O) 200 g/kg, quelatos 50 g/kg, hierro 1.363 g/kg, manganeso

0.696 g/kg, Zinc 0.971 g/kg, cobre 0.691 g/kg, molibdeno 0.014 g/kg, boro 0.357 g/kg, fitohormona-ácido giberélico 0.0200 g/kg y azufre 2.0 g/kg.

El frijol se fertilizó en forma edáfica, suministrando 87 kg/ha de fosfato diamónico (18 N-46 P-00 K) y 9.5 kg/ha de urea (46 %), a los 15 días después de la siembra, de esta manera se completó la fórmula 20-40-00 en una sola aplicación.

El maíz se fertilizó edáficamente suministrando 130.43 kg/ha de fosfato diamónico (18 N-46 P-00 K) y 112 kg/ha de urea (46 % N) a los 15 días después de la siembra en la primera aplicación. Posteriormente se suministraron 163 kg/ha de urea a los 50 días después de la siembra, completando de esta forma la fórmula de fertilización 150 N-60 P-00 K recomendado por Coutiño *et al.* (1986).

Cosecha

La cosecha de tomate se realizó en forma manual conforme se fue presentando la madurez de los frutos; los cortes se realizaron a los 101, 107, 112 y 117 días después de la siembra.

El frijol se cosechó diez días después de haber alcanzado la madurez fisiológica, a los 84 días después de la siembra. Después se secó al sol para promover la pérdida de humedad del grano. Una vez secado se procedió a majarlo en forma manual. Luego se sopló para eliminar impurezas.

La cosecha de maíz se efectuó inmediatamente después de alcanzar la madurez fisiológica, a los 96 días después de la siembra. Posteriormente se secó al sol para promover la pérdida de humedad del grano. Una vez secado se desgranó en forma manual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fenológicas de los cultivos de tomate, frijol y maíz

En cuanto a las características fenológicas en cada uno de los tres cultivos, no presentaron diferencias estadísticas significativas y su comportamiento promedio por cultivo se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características fenológicas de los cultivos de tomate, frijol y maíz

Cultivo	Emergencia (días)	50 % de floración (días)	Madurez fisiológica (días)
Tomate	6	61	109
Frijol	4	40	74
Maíz	5	51	96

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

Número de plantas cosechadas de tomate por parcela útil por corte

De acuerdo al análisis estadístico para el tercer corte de tomate indican que se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), siendo el mejor tratamiento el sistema de policultivo de tomate-maíz con un incremento en el número de plantas cosechadas de 71 % en relación al monocultivo de tomate (Tabla 2). Por otro lado, para el cuarto corte se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), registrándose que los tratamientos superiores fueron los sistemas de policultivos de tomate-maíz y tomate-frijol-maíz con un aumento en el

número de plantas cosechadas de 172 % y 167 %, respectivamente, en comparación con el monocultivo de tomate.

Tabla 2. Número de plantas cosechadas de tomate por parcela útil por corte

Tratamiento	Cortes							
	1º	2º	3º	(%)	4º	(%)	Media	(%)
T-F	6.8	8.3	11.3ab	155	8.8ab	147	8.8	149
T-M	3.5	7.0	12.5a	171	10.3a	172	8.3	141
T-F-M	4.0	7.0	7.8b	107	10.0a	167	7.2	122
T	4.8	5.8	7.3b	100	6.0b	100	5.9	100
L.S.D.			4.15		2.92			
P<0.05			0.05		0.05			

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($P<0.05$); prueba de rango múltiple de Duncan. Comparación en columna.

Símbolo: T-F: Tomate-frijol; T-M: Tomate-maíz; T-F-M: Tomate-frijol-maíz; T: Tomate.

L.S.D.= Diferencia Mínima Significativa.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

Estos resultados se deben a que existió mayor mortalidad de plantas de tomate en monocultivos que en policultivos en los dos últimos cortes, debido a la mayor presencia de lluvias, lo que ocasionó una mayor incidencia de enfermedades.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto al número promedio de plantas cosechadas de tomate por corte entre tratamiento; sin embargo, los policultivos de tomate-frijol, tomate-maíz y tomate-frijol-maíz superaron al monocultivo de tomate en 149, 141 y 122 % de frutos

cosechados, respectivamente. Esto coincide con Trenbath (1977) quien indicó que un mecanismo que contribuye al sobrerrendimiento en policultivos es la biodiversidad de especies en el sistema de policultivos, entonces el efecto es moderado del ataque de fitopatógenos. De acuerdo con Rosset *et al.* (1984) señalan que el frijol en sistema de policultivo con tomate reduce la dispersión del fitopatógeno (virus, bacterias y hongos), lo cual contribuye a incrementar el rendimiento del policultivo.

Número de frutos de tomate cosechados por parcela útil por corte

De acuerdo con la prueba de rango múltiple de Duncan, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$) registrándose que el mayor número de frutos cosechados fue para el monocultivo de tomate y el menor número de frutos correspondió al sistema de policultivo tomate-frijol-maíz (Tabla 3).

Esta diferencia se debió a la maduración no uniforme de los frutos de tomate entre tratamientos, por efectos competitivos entre los cultivos componentes de cada tratamiento. La competencia fue principalmente por luz, la cual según mencionan Minami y Haag (1989) es un factor de importancia para el desarrollo del tomate debido a, que no se realiza la fotosíntesis adecuadamente en la planta de tomate; así el periodo de maduración de los frutos varía de acuerdo con la época de plantación, intensidad de luz, temperatura, etc., (Minami y Haag, 1989).

Tabla 3. Número de frutos cosechados de tomate por parcela útil por corte

Tratamiento	Cortes							
	1º	(%)	2º	3º	(%)	4º	Media	(%)
T-F	11.3b	70	20.0	55.5a	102	62.8	37.4	110
T	16.0a	100	17.0	54.5a	100	48.5	34.0	100
T-M	4.0	25	12.8	45.0a	83	43.5	27.2	80
T-F-M	4.8	30	15.0	22.5b	41	40.8	20.7	61
L.S.D.	4.09			19.92				
P<0.05	0.01			0.05				

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($P<0.05$); prueba de rango múltiple de Duncan. Comparación en columna.

Símbolo: T-F: Tomate-frijol; T-M: Tomate-maíz; T-F-M: Tomate-frijol-maíz; T: Tomate.

L.S.D. Diferencia Mínima Signiticaiva

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

Se registraron diferencias estadísticas significativas en el tercer corte de frutos de tomate ($P<0.05$) y se determinaron como los tratamientos superiores al policultivo tomate-frijol, monocultivo tomate y policultivo tomate-maíz, el tratamiento con menor número de tomate fue el policultivo tomate-frijol-maíz (Tabla 3), en el cual se obtuvieron 59 % menos de frutos que en el monocultivo. En este corte la competencia se volvió a manifestar en el número de frutos cosechados por sistema de policultivo, siendo más intensa a medida que se aumentaba el número de especies sobre la misma área de terreno.

Las diferencias en el primer y tercer corte se debieron a efectos de la competencia por recursos; sin embargo, la competencia no fue lo suficientemente intensa como para disminuir significativamente el número promedio de frutos cosechados de tomate.

Número de frutos cosechados por planta de tomate por corte

El análisis de varianza para el primer corte de frutos de tomate por planta indica que existieron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$), se registró que el mayor número de frutos cosechados por planta de tomate correspondió al monocultivo tomate y el menor número de frutos cosechados por planta fue para el policultivo tomate-frijol-maíz, en el cual se obtuvo 68 % menos frutos que en monocultivo (Tabla 4). En el segundo corte no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 4. Número de frutos cosechados de tomate por planta por corte

Tratamiento	Cortes								
	1º	(%)	2º	3º	(%)	4º	(%)	Media	(%)
T	3.4a	100	2.8	7.8a	100	8.1a	100	5.5a	100
T-F	1.8bc	53	2.4	5.1b	65	7.2ab	89	4.1ab	75
T-M	2.2b	65	2.2	3.5b	45	4.1b	51	3.0b	55
T-F-M	1.1c	32	1.8	3.1b	40	4.1b	51	2.5b	45
L.S.D.	0.8			2.4		3.4		1.6	
$P < 0.05$	0.01			0.01		0-05		0-01	

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($P < 0.05$); prueba de rango múltiple de Duncan. Comparación en columna.

Símbolo: T-F: Tomate-frijol; T-M: Tomate-maíz; T-F-M: Tomate-frijol-maíz; T: Tomate.

L.S.D.= Diferencia Mínima Significativa

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

En cambio, en el tercer corte existieron diferencias estadísticamente altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), se obtuvo que el mayor número de frutos cosechados por planta correspondió al monocultivo tomate, no así los policultivos de tomate-frijol, tomate-maíz y tomate-frijol-maíz con menos rendimientos, en los que obtuvieron 65, 45 y 40 % de frutos, respectivamente en comparación al monocultivo (Tabla 4).

Por otra parte, en el cuarto corte de frutos por planta de tomate, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), en registrándose el mayor número de frutos cosechados por planta en el monocultivo tomate, en comparación a los sistemas de policultivos de tomate-maíz, y tomate-frijol-maíz, los cuales produjeron 49 % menos frutos por planta que en el monocultivo (Tabla 4).

Peso promedio de un fruto por corte

El análisis de varianza y la prueba de rango de Duncan, se encontró que el peso promedio de un fruto por corte no registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Estos resultados indican que el tomate produce frutos con un peso similar tanto en monocultivos como en policultivos; por lo tanto, la competencia no se reflejó en esta variable, en las plantas de tomate que se desarrollaron en sistemas de policultivos tomate-maíz y tomate-frijol-maíz disminuyeron la cantidad de frutos por planta, pero no el peso de los mismos (Tabla 5). Estos resultados concuerdan con los registrados por Zahara (1970) que señaló que la competencia no afectó al peso promedio de los frutos de tomate.

Tabla 5. Peso promedio (g) de un fruto por corte

Tratamiento	Cortes					
	1º	2º	3º	4º	Media	(%)
T-F	42.9	43.5	32.6	35.1	38.5	108
T-F-M	37.7	41.2	35.1	33.7	36.9	103
T	38.4	38.1	30.8	35.8	35.8	100
T-M	30.9	34.8	27.8	33.8	31.7	89

Símbolo: T-F: Tomate-frijol; T-M: Tomate-maíz; T-F-M: Tomate-frijol-maíz; T: Tomate.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

Rendimiento de tomate

De acuerdo al análisis de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan para el primer corte se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), con menor rendimiento en el monocultivo tomate, es decir, registró 6 t/ha y el policultivo tomate-frijol presentó un aumento de 8 % con el mayor rendimiento de 6.5 t/ha; los rendimientos más bajos fueron para los policultivos de tomate-maíz con 4.2 t/ha y el policultivo tomate-frijol-maíz con 3.7 t/ha, los cuales rindieron menos 64 % y 76 %, respectivamente, en relación al monocultivo. En el segundo corte de tomate no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

El análisis de varianza como la prueba de rango múltiple de Duncan en el tercer corte, indica diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P < 0.05$), encontrándose que los altos rendimientos corresponden a los policultivos tomate-frijol y al monocultivo tomate (Tabla 6), el menor rendimiento de tomate fue para el policultivo tomate-frijol-maíz, al disminuir en 53 % la producción, en comparación al monocultivo. Esto se debe a que en el

sistema de policultivo tomate-frijol-maíz existió mayor competencia por los factores de crecimiento agua, luz, nutrientes, etc., manifestándose en un menor rendimiento de tomate.

En el cuarto corte de tomate no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Por otra parte, el análisis de varianza para el rendimiento total de tomate indicó que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin embargo, se observa un ligero incremento en el rendimiento de tomate (8 %), al asociarlo con frijol (Tabla 6). Estos resultados coinciden con los encontrados por Rosset *et al.* (1984) quienes obtuvieron un incremento no significativo en el rendimiento de tomate al asociarlo con frijol.

Tabla 6. Rendimiento de tomate en frutos por corte y total (t/ha)

Tratamiento	Cortes							
	1°	(%)	2°	3°	(%)	4°	t/ha	(%)
T-F	0.60a	81	1.07	2.22a	105	2.61	6.50	108
T	0.74a	100	0.84	2.12a	100	2.30	6.00	100
T-M	0.27b	36	0.60	1.50ab	71	1.81	4.18	69
T-F-M	0.18b	24	0.76	1.00b	47	1.72	3.66	61
L.S.D.	0.21			0.89				
P<0.05	0.01			0.05				

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($P<0.05$); prueba de rango múltiple de Duncan. Comparación en columna.

Símbolo: T-F: Tomate-frijol; T-M: Tomate-maíz; T-F-M: Tomate-frijol-maíz; T: Tomate.

L.S.D. = Diferencia Mínima Significativa

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

Es necesario indicar que el rendimiento del policultivo tomate-frijol, es el resultado de la suma de varias interacciones, si bien es cierto que la competencia entre el tomate y el frijol por luz, agua y nutrientes afecta negativamente al tomate (Vandermeer, 1981), también es cierto que otras interacciones benéficas pueden cancelar este efecto, esto se conoce como “El principio de modificación del ambiente” (Vandermeer, 1984). Se ha sugerido que el frijol protege al tomate de los efectos evaporativos del viento (Radke y Hagstrom, 1976). También la sombra del frijol disminuye la temperatura del suelo, lo cual es importante para el tomate en los trópicos (Villareal, 1982).

Por el contrario, en el policultivo tomate-maíz, el rendimiento de tomate disminuyó significativamente en un 31 % respecto al monocultivo. Esto fue debido a, que el maíz tiene mayor habilidad competitiva que el frijol por los factores de crecimiento agua, luz (por una mayor altura de planta), nutrientes, etc., (Willey y Osiru, 1972).

Existe la probabilidad de mejorar el rendimiento de tomate al asociarlo con el maíz, determinando la fecha de siembra adecuada para maíz con densidades óptimas, la densidad poblacional dentro de una especie de plantas puede ser modificada por interferencias interespecíficas (Antonovics y Levin, 1980), así también debe buscarse el arreglo espacial más adecuado de tal manera que favorezca al rendimiento de tomate al reducir el ataque de plagas (Nordlund *et al.*, 1984).

Con el policultivo tomate-frijol-maíz el rendimiento de tomate disminuyó de manera no significativa en un 39 % en relación con el monocultivo. Esto se debió a que en este tratamiento la competencia fue más intensa al aumentar el número de especies coexistiendo sobre la misma área de terreno.

El principal factor limitante fue la luz debido a, la sombra provocada por las plantas de maíz sobre el tomate, el agua y los nutrientes fueron suministrados. Se ha estimado que la disminución de la intensidad normal de luz solar provoca un aumento de cerca de un cuarto del crecimiento vegetativo, restringe un tercio la producción de frutos y un sexto la producción fotosintética total de las plantas de tomate (Porter, 1937; Romshe, 1938).

La competencia ha sido reconocida como la mayor determinante en el crecimiento y rendimiento de las plantas (De Wit, 1960; Trenbath, 1974; Hall, 1974). Los cultivos tienen un período crítico en su ciclo de crecimiento, durante el cual la competencia disminuye significativamente los rendimientos y los efectos competitivos sobre el rendimiento en policultivos, dependen de la cantidad de períodos críticos que se traslapan en las fenologías de los cultivos asociados (Rosset *et al.*, 1984).

Número promedio de vainas por planta de frijol

De acuerdo al análisis de varianza y prueba de rango múltiple de Duncan registró diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) en el número promedio de vainas por planta de frijol (Tabla 7), se encontraron tratamientos superiores al policultivo tomate-frijol y monocultivo frijol, siendo bajos los policultivos de tomate-frijol-maíz y frijol-maíz, los cuales produjeron menos 35 % y 43 % de vainas por planta, respectivamente, en relación al monocultivo de frijol.

Tabla 7. Componentes de rendimiento y rendimiento de frijol (t/ha)

Tratamiento	Vainas/ planta	(%)	Granos/ vaina	Rendimiento/ planta (g)	(%)	Rendimiento (t/ha)	(%)
T-F	35.6a	112	5.20	36.6a	124	0.87a	126
F	31.8a	100	5.40	29.5a	100	0.69ab	100
T-F-M	20.8b	65	5.81	27.2ab	92	0.51bc	74
F-M	18.1b	57	5.00	16.8b	57	0.36c	52
L.S.D.	9.25			10.91		0.30	
P<0.05	0.01			0.05		0.01	

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($P<0.05$); prueba de rango múltiple de Duncan. Comparación en columna.

Símbolo: T-F: Tomate-frijol; T-M: Tomate-maíz; T-F-M: Tomate-frijol-maíz; T: Tomate.

L.S.D. = Diferencia Mínima Significativa

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

Estos resultados indican que cuando el frijol creció en sistema de policultivos con tomate no disminuyó el número de vainas por planta, lo cual es un indicativo de la mínima competencia entre estos dos cultivos; sin embargo, cuando el frijol se asoció con maíz o el policultivo tomate-frijol-maíz, disminuyó significativamente el número de vainas por planta de frijol al existir mayor competencia (Francis *et al.*, 1982).

Número promedio de granos por vaina de frijol

La prueba de rango múltiple de Duncan no registró diferencias estadísticamente significativas en el número promedio de granos de frijol, esto quiere decir que el frijol produjo vainas con igual número de granos tanto en monocultivos

como en policultivos (Tabla 7), por lo tanto, la competencia no se reflejó en esta variable, coincidiendo con Francis *et al.* (1982).

Rendimiento promedio de grano por planta de frijol

El análisis de varianza para el rendimiento promedio de grano por planta de frijol registró diferencias estadísticas significativas entre tratamiento ($P < 0.05$), se encontró que los mejores tratamientos fue el policultivo tomate-frijol y monocultivo frijol, el rendimiento por planta más bajo se obtuvo con el policultivo frijol-maíz, el cual obtuvo menos 43 % de granos por planta en comparación al monocultivo (Tabla 7).

Rendimiento de frijol en grano

En cuanto al rendimiento de frijol se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), el de mayor rendimiento fue el policultivo tomate-frijol (26 %), produjo 870 kg/ha de granos de frijol en relación con el monocultivo frijol que registró 690 kg/ha. El rendimiento más bajo con respecto al monocultivo se obtuvo con el policultivo frijol-maíz (menos 48 %), el cual solo produjo 360 kg/ha de granos de frijol (Tabla 7). Los resultados anteriores muestran que existió una interacción de cooperación entre el tomate y el frijol al incrementarse el rendimiento de ambos cultivos en policultivos, estos resultados concuerdan con Rosset *et al.* (1984) y Rosset *et al.* (1987).

En el policultivo frijol-maíz se obtuvieron los valores más bajos para los rendimientos de frijol, notándose una vez más la gran habilidad competitiva que presenta el maíz al disminuir significativamente el rendimiento de frijol (Tabla 7); estos resultados coinciden con los registrados por Francis (1978) quien indicó que la reducción de un 50 % en el rendimiento del frijol al asociarlo con

maíz, probablemente se debió a la competencia por luz, los otros factores de crecimiento fueron suministrados y teóricamente no limitados.

El rendimiento de frijol en el policultivo tomate-frijol-maíz no fue estadísticamente diferente en relación con el monocultivo de frijol, esto ocurrió probablemente a una menor interferencia por parte del maíz al sembrarse al fondo del surco, dando como resultado un mejor manejo del acame de las plantas de frijol; así también la menor incidencia de virosis en este tratamiento pudo haber contribuido a obtener 23 % más rendimiento que el policultivo frijol-maíz y un comportamiento similar entre tratamientos al obtenido en este estudio con lo encontrado por Nordlund *et al.* (1984).

Rendimiento de maíz en los diferentes sistemas de policultivos

El rendimiento de maíz en grano por hectárea en los diferentes sistemas de policultivos no registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tabla 8), pero se observa un incremento del 9 % en el rendimiento del policultivo tomate-maíz con respecto al monocultivo, al registrar una producción de granos de maíz de 4.18 t/ha, así mismo, el policultivo frijol-maíz registró un incremento del 10 %, con una producción de granos de maíz de 4.23 t/ha. Estos resultados se deben a que existió menor incidencia de malezas, derivado de la mayor cobertura del suelo en los policultivos.

El rendimiento del maíz en grano por hectárea en el policultivo tomate-frijol-maíz disminuyó en 4 % en relación con el monocultivo, esto indica la poca interferencia que ejercieron los cultivos de tomate y frijol al desarrollarse juntos. Estos resultados concuerdan con los registrados por Santa-Cecilia y Vieira (1978) y Francis *et al.* (1976) quienes llegaron a la conclusión de que

el rendimiento de maíz tanto en monocultivos como en policultivos con frijol no fueron estadísticamente diferentes.

Tabla 8. Rendimiento de maíz en grano

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	(%)
F-M	4.23	110
T-M	4.18	109
M	3.83	100
T-F-M	3.67	96

Símbolo: F-M: frijol-maíz; T-M: Tomate-maíz; M: maíz; T-F-M: Tomate-frijol-maíz.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

Cálculo del Uso Equivalente de la Tierra

En la tabla 9, se muestran los rendimientos relativos (RR) y Uso Equivalente de la Tierra (UET) obtenidos en los diferentes sistemas de policultivos por ha.

El Uso Equivalente de Tierra (UET) de 2.35 significa que el sistema de policultivo tomate-frijol tuvo una producción por hectárea 135 % mayor de frutos de tomate y granos de frijol con respecto al monocultivo, en otras palabras, tuvo una sobreproducción. Por otro lado, el UET de 1.78 del sistema de policultivo tomate-maíz, implica una producción por hectárea superior en 78 % de frutos de tomate y granos de maíz en comparación al monocultivo (Tabla 9). Estos resultados indican que en estos sistemas de policultivos no existió un efecto en detrimento sobre el rendimiento de ambos cultivos. Además, estos sistemas señalan que la siembra en sistemas de policultivos tomate con maíz no afectó al rendimiento, beneficiando a los dos, esto es

importante para el productor que desean obtener una producción adicional de un cultivo básico como el maíz, sin afectar el rendimiento de un cultivo comercial como el tomate, lo cual puede obtenerse al determinar la proporción de densidad adecuada de ambos cultivos asociados.

Tabla 9. Rendimientos Relativos y Uso Equivalente de la Tierra obtenidos en los diferentes sistemas de policultivos

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)			RR ^a			UET ^d
	T	F ^b	M ^c	T	F	M	
T	6.008			1.00			1.00
F		0.686			1.00		1.00
M			3.835			1.00	1.00
T-F	6.504	0.371		1.08	1.27		2.35
T-M	4.159		4.177	0.69		1.09	1.78
F-M		0.356	4.229		0.52	1.10	1.62
T.F.M	3.664	0.514	3.671	0.61	0.75	0.96	2.32

^a RR= Rendimiento relativo = Rendimiento en policultivo/Rendimiento en monocultivo

^b= 12 % de humedad, ^c= 14 % de humedad, ^d= UET= La suma de los RR de los cultivos componentes.

T= Tomate, F= Frijol, M= Maíz, T-F= Tomate-frijol, T-M= Tomate-maíz,

F-M= Frijol-maíz, T-F-M= Tomate-frijol-maíz.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

El UET de 1.62 indica que el sistema de policultivo frijol-maíz produjo 62 % más por ha de granos tanto de frijol como maíz en comparación al monocultivo. Esto significa que la siembra en policultivo de frijol con maíz no afectó al rendimiento de este último.

El UET de 2.32 significa que el sistema de policultivo tomate-frijol-maíz registro una sobreproducción por hectárea, 132 % mayor de frutos, granos de frijol y maíz en granos en relación con sus respectivos monocultivos (Tabla 9).

En todos los policultivos se obtuvieron UET's mayores que uno, esto significa que con los policultivos se hizo un uso biológico más eficiente de la tierra, en otras palabras, los policultivos proporcionaron un mayor rendimiento en toneladas por hectárea de granos y frutos en relación a los monocultivos.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron rendimientos de frutos sobresalientes del sistema de policultivo tomate-frijol, con un rendimiento de 6.5 t/ha en relación al monocultivo que registro 6 t/ha y en el caso del sistema de policultivo tomate-maíz registro de rendimiento 4.2 t/ha en comparación al monocultivo.

Se encontraron mayor número promedio de vainas por planta de frijol en el sistema de policultivo tomate-frijol y monocultivo frijol, siendo bajos los rendimientos en policultivo tomate-frijol-maíz y frijol-maíz, los cuales produjeron menos 35 % y 43 % de vainas por planta, respectivamente, en relación al monocultivo de frijol.

El sistema de policultivo frijol-maíz obtuvo un rendimiento de 356 kg/ha en comparación al monocultivo que fue de 514 kg/ha; para el sistema de policultivo tomate-frijol con un rendimiento de 871 kg/ha y el sistema de policultivo tomate-frijol-maíz tuvo un rendimiento de 514 kg/ha de frijol en comparación al monocultivo frijol con un rendimiento 686 kg/ha.

El rendimiento de maíz en granos no fue afectado al crecer y desarrollarse en policultivos, presentando incrementos en el rendimiento de 4.18 t/ha el sistema de policultivo tomate-maíz y el sistema de policultivo frijol-maíz tuvo un rendimiento de 4.23 t/ha al asociarse con tomate y frijol, respectivamente; estos resultados se deben a que existió menor incidencia de malezas que al monocultivo al existir mayor cobertura del suelo.

Los sistemas de policultivos evaluados proporcionaron un mayor rendimiento de frutos y granos que sus respectivos monocultivos, es decir, con los sistemas de policultivos se hizo un uso biológico más eficiente de la tierra, presentando valores del Uso Equivalente de la Tierra de 2.35 para el sistema de policultivo tomate-frijol; un UET de 1.78 para el sistema de policultivo tomate-maíz; un UET de 1.78 para el sistema de policultivo tomate-maíz y un UET de 2.32 para el sistema de policultivo tomate-frijol-maíz.



CAPÍTULO 5.

LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN GRANO (2018-2022)

¿EXISTE SEGURIDAD ALIMENTARIA EN COMUNIDADES DE YUCATÁN Y MÉXICO?

Rafael Ortiz Pech
Lilian Albornoz Mendoza
Javier Becerril García

Resumen

La producción de maíz y otros alimentos con criterios sostenibles contribuye al bienestar social y a la soberanía y seguridad alimentaria en comunidades rurales, para cumplir con los ODS de la Agenda 2030. Este capítulo tiene como objetivo averiguar si existe seguridad

alimentaria en maíz para cuatro municipios de la región maicera de Yucatán y describe cómo el “pase en cadena” contribuye a la disponibilidad de alimentos. Los resultados son contrastados en el ámbito estatal y federal para valorar la importancia de la producción de pequeños productores. Para cumplir con lo anterior se utilizan estadísticas oficiales del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) así como información recabada en las comunidades para el periodo 2018-2022. Los principales resultados indican que en la región maicera de Yucatán hay seguridad alimentaria de maíz y la estrategia “pase en cadena” contribuye a la seguridad alimentaria de los productores. Se sugiere fomentar esta estrategia comunitaria con enfoque sostenible.

Palabras clave: producción de maíz, pase en cadena, seguridad alimentaria, desarrollo sostenible.

INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos, en especial del maíz llevada a cabo en comunidades pequeñas en Yucatán sigue siendo de temporal, es decir, sujeto a la temporada de lluvias (Castillo-López *et al.*, 2021). La cosecha de la mayor parte de lo sembrado se destina para autoconsumo familiar y en caso de existir excedentes, éste se destina a la venta o para compartir entre familiares. Por supuesto, la cosecha es transformada; por ejemplo, el maíz se convierte en masa y de allí a tortillas. Lo mismo sucede con las hortalizas y frutas que pueden ser usadas como insumos para preparar alimentos nutritivos. Algunas familias alimentan a sus animales con el maíz cosechado; que una vez engordados, se consumen en forma de carne (Ortiz, 2018). La producción y consumo de maíz y carne es de ayuda económica para los hogares, pues no

dependen del mercado para obtener estos alimentos. Así, se puede suponer que existe lo que se conoce como seguridad alimentaria para la familia.

En este sentido, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2011b) indica que la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico a alimentos seguros, nutritivos y suficientes para satisfacer los requerimientos alimentarios y así llevar una vida activa y saludable. Esto implica que la población de un territorio debe tener alimentos disponibles y nadie debe padecer hambre o muerte por falta de alimentos. Cuando se carece de seguridad alimentaria se debe a la baja productividad agrícola, falta o escasez de ingresos, y variabilidad temporal (FAO, 2011b).

Por su parte, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL (2018) indica que tener alimentos garantizados es un derecho establecido en la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948. Así, en todo momento deben estar disponibles alimentos nutritivos que satisfagan las necesidades alimentarias para tener una vida activa y saludable, de lo contrario existirá un déficit productivo que afectará el sistema alimentario.

Adicionalmente, la producción de alimentos debe ser de manera sostenible y es una oportunidad para la sociedad, en cuanto fortalece la economía familiar, en especial del productor campesino. Si así fuera, se contribuye a lo establecido por la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas en referencia al objetivo 2 “hambre cero” y sus metas. Este objetivo indica que la agricultura deberá proveer alimentos nutritivos mientras se apoya al desarrollo de la población del campo y a la protección del medio ambiente (Castillo, 2022).

Entre las metas que procura ese objetivo 2, sobresale el 2.1 que indica que se espera en 2030 poner fin al hambre, en especial a las personas vulnerables con una alimentación sana, nutritiva y suficiente para todo el año. Por su parte la meta 2.3 pretende duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos de pequeña escala, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, etc., mediante el acceso equitativo a tierras, insumos de producción, conocimientos, mercados y otras oportunidades. Adicionalmente añadir valor agregado a sus cultivos y obtener empleos no agrícolas para compensar sus ingresos monetarios. Por su parte, la meta 2.4 busca la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar técnicas agrícolas resilientes que permitan aumentar la productividad y producción del campo; mejorando progresivamente la calidad de la tierra y el suelo. Por último, la meta 2.5 busca mantener la diversidad de plantas cultivadas y de los animales de granja y domesticados mediante una buena gestión y diversificación de plantas a nivel nacional, regional e internacional (CEPAL, 2018).

Otro objetivo de la Agenda 2030 relacionado con esta investigación es el número 12 que hace referencia a la “producción y consumo responsables”, es decir hacer más y mejores cosas con menos recursos mediante la reducción del uso de recursos, la degradación y contaminación durante todo el ciclo de vida. Para ello, destaca la meta 12.2 que pretende lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales. También la meta 12.8 es importante para el logro del objetivo ya que, trata de que todas las personas del mundo tengan información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en conformidad con el medio ambiente.

Por su parte, el plan de desarrollo del estado de Yucatán se alinea a la Agenda 2030 con el eje sectorial denominado “Yucatán con mejor calidad de vida para las personas” que busca la inclusión de todas las personas, así como el derecho de alimentación; de modo que se reduzca su pobreza. Así el tema 2 del eje sectorial ya mencionado se relaciona con el objetivo de disminuir la inseguridad alimentaria de la población yucateca mediante la promoción del respeto, protección y garantía del derecho de alimentación de toda la población (Gobierno de Yucatán, 2023a).

Como se ha de notar, seguridad alimentaria no implica producir con rentabilidad, sino solo garantiza la disponibilidad de alimentos. En este sentido, se otorgan apoyos al campo, por parte del gobierno para incentivar la siembra y cosecha de alimentos para compensar esa falta de rentabilidad, sobre todo a los pequeños productores. Esto puede convertir esta actividad en algo atractivo para los potenciales productores de alimentos pues, las actividades del campo son poco atractivas por los costos elevados e ingresos bajos que generan. Una manera de hacerlo es integrar la agroecología que interactúa entre la producción y el medio ambiente. Así aparece la estrategia “pase de cadena” cuyo propósito es producir alimentos usando criterios agroecológicos.

Así, este capítulo tiene como objetivo analizar a cuatro municipios de Yucatán (Cantamayec, Chankom, Sotuta y Yaxcabá) que pertenecen a la región maicera y averiguar si existe seguridad alimentaria en el maíz, el principal insumo alimentario para la población. Luego se estima si existe seguridad alimentaria en Yucatán y México con el fin de contrastarlos con los hallazgos obtenidos para los pequeños productores de los municipios de la región maicera. Una vez hecho lo anterior, se presenta la estrategia llamada

“pase en cadena” y como fortalece la producción de alimentos siguiendo criterios sostenibles.

Para cumplir el objetivo planteado, se estructura esta investigación presentando en primer lugar, esta introducción al tema tratado. Luego se presenta el marco teórico y conceptual siendo el desarrollo local, rural y sostenible los que se usan para fundamentar aunado con la soberanía y seguridad alimentaria. En tercer lugar, se presenta la metodología donde se indica el procedimiento realizado para cumplir con el objetivo planteado. Luego se desarrolla el tema en la cual se muestra en detalle si existe seguridad alimentaria en los cuatro municipios considerados y los resultados se contrastan con Yucatán y México. Adicionalmente se presenta la estrategia del “pase en cadena” y su contribución a la seguridad y soberanía alimentaria. Por último, se presentan las conclusiones y las referencias usadas en la investigación.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

La investigación se sustenta considerando el fundamento teórico del desarrollo en algunas de sus vertientes como el desarrollo local, rural y sostenible; adicionando a la soberanía y seguridad alimentaria como eje crucial.

Desarrollo local

El desarrollo local supone una transformación cultural, institucional, social y económica de un país, ciudad y localidades para dar respuesta a las exigencias del entorno donde la población habita. Paradójicamente se fomenta que las sociedades se incorporen a los procesos de globalización, bajo el supuesto de las ventajas comparativas que pueden existir entre las sociedades (Diez, 2004).

En ese sentido, el desarrollo local es un proceso de cambio estructural que se produce cuando se utiliza el potencial existente en un área determinado cuyo resultado esperado es el bienestar de la población que habita ese territorio que puede ser una región o localidad. Por tanto, si la población de esa demarcación es capaz de llevar a cabo esa transformación, usando sus propios recursos, entonces se habla del desarrollo local endógeno.

Sin embargo, este proceso no es sencillo y debe reconocerse. Cuando se habla de un desarrollo local es sumamente importante que ese territorio donde se lleva a cabo el proceso tenga un conjunto de recursos incluyendo los económicos, sociales, humanos, institucionales, culturales, entre otros; que combinados o articulados pueden convertirse en el potencial para su desarrollo (Vázquez, 2000). Para ser más específicos, debe contar con una estructura productiva, un mercado laboral, una determinada capacidad de emprender negocios (incluyendo cooperativas comunitarias o asociaciones de producción local), tener alguna dotación de recursos naturales (tierra, agua), infraestructura (carreteras, servicios públicos), un sistema social fuerte y sólido (capital social, participación de la gente), sistema político (democracia, presupuesto participativo, gestión, descentralización, cooperación público-privada), poseer tradiciones y cultura arraigadas (identidad), entre otros. Estos, de manera articulada, darán como resultado el desarrollo local.

En suma, la reacción local ante los desafíos globales se puede estructurar mediante un conjunto de acciones diversas, sobresaliendo los cambios relacionados con la gestión política que logre una mayor eficiencia en la administración, participación de la población y vinculación con los actores locales. Un ejemplo práctico de cómo se puede materializar este proceso son las llamadas agencias de desarrollo local y las corporaciones para el desarrollo. Éstas

buscan la cooperación pública y privada con el propósito de coordinarse para lograr ciertos objetivos de la asociación para reducir la incertidumbre que se produce por las pérdidas de información que se pudieran dar entre los agentes o actores que participan localmente (Haldenwang, 2000).

Desarrollo rural

Muy relacionado con el desarrollo local, es el proceso de desarrollo que se propone en localidades más específicas, en poblaciones con menos de 2,500 habitantes¹. Este caso, hace referencia al desarrollo rural como estrategia para mejorar el bienestar de pequeñas comunidades. En este tipo de zonas es común que intervenga el gobierno como facilitador y promotor mediante políticas públicas. Así, este tipo de desarrollo busca desde una visión institucional, tener un impacto verdadero de las políticas implementadas para resaltar la importancia del medio rural para el desarrollo de una sociedad.

Desde el punto de vista teórico, se requieren tres aspectos para ser considerado desarrollo rural. El primero es lo productivo, debido a que el desarrollo rural se asocia con el incremento de la producción y comercio de bienes proveniente de estas localidades. El segundo hace referencia al proceso de expansión de las libertades o capacidades humanas las cuales se fundamentan considerando las aportaciones teóricas y metodológicas de Amartya Sen y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que postulan que el desarrollo rural no concluye con el aumento en la producción y por tanto, del incremento del ingreso de la localidad, sino con las actividades que las personas pueden hacer considerando sus capacidades (oportunidades)

¹ En algunos países, se considera una localidad rural cuando su población es menor a 5,000 habitantes.

disponibles. El tercer aspecto, considera las problemáticas existentes en el medio rural como la pobreza, desigualdad y estancamiento productivo. Así, el territorio rural es un espacio donde convergen elementos agrícolas, además de lo social, económico, natural, cultural, histórico, geográfico, biológico y ecológico (Gómez y Tacuba, 2017).

Se puede establecer ahora el significado de desarrollo rural con enfoque de territorio cuando implica una reforma dinámica que se sostenga a sí misma, mediante la generación y aumento de las oportunidades de producción de los actores locales, además de una distribución más equitativa de los frutos del desarrollo logrado, en especial del mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural.

De este modo, para lograr el desarrollo en localidades rurales, se requiere de políticas públicas activas, entre ellas: a) un Estado que fomente el crecimiento y redistribución de la riqueza, b) establecimiento de políticas con una visión a largo plazo, c) existencia entre todos los actores o agentes involucrados en el desarrollo rural de coordinación, sinergia y convergencia para cumplir las leyes y, d) realización de proyectos productivos, así como la evaluación de resultados de los mismos.

Una vez iniciado el proceso, se debe monitorear el avance del desarrollo rural por medio de indicadores como la desigualdad de ingresos, el nivel de pobreza y marginación en la localidad rural, debido a que estas problemáticas sociales han sido recurrentes desde varios años y en algunos casos han empeorado a pesar de que la política social ha procurado destinar mayores cantidades de recursos o gasto público. Aunado a lo anterior, es necesario

monitorear la situación de la producción agropecuaria pues su incursión en los mercados ha sido poco eficiente por los altos costos de transacción.

Entonces, para lograr el desarrollo rural, es necesario la aplicación de una política que fomente la producción que a la larga disminuya las desigualdades en la distribución de ingresos, la marginación, pobreza y otros males socioeconómicos, para aumentar la productividad de las diversas actividades productivas económicas, ya sea agrícolas o no agrícolas que se llevan a cabo en las zonas rurales (CEPAL, 2023).

En general, para este tipo de desarrollo, la política pública debe intervenir para crear estrategias capaces de integrar acciones para lograr cambios en las condiciones de vida de la población rural. El Estado no ha sido capaz de formular los instrumentos que cumplan con los objetivos y que logren trastocar la realidad rural de manera eficiente; más bien existe una desarticulación de políticas y programas públicos a la vez que existe un uso clientelar de los recursos del gobierno.

Desarrollo sostenible

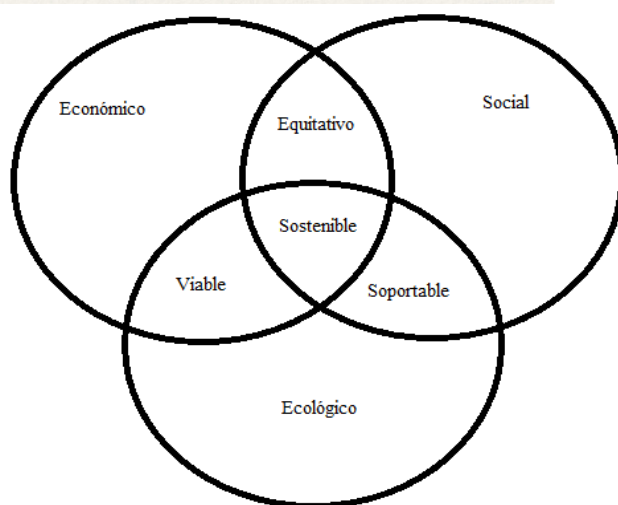
El desarrollo local y rural tienen ciertas coincidencias, así como diferencias; en este apartado se describe el proceso de desarrollo integrador. Se espera que la política fomente el mejoramiento de las condiciones de vida de la población integrando aspectos económicos, sociales y ambientales, esencia del desarrollo sostenible.

No existe consenso sobre este paradigma que considera la sostenibilidad ambiental como meta fundamental para la humanidad. A pesar de ello, si se logra integrar lo ambiental (aprovechamiento racional de los recursos naturales) con una distribución justa del ingreso de modo que se satisface

las necesidades básicas de la población, incluyendo salud, educación, alimentación, y otras características del bienestar y calidad de vida; entonces se cumple este proceso de desarrollo.

En este sentido, el concepto aquí tratado se relaciona con una categoría superior del desarrollo que incluye a la sostenibilidad ambiental vinculada con el quehacer socioeconómico de la sociedad. Este argumento es crucial en cuanto los recursos naturales son escasos y en muchos casos, requiere conservarlos (sujetos a ser degradados) y protegerlos para no extinguirse. Existe un diagrama universal (IUCN, 2005) para expresar este paradigma (figura 1) y como se observa, es la intersección entre lo económico, social y ambiental lo que da esencia al desarrollo sostenible.

Figura 1. Conceptos que definen el desarrollo sostenible



Fuente: International Union for Conservation Nature (2005)

La definición del desarrollo sostenible más aceptada es el postulado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (WCED, por sus siglas en inglés), que lo define como un proceso que permite satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas (ONU, 1987). Esto quiere decir que el concepto de sostenibilidad se relaciona estrechamente con la preservación suficiente de recursos naturales para garantizar que las futuras generaciones tengan una seguridad en su calidad de vida, al menos, como se encuentra en un punto inicial en el tiempo, es decir, como se encuentra actualmente (Quintero y Fonseca, 2011).

Por tanto, el pensamiento económico actual y futuro sobre desarrollo sostenible como paradigma implica incorporar las dimensiones sociales, económicas y ambientales del desarrollo, según lo recomendado por ONU, de lo contrario, existe el riesgo que los recursos del planeta sean amenazados o dañados al punto que se ponga en riesgo la calidad de vida de los futuros habitantes (Haro-Martínez y Taddei-Bringas, 2014).

Seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria se engloba como un dilema que afrontan todas las sociedades. Por una parte implica el desarrollo socioeconómico desde una perspectiva local, rural y sostenible; sin embargo, la producción de alimentos se contrapone con el concepto de sostenibilidad ambiental pues requiere destinar mayores extensiones de tierras a los cultivos (Mariscal *et al.*, 2017).

Sin embargo, la evidencia empírica demuestra que en el mundo han existido crisis alimentarias y el Programa Mundial de Alimentos ha declarado que sus reservas de alimentos no pueden garantizar la disponibilidad de

comida. Considerando lo anterior ¿qué sucedió? realmente ¿no hay alimentos suficientes? Lo cierto es que la disponibilidad de alimentos se pone en riesgo por su precio que se ha encarecido, de modo que muchos no pueden adquirirlos. La disponibilidad alimentaria depende de las importaciones que hacen los países debido a que la producción doméstica es insuficiente para proveer a su propia población (Holt-Giménez y Patel, 2012).

Así ante una crisis política interna o de cambios desfavorables en el tipo de cambio, el valor de las importaciones de alimentos es afectado. Los favorecidos son los grandes inversionistas y corporaciones transnacionales (especuladores financieros y monopolios globales) quienes ponen en riesgo a los más desprotegidos o pobres. Esta crisis no es silenciosa y si la sociedad estuviera consciente de los problemas que pueden surgir, no se quedaría de brazos cruzados. Los propios productores rurales y de pequeña escala han perdido semillas nativas a pesar del esfuerzo arduo que realizan para diversificar sus cultivos, proteger sus tierras, conservar sus fuentes acuíferas, cultivar sus huertos o solares, así como crear mercados o sistemas alimentarios comunitarios.

Estos grupos locales luchan diariamente para producir alimentos usando técnicas sostenibles, aunque en ocasiones tienen rendimientos deficitarios, mientras que otros productores son altamente productivos, incluyendo a los grandes monopolios corporativos que pretenden controlar la producción de alimentos (Torres, 2003). Por tanto, se requieren de políticas y voluntad del gobierno para estar del lado de los productores locales pues la seguridad alimentaria es el derecho de todas las personas para tener una alimentación amigable con su salud, culturalmente adaptado a la sociedad; además, que se produce con procedimientos que no tienen afectaciones significativas al medio ambiente. En este sentido, los productores locales deben tener

el derecho de decidir sobre sus propias maneras de producir sus alimentos, así como el sistema agrícola que implementarán.

Así, se necesita de reformas agrícolas que estén alineadas a este tipo de productores y una manera de contribuir a este proceso es construir y fortalecer los sistemas alimentarios comunitarios, y lo más importante, la práctica de una agricultura sostenible.

METODOLOGÍA

La propuesta metodológica consiste en el acopio de información secundaria disponible en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023) consultando los datos estadísticos de la producción anual agrícola, intención de siembra, entre otros. Estas estadísticas fueron consideradas para el periodo 2018 hasta el año 2022 para la siembra y cosecha del alimento principal del mexicano, el maíz en grano. No se hace distinción del color o especie sino únicamente como maíz en grano. Un aspecto importante, es que el cultivo de referencia se analiza en la modalidad de temporal, es decir, sujeto a las lluvias de temporada. Solo en el entorno estatal y nacional se usaron las estadísticas que integran la modalidad de riego y de temporal.

El estudio se llevó a cabo en los municipios de Cantamayec, Chankom, Sotuta y Yaxcabá que forman parte de la región maicera del estado de Yucatán. Estos municipios fueron elegidos pues la producción de maíz es importante como fuente alimentaria. Adicionalmente, los productores de maíz se encuentran en condiciones de muy alta marginación y altos niveles de pobreza (extrema y moderada). También estos hogares complementan la producción del maíz con frutas, verduras, y hortalizas que provienen de los huertos familiares o solares en los cuales siembran y cosechan, a la vez que crían animales de traspatio

incluyendo cerdos, gallinas, pavos, entre otros. Todo esto es destinado para consumo familiar y en pocos casos para la venta (Montañez *et al.*, 2012).

Las estadísticas de la población que habitan estos cuatro municipios, así como de Yucatán y México, fueron obtenidas de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023). La información estadística de población se considera como una variable de aproximación para todas las personas que consumen el maíz procesado como tortilla.

Así, una vez descargadas las estadísticas desde el SIAP y de INEGI, se ordenó la información por municipio, estado y país. Basándose en Torres (2003), para la estimación de la existencia de seguridad alimentaria se usa el criterio de 352.9 gramos diarios de maíz en grano consumidos por persona en promedio que puede ser tortilla u otros alimentos que usan el maíz como insumo. Este promedio no considera la estructura corporal de una persona, si es hombre o mujer, o si es menor de edad o adulto. A pesar de esta limitación, proporciona una información aproximada sobre si la producción en el ámbito municipal, estatal y país obtenida o cosechada satisface los requerimientos básicos del alimento principal de la población para cada municipio o para todos, de manera integral. También fue necesario el uso y aplicación de conversores, para el cambio de gramos a toneladas.

En la tabla 1 muestra el cálculo general para convertir gramos a toneladas anuales por persona. El dato principal que corresponde a un requerimiento de 0.1288 toneladas anuales por persona se usó para estimar el superávit o déficit productivo y, por tanto, si existe seguridad alimentaria para el maíz, el alimento más importante en una diversidad de alimentos que se consumen.

Tabla 1. Estimación del consumo anual de maíz en grano por persona en México

A	352.90	Gramos diarios por persona
B	128,808.50	Gramos anuales por persona ($A \times 365$ días)
C	128.81	Kilogramos anuales por persona ($B / 1000$ gramos)
D	0.1288	Toneladas anuales por persona ($C / 1000$ kilogramos)

Fuente: Elaboración propia con base a Torres (2003)

De igual modo, se presenta información complementaria como el uso de semillas mejoradas, el riego, tierra fertilizada, la intención de siembra y asistencia técnica a los municipios del estudio. Es importante aclarar que la producción de maíz en la región maicera se destina principalmente para consumo humano y en ciertos casos para alimentar gallinas y cerdos; aunque no es elevado el monto destinado para estos animales. La cría de ganadería vacuna, ovina o caprina en la región maicera es baja.

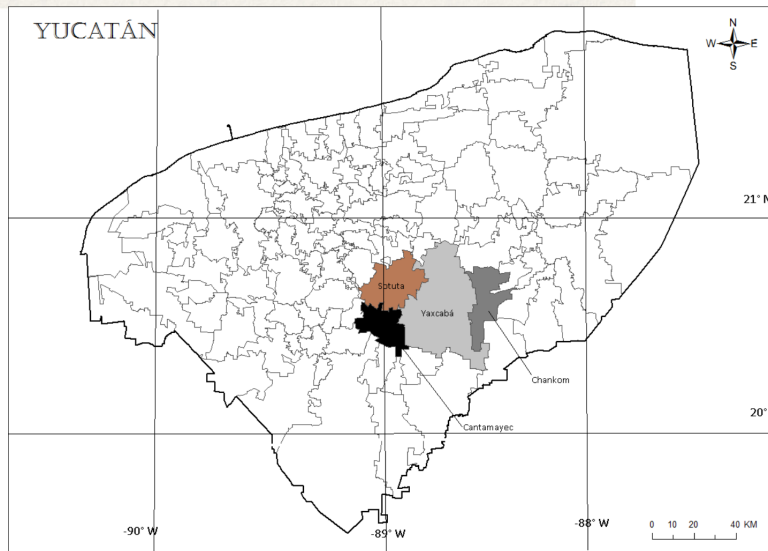
Una vez conocida la existencia o inexistencia de seguridad alimentaria en los cuatro municipios en la región maicera y contrastado a nivel estatal y México, se presenta la estrategia “pase en cadena” que se implementa en la región maicera específicamente en Yaxcabá, Yucatán. La estrategia presentada toma las experiencias de vinculación comunitaria con relación a la producción de maíz, de hortalizas, verduras y otros alimentos cárnicos con un enfoque de desarrollo sostenible y se describe cómo contribuye a la obtención de alimentos como el maíz. Los resultados de la investigación se presentan a través del uso de la estadística descriptiva usando principalmente promedios y porcentajes.

RESULTADOS

Caracterización del área de estudio

En primer lugar, se caracterizan algunos aspectos sociales y económicos de los municipios que forman parte del estudio antes de adentrarse a la seguridad alimentaria. En este sentido, la figura 2 muestra la ubicación de los municipios de Cantamayec, Chankom, Sotuta y Yaxcabá que forman parte de la investigación. Se observa que se ubican entre el centro y oriente del estado de Yucatán, área que se conoce como zona maicera. Según García y Córdoba (2023) esta región está formada por 18 municipios y la actividad predominante es la milpa tradicional, siendo el maíz el cultivo más importante. De allí el nombre de esta región que concentra el 40 % de la superficie sembrada de este cultivo con relación al estado de Yucatán.

Figura 2. Ubicación del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Para facilitar la administración política, la región maicera está dividida en dos subregiones, la oriental (8 municipios) y la central (10 municipios), siendo la central donde se encuentran los municipios del estudio ya mencionados. Específicamente, la diferencia entre la subregión oriental y central es que esta última presenta un estancamiento demográfico y la superficie dedicada a la agricultura es inferior que la subregión oriental. Por su parte, los aspectos sociales de los cuatro municipios se presentan en la tabla 2 e indican que la población es creciente y la edad mediana de la población es joven. También se observa que el grupo de hombres mayores de 60 años (quienes son los que más se dedican a las actividades del campo) es mínimo proporcionalmente en comparación a la población total. Lo que se mantiene prácticamente sin mucha variación son los ocupantes promedio de viviendas (3.8 personas). Algo interesante de la tabla 2 es la alta relación de dependencia de los infantes (menores a 15 años) y de la gente mayor (más de 64 años) respecto a la población en edad laboral o económicamente activa. Esta última característica sugiere que existe una tasa mayor del 50 % de dependencia económica, lo cual puede ser interpretado como alto.

Tabla 2. Principales características sociales de los municipios de estudio (año 2020)

Municipio	Población total	Edad promedio	Hogares	Hombres con más de 60 años	Ocupantes promedio de hogares	Relación de dependencia económica
Cantamayec	2,755	24	746	186	3.7	69.8
Chankom	4,686	26	1,237	322	3.8	60.6
Sotuta	8,967	27	2,398	603	3.7	59.8
Yaxcabá	16,350	22.6	4,194	945	3.9	64.7

Fuente: INEGI (2023)

Con relación a algunos indicadores socioeconómicos, en la tabla 3 muestra que la pobreza extrema en los cuatro municipios representa alrededor de un tercio de la población total, lo que indica que estos hogares tienen dificultad de comprar alimentos, mientras que la pobreza moderada es más de la mitad de la población lo que indica que si bien pueden comprar sus alimentos no pueden satisfacer totalmente el pago de servicios de educación y salud. Considerando que la pobreza es la suma de la pobreza extrema y pobreza moderada, el porcentaje resultante es elevado lo que se interpreta que la mayoría de la población en estos municipios no pueden cubrir sus necesidades más elementales.

Tabla 3. Principales indicadores socioeconómicos de los municipios de estudio (año 2020)

	Cantamayec	Chankom	Sotuta	Yaxcaba
Pobreza extrema (%)	29.1	32.0	32.6	35.5
Pobreza moderada (%)	50.9	55.4	51.4	53.3
Desigualdad social (índice Gini)	0.32	0.35	0.34	0.36
Nivel de marginación	Muy alto	Alto	Muy alto	Muy alto
Población mayahablante (%)	72.6	75.3	40.4	61.2
Población con bachillerato o equivalente (%)	12.5	18.5	18.4	14.1

Fuente: CONEVAL (2023), DataMéxico (2023), CONEVAL (2023), Gobierno de Yucatán (2023b)

De igual modo, en la tabla 3 muestra el índice Gini que indica el nivel de desigualdad en la distribución de ingresos, si tiende a 1 entonces será

desigual y si es cercano a 0, menor desigualdad. Por tanto, se infiere que en estos cuatro municipios existe poca desigualdad, pero con alto nivel de pobreza y marginación. También se observa que la población con bachillerato no supera el 19 %, mientras que más de la mitad de la población habla el idioma maya yucateco.

Tabla 4. Algunos indicadores del campo yucateco. Cultivo: Maíz en grano (año 2019)

Asistencia técnica. Hectáreas y % del total	Superficie fertilizada. Hectáreas y % del total	Superficie en riego. Hectáreas y % del total	Uso de semilla mejorada Hectáreas y % del total	Uso semilla criolla Hectáreas y % del total
10,345 1.5 %	71,559 10.2 %	73,021 10.5 %	38,067 29.6 %	90,693 70.4 %

Fuente: SIAP (2023)

En la tabla 4 muestra algunos indicadores del campo yucateco. Lo que sobresale es que, a pesar de las tendencias mundiales de usar semillas mejoradas, en el estado de Yucatán el porcentaje del uso de semillas criollas de maíz es relativamente alta, representando el 70.4 % del total de hectáreas sembradas en el Estado. Otro aspecto característico del estado de Yucatán es la siembra y cosecha del maíz dependiente de la temporada de lluvias, de allí, el riego temporal. En este sentido, solo el 10.5 % de las hectáreas disponibles para la siembra del maíz, se desarrollan usando un sistema de riego, y que generalmente se presentan en el sur del estado de Yucatán y, por tanto, fuera de la región donde se ubican los cuatro municipios estudiados.

Seguridad alimentaria en la región maicera de Yucatán

A continuación, se responde la pregunta si existe seguridad alimentaria en los cuatro municipios de la región maicera. En la tabla 5 muestra esta relación para el municipio de Cantamayec, el más pequeño en población consumidora de este cereal. La superficie sembrada y cosechada no ha cambiado significativamente para el periodo estudiado y esta relación se mantiene también para la producción obtenida. Adicionalmente, se puede observar que la población de Cantamayec creció a un ritmo constante; sin embargo, la producción de temporal obtenida muestra ligero estancamiento con una caída significativa en el año 2022. No obstante; en general, el superávit productivo para todo el periodo se mantiene lo que se traduce en seguridad alimentaria, en cuanto es más el inventario de maíz disponible que lo que se necesita para satisfacer las necesidades de alimentación de este municipio.

Tabla 5. Seguridad alimentaria en Cantamayec. Maíz en grano de temporal (2018-2022)

Año	Producción obtenida (toneladas)	Población municipal	Consumo estimado (toneladas)	Superávit productivo (toneladas)
2018	674.44	2,685	345.85	+328.59
2019	742.5	2,720	350.4	+392.1
2020	705.72	2,755	354.9	+350.8
2021	740.36	2,790	359.3	+381.1
2022	470.59*	2,825	363.8	+106.8

*Estimado por SIAP a marzo de 2023
Fuente: SIAP (2023)

Para el municipio de Chankom, existe un incremento en la superficie sembrada, solamente afectada por lo cosechado para el año 2022 que disminuyó. Esto último tuvo como consecuencia que el valor de la producción disminuyera. Así, en la tabla 6 indica que la producción obtenida dentro del periodo 2018-2022, a pesar de disminuir en términos generales, fue suficiente para generar un superávit productivo, de modo que de nuevo se establece que existe la seguridad alimentaria para el alimento básico del municipio.

Tabla 6. Seguridad alimentaria en Chankom. Maíz en grano de temporal (2018-2022)

Año	Producción obtenida (toneladas)	Población municipal	Consumo estimado (toneladas)	Superávit productivo (toneladas)
2018	2,260.18	4,642	597.9	+1,662.3
2019	1,698.60	4,664	600.7	+1,097.9
2020	1,910.84	4,686	603.6	+1,307.2
2021	2,108.79	4,708	606.5	+1,502.3
2022	958.22*	4,730	609.3	+348.9

*Estimado por SIAP a marzo de 2023
 Fuente: SIAP (2023)

El tercer municipio que se estudia y que forma parte de la región maicera de Yucatán es Sotuta. Este municipio se caracteriza por tener una superficie sembrada sin cambio significativo para el periodo 2018-2022, pero presenta una disminución del rendimiento por hectárea. Tomando de referencia lo anterior, en la tabla 7 muestra que existe superávit productivo solo para el periodo 2018-2021, para el año 2022 fue deficitario lo que se traduce que en el primer periodo existió seguridad alimentaria en maíz y en el año 2022 no se garantizó.

Tabla 7. Seguridad alimentaria en Sotuta. Maíz en grano de temporal (2018-2022)

Año	Producción obtenida (toneladas)	Población municipal	Consumo estimado (toneladas)	Superávit productivo (toneladas)
2018	1,502.88	8,863	1,141.7	+361.2
2019	1,514.09	8,915	1,148.4	+365.7
2020	1,421.7	8,967	1,155.0	+266.7
2021	1,432.99	9,019	1,161.7	+271.3
2022	1,024.02*	9,071	1,168.4	-144.38

*Estimado por SIAP a marzo de 2023
Fuente: SIAP (2023)

Por su parte, el municipio de Yaxcabá, el mayor en extensión territorial de la región tuvo una superficie sembrada ligeramente creciente si se compara el periodo 2018-2022. Sin embargo, el rendimiento por hectárea disminuyó de 0.86 en 2018 a 0.73 en el año 2022. En cuanto a la seguridad alimentaria, existe un superávit productivo para todo el periodo, lo que se traduce que la producción puede satisfacer las necesidades de la población (Tabla 8).

Tabla 8. Seguridad alimentaria en Yaxcabá. Maíz en grano de temporal (2018-2022)

Año	Producción obtenida (toneladas)	Población municipal	Consumo estimado (toneladas)	Superávit productivo (toneladas)
2018	6,154.61	16,040	2,066.1	+4,088.5
2019	5,259.59	16,195	2,086.1	+3,173.5
2020	5,442.5	16,350	2,106.0	+3,336.5
2021	5,788.5	16,505	2,126.0	+3,662.5
2022	3,262.8*	16,660	2,145.9	+1,116.9

*Estimado por SIAP a marzo de 2023
Fuente: SIAP (2023)

Los resultados anteriores se contrastan con lo que sucede en el estado, es decir en Yucatán. Así, en la tabla 9 muestra que la producción estatal no garantiza la seguridad alimentaria pues la disponibilidad del maíz es deficitaria para el periodo de análisis. Es importante recalcar que la afirmación anterior aplica como promedio para todos los municipios del estado, incluyendo los cuatro municipios ya considerados en el estudio. Fácilmente se infiere que la seguridad alimentaria bajo la modalidad de lluvias de temporal no se garantiza en Yucatán, provocando que el maíz sea comprado a otros estados mexicanos o al extranjero.

Tabla 9. Seguridad alimentaria en Yucatán. Maíz en grano de temporal (2018-2022)

Año	Producción obtenida (toneladas)	Población total	Consumo estimado (toneladas)	Déficit productivo (toneladas)
2018	85,235.2	2,231,409	287,424.4	-202,189.2
2019	96,987.3	2,276,153	293,187.9	-196,200.6
2020	71,866.4	2,320,898	298,951.4	-227,085.0
2021	89,586.6	2,365,643	304,714.9	-215,128.3
2022	63,081.5*	2,410,387	310,478.4	-247,396.9

*Estimado por SIAP a marzo de 2023
 Fuente: SIAP (2023)

La conclusión anterior indica que, si bien los cuatro municipios estudiados cuentan con seguridad alimentaria en maíz, otros que tienen grandes poblaciones se especializan en otras actividades productivas y en este sentido dependen de la producción de maíz de otras regiones o países. Así,



en la tabla 10 estima la seguridad alimentaria del estado de Yucatán, pero agrega la producción que usa el sistema de riego. El resultado de la seguridad alimentaria, si bien disminuye el déficit productivo, no se logra producir lo que necesita la población del estado.

Tabla 10. Seguridad alimentaria en Yucatán. Maíz en grano de temporal y riego (2018-2022)

Año	Producción obtenida (toneladas)	Población total	Consumo estimado (toneladas)	Déficit productivo (toneladas)
2018	124,858.07	2,231,409	287,424.4	-162,566.4
2019	142,403.02	2,276,153	293,187.9	-150,784.9
2020	99,941.40	2,320,898	298,951.4	-199,010.0
2021	139,206.11	2,365,643	304,714.9	-165,508.8
2022	68,040.58*	2,410,387	310,478.4	-242,437.8

*Estimado por SIAP a marzo de 2023
Fuente: SIAP (2023)

En la tabla 11 muestra que aún a nivel nacional la producción de maíz bajo lluvias de temporal presenta un déficit productivo y, por tanto, inseguridad alimentaria.

Tabla 11. Seguridad alimentaria en México. Maíz en grano de temporal (2018-2022)

Año	Producción obtenida (toneladas)	Población total	Consumo estimado (toneladas)	Déficit productivo (toneladas)
2018	13,615,061.75	123,583,804	15,918,644.4	-2,303,582.6
2019	12,941,022.45	124,798,914	16,075,160.9	-3,134,138.4
2020	13,858,420.47	126,014,024	16,231,677.4	-2,373,256.9
2021	14,333,889.67	127,229,134	16,388,193.8	-2,054,304.3
2022	9,601,722.55*	128,444,244	16,544,710.5	-6,942,987.9

*Estimado por SIAP a marzo de 2023

Fuente: SIAP (2023)

Sin embargo, en la tabla 12 indica que, al añadir el sistema de riego para el maíz en grano, el resultado cambia pues se convierte en un país con seguridad alimentaria. Gran parte del alimento que se produce bajo el sistema de riego utiliza fertilizante, agroquímicos, y grandes cantidades de agua lo cual no es sostenible ambientalmente. Obsérvese que, incluyendo la siembra bajo lluvias de temporal y de riego, el incremento de la producción es significativo. Con relación al año 2022, la última estadística disponible es una estimación, por tanto, debe interpretarse con cautela.

Tabla 12. Seguridad alimentaria en México. Maíz en grano de temporal y riego (2018-2022)

Año	Producción obtenida (toneladas)	Población total	Consumo estimado (toneladas)	Superávit productivo (toneladas)
2018	27,169,400.11	123,583,804	15,918,644.42	11,250,755.69
2019	27,228,242.42	124,798,914	16,075,160.91	11,153,081.51
2020	27,424,527.55	126,014,024	16,231,677.41	11,192,850.14
2021	27,503,477.82	127,229,134	16,388,193.91	11,115,283.91
2022	21,605,746.13*	128,444,244	16,544,710.40	5,061,035.73

*Estimado por SIAP a marzo de 2023

Fuente: SIAP (2023)

El pase en cadena

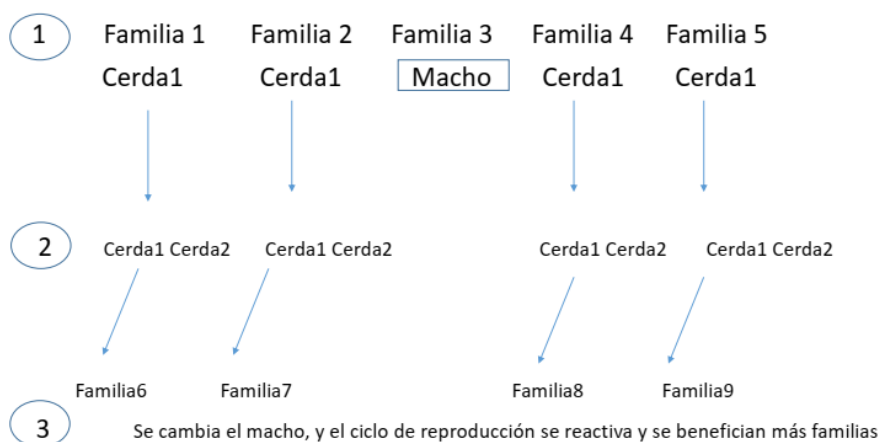
En Yaxcabá, se ha implementado el sistema conocido como “pase en cadena” para fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria² con los productores de maíz. Éste consiste en dotar de animales de traspasio principalmente de borregos, gallinas y cerdos criollos a las familias. También se han otorgado semillas de hortalizas, verduras y maíz criollos para sembrar en los terrenos (solares) y milpas de los participantes en este sistema.

El “pase en cadena” consiste en proporcionar inicialmente un pie de cría de cerdo (hembra o cerda) a unas cuantas familias para que alimenten,

² Esta estrategia de producir alimentos con un enfoque de sostenibilidad en el municipio de Yaxcabá forma parte de un proyecto financiado por Fundación Kellogg.

mientras que a otra familia se le otorga un macho para que pueda prestarlo a las otras familias que no lo poseen con el propósito de reproducir la especie de cerdito. Una vez las hembras se encuentran en etapa de reproducción se realiza la monta por el macho y las nuevas crías que nazcan fruto de la monta se pasa a otras familias para que reinicie el proceso, por eso se llama “pase en cadena”. Suponiendo que la marrana tenga dos crías, una se da a otra familia y una se le queda como su propiedad. Así, el sistema de pase de cadena intenta favorecer a todas las familias posibles. Para evitar una carga económica (debido a que necesita comprar alimentos para criar al animal), a la familia receptora del animal se le enseña cómo criarlo con alimentos saludables y disponibles en el monte, procurando siempre la sostenibilidad ambiental del sistema (figura 3).

Figura 3. Esquema representativo del “pase en cadena”



Fuente: Elaboración propia

También se presenta el “pase en cadena” en el caso de las semillas de maíz, hortalizas y verduras. Una vez dotadas a los productores, se les enseña a sembrarlas, cuidarlas y cosecharlas. Para mantener las cosechas saludables y nutritivas, se les muestra como producir sus propias compostas, así como herbicidas orgánicos. Todo debe ser amigable con el medio ambiente. Con relación a las semillas de maíz, éstas deben de ser variedades criollas o nativas de la región para mantener su especie, pues muchas variedades se encuentran en peligro de extinción o son difíciles de conseguir. En este sentido, para favorecer la dispersión de las semillas se organizan ferias de semillas en otros municipios y comunidades aledañas (incluyendo la región maicera) para intercambiar variedades de semillas, así como la venta de hortalizas, frutas, semillas, raíces, medicina tradicional y otras cosas.

El “pase en cadena”, se ha mantenido activo en Yaxcabá por casi ocho años pues su implementación empezó en el año 2015. Actualmente el sistema continúa debido a, que la población es participativa y devuelve los animales comprometidos incluyendo las semillas obtenidas, salvo casos muy especiales. La práctica se ha expandido a nuevas localidades y, mientras la gente participe, este sistema de producir alimentos propiciará que la seguridad alimentaria se mantenga en Yaxcabá y en el futuro puede llegar a otros municipios que pertenecen a la zona maicera como Cantamayec, Chankomn y Sotuta, pues su potencial de implementación es real.

CONCLUSIONES

La producción de maíz realizada desde un pequeño hasta un gran productor contribuye a la seguridad alimentaria; sin embargo, implica afectaciones al ambiente si se usan herbicidas y otros insumos productivos no amigables con el medio ambiente. Con el aumento de la población y su necesidad de alimentarse se requiere producir más y esto conlleva a una mayor afectación a los ecosistemas terrestres cuando se abren nuevas tierras a los cultivos.

No obstante, los resultados obtenidos son interesantes y apuntan a que si existe seguridad alimentaria en cuatro municipios que se localizan en la región maicera del estado de Yucatán donde dominan los pequeños productores. Adicionalmente, la existencia de seguridad alimentaria se contrastó con el estado de Yucatán y a nivel nacional. Se concluye que existe un superávit productivo para el periodo 2018-2022 para la siembra con lluvias de temporal en los cuatro municipios; sin embargo, para el estado de Yucatán, para siembras bajo lluvias temporal o de riego, no se logra la seguridad alimentaria del maíz con la producción estatal. Al contrastarlo a nivel nacional tampoco existe seguridad alimentaria con el maíz en cultivos bajo lluvias de temporal, excepto cuando se incluyen los cultivos bajo sistemas de riego.

Esta investigación encontró que en los cuatro municipios de la región maicera se produce maíz para consumo de los hogares y a pesar de ser cultivos bajo lluvias de temporal, sujeto a las condiciones climáticas, demostró ser suficiente para garantizar la alimentación local. Aunque la estimación de lo que se consume por persona es un aproximado, los resultados indican que los pequeños productores rurales en condiciones socioeconómicas desfavorables pueden satisfacer sus necesidades alimentarias a partir del sistema de la milpa.

Adicionalmente, la estrategia de “pase en cadena” complementa la producción de alimentos que al aplicar criterios amigables con el medio ambiente; su aportación es importante (Semiáridos, 2023). Por tanto, el “pase en cadena” contribuye a mejorar la seguridad alimentaria, y si se agregan conocimientos y prácticas ancestrales de los propios productores, el proceso de producción puede ser más sostenible.

Así, los pequeños productores, cuya producción se destina principalmente para el autoconsumo familiar, representan una opción para la actividad del campo. Por tanto, se sugiere que se fomenten políticas públicas que fortalezcan la producción de los pequeños productores de Yucatán. Aparte de la recomendación anterior, se propone continuar estudiando el tema, con algunos tópicos a resaltar: a) ¿cómo la producción a baja escala realizada por productores locales puede subsistir a pesar de que no tiene como fin el lucro económico en la producción? y b) ¿cómo la producción local puede ser más sostenible ambientalmente? (Torres, 2003).



CAPÍTULO 6.

MILPA MAYA: CAMBIO CLIMÁTICO, ECONOMÍA Y POLÍTICA PÚBLICA EN YUCATÁN

Javier Becerril García
Rodolfo Canto Sáenz

Resumen

Existe un consenso global sobre los impactos negativos del Cambio Climático (CC). Entre los más significativos se cuentan la pérdida irreparable de biodiversidad, y en particular de la agrobiodiversidad, con efectos adversos en la población humana que mantiene, conserva y depende de sistemas productivos como la milpa y el solar

maya, que es también la población más vulnerable en términos de pobreza y marginación. Además del cambio climático, factores demográficos, económicos, sociales e instrumentos de política pública inciden sobre los cultivos de subsistencia, y particularmente sobre la milpa maya. Con fundamento en la teoría económica, el análisis de políticas públicas y el análisis empírico, se presenta este estudio sobre la milpa maya en Yucatán, un componente esencial del Patrimonio Biocultural.

Palabras clave: patrimonio biocultural, servicios de conservación, milpa, Yucatán.

INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés, 2021), señala que existe un consenso global sobre los impactos que está causando el Cambio Climático (CC) en el planeta y en la vida humana, por ejemplo, en la pérdida de biodiversidad marina y terrestre, y las migraciones, entre muchos otros aspectos. Roos y Hoffart (2021) y Udalov (2019) han destacado que el CC es un problema económico que debe abordarse desde la ciencia económica para mitigar sus efectos y contribuir a alcanzar los ODS para 2030, de las Naciones Unidas.

Folke *et al.* (2021) han contribuido al entendimiento de la actividad humana como una fuerza de cambio dominante en el planeta, conocida como “Antropoceno”. Para estos autores, el Antropoceno se caracteriza por un mundo estrechamente interconectado que opera a altas velocidades con hipereficiencia en varias dimensiones: sistema globalizado de producción y distribución de alimentos; amplios sistemas de comercio y transporte; fuerte conectividad de los mercados financieros y de capital; cadenas de suministro

y valor internacionalizadas; movimientos generalizados de personas; innovaciones sociales; desarrollo e intercambio de tecnología, y capacidades de comunicación generalizadas.

Otero *et al.* (2020) han hecho un llamamiento a la comunidad científica de investigación y a los formuladores de política pública para dar dos pasos de inmediato: primero, reconocer el conflicto entre el crecimiento económico y la conservación de la biodiversidad en la formulación de política pública a futuro; segundo, explorar las trayectorias socioeconómicas en la próxima generación más allá del crecimiento económico en escenarios de conservación y aprovechamiento de la biodiversidad global. Todo ello para reducir el impacto negativo del CC sobre el crecimiento económico y la pérdida de biodiversidad biológica en un mundo cada vez más poblado y que demanda servicios ecosistémicos para alimentar de mejor manera a una constante y creciente población, que alcanzará 11 mil millones de habitantes en 2100 (Otero *et al.*, 2020).

Kontoleon, Pascual y Samale (2009) reportan que la Evaluación de Ecosistemas del Milenio concluyó que las actividades humanas han llevado a una pérdida más rápida de biodiversidad en la Tierra durante los últimos 50 años que en toda la historia humana anterior. También argumentan que la pérdida de especies y la progresiva homogeneización de muchos ecosistemas continúan siendo una de las principales amenazas para la supervivencia de nuestros sistemas naturales y socioeconómicos. La intensificación y la homogeneización de los ecosistemas agrícolas han llevado a pérdidas significativas en la agrobiodiversidad, incluida la pérdida de especies de cultivos y ganado y de la diversidad genética, así como la biodiversidad asociada a los cultivos, como la biodiversidad polinizadora supresora de plagas.

En este mismo orden de ideas los trabajos de Khoury *et al.* (2021), Bellon *et al.* (2011) y Haro *et al.* (2021), Hernández *et al.* (2021), han mostrado en sus hallazgos que el CC podría reducir drásticamente la productividad agrícola de México con graves consecuencias socioecológicas, entre ello, la pérdida paulatina de maíces criollos a una tasa anual de 3 %, con una pérdida acumulada del 61 % en 2050.

En la literatura encontramos varios estudios sobre la relación del sistema productivo milpa (policultivo agrícola) con el CC. Por ejemplo, Haro *et al.* (2021) señalan la importancia de la milpa en el alivio de la pobreza, en el uso de variedades de maíz criollos resistentes y resilientes, en el desarrollo de capacidades para el uso y gestión del agua y en la restauración de suelo. Sánchez y Lazos (2009) realizan un estudio sobre la percepción local del CC y sus efectos en los sistemas productivos locales. Camacho *et al.* (2021) encuentran una preocupación significativa entre los habitantes Mayas sobre la producción de la milpa ante fenómenos meteorológicos recurrentes como las sequías y tormentas tropicales y huracanes. Finalmente, Folke *et al.* (2016) contribuyen al entendimiento basado en la ciencia de la resiliencia de los sistemas socio ecológicos y la biosfera en el marco de la sustentabilidad.

Este capítulo se propone dilucidar y ampliar el conocimiento de la centralidad del maíz como sustento de la alimentación del pueblo mexicano y la importancia del sistema productivo vigente de policultivo que conocemos como milpa maya, así como la importancia económica y la evolución en las últimas décadas de la política económica vinculada al sector agropecuario, particularmente al maicero, el cultivo de la milpa maya contribuye a la conservación de la agrobiodiversidad *de facto*, que es parte del paisaje de la

biodiversidad, y directamente relacionada con el logro de los ODS 2030: 2 hambre cero y 15 vida de ecosistemas terrestres.

Para cumplir sus propósitos, el capítulo incluye un marco conceptual que aborda someramente los conceptos y postulados teóricos que sustentan la investigación; un marco metodológico, que expone el proceso de recopilación de literatura sobre el tema del CC, la milpa maya, la economía del sector maicero y las políticas públicas; para cerra esta sección se describe el método de muestreo de la información para el Yucatán rural. En el apartado de resultados se muestra con evidencia empírica y un análisis somero de estadística descriptiva básica la evolución del sector maicero y su caracterización a nivel nacional, particularmente de productores milperos, así como los hallazgos inéditos sobre la percepción del CC en la producción local en el Yucatán rural. Finalmente, el capítulo concluye con algunas reflexiones de los autores.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Una perspectiva macroeconómica de la contribución del sector agrícola a la transición industrial

El sector primario, que produce alimentos agrícolas y de origen animal (terrestre o marino), es la base del desarrollo del sector secundario y terciario, y es ampliamente conocida su contribución a la división social del trabajo, proveyendo alimentos a los centros urbanos. El propósito de esta sección es señalar la importancia de la contribución del sector agrícola desde la perspectiva de la teoría macroeconómica e histórica. El trabajo de Cypher y Dietz (2009) documenta detalladamente la contribución de la teoría macroeconómica a la evolución del desarrollo agrícola, a sus

contextos y prácticas, y al progreso de la escuela de pensamiento de la economía agrícola. En la década de los 50's Arthur Lewis (1954) consideró que el sector agrícola desempeñó el rol de proveedor excedentario de mano de obra al sector industrial, vigente hasta el día de hoy. Ranis y Fei (1961) se basaron en el modelo de Lewis para afirmar que, sin crecimiento agrícola y producción suficiente de alimentos, el desarrollo del sector industrial se vería limitado. En estos modelos de teoría macroeconómica el sector agropecuario desempeña un papel crítico en el desarrollo económico y la transformación de cualquier economía, incluidas, por supuesto, las de México y Yucatán.

Se ha documentado ampliamente en la literatura que la mano de obra excedente del sector agrícola rural tradicional tiene un producto marginal insignificante o nulo (Otsuka y Fan, 2021). Schultz (1964) argumentó que los pequeños agricultores pobres son racionales, ya que responden a los incentivos de precios y adoptan las nuevas tecnologías que les resultan rentables, pero en las zonas remotas y apartadas estos productores se ven limitados por la ausencia de tales tecnologías, enfrentando fallas de mercado. La hipótesis “eficiente pero pobre” de Schultz (1964) inspiró la investigación posterior de Hayami y Ruttan (1971, 1985), quienes formalizaron la teoría del crecimiento agrícola destacando la importancia de las innovaciones tecnológicas y la transferencia de capital. Binswanger (1974) demostró más tarde que los cambios en los precios de los productos también desempeñan un papel importante en el estímulo de la adopción de innovaciones tecnológicas.

Una perspectiva microeconómica sobre agricultura y desarrollo

De acuerdo con Otsuka y Fan (2021), una contribución de la teoría microeconómica al estudio del desarrollo agrícola es el análisis del comportamiento de los agentes, empresas y hogares rurales, prestando particular interés a las limitaciones que estos enfrentan y los determinantes de su toma de decisiones. La teoría microeconómica ha evolucionado con el tiempo desde el análisis de la asignación de recursos, en particular las fallas del mercado laboral, de tierras y de capital, hasta la adopción de tecnología y los servicios de extensión, los derechos de propiedad y las externalidades, la negociación dentro del hogar y la gestión de riesgos. Otsuka y Fan (2021) señalan que la hipótesis de Schultz (1964), “eficiente pero pobre”, tuvo una incidencia fundamental en la literatura microeconómica sobre el desarrollo agrícola, porque si los agricultores son maximizadores racionales entonces se puede aplicar un modelo de maximización de la utilidad o la utilidad al análisis del comportamiento de los agricultores en los países en desarrollo.

A finales de la década de 1980s surgió un debate sobre la no separabilidad entre las decisiones de producción y consumo de los hogares rurales y la relación entre la productividad y el tamaño de la superficie de la parcela agrícola. Singh, Squire y Strauss (1986), pioneros en el análisis del comportamiento de los hogares agrícolas, explican el “comportamiento no separable” de los hogares en el uso de los recursos, fundamentalmente como resultado de la falta o imperfección de los mercados, en particular los mercados laborales, lo que implica que los hogares son una unidad integrada de producción y consumo.

El modelo básico del agente productor/consumidor de Singh, Squire y Strauss, (1986) es suficientemente general para dar cabida a casos en que los agentes son exclusivamente productores (i.e., empresas) o consumidores (i.e., hogares asalariados). Este modelo ha sido modificado para incorporar pautas de comportamiento microeconómico adicionales, como la adopción de tecnología o la respuesta a costos de transacción. Un ejemplo en este sentido es el trabajo de De Janvry *et al.* (1991).

Además del modelo de comportamiento no separable del agente productor/consumidor, otro aporte esencial es el estudio de las fallas de mercado, particularmente del mercado laboral. De Janvry, Fafchamps y Sadoulet (1991) mostraron que los costos de transacción abren una brecha entre los precios al productor y al consumidor. Algunos hogares no compran ni venden los bienes que producen y, por lo tanto, tienen una respuesta limitada a los incentivos de precios. De manera similar, De Janvry, Fafchamps y Sadoulet (1991) exploran la endogeneidad de las decisiones de participación en el mercado. En un artículo reciente, Roos y Hoffart (2021) muestran que la existencia de costos de transacción en el mercado laboral puede explicar por qué los pequeños productores de subsistencia, que dependen del trabajo familiar, resultan ser más eficientes. Los productores más grandes son menos eficientes porque emplean una cantidad considerable de trabajadores contratados, en tanto que los productores muy grandes son tan eficientes como los pequeños productores de subsistencia debido a que adoptan máquinas a gran escala.

Patrimonio biocultural

Este capítulo considera las discusiones actuales del maíz como un componente fundamental del patrimonio biocultural, hoy protegido mediante la Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo (Secretaría de

Gobernación, 2020c). El concepto de patrimonio biocultural permite vincular la biodiversidad con la diversidad cultural, y se considera el resultado de la interacción entre las personas y la naturaleza en un tiempo y espacio dados. En nuestra área de estudio esa interacción es insoluble. En este capítulo se emplea la definición de patrimonio biocultural propuesta por Swiderska y Argumedo (2006): “conocimiento, innovaciones y prácticas de las comunidades locales e indígenas que se mantienen colectivamente y que están indisolublemente vinculadas a los recursos y territorios tradicionales, las economías locales, la diversidad de genes, variedades, especies y ecosistemas, los valores culturales y espirituales y las leyes consuetudinarias configuradas dentro del contexto socio-ecológico de las comunidades”.

Milpa Maya, o Kool

De acuerdo con Terán y Rasmusen (2009), la biodiversidad ha sido la base de la estrategia agrícola y productiva entre los Mayas de Yucatán y, por lo mismo, componente esencial de la cultura maya. La milpa maya de Yucatán se organiza en tres niveles de existencia: como sistema técnico, como sistema productivo y como sistema socio cultural. Como sistema técnico es un policultivo que se estructura y maneja bajo el sistema conocido como *roza, tumba y quema*. Como sistema productivo implica diversas actividades asociadas a la cacería, apicultura, ganadería de monte, recolección de especies, ganadería de solar, agricultura en el solar, producción de artesanías. Como sistema socio-cultural abarca a la familia, la comunidad, la organización política, la cosmovisión, el conocimiento, los valores, las manifestaciones rituales y las prácticas y costumbres asociadas a la alimentación. El sistema involucra múltiples actividades, que van desde la selección del paraje o espacio en el monte (bosque), hasta el agradecimiento de la

cosecha. Un hogar agrícola rural puede gestionar simultáneamente varias milpas en diferentes parajes: milpa de primer año, de segundo año o en solares (patio trasero de la vivienda). Además, Hernández *et al.* (2021) definen a la producción de maíz en la milpa como un sistema socio-ambiental integrado que comprende diversas modalidades de producción y consumo. La Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Yucatán (2022)¹, define a “La Milpa Maya como un sistema agroforestal tradicional, formado por un policultivo que conforma un espacio vital dinámico de recursos genéticos. Se caracteriza por sus conocimientos y adaptaciones culturales, así como por su estrategia diversa basada en sembrar una gran variedad de plantas (maíz – frijol – calabaza – y otros cultivos), y realizar múltiples actividades productivas (diversidad económica)”².

Por último, en cuanto el uso de términos y conceptos, a lo largo de este documento se utiliza el término ‘maíz criollo’ por sus antecedentes históricos e implicaciones prácticas, de que podrían carecer términos alternativos como es ‘maíz nativo’.

1 La Milpa Maya Peninsular recibió el reconocimiento en noviembre de 2022 como uno de los Sistemas Inteligentes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM) ante la FAO. Este logro, fue posible a la conjunción de diferentes actores: productores rurales (maestros milperos), académicos y los tres ámbitos de gobierno: municipal, estatal y federal.

2 En este documento empleamos el término ‘maíz criollo’ por sus antecedentes históricos e implicaciones prácticas, de que podrían carecer términos alternativos como ‘maíz nativo’. Sobre esta discusión ver Castillo González, 2021.

Política Pública

No existe una teoría particular y suficiente del proceso de implementación de la política pública, lo que hace que su estudio y evolución sean complejos. Van Meter y Van Horn (2007) abordan esta complejidad y señalan que en el proceso de implementación de políticas públicas se subestiman los estudios a profundidad a causa de prejuicios, modas y decisiones adversas. Otro motivo se encuentra en el sistema presupuestario de los programas públicos, generalmente orientado a dar mayor protagonismo y recursos a las dependencias y entidades de gobierno encargadas del diseño de políticas públicas, lo que tiende a opacar a las entidades que son responsables de su implementación. Esta práctica refuerza la idea de que el diseño es más importante que la implementación, sesgo que se confirma a sí mismo, toda vez que es más probable que las autoridades con mayores recursos tengan mejores resultados y lleguen a cumplir sus objetivos frente a las dependencias de gobierno con recursos limitados.

Van Meter y Van Horn (2007) proponen un modelo teórico para entender el proceso de implementación de las políticas públicas. Su modelo se compone de los siguientes elementos: i) ambiente que estimula el trabajo de los funcionarios; ii) demandas y recursos; iii) proceso de transformación de las demandas y recursos en políticas públicas; iv) políticas que representan metas formales; v) resultados de la política y, vi) retroalimentación.

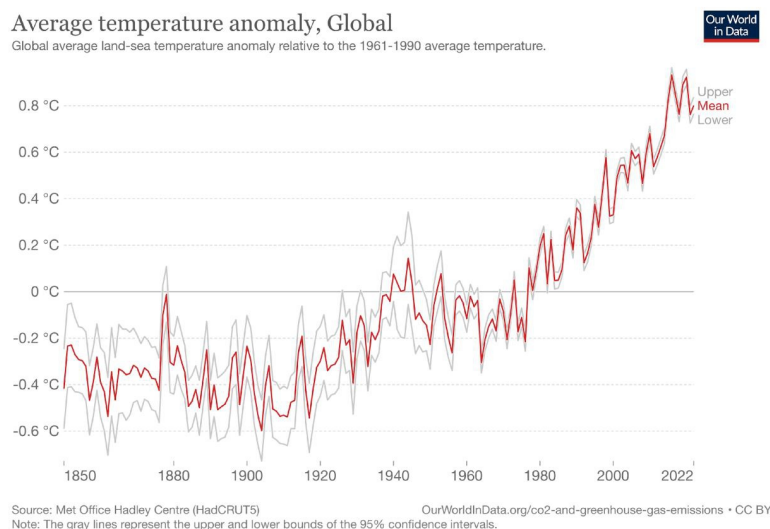
Con base en estos elementos se define al diseño e implementación de la política pública como “aquellas acciones efectuadas por individuos (o grupos) públicos y privados, con miras a la realización de objetivos previamente decididos”.

Cambio Climático

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) (2021), las actividades humanas han causado un calentamiento global de aproximadamente 1.0°C con respecto a los niveles preindustriales, con un rango probable de 0.8°C a 1.2°C (figura 1). Es posible que el calentamiento global llegue a 1.5°C entre 2030 y 2052 si continúa aumentando al ritmo actual.

Desde el punto de vista de la economía, Roos y Hoffart (2021) recuerdan que cuando William D. Nordhaus, premio Nobel de Economía en 2018, mencionó que el CC no solo era un tópico de gran importancia para la humanidad sino también un reto para la economía, inauguró la economía del cambio climático como uno más de los muchos campos de la ciencia económica.

Figura 1. Promedio de temperatura anómala a nivel global -histórica-



Fuente: www.ourworldindata.org

METODOLOGÍA

Información, fuentes y datos

En este capítulo se emplean dos análisis empíricos: el primero es un estudio macroeconómico general a nivel nacional de la caracterización de los productores maiceros en México con datos oficiales disponibles, específicamente los del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019; este estudio fue elaborado previamente por Hernández *et al.* (2021). El segundo análisis se basa en datos inéditos a nivel microeconómico de 350 hogares rurales³, que provienen de una encuesta aplicada a hogares de las áreas del Pueblo y la Cultura Maya en 2022⁴.

Los datos de los hogares rurales de Yucatán (2022) provienen de una encuesta del tipo “Ingreso Completo”. La encuesta se realiza a los miembros del hogar, preferentemente el jefe o su cónyuge, que son quienes conocen mejor la información del ingreso, el gasto, la salud y los sistemas productivos. Los hogares se seleccionaron por localidad mediante un muestreo aleatorio.

Para la obtención de la muestra se recurrió a los datos del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020). Al considerar que el número de viviendas en las 12 localidades es de 14,786 viviendas particulares habitadas, y al aplicar

3 Los 350 hogares que aquí se reportan, incluyen a los hogares que fueron seleccionados en la muestra más los hogares entrevistados en la encuesta “piloto”, i.e., no se desechó esta información.

4 Los datos recopilados provienen del proyecto: Capital social y desarrollo de base en áreas rurales para el logro de la autogestión y desarrollo local (ODS-2030) en el contexto Covid-19. Financiado por la Fundación Kellogg. Número de proyecto: P0131902

la fórmula de Murray y Larry (2005) para obtener una muestra de poblaciones finitas, el resultado fue de 262 hogares.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n : tamaño muestral

N : tamaño de la población

Z : valor correspondiente a la distribución de gauss, $Z_{\alpha=0.05} = 1.96$

p : prevalencia esperada del parámetro a evaluar ($p=0.5$)

q : $1-p$ ($q=0.5$)

i : error que se prevé cometer (6 %, $i=0.06$)

Se estableció como meta realizar al menos 300 encuestas, distribuidas en cada localidad de acuerdo al criterio del número de viviendas habitadas en cada localidad, el cual se ponderó en partes iguales, de esta manera la distribución del muestreo quedó de la siguiente manera⁵:

⁵ En la realidad, y en la aplicación de encuesta piloto se logró un total de 350 encuestas.

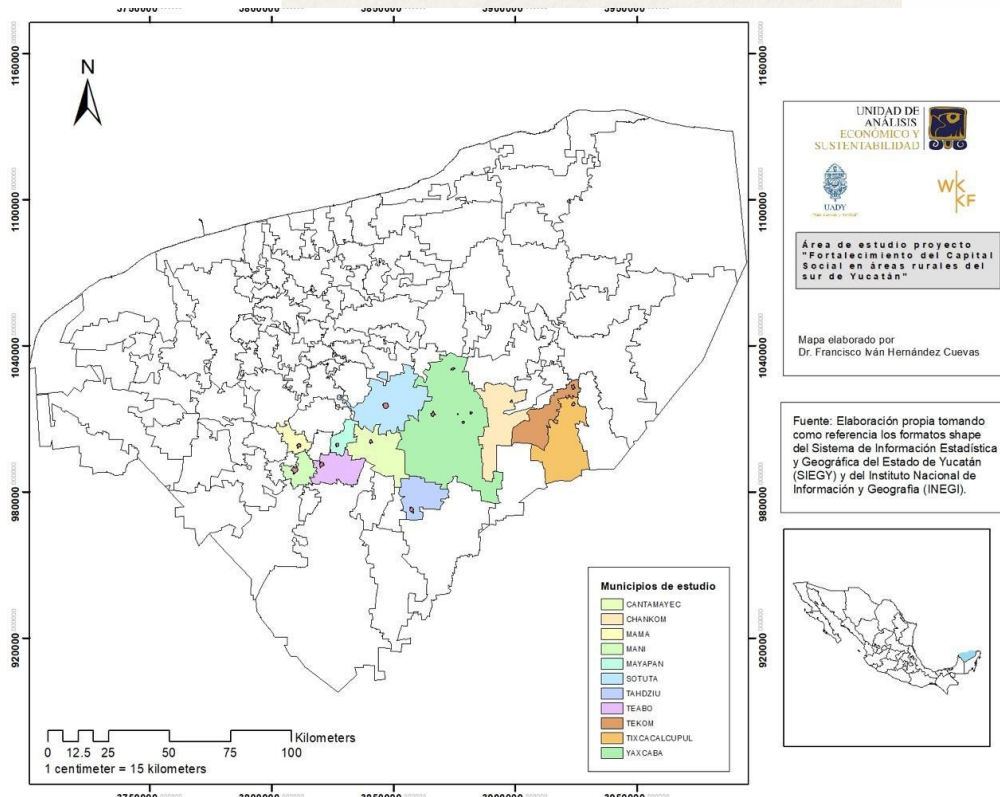
Tabla 1. Distribución muestral del área de estudio

Núm.	Municipio	Núm.	Localidad	Muestra
1	Maní	1	Maní Cabecera	20
2	Mama	2	Mama Cabecera	20
3	Mayapán	3	Mayapán Cabecera	7
4	Teabo	4	Teabo Cabecera	13
5	Sotuta	5	Sotuta Cabecera	27
		6	Cantamayec Cabecera	20
6	Tahdziú	7	Tahdziú Cabecera	13
7	Yaxcabá	8	Yaxcabá Cabecera	17
		9	Kancabdzonot	18
		10	Yaxunah	18
		11	Santa María	17
		12	Chimay	17
8	Tixcacalcupul	13	Tixcacalcupul Cabecera	13
9	Tekom	14	Tekom Cabecera	47
10	Chancom	15	Chancom Cabecera	7
11	Chacksinkín	16	Chacksinkín	27
Total				301

Fuente: elaboración propia

La figura 2, ilustra espacialmente los 11 municipios, de 106 que conforman el Estado de Yucatán, y las 16 localidades.

Fuente: elaboración propia



El método también incluyó una revisión sistemática de la literatura en diferentes bases de datos y repositorios de información e investigaciones. Es importante mencionar que en la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Yucatán, a través del Seminario Permanente Cambio Económico, Desarrollo y Sustentabilidad, el 24 de febrero de 2023 se realizó el Seminario “Milpa Maya, Cambio Climático y Autoabasto Familiar, investigación en desarrollo”, con la

participación de 12 académicos de diferentes instituciones de educación superior y organizaciones de la sociedad civil. El Seminario compartió información de suma importancia para este estudio y a la vez fue una excelente muestra del Estado del Arte en el tema.

RESULTADOS

Caracterización del sector maicero en México

El propósito de la caracterización del sector maicero en México es mostrar la importancia y relevancia del sector maíz y milpa como sustento y alimentación de la población mexicana. Así, la producción de maíz a nivel nacional se puede desagregar en ocho, 16 y hasta 32 sistemas de producción según el caso. Esta desagregación y caracterización responde al régimen hídrico (riego o temporal), la siembra en mono o policultivo, el tipo de germoplasma, el color del grano y el destino de la producción. La caracterización en 32 sistemas productivos del maíz en México es el resumen de un mosaico muy amplio de variables geográficas (altitudes) y culturas (etnias), a lo largo y ancho de la geografía nacional; es también una muestra fehaciente de la alta heterogeneidad del sector maíz. De acuerdo con Hernández *et al.* (2021), en el plano nacional se distinguen cinco aspectos del cultivo que son de interés, saber: i) la producción de maíz bajo riego o en temporal; ii) su siembra en mono o policultivo; iii) su uso de semillas criollas o mejoradas; iv) la cosecha de maíces blancos o amarillos, y v) su destino comercial o de autoconsumo. Independientemente de las singularidades de cada una de estas cinco variables dicotómicas, su cruce define 32 sistemas productivos en los que pueden agruparse objetivamente y con relativa precisión las muy diversas actividades de millones de unidades que operan en el sector.

Tabla 2. Unidades de producción de maíz en México, 2019, por sistema de producción (miles de unidades productivas)

	Riego		Temporal		Subtotal		Total
	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	
Comercial	47	187	407	288	454	475	929
Autoabasto	79	27	898	110	977	136	1,113
Siniestrada	2	5	156	18	158	20	178
Subtotal	128	219	1,461	415	1,589	631	
Total	347		1,876				2,220

Fuente: adaptado de Hernández *et al.* (2021)

Evidentemente, las unidades que siembran maíces criollos para el autoconsumo en zonas de temporal son el grupo más nutrido y representan 40.5 % del total (Tabla 2), i.e. 898 de 2,220. Las unidades que siembran maíz mejorado bajo riego para la venta constituyen otro 8.4 %, i.e. 187 de 2,219. Esto implica que una amplia gama de sistemas productivos -51.1 % de las unidades en el territorio nacional- no se ajustan a la concepción, a veces extendida, de un sector agrícola enteramente polarizado entre maíz criollo de temporal para el autoabasto, y maíz mejorado de riego con destino final la comercialización. Si incluimos en esta caracterización dos variables más, el color del maíz (blanco, amarillo, azul, etc.) y el sistema productivo en sus modalidades de monocultivo o policultivo, se amplía el espectro de caracterización de los productores maiceros en México. De acuerdo con los datos reportados en la tabla 2, con información disponible en 2019, la adscripción de las unidades a los distintos sistemas de producción fue, frecuentemente, dispar: 85 % de ellas operaron en zonas de temporal y 15 % bajo riego.

Hernández *et al.* (2021) analizan la distribución del área sembrada con maíz entre distintos sistemas productivos, confirmando la heterogeneidad del sector maicero en México. Del total de la superficie sembrada en 2019, 1.65 millones son hectáreas bajo el régimen de riego y 5.5 millones de hectáreas en el régimen de temporal. Ahora bien, 3.8 millones (53 %) fueron sembradas con variedades criollas, 3.3 millones (47 %) con las mejoradas; 4.4 millones (62 %) perteneció a unidades orientadas al mercado y 2.2 millones (31 %) al autoconsumo. Es importante destacar que, a nivel nacional, el sistema productivo más extendido en 2019 fue el de maíces mejorados con un destino comercial, que cultivó 44 % de la superficie total. Siguió a este el sistema de los maíces criollos para el autoconsumo y con destino comercial, que ocuparon 28 y 23 % de la superficie, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Superficie sembrada en maíz en México, 2019, por sistema (miles de hectáreas)

	Riego		Temporal		Subtotal		Total
	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	
Comercial	85	1,419	1,437	1,486	1,522	2,905	4,427
Autoabasto	87	47	1,784	331	1,870	378	2,248
Siniestrada	3	5	437	57	440	62	502
Subtotal	175	1,471	3,658	1,874	3,832	3,345	
Total	1,646		5,532				7,177

Fuente: adaptado de Hernández *et al.* (2021)

El análisis de Hernández *et al.* (2022) también confirma algunos patrones ya conocidos en el rendimiento del grano. Cualquiera que sea el sistema

productivo en cuestión, su rendimiento fue consistentemente superior bajo riego que en temporal -5.4 y 2.7 toneladas por hectáreas, en promedio, respectivamente- y también mayor con las variedades mejoradas que con las criollas -5.7 y 1.6 toneladas por hectáreas, respectivamente- (Tabla 4).

Tabla.4. Rendimiento del maíz en México, 2019, por sistema (toneladas por hectárea)

	Riego*		Temporal*		Total	
	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado
Comercial	4.3	9.6	2.1	4.9	3.2	7.3
Autoabasto	1.9	5.6	1.0	2.8	1.0	4.2
Promedio	8.8		2.3		1.4	6.6

* promedio: toneladas / hectárea
 Fuente: adaptado de Hernández *et al.* (2021)

Finalmente, sobre el valor de la producción, Hernández *et al.* (2021) calculan este valor como el producto del volumen cosechado y el precio promedio al productor, que en 2019 fue de \$4,130 por tonelada. El valor bruto del maíz, en México, alcanzó 113 mil millones de pesos a precios de entonces. La distribución de este valor de mercado entre los distintos sistemas productivos obedece fielmente a su volumen de producción (Tabla 5).

Tabla 5. Valor de la producción de maíz en México, 2019, por sistema (miles de millones de pesos)

	Riego		Temporal		Subtotal		Total
	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	
Comercial	1.5	56.2	12.4	30.1	13.9	86.4	100.3
Autoabasto	0.7	1.1	7.1	3.8	7.7	4.9	12.6
Subtotal	2.2	57.3	19.5	33.9	21.6	91.3	
Total	59.5		53.4				112.9

Fuente: adaptado de Hernández *et al.* (2021).

A nivel nacional, Hernández *et al.* (2021) realizan uno de los estudios más detallados, robustos y sistemáticos en su tipo sobre la caracterización y las prospectivas del sector maíz en México. Sus hallazgos revelan que, en las últimas cuatro décadas, entre 1980 y 2020, el comportamiento de la producción nacional de maíz se ha caracterizado por su tendencia constante al alza, con grandes contrastes entre la producción de riego y de temporal. En el periodo citado, la producción de maíz en grano en la modalidad de riego pasó de 14.6 a 27.4 millones de toneladas, en tanto que la producción de maíz en grano en la modalidad de temporal pasó de 9.3 a 13.9 millones de toneladas.

En cuanto a la superficie sembrada, a nivel nacional en el periodo comprendido de 1980 – 2020, y de acuerdo con los hallazgos de Hernández *et al.* (2021), que ha pasado por expansión y contracción de la superficie, más específicamente, la rápida expansión del cultivo en 1981 se atribuye, comúnmente, a la puesta en marcha del Sistema Nacional Alimentario,

cuyo principal instrumento consistió en un alza sustancial de los precios de garantía, operados entonces por la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO).

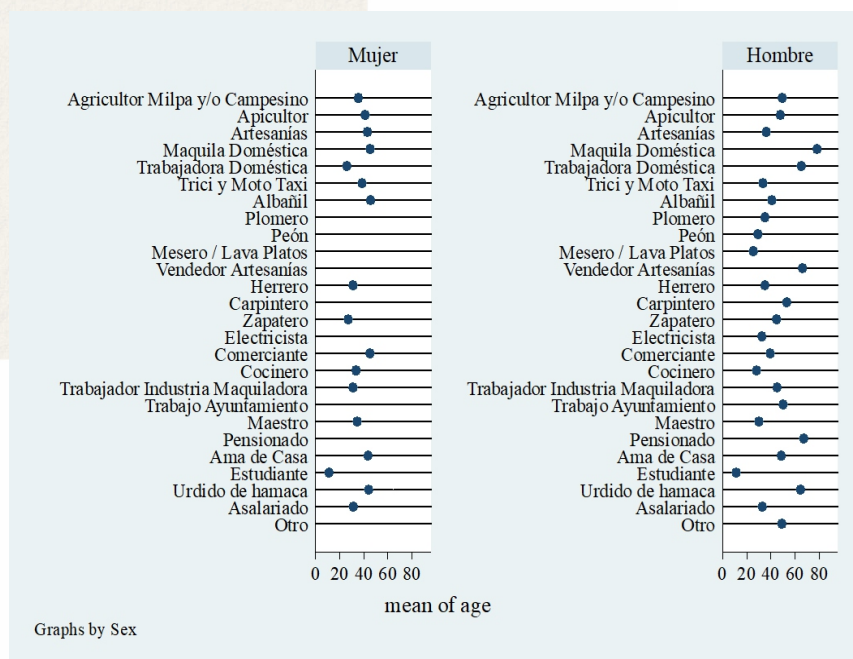
En cuanto a los rendimientos de maíz, en el mismo periodo de 1980 a 2020 el rendimiento en temporal aumentó de 1.4 a 2.3 toneladas por hectárea, un incremento acumulado de 62 % en cuatro décadas. Por su parte, el rendimiento bajo riego registró un crecimiento acumulado de 232 % en el periodo, pasando de 2.6 a 8.7 toneladas por hectárea. Los hallazgos de Hernández *et al.* (2021) revelan que, a nivel nacional desde hace tres décadas, el maíz rinde cada año un promedio de 63 kilogramos más por hectárea que el ciclo precedente.

Caracterización del sector maicero en los hogares rurales de Yucatán

En este capítulo se presta particular atención a la producción de la milpa maya en Yucatán. Los datos aquí reportados son inéditos y provienen de los resultados preliminares de un proyecto de investigación más amplio que se realiza en la Facultad de Economía de la UADY con financiamiento de la Fundación W. K. Kellogg. Los datos corresponden a 350 hogares de áreas rurales de Yucatán ubicados en 16 localidades y 11 municipios de la entidad. La información fue levantada entre octubre y diciembre de 2022. La producción de la milpa maya es una de las principales actividades productivas en las localidades seleccionadas; se practica por un total de 187 personas (16.01 % de la muestra), a ella le siguen trabajadores asalariados, con 95 personas (8.13 %); artesanías, con 60 personas (5.14 %) y Albañilería, con

45 personas (3.85 %) de los entrevistados. La figura 3 muestra la distribución de las actividades por sexo: mujer y hombre y promedio de edad. En 2022, la producción de la milpa en el Yucatán rural estuvo a cargo de mujeres y hombres de entre 40 y 60 años.

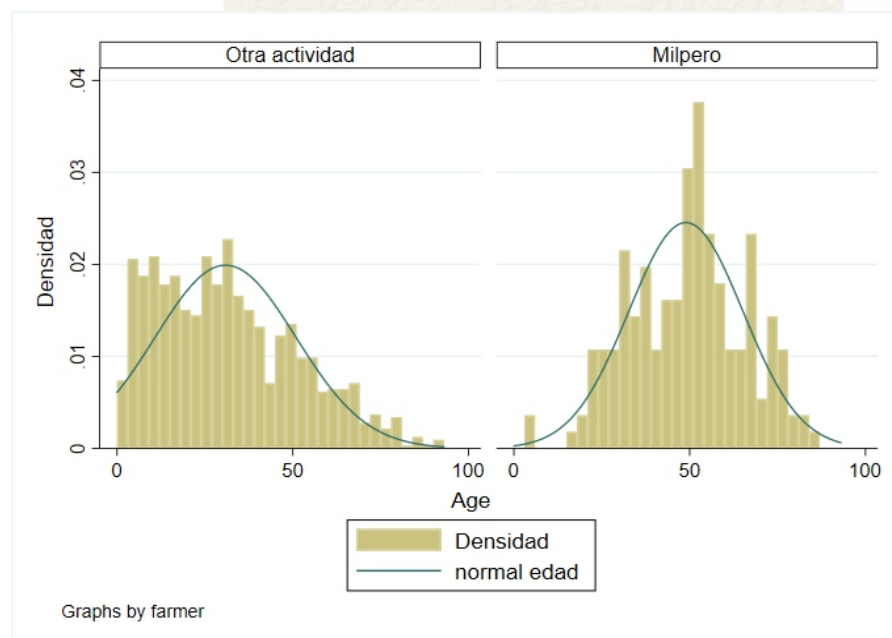
Figura 3. Actividad económica por sexo y edad (2022)



n = 168

Fuente: elaboración propia

Figura 4. Distribución de personas que reportaron dedicarse a la actividad milpa por edad (2022)



Fuente: elaboración propia

En la tabla 6 reporta el perfil de los productores contemporáneos de milpa frente a quienes se dedican a otras actividades. Resaltan las diferencias estadísticamente significativas entre el perfil de las personas que se dedican a la producción de la milpa maya y a otras actividades, como albañilería, servicios, académicos, choferes y el resto de un amplio espectro. La producción milpera está mayoritariamente en manos de hombres con una edad promedio de 49 años, un nivel de educación primaria trunca y un ingreso anual sustancialmente menor a los ingresos percibidos en cualquier otra actividad—.

Tabla 6. Perfil de productor milpero y el resto de las actividades productivas (diferencia de medias t-student)

Variable	Milpa	Otra actividad	t
Sexo (1 = hombre)	0.98	0.39	16.11
Edad	49.40	38.79	7.79
Sabe leer español (1 = sí)	0.77	0.86	3.07
Educación (años formales)	5.92	7.48	5.36
Habla Maya	0.98	0.87	4.51
Migración (1 = sí)	0.02	0.09	3.12
Tamaño del hogar	3.85	3.39	-2.64
Número de cultivos	2.17	0.01	-26.53
Ingreso total anual por actividad principal (\$MN) –pesos corrientes 2022-.	\$22,354.73	\$75,726.16	5.33

Fuente: elaboración propia

En la tabla 7 reporta los factores sociales y económicos que explican, someramente, la probabilidad de elegir la producción milpera. El análisis econométrico no intenta ser robusto, pero brinda conocimiento sobre los factores que contribuyen a la elección: ser hombre, de mayor edad y hablar maya. La actividad migratoria desestimula la producción de la milpa maya: el signo negativo y el valor de *t* estadísticamente significativo es una muestra fehaciente del éxodo migratorio del campo yucateco, como se planteó en el marco teórico conceptual: la contribución del sector primario a los sectores secundario y terciario de la economía de Yucatán y de otras regiones.

Tabla 7. Factores asociados a la decisión de cultivar Milpa Maya en Yucatán 2022 (modelo econométrico logístico)

Variable	Odds ratio	Std. Err.	z	P > z
Sexo (1 = hombre)	112.86	66.73	7.99	0.000
Edad	1.03	0.007	3.97	0.000
Educación (años formales)	0.964	0.036	-0.94	0.345
Habla Maya	5.98	3.72	2.87	0.004
Migración (1 = sí)	0.20	0.10	-3.22	0.001
Constante	0.000	0.000	-7.98	0.000

n=995; LR chi2= 348.97; Prob > chi2 = 0.0000; Pseudo R2 = 0.3651
 Fuente: elaboración propia.

En la tabla 8 contribuye a entender el complejo manejo del sistema productivo de la milpa maya en cuanto a rotación de los parajes y dotación de tierras a las comunidades, que son en su mayoría tierras comunales de propiedad ejidal.

Tabla 8. Tipos de sistemas agrícolas en el área de estudio, Yucatán 2022

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Milpa de descanso corto (1-10 años)	19	11.31
Milpa descanso medio (11-20 años)	7	4.17
Milpa de descanso largo (+20 años)	6	3.57
Milpa sin descanso (6 meses)	124	73.81
Parcela	12	7.14

Fuente: elaboración propia.

La figura 2 –mapa del área de estudio--, ilustra el área donde se recolectó la muestra estadísticamente significativa. Del total de 350 hogares entrevistados, 169 declararon producir milpa maya, el 48.3 % de la muestra. De ellos, 149 (88.2 %) declaró cultivar la milpa maya en propiedad ejidal, 157 (92.9) lo hizo en régimen de temporal, en tanto que solamente cuatro productores (2.4 %) tienen sistemas de riego (4) y ocho (4.7 %) tiene ambos, temporal y riego. De los hogares que hicieron milpa, 138 (94.5 %) reportaron usar semilla criolla, y solamente 8 (5.5 %) reportaron usar semilla híbrida.

El número de cultivos promedio es de 2.75, con un mínimo de 1 y un máximo 7 cultivos diferentes en el policultivo milpa maya, con una desviación estándar de 1.22. El 68.6 % de los productores milperos (116) utiliza equipo de protección al cultivar la milpa maya: 41.1 % reportó usar sombrero, y 40.2 % reportó usar zapatos especiales. El 50.8 % de los productores milperos reportó el uso de agroquímicos.

Comprender la dinámica y configuración actual de los habitantes rurales que producen y dan continuidad al cultivo de la milpa maya de Yucatán permite el diseño e implementación de programas y políticas de desarrollo rural que focalicen esta actividad productiva, la promuevan, revaloricen y la fortalezcan. Es necesario estimular el cultivo de sistemas agrobiodiversos, como la milpa, que permitan mejorar la dieta y nutrición de la población y a la vez sean una fuente de empleo digna. Los trabajos de Becerril (2020) y de Hernández *et al.* (2021) son contribuciones significativas en esta dirección.

Recuento de algunas afectaciones en la memoria de los hogares rurales de Yucatán

El propósito de esta sub-sección es contribuir al análisis de percepción de los efectos del CC entre los habitantes rurales de Yucatán. Los datos provienen de la encuesta aplicada entre octubre y diciembre 2022. La autopercepción de los efectos de algunas de las manifestaciones ambientales del CC, como tormentas tropicales, huracanes y sequías, contribuye al entendimiento preciso y sistemático de la vulnerabilidad de la milpa maya. Una de las preguntas a las personas entrevistadas fue: Durante el periodo 2020 – 2021 ¿considera Usted que las tormentas tropicales causaron pérdidas significativas en las actividades económicas que realizan cotidianamente los miembros del hogar?

Tabla 9. Autopercepción de los efectos causados por fenómenos meteorológicos en 2020 – 2021 en Yucatán -zona de estudio-

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No	167	47.85
Sí	182	52.15
Total	349	100

Fuente: elaboración propia

En la tabla 10 reporta la autopercepción sobre el recuento de pérdidas en la producción milpera en la zona de estudio. Como puede apreciarse, la mayoría reportó afectaciones de medianas a totales (52 % en total), lo que pone en relieve la vulnerabilidad de la milpa maya ante las manifestaciones del CC en la zona de estudio. Este hallazgo puede ser de utilidad para el diseño e implementación de medidas de adaptación y mitigación del CC.

Tabla 10. Autopercepción de pérdidas en la actividad agrícola (2022)

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy poco	24	18.90
Poco	37	29.13
Medianamente	40	31.50
Muchas	12	9.45
Todo	14	11.02
Total	127	100

Fuente: elaboración propia

En la tabla 11, confirma la autopercepción de afectaciones del CC en las actividades productivas, especialmente en hortalizas y otras actividades agropecuarias, y menor en pecuario (animales de traspatio) y en la actividad apícola.

Tabla 11. Autopercepción de pérdidas en la actividad agropecuaria

Respuesta	Hortaliza		Pecuario		Apicultura		Otra actividad	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Muy poco	3	10.71	9	31.03	7	41.18	23	25.84
Poco	11	39.29	11	37.93	3	17.65	21	23.60
Medianamente	11	39.29	6	20.69	6	35.29	28	31.46
Muchas	1	3.57	1	3.45	1	5.88	7	7.87
Todo	2	7.14	2	6.90	-	-	10	11.24
Total	28	100	29	100	17	100	89	100

Fuente: elaboración propia

En la tabla 12 reporta los medios de información que los entrevistados declararon como fuente de noticias y prevención. Sobresalen los medios tradicionales, radio y televisión. En los medios estatales o nacionales destaca el rol de “protección civil” como fuente oficial de información.

Tabla 12. Fuente de información sobre los fenómenos meteorológicos (2022)

Fuente información	Frecuencia	Porcentaje
Radio	117	33.82
Televisión	180	52.02
Periódico	2	0.58
Redes sociales (Internet)	34	9.83
Familiares / vecinos	12	3.47
Organismos civiles o comunitarios	1	0.29
Total	349	100

Fuente elaboración propia

En la autopercepción sobre daños materiales en los hogares, reportada en la tabla 13, resalta la respuesta negativa del 69 %, dato significativo que podría estar indicando la posible normalización de daños y pérdidas recurrentes en las áreas rurales.

Tabla 13. Autopercepción de pérdida material a causa de fenómenos meteorológicos

Pérdida material en el hogar	Frecuencia	Porcentaje
No	238	68.59
Sí	109	31.41
Total	347	100

Fuente elaboración propia

Entre los daños ocasionados por los fenómenos meteorológicos entre 2020 y 2021 sobresalen los daños estructurales en las viviendas, y en menor medida los activos físicos, herramientas e insumos (Tabla 14)

Tabla 14. Daños ocasionados por fenómenos meteorológicos, 2022

Principal afectación	Frecuencia	Porcentaje
Estructura de la casa	97	88.18
Activos físicos (TV, Auto, etc)	7	6.36
Herramientas e insumos para actividades	6	5.45
Total	110	100

Fuente elaboración propia

El tabla 15 reporta la elevada autopercepción de daños físicos en los servicios públicos, y en la tabla 16 da cuenta de que la principal afectación percibida es en la energía eléctrica.

Tabla 15. Autopercepción de daños en los servicios públicos, 2022

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No	60	17.34
Sí	286	82.66
Total	346	100

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Autopercepción de afectación por servicio público, 2022

Principal afectación	Frecuencia	Porcentaje
Energía Eléctrica	295	95.16
Agua	10	3.23
Recolección basura	3	0.97
Transporte	1	0.32
Salud	1	0.32
Total	310	100

Fuente: elaboración propia

En la tabla 17 revela un claro indicio de acción colectiva o participación comunitaria para prevenir o apoyar en situaciones de desastres naturales. Un total de 250 entrevistados (72 % de la muestra) declara realizar actividades para prevenir o apoyar en tales situaciones. En la tabla 17 revela que, en la gran mayoría de los casos (79 %), son las brigadas de protección civil quienes actúan en primera instancia.

Tabl 17. Actividades locales realizadas para prevenir problemas relacionados con los fenómenos meteorológicos, 2022

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No	98	28.16
Sí	250	71.84
Total	348	100

Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Autopercepción de formas de organización en la comunidad para proteger a la gente y las propiedades, 2022

Organización	Frecuencia	Porcentaje
Brigadas de protección civil	266	79.40
Organización independiente	24	7.16
No existe organización local	45	13.43
Total	335	100

Fuente: elaboración propia

Política pública del sector maicero en México

En materia de política pública es imprescindible abordar brevemente las reformas estructurales del México contemporáneo (Dyer *et al.*, 2019), y los cambios en la política agropecuaria y rural de por lo menos las últimas seis administraciones del Poder Ejecutivo Federal: Miguel De la Madrid Hurtado (1982 – 1988), Carlos Salinas de Gortari (1988 – 1994) Ernesto Zedillo Ponce de León (1994 – 2000), Vicente Fox Quezada (2000 – 2006), Felipe Calderón Hinojosa (2006 – 2012), Enrique Peña Nieto (2012 – 2018), y actualmente Andrés Manuel López Obrador (2018 – 2024). Casi cuatro décadas de política agropecuaria en México pueden considerarse el ciclo completo de una estrategia de desarrollo pretendidamente modernizador del campo. El inicio del ciclo puede ubicarse en la entrada de México al Acuerdo General de Comercio y Tarifas (GATT, por sus siglas en inglés), durante la administración de Miguel de la Madrid. A esta decisión siguieron las reformas internas iniciadas a finales de los años ochenta por el gobierno de Carlos Salinas de Gortari con un claro desmantelamiento de las empresas paraestatales, es decir, una franca reducción del involucramiento del Estado

mexicano en la economía nacional en favor de un libre mercado Yúnez – Naude (2003). Ciclo que logra su clímax con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994.

Las reformas estructurales del sector agropecuario se extendieron por más de una década, fundamentadas en la economía neoclásica tradicional y en la llamada teoría pura del comercio internacional. El Poder Ejecutivo Federal en turno dio por sentado que la liberalización interna y comercial haría más eficiente a la economía nacional, generando grandes ventajas comparativas que atraerán inversión de capital nacional y extranjero. La hipótesis era que los agentes económicos se obligarían a basar sus decisiones en las señales del mercado, esto es, los precios, con consecuencias multifactoriales en el sector agropecuario, altamente heterogéneo.

Poco se ha documentado sobre los arquitectos o ideólogos de la apertura comercial del sector agropecuario. Uno de los documentos es el de Santiago Levy (ex funcionario de la administración de Salinas de Gortari) y Van Wijnbergen (1994), que parte de la hipótesis de que la liberalización total del sector elevaría sustancialmente su eficiencia y equidad, dado que, la excesiva protección de que había gozado el sector tenía implicaciones regresivas en la distribución del ingreso. Durante la administración de Salinas se diseñó e implementó el Programa Nacional de Modernización del Campo 1990-1994, que tenía como objetivo “aumentar la producción y la productividad del campo llevando justicia a las familias de los productores”, y adopta la estrategia de modernizar el campo, con el propósito de “garantizar el abasto nacional de cultivos básicos y permitir al país alcanzar la soberanía alimentaria”.

La política pública del sector agropecuario en la administración de Salinas tuvo dos líneas de acción: un enfoque productivo y un enfoque social. La administración de Zedillo formuló su Programa Agropecuario y de Desarrollo Rural con cuatro objetivos, muy relacionados con la administración anterior. La administración de Fox presentó una política agropecuaria con mayor complejidad que incluía 118 objetivos y diversos programas estratégicos un tanto ambiguos. Lo rescatable de esta administración fue la publicación en 2001 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) que a través de su Programa Especial Concurrente (PEC) pretendió ordenar todo el gasto público rural. La administración de Fox preservará las herencias de las dos administraciones anteriores.

La administración de Calderón (2006 – 2012) representó una consolidación de la llamada “programación” del sector agropecuario. Con el regreso de la oposición a la presidencia, la programación del sector agropecuario experimentó un florecimiento. El Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018, de la administración de Enrique Peña Nieto, ofrecía una visión estratégica: “elevar la productividad para alcanzar el máximo potencial del sector alimentario”, acompañada de once “pilares del cambio”.

Algunos programas trascendieron a las administraciones que los formularon, como el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), implementado en 1993; Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) o el Programa Ganadero (PROGAN), implementado en 2009. A lo largo de tres décadas, entre 1988 y 2018, el Estado buscó promover la productividad agropecuaria como vía para generar un mayor ingreso al productor y combatir la pobreza rural. Como puede verse, la política agropecuaria y rural

estuvo marcada por reformas continuas, cambios de objetivos, estrategias, y estructura programática con claros enfoques utilitaristas y productivistas.

La actual administración de López Obrador (2018-2024) heredó de las administraciones anteriores la estructura administrativa y burocrática y la capacidad operativa del sector. En el Presupuesto de Egresos se conservó el Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable (PEC). La aparición de los que parecerían ser nuevos programas se redujo a objetivos e instrumentos muy similares a los que han operado en los últimos 25 años. De hecho, la subsecretaría de Agricultura mantuvo la estructura programática de la administración de Peña Nieto — i.e., la mayoría de sus programas y subprogramas—, incluidos los subsidios al precio de cultivos básicos a través del programa Ingreso Objetivo, ahora con un nuevo nombre. En materia de desarrollo rural, se mantuvo el Programa de Apoyo a Pequeños Productores bajo el nombre de Programa de Desarrollo Rural. Desafortunadamente la adaptación y mitigación del cambio climático ha seguido ausente.

Programas de política pública en la zona de estudio: Yucatán rural 2022

En la tabla 19 reporta el número de programas de política pública, vigentes y por hogar, en donde una mayoría reportó entre 1 y 2 programas de la actual administración del Ejecutivo Federal 2018 – 2024. El Cuadro 6.20 ayuda, en mucho, a entender el destino de los recursos a través de transferencias directas. En esta muestra representativa en las áreas rurales de Yucatán, destaca que los programas de corte social —no del tipo productivo—, predominan en número y monto de recursos asignados.

Tabla 19. Número de programas de política pública reportados por hogar (2022)

Fuente: elaboración propia

Número de programas de política pública por hogar	Frecuencia	Porcentaje
0	125	35.31
1	177	50.00
2	50	14.12
3	2	0.56
Total	354	100

Tabla 20. Distribución de los programas de política pública (pesos corrientes 2022)

Programa Política Pública	Frecuencia	%	Monto MX	%
Programa para el bienestar	63	22.3	\$327,600.0	6.5
Precios de garantía	0	0.0	\$0.0	0.0
Crédito ganadero	0	0.0	\$0.0	0.0
Sembrando vida	11	3.9	\$636,000.0	12.6
Bienestar adultos mayores	69	24.4	\$1'967,610.0	39.0
Jóvenes construyendo el futuro	1	0.4	\$51,360.0	1.0
Becas Benito Juárez	117	41.3	\$1'213,000.0	24.0
Bienestar 65 y más	11	3.9	\$737,400.0	14.6
Seguro bienestar	1	0.4	\$30,000.0	0.6
Otro programa	10	3.5	\$86,400.0	1.7
Total	283	100	\$5'049,370.0	100

Fuente: elaboración propia

Cambio Climático y producción de maíz en México

Son muy diversos los factores demográficos, económicos y climáticos que inciden, hoy en día, sobre la agricultura mundial y, ciertamente, sobre el cultivo del maíz en México. El último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), publicado en 2021, reporta “cambios en el clima de la Tierra en todas las regiones y en el sistema climático en su conjunto. Muchos de los cambios observados en el clima no tienen precedentes, no en miles, sino en cientos de miles de años, y algunos de los cambios que ya se están produciendo, como el aumento continuo del nivel del mar, no se podrán revertir hasta dentro de varios siglos o milenios.” El informe del IPCC (2021) encuentra espacio para tocar lo relativo al cultivo del maíz en notas aisladas. Es así como el documento identifica que, entre los principales cereales, el maíz será uno de los más perjudicados por el cambio climático. La afirmación se basa en la creciente exposición del cultivo a temperaturas extremas en décadas recientes, que, según reportan Gourdji (2013) y sus colaboradores, ha sido mayor que para otros cereales. Estos mismos autores afirman que, en ausencia de las medidas adaptativas necesarias, la exposición a temperaturas extremas es un riesgo a la producción agrícola mundial.

Poco después del reporte del IPCC, en septiembre de 2021, tres agencias de la Organización de las Naciones Unidas: la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), publicaron un reporte alertando a la comunidad internacional sobre la necesidad

de reconfigurar los apoyos al sector agrícola a fin de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Algunos de los impactos sociales y económicos del cambio climático en México, y particularmente en Yucatán, ya han sido estudiados. La Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (2018) señala que las tormentas son uno de los tres fenómenos que causan desastres naturales a nivel global; la alta frecuencia de tormentas tropicales que han afectado en los últimos años a diferentes partes del planeta son una manifestación y muestra del cambio climático.

CONCLUSIONES

Este capítulo se ha ocupado del estudio, el entendimiento y la importancia de la milpa maya en Yucatán, así como de las vicisitudes del sector milpero frente al cambio climático, la conservación del patrimonio biocultural, el autoabasto familiar y el reconocimiento del pueblo Maya sobre los servicios de conservación de maíces criollos y de todo el amplio abanico de la agrobiodiversidad. Se revisaron algunos conceptos y postulados teóricos de importancia para entender la contribución del sector agrícola y pecuario de México a objetivos como la soberanía alimentaria o los ODS de la Agenda 2030, y para explicar fenómenos como el éxodo migratorio del sector rural al urbano.

El análisis conceptual y los postulados de la teoría microeconómica del perfil de hogares productores/consumidores contribuye al entendimiento de mecanismos como los incentivos para promover la producción y productividad de un sector hasta hoy desprotegido, cuya vulnerabilidad se confirma con los datos empíricos aquí expuestos. Es necesario reducir

los mercados imperfectos, o fallas de mercado y de trabajo, en favor de precios justos y transferencia de tecnología acorde a las condiciones del sector rural de Yucatán.

La autopercepción de los efectos sociales y económicos que causa el cambio climático en la producción de maíz a nivel nacional, y en las áreas rurales de Yucatán en particular, confirma la necesidad de incorporar la mitigación y adaptación al cambio climático en el diseño e implementación de políticas públicas para el sector rural.

El análisis retrospectivo de las últimas seis administraciones del Poder Ejecutivo Federal pone en relieve el cambio estructural de la política económica del sector agrícola y rural para vincularlo cada vez más al mercado global.

La producción de la milpa maya en la era del Antropoceno amerita un análisis más riguroso y profundo en aras de su mejor atención. Sería muy lamentable la pérdida del patrimonio biocultural con la dinámica global de hiperconectividad, dinamismo económico, flujo de mercancías y personas que existe hoy en día. El reto global es llegar al año 2100 con una población de 11 mil millones de habitantes que demandarán más y mejores alimentos, y al mismo tiempo conservar los servicios ecosistémicos, entre ellos el patrimonio biocultural de los pueblos originarios.

Los datos empíricos e inéditos que presenta este estudio ayudan a visualizar la importancia del sector maicero y el sistema productivo de la milpa maya y subrayan la necesidad de actuar resueltamente ante el cambio climático con políticas públicas de mediano y largo plazo en Yucatán y en el país.

Referencias

- Aguilar, C. E., Galdámez, J., Martínez, F. B., Guevara, F., y Vázquez, H. (2019). "Eficiencia del policultivo maíz-frijol-calabaza bajo manejo orgánico en la Frailesca, Chiapas, México". *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 64-72. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/318>
- Aguilar, L. F. (2012). *Política Pública: Una visión panorámica*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD- Bolivia). https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/bo/politica_publica_una_vision_panoramica.pdf
- Aiyer, A. K. Y. N. (1949). "Mixed cropping in India". *Indian J. Agric. Sci.* Núm. 19, pp. 439- 543.
- Albornoz, L. (2015). *Sustentabilidad económica, social y ambiental en el marco de una matriz de contabilidad social híbrida para el estado de Yucatán, México*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Sevilla, España.
- Altieri, M. (2018). *Agroecología*. La ciencia de la agricultura sostenible. CRC Press.
- Altieri, M. A. (1983). "The question of small development: who teaches whom?" *Agric. Ecosyst. Environ.* Núm 9: 40-405.
- Altieri, M. A. (2009). *Reflexiones sobre el estudio de la agricultura a base de transgénicos y agrocombustibles en América Latina la transgénesis de un continente*. Visión crítica de una expansión descontrolada. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).
- Altieri, M. A., and L. L. Schmidt. (1985). "Cover crop manipulation in northern California orchards and vineyards: effects on arthropod communities". *Biological Agriculture and Horticulture*. Núm. 3, pp. 1-24.
- Altieri, M.A. (1995). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Boulder, CO: Westview Press.
- Altieri, M.A., C.I. Nicholls, A. Henao and M.A. Lana. (2015). "Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems." *Agronomy for Sustainable Development*, Núm. 35, pp. 869–890.

- Andrews, D. J. 1972. "Intercropping with sorghum in Nigeria". *Expel. Agric.* 8:139-150.
- Andrews, D. J. y A. H. Kassam. (1976). "The importance of multiple cropping in increasing world food supplies" In: *Multiple Cropping*. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Special publication Núm. 27, 378 p.
- Anglés, M., Robalo, M., y Tejada, M. (2021). *Manual de derecho ambiental mexicano*. México. Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- Antonovics, J. y D. A. Levin. (1980). "The Ecological and genetic consequences of density-dependent regulation in plants". *Ann. Rev. Ecol. Sys.* 11:411-452.
- Arendt, H. (2018). ¿Qué es la política? Comprensión y política. México. PRD.
- Ayala, J. (1996). *Mercado, elección pública e instituciones. Una revisión de las teorías modernas del Estado*. Primera Edición. Ed. Porrúa.
- Balasubramanian, V., and L. Sekayange. (1990). "Area harvest equivalency ration for measuring efficiency in multiseason intercropping". *Agron. Journal* 82: 519-522.
- Banco de México (2020). Balanza de Productos Agropecuarios. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE122&locale=es>
- Banco de México (2022). Programa Monetario 2022. <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/programas-de-politica-monetaria/%7BA504AB28-7C7C-374A-DD52-7977CBC0489B%7D.pdf>
- Banco Mundial (2009). Análisis del gasto público en el Desarrollo Agrícola Rural. Informe. <https://documents1.worldbank.org/curated/ar/973051468057259796/pdf/519020ESW0P10110Spanish00PER0Dec016.pdf>
- Banco Mundial (2016). A year in the lives of smallholder farmers. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2016/02/25/a-year-in-the-lives-of-smallholder-farming-families>
- Banco Mundial (2022). Perspectivas de la urbanización mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS>

- Bantilan, R. T., M. C. Palada, and R. R. Harwood. (1974). "Integrated weed management. I. Key factors affecting crop-weed balance". *Philippine Weed Sci. Bull.* 1: 14-36.
- Becerril, Javier (2020). *Proyectos Sociales, construcción social del conocimiento: su evaluación de impactos*. Editorial Plaza y Valdez. México. ISBN: 978-607-8624-645.
- Beets, W. C. (1982). *Multiple Cropping and Tropical Farming Systems*. Boulder: Westview Press.
- Bellon, M., D. Hodson y J. Hellin (2011). "Assessing the vulnerability of traditional maize seed systems in Mexico to climate change". *PNAS* Vol. 108, No. 33. <https://doi.org/10.1073/pnas.1103373108>
- Binswanger, H. P. (1974). "The Measurement of Technical Change Biases with Many Factors of Production". *American Economic Review* 64 (6): 964-976.
- Bolivar, Z. (2017). *Transgénicos. Grandes beneficios, ausencia de daños y mitos*. Academia Mexicana de Ciencias, México.
- Bugg, R. L., and J. D. Dutcher. (1989). "Warm-season cover crops for pecan orchards: horticultural and entomological implications". *Biol Agric. Hort.* 6: 123-148.
- Bugg, R. L., S. C. Phatak, and J. D. Dutcher. (1990). "Insects associated with cool season cover crops in southern Georgia: implications for pest control in truck farm and pecan agroecosystems". *Biol. Agric. Hort.* 7: 17-45.
- Caicedo, J. C., Puyol, J. L., López, M. C. e Ibáñez. S. S. (2020). "Adaptabilidad en el sistema de producción agrícola: Una mirada desde los productos alternativos sostenibles". *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI, (4), 308-325. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28065077024>
- Calva, J. L. (2011). "La producción de alimentos en México en el marco de las políticas Neoliberales y del TLCAN". *The University of Miami Inter-American Law Review*, Vol 43, No. 1. <https://www.jstor.org/stable/23339444>

- Camacho - Villa, T.C., T.E. Martinez - Cruz, A. Ramírez - López, M. Hoil - Tzuc y S. Terán - Contreras (2021). "Mayan Traditional knowledge on Weather Forecasting: who contributes to whom in coping with climate change?". *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 5:618453. doi: 10.3389/fsufs.2021.618453
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2023). Leyes federales vigentes. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>
- Campbell B. M, D. J. Beare, E. M. Bennett, J. M. Hall-Spencer, J. S. I. Ingram, F. Jaramillo, R. Ortiz, N. Ramankutty, J. A. Sayer and D. Shindell (2017). "Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries". *Ecology and Society*, 22 (4): 8. <https://doi.org/10.5751/ES-09595-220408>.
- Carabias, J. (2020). "Reactivación económica con respeto a la biodiversidad". *EconomíaUnam*. 17 (51). 324-334.
- Castro, J. I., y Tovar, R. (2018). "Pluralidad y lagunas jurídicas en ecoleyes relacionadas con áreas naturales protegidas de competencia estatal en México". *Región y Sociedad*. 30 (72). 1-30.
- Castillo-López, E., Marín-Collí, E., López-Tolentino, G., Jiménez-Chi, J. y Muñoz-Osorio, G. (2021). "Perspectivas del sistema milpa en Yucatán". *Revista Bioagrocencias*, 14 (2), 13-22 <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/BAC/article/view/3912/1715>
- Carstens, A. (2015). "Los últimos 60 años de política monetaria y el papel del Banco de México". Tomo I. *La Economía y las Finanzas Públicas*, pp.43-68. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/11/5087/5.pdf>
- Castillo G. F. (2021). "¿Qué es maíz nativo o criollo?". En: C. Morales V. (coord.), *Respuestas acerca del maíz. La voz de 72 autores*. Tomo I-México: Secretaría de Cultura, INAH, 2021.
- Castillo, J. (2022). "Proyecto: Construcción transdisciplinaria de un proceso de innovación social para la soberanía alimentaria sostenible en comunidades de Yaxcabá, Yucatán". Mimeo.

- CDI. (2020). Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. <https://www.gob.mx/inpi>
- CEDRSSA (2017) [Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria]. Reporte. Caso de exportación el aguacate. Palacio Legislativo de San Lázaro.
- CEDRSSA (2020a) [Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria]. La importancia de la Banca de Desarrollo en el Sector Agropecuario. Cámara de Diputados. México.
- CEDRSSA (2020b) [Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria]. Reporte. Impacto de los productos agrícolas básicos. Palacio Legislativo de San Lázaro. México.
- CEDRSSA (2021). [Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria]. Evaluación del Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable a la luz de sus objetivos prioritarios. CDMX.
- CEIEG (2023). [Centro de Información Estadística y Geográfica en el Estado de Chiapas]. Perfiles municipales: cartografía municipio de Villaflores. <https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/Inicio>
- CEPAL (s.f). [Comisión Económica para América Latina y el Caribe]. “Acerca de los ODM: La cumbre del milenio”. <https://www.cepal.org/es/temas/objetivos-de-desarrollo-del-milenio-odm/acerca-odm>
- CEPAL (2018a). [Comisión Económica para América Latina y el Caribe]. “La Agenda 2030 y objetivos de desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe”. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- CEPAL (2018b). [Comisión Económica para América Latina y el Caribe]. “Guía de ejercicios para la evaluación de desastres”. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/9a131b01-80af-43e6-9cba-eb777ba913fb/content>

- CEPAL (2023a). [Comisión Económica para América Latina y el Caribe]. Oportunidades (Programa de Desarrollo Humano, ex Progresá) (1997-2014). <https://dds.cepal.org/bpsnc/programa?id=22>
- CEPAL (2023b). [Comisión Económica para América Latina y el Caribe]. Acerca de agricultura y desarrollo rural. <https://www.cepal.org/es/temas/agricultura-y-desarrollo-rural/acerca-agricultura-desarrollo-rural>
- Chapko, L. B., M. A. Brinkman, and K. A. Albrecht. (1991). "Oat, oat-pea, barley, and barley pea for forage yield, forage quality, and alfalfa establishment". *J. Prod. Agric.* 4: 486- 491.
- Chen, J., Ying G.G. y W.J. Deng (2019). "Antibiotic residues in food: extraction, analysis and human health concerns". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 67 (27): 7569.7586. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b01334>
- Chen, X., Zhang, Z., Yang H. *et al.* (2020). "Consumption of ultra-processed foods and health outcomes: a systematic review of epidemiological studies". *Nutrition Journal*. 19, 86. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00604-1>
- CIAPAS (1983). [Centro de Investigaciones Agrícolas Pacífico Sur]. *Información específica sobre híbridos y variedades factibles de incrementarse en los campos agrícolas experimentales que integran el CIAPAS*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Ocozocoautla, Chiapas. pp.13-66.
- Clark, P., Gutiérrez-Mendoza, CF., Montiel-Ojeda, D., Denova-Gutiérrez, E., López-González, D., Moreno-Altamirano, L., Reyes, A. (2021). "A Healthy Diet Is Not More Expensive than Less Healthy Options: Cost-Analysis of Different Dietary Patterns in Mexican Children and Adolescents". *Nutrients*, 13 (11): 3871. <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/11/3871>
- Cohen, E. y Franco, R. (2005). *Evaluación de proyectos sociales*. Siglo Veintiuno.
- CONABIO (2022). Biodiversidad mexicana áreas protegidas del mundo. <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot>

- CONANP-SEMARNAT (2018) [Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 100 años de conservación en México. 1917-2017, Áreas Naturales Protegidas. <https://www.CONANP.gob.mx/pdf/100A%C3%B1osConservaci%C3%B3n.pdf>
- CONACYT (2021). [Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología]. Avanza Gobierno de México en la implementación coordinada del Decreto para reducir gradualmente el uso de glifosato en el país. Aviso Informativo. <https://conacyt.mx/aviso-informativo/>
- CONANP (2023). [Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas]. Lineamientos para la ejecución del programa para la protección y restauración de ecosistemas y especies prioritarias, ejercicio fiscal 2023. <https://www.conanp.gob.mx/prorest/prorest2023/LineamientosPROREST2023.pdf>
- CONANP (2020). [Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas]. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024. https://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DES/PNANP2020-2024.pdf
- CONANP (s.f). [Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas]. Áreas Naturales Protegidas. http://sig.CONANP.gob.mx/website/pagsig/datos_anp.htm
- CONEVAL (2016). [Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social] Evaluación integral del desempeño de los programas federales de conservación y protección del medio ambiente, 2014-2015. https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/IET/Documents/2014/Medio_ambiente.pdf
- CONEVAL (2023). [Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social] Pobreza a nivel municipal, 2010-2020. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>
- Cordero, A., and R. E. McCollum. (1979). "Yield potential of interplanted food crops in southeastern U.S". *Agron. J.* 71: 834-852.
- Coutiño E. B., J. López Mtz, A. Remires F. (1986). *Como cultivar maíz de temporal en el Centro de Chiapas*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas. Folleto para productores No. 5. Ocozocoautla, Chiapas. México. 27 p.

- Cruz, M. y Polanco, M. (2014). "El sector primario y el estancamiento económico en México, Problemas del Desarrollo". *Revista Latinoamericana de Economía*, 178 (45), pp. 69-74. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301703614708740>
- Cypher, J.M. y J.L. Dietz (2009). "Agriculture and development", in *The Process of Economic Development*. 3rd Edition. Routledge. N.Y. pp. 341-385
- Dalal, R. C. (1974). "Effects of intercropping maize with pigeon pea on grain yields and nutrient uptake". *Exper. Agric.* 10: 219-224.
- DataMéxico (2023). Estadísticas municipales, Yucatán. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/yaxcaba#equidad>
- Davis, J. H. C., J. N. Woolley and R. A. Moren. (1986). "Multiple cropping with legumes and starchy roots", in: C. A. Francis (eds.), *Multiple Cropping Systems*. MacMillan, New York, NY, USA. pp. 133-160.
- De Janvry, A., Fafchamps y Sadoulet (1991). "Peasant household behaviour with missing markets: some paradoxes explained". *The Economic Journal*, 101, 1400-1417. doi: <https://doi.org/10.2307/2234892>
- De la Mora, G. (2019). "Aproximación sociopolítica para el análisis de políticas de conservación en contextos urbanos: entre servicios ambientales y áreas naturales protegidas". *Perfiles latinoamericanos*. vol.27 (53), pp. 1-24.
- De Wit, C. T. (1960). *On competition*. Institute for biological and chemical research on field crops and herbage, Wageningen, The Netherlands. 82 p.
- Diconsa (2020). Programa de Abasto Rural a Cargo de DICONSA S.A. de C.V. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/531711/Reglas de Operacion PAR 2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/531711/Reglas_de_Operacion_PAR_2020.pdf)
- Diez, J. (2004). *Transformaciones en la gestión municipal: el caso latinoamericano*. Ciencia para el desarrollo. Grupo economía y región.

- Dyer, G.A., A. Hernández Solano, P. Meza Pale y A. Yúnez - Naude (2019). “Tres décadas de la estrategia modernizadora del campo en México: Las reformas, el TLCAN y la política agropecuaria y rural, 1988-2017”, en L. Calva Téllez (Coord.), *La economía de México en el TLCAN: Balance y alternativas. Colección México 2018-2024: Nueva estrategia de desarrollo*. Vol. 19. Juan Pablos Editor y Consejo Nacional de Universitarios-UNAM, México.
- Economist (2017). The University of Chicago worries about a lack of competition. <https://www.economist.com/business/2017/04/12/the-university-of-chicago-worries-about-a-lack-of-competition>
- Erb, K. H., Lauk, C., Kastner, T., Mayer, A., Theuri, M. y Haberl, H. (2016). “Exploring the biophysical option space for feeding the world without deforestation”. *Nature Communications*. 7:11282. <https://doi.org/10.1038/ncomms11382>
- Errejón, J. C., Ortega. A., y Santos. S. (2020). “Programa Nacional para Áreas Naturales Protegidas en México en el periodo 2014-2018: análisis de dos de sus objetivos”. *Revista Sociedad y Ambiente*. (7). 33-51.
- Fanning, A., O’Neill, D.W., Hickel, J. y Roux, N. (2022). “The social shortfall and ecological overshoot of nations”. *Nature Sustainability*, 5, 26-36. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00799-z>
- FAO, (2011a). *Global food losses and food waste*. Extent, causes and preventions. Rome.
- FAO, (2011b). Seguridad alimentaria y nutricional. *Conceptos básicos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/3/at772s/at772s.pdf>
- FAO (2018). Sustainable food systems. *Concept and framework*. <https://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf>
- FAO, (2021). “Land use statistics and indicators. Global, regional and country trends 1990-2019”. *FAOSTAT, Analytical Brief Series*, núm. 28, Roma. <https://www.fao.org/3/cb6033en/cb6033en.pdf>

- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF (2022). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0640es>
- FAO (2023). Centro de conocimientos sobre agroecología. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/agroecology/communityofpractice/es/>
- Flor, C. A. y C. A. Francis. (1975). *Propuesta de estudio de algunos componentes de una metodología para estudiar los cultivos asociados en el Trópico Latinoamericano*. Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios. San Salvador, El Salvador. Memoria XXI. Reunión Anual. pp. 45-61.
- Foley, J., Ramankutty, N., Brauman, K., Cassidy, E., Gerber, J. *et al.* (2011). "Solutions for a cultivated planet". *Nature*, 478. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Folke, C., Reinette Biggs, Albert V. Norström, Belinda Reyers y Johan Rockström (2016). "Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science". *Ecology and Society* 21(3):41. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
- Folke, Carl, Stephen Polasky, Johan Rockström, Victor Galaz, Frances Westley, Michele Lamont, Marten Scheffer, Henrik Osterblom, Stephen R. Carpenter, F. Stuart Chapin III, Karen C. Seto, Elke U. Weber, Beatrice I. Crona, Gretchen C. Daily, Partha Dasgupta, Owen Gaffney, Line J. Gordon, Holger Hoff, Simon A. Levin, Jane Lubchenco, Will Steffen, Brian H. Walker (2021). "Our future in the Anthropocene biosphere".. *Ambio*. The Royal Swedish Academy of Science <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01544-8>
- Fouquet, A. (2002). "Diferencias regionales en México: una herencia geográfica y política". En Vázquez, Mario, Maya, Teresa, Padilla, Jorge, *et al.* (ed). (Nora Guzmán – compiladora). *Sociedad y desarrollo en México*. Ediciones Castillo/ITESM. Monterrey. pp 229-249.
- Francis, C. A. (1978). "Multiple cropping potentials of beans and maize". *American Society for Hort. Sci.* 13 (1): 12-16.

- Francis, C. A., C. A. Flor, and S. R. Temple. (1976). "Adapting varieties for intercropped systems in the tropics", in R. I. Papendick, P. A. Sanchez, and G. B. Triplett, (eds.), *Multiple Cropping*. Wisconsin: Publ. 27. Amer. Soc. Agron. pp. 235-254.
- Francis, C. A., ed. (1986). *Multiple Cropping Systems*. New York: MacMillan.
- Francis, C. A., M. Prager y G. Tejada. (1982). "Density interactions in tropical intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.)". *Field Crop Abstracts*. pp. 253-264.
- Francis, C., A. Jones, K. Crookston, K. Wittler, and S. Goodman. (1986). "Strip cropping corn and grain legumes: a review". *Amer. J. Alter. Agric.* 1: 159-164.
- García A., M. (1984). *Patología vegetal práctica*. 2ª. Ed. Edit. Limusa. México. pp. 9-12.
- García, A. y Córdoba, J. (15 de marzo 2023). *Regionalización socio-productiva y biodiversidad*. <https://www.cicy.mx/documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap2/08%20Regionalizacion.pdf>
- García, E. (1987). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 4ª. Ed. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. México. p. 96.
- Gliessman, S. (2018). "Defining Agroecology". *Agroecology and sustainable food systems*. Vol. 42, núm. 6. 599-600. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>
- Gliessman, S.R. (1998). *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Chelsea, MI: Ann Arbor Press.
- Gobierno de México (2023). Pensión para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores. <https://www.gob.mx/bienestar/acciones-y-programas/pension-para-el-bienestar-de-las-personas-adultas-mayores-296817>
- Gobierno de Yucatán (2023a). Plan Estatal de desarrollo 2018-2024. https://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/2018_2024/2019-03-30_2.pdf
- Gobierno de Yucatán (2023b). Índice de marginación. Consejo Estatal de Población.

- Gómez, L. (2016) *Evolución del empleo y de la productividad en el sector agropecuario en México*. Serie Macroeconomía del Desarrollo No. 180. CEPAL y FIDA. Publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Gómez, L. y Tacuba, A. (2017). "La política de desarrollo rural en México". ¿Existe correspondencia entre lo formal y lo real?, *Revista Economía UNAM*. Vol. 14, Núm. 42, pp. 93-117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eunam.2017.09.004>
- Gourdji, S.M., Sibley, A.M. y Lobell, D.B. (2013). "Global crop exposure to critical high temperatures in the reproductive period: historical trends and future projections". *Environmental Research Letters* 8.2: 024041.
- Haldenwang, Ch. (2000). *Nuevos conceptos de la política regional de desarrollo: aporte para la discusión latinoamericana*. Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Hall, M. H., and K. D. Kephart. (1991). "Management of spring planted pea and triticale mixtures for forage production". *J. Prod. Agric.* 4: 213-218.
- Hall, R. L. (1974). "Analysis of nature of interference between plants and species. I. Concepts and extension of the De Wit Analysis to examine effects". *Aust. J. Agric. Res.* 25: 749-756.
- Hansen, O. (2017). *Deforestation Caused by Illegal Avocado Farming A Case Study on the Effectiveness of Mexico's Payment for Ecosystem Services Program*. The University of Miami Inter-American Law Review, Vol. 49, No. 1, pp. 89-128.
- Haro A, Mendoza-Ponce A, Calderón-Bustamante Ó, Velasco JA y Estrada F (2021) "Evaluating Risk and Possible Adaptations to Climate Change Under a Socio-Ecological System Approach". *Front. Clim.* 3:674693. doi: 10.3389/fclim.2021.674693
- Haro-Martínez, A. y Taddei-Bringas, I. (2014). "Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración". *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, 14 (46), 743-767. <https://www.scielo.org.mx/pdf/est/v14n46/v14n46a7.pdf>
- Harwood, R. R. (1979). *Small Farm Development Understanding and Improving Farming Systems in the Humid Tropics*. Boulder: Westview Press.

- Harwood, R. R., and E. C. Price. (1976). "Multiple cropping in tropical Asia", in Papendick, R. I., P. A. Sanchez, and G. B. Triplett, (eds.), *Multiple Cropping*. Wisconsin: Amer. Soc. Agron.
- Hayami, Y., and V. W. Ruttan. (1971). *Agricultural Development: An International Perspective*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Hayami, Y., and V. W. Ruttan. (1985). *Agricultural Development: An International Perspective*. Rev. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Hazell, P., Poulton, C., Wiggins, S. y Dorward A. (2007). *The future of small farms for poverty reduction and growth*. 2020 discussion paper 42. May 2007. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Heath, M. E., R. F. Barnes, and D. S. Metcalf. (1985). *Forages: The Science of Grassland Agriculture*. Ames: Iowa State Univ. Press.
- Hernández Solano, A., Dyer, G.A., T.C. Camacho Villa, T. Sulser, J. Becerril García, S.I. Burrola Méndez, K. Sonder, P. Meza Pale, A. Zepeda Villareal, M.M. Ancira Moreno, C.I. Ramírez Silva, R. Rendón Medel y J.A. Serratos
- Hernández (2021) *Reporte Técnico Final del Proyecto TEEB AgriFood Maíz-Milpa*. Tomo I. Proyección business-as-usual (BAU) del sector maíz y milpa en México en el contexto del cambio climático. Ciudad de México, México.
- Hesterman, O. B., T. S. Griffin, P. T. Williams, G. H. Harris, and D. R. Christenson. (1992). "Forage legume small grain intercrops: nitrogen production and response of subsequent corn". *J. Prod. Agric.* 5: 340-348.
- Hoekstra, A. y Wiedmann, T. (2014). "Humanity's unsustainable environmental footprint". *Science*, 344 (6188).
- Holt-Giménez, E. y Patel, R. (2012). *Rebeliones alimentarias. La crisis y el hambre por la justicia*. Editorial Miguel Ángel Porrúa y Universidad Autónoma de Zacatecas. México.
- Holt-Giménez, E. (2006). *Campesino a Campesino: Voices from Latin America's Farmer to Farmer Movement for Sustainable Agriculture*. Oakland: Food First Books.

- Huang, C., Q.N. Liu, T. Stomph, B. Li, R. Liu, H. Zhang, C. Wang, X. Li, C. Zhang, W. vander Wert, and F. Zhang. (2015). "Economic Performance and Sustainability of a Novel Intercropping System on the North China Plain". *PLoS ONE*: 10(8): e135518. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135518>
- IARC (2015). [Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer]. <https://www.iarc.who.int/>
- INEGI (2019). [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. <https://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (2020). [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019: Metodología*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, México. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197315.pdf
- INEGI (2021) [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. Producto Interno Bruto Trimestral. Año Base 2018. <https://www.inegi.org.mx/programas/pib/2018/#tabulados>
- INEGI (2023). [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. Principales resultados por localidad (ITER). Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/ficha.html?tit=81675&ag=0&f=csv>
- INEGI-SADER (2019). [Instituto Nacional de Estadística y Geografía y la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural]. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/rrdp_ena2019.pdf
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2005. "The IUCN Programme 2005-2008: Many Voices, One Earth". *Proceedings of the 3rd World Conservation Congress*, Bangkok, TH. Available at: <https://portals.iucn.org/library/node/8600>
- IPCC (2021). [Intergovernmental Panel on Climate Change]. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V. et al. (Eds.). Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

- IPCC (2006). "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", in Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds.), *National Greenhouse Gas Inventories Programme*, IGES, Japón.
- IPES Food (2016). *From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems*. International Panel of Experts on Sustainable Food Systems. www.ipes-food.org
- IPES Food (2017). *Too big to feed: exploring the impacts of mega-mergers, concentration, concentration of power in the agri-food sector*. International Panel of Expert son Sustainable Food Systems. www.ipes-food.org.
- IUCN (2000). *IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species*. International Union for Conservation of Nature. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/Rep-2000-052.pdf>
- Izaurrealde, R. C., N. G. Juma, and W. B. McGill. (1990). "Plant and nitrogen yield of barley-field pea intercrop in cryoboreal-subhumid central Alberta". *Agron. J.* 82: 295-301.
- Jodha, N. S. (1981). "Intercropping in traditional farming systems", in *Proc. Int. Workshop on Intercropping*, 10 13 Jan. 1979. India: ICRISAT.
- Khoury, Colin K., Stephen Brush, Denise E. Costich, Helen Anne Curry, Stef de Haan, Johannes M. M. Engels, Luigi Guarino, Sean Hoban, Kristin L. Mercer, Allison J. Miller, Gary P. Nabhan, Hugo R. Perales, Chris Richards, Chance Riggins e Imke Thormann (2021). "Crop genetic erosion: understanding and responding to loss of crop diversity". *New Phytologist*. Volume 233, Issue 1 Pages 84-118. <https://doi.org/10.1111/nph.17733>
- Kim, H., Hu, E. A. y Rebholz, C. M. (2019). "Ultra-processed food intake and mortality in the USA from the Third National Health And Nutrition Examination Survey (NHANES III, 1988-1994)". *Public Health Nutrition*, 22, 10: 1777-1785. <https://doi.org/doi:10.1017/S1368980018003890>
- Kontoleon, A., Unai Pascual y Melinda Smale (2009). *Agrobiodiversity conservation and economic development*. Routledge. ISBN10: 0-415-46505-2

- Kremen, C., and A. Miles. (2012). "Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs." *Ecology and Society*, 17 (4): 1-40.
- Kunelius, H. T., H. W. Johnston, and J. A. MacLeod. (1992). "Effect of undersowing barley with Italian ryegrass or red clover on yield, crop composition and root biomass". *Agric., Ecosyst., Environ.* 38: 127-137.
- Lascoumes, P. & Le Gales, P. (2007, enero). "Introduction: Understanding Public Policy through Its Instruments-From the Nature of Instruments to the Sociology of Public Policy Instrumentation". *Governance: An International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, vol. 20 (1), pp. 1-21.
- Leihner, D. (1983). *Management and Evaluation of Intercropping Systems with Cassava*. Colombia: CIAT.
- Levy, S. y S. Van Wijnbergen (1994), "Labor Markets, Migration and Welfare, Agriculture in the North-American Free Trade Agreement", in *Journal of Development Economics*, 43, pp. 263-278.
- Lewis, W. A. (1954). "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour". *Manchester School* 22 (2): 139-191.
- Liebman, M. (1988). "Ecological suppression of weeds in intercropping systems: a review", in Altieri, M. A., and M. Liebman (eds.), *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*. Florida: CRC Press.
- Liebman, M. (1999). "Sistemas de policultivos", en M.A. Altieri (ed.), *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo. 325 p.
- Lithourgidis, A.S., C.A. Dordas, C.A. Damalas and D.N. Vlachostergios (2011). "Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture." *Australian Journal of Crop Science*, 5:396-410.
- Litsinger, J. A., and K. Moody. (1976). "Integrated pest management in multiple cropping systems", in P. A. Sanchez (ed.), *Multiple Cropping*. Wisconsin: Amer. Soc. Agron. Spec. Pub. No. 27. pp. 293-316.

- López-Revilla, R. y Martínez, C. (2013). "Riesgos potenciales no previstos de los alimentos transgénicos", en Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A. (Coords.) *El Maíz en peligro ante los transgénicos*. UNAM, UCCS, Universidad Veracruzana y Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades.
- Lowder, S., Sánchez, M.V. y Bertini, R. (2021). "Which farms feed the world and has farmland become more concentrated?" *World Development*, vol. 142. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105455>
- Macías, A. (2008). "Costos ambientales en zonas de coyuntura agrícola. La horticultura en Sayula, Jalisco, México". *Revista Agroalimentaria*, v.13 n. 26 Mérida.
- Mariscal, A., Ramírez, C. y Pérez, A. (2017). "Soberanía y seguridad alimentaria: propuestas políticas al problema alimentario". *Revista Economía y Políticas Públicas*, 69 (1), pp. 9-26. <https://www.scielo.org.mx/pdf/textual/n69/2395-9177-textual-69-9.pdf>
- Martin, M. P. L. D. and R. W. Snaydon. (1982). "Root and shoot interactions between barley and field beans when intercropped". *J. Appl. Ecol.* 19: 263-272.
- Martínez, R. y Soto Reyes, E. (2012). "El Consenso de Washington: la instauración de las Políticas Neoliberales en América Latina". *Revista de Política y Cultura*, Núm. 3, pp35-64. <https://www.scielo.org.mx/pdf/polcul/n37/n37a3.pdf>
- MEA (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Millenium Ecosystem Assesment (2005). Washington, DC: Island Press.
- Mead, R., and R. W. Willey. (1980). "The concept of a 'Land Equivalent Ratio' and advantages in yields from intercropping". *Exper. Agri.* 16: 217-228.
- Minami, K. y H. P. Haag (1989). *O tomateiro*. 2a ed. Fundacao Cargill. Campis, Sao Paulo. Brasil. 387 p.
- Montañez, P., Ruenes, M., Jiménez, J., Chimal, P. y López, L. (2012). "Los huertos o solares familiares en Yucatán", en Mariaca, R. (ed.), *El huerto familiar del sureste de México*. Ecosur y Semarnat. pp. 131-148. https://www.researchgate.net/profile/Leopoldo-Medina-2/publication/236870993_El_huerto_familiar_del_sureste_de_Mexico/links/02e7e519c0b4aa7874000000/El-huerto-familiar-del-sureste-de-Mexico.pdf

- Morales, J. (2011). *La agroecología en la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural*. Universidad Jesuita de Guadalajara (ITESO) y Siglo Veintiuno Editores S.XXI, México.
- Mueller ND, Gerber JS, Johnston M, Ray DK, Ramankutty N, Foley JA. (2012). "Closing yield gaps through nutrient and water management". *Nature* 2012; 490: 254–57
- Munguía, A., Cruz-Casarrubias, C., Nieto, C., Tolentino-Mayo, L., Rodríguez, E., y Barquera S. (2021). *Etiquetado de advertencia de alimentos y bebidas en México: una estrategia de prevención de obesidad y enfermedades no transmisibles*. Síntesis sobre políticas de salud. Instituto Nacional de Salud Pública, México.
- Muñetón, P. (2009). "Transgénicos y conciencia social. Entrevista con el Dr. Víctor Manuel Toledo Manssur". *Revista Digital Universitaria*. Vol. 19, núm. 4. <https://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art23/art23.pdf>
- Murgueitio, E., Z. Calle, F. Uribe A, and B. Solorio. (2011). "Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands." *Forest Ecology and Management*, 261: 1654–1663.
- Murray, R., y Larry, J. (Ed.). (2005). *Estadística*. México, DF: Mc Grawill.
- Natarajan, M., and R. W. Willey. (1980). "Sorghum-pigeon pea intercropping and the effects of plant population density". *J. Agri. Sci.* 95: 59 65.
- Nordlund, D., R. B. Chalfant y W. J. Lewis. (1984). "Arthropod populations, yield and damage in monoculture and polyculture of corn, beans and tomatoes". *Agriculture Ecosystems and Environment*. Vol. 11, Issue 4, pp. 353-367. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0167880984900070>
- Nicholls, C. I., M. A. Altieri, and L. Vazquez. (2016). "Agroecology: Principles for the conversion and redesign of farming systems." *Journal of Ecosystem and Ecography* DOI: 10.4172/2157-7625.S5-010.
- Norman, D. W. (1977). "The rationalization of intercropping". *African Envir.* 2(4)/3(1): 97-109.

- Ofori, F., and W. R. Stern. (1987). "Cereal-legume intercropping systems". *Adv. Agron.* 41: 41- 90.
- Okigbo, B. N., and D. J. Greenland. (1976). "Intercropping systems in tropical África", in R. I. Papendick, P. A. Sanchez and G. B. Triplett (eds.), *Multiple Cropping*. Wisconsin: Amer. Soc. Agron.
- OMS (2021) Obesidad y sobrepeso. Datos y cifras <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- OMS (2018). Healthy Diet Fact Sheet No. 394
- OMS (2000). Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Geneva, 2000. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42330>
- O'Neill, D. W., Fanning, A., Lamb, W., Steinberger, J.K. (2018). "A good life for all within planetary boundaries", *Nature Sustainability*, 1, 88-95, <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>
- ONU (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- ONU (2000). Declaración del Milenio. <https://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf>
- ONU (2008). Objetivos, metas e indicadores oficiales ODM. <https://www.cepal.org/es/temas/objetivos-de-desarrollo-del-milenio-odm/objetivos-metas-indicadores-odm>
- ONU (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- ONU (2019). *Informe Mundial sobre el Desarrollo Sostenible 2019: el futuro es ahora-la ciencia al servicio del desarrollo sostenible*. Grupo independiente de científicos designados por el secretario general. Nueva York.
- ONU (2022). Convenio sobre la diversidad biológica: Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/cop-15-l-25-esmarcomundialdiversidadbiologicas/kunming-montreal_tcm30-552536.pdf

- ONU, CDB, PNUMA. (2010). Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/plan_estrategico_db_tcm30-156087.pdf
- OPS (2015). [Organización Panamericana de la Salud]. *Alimentos y bebidas ultra-procesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas*. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C.
- Ortiz, R. (2018). “La producción de maíz por medio del sistema tecnológico roza tumba y quema. Su relación con la seguridad alimentaria”, en Pérez, A. y Aguilar, C (Coord.), *El sector agropecuario en México y Zacatecas*. Ediciones Académicas Colofón, pp. 157-186.
- Osiru, D. S. O., and R. W. Willey (1972). “Studies on mixtures of dwarf sorghum and beans with particular reference to plant population”. *J. Agri. Sci.* 79: 531-540.
- Otero, I., Katharine N. Farrell, Salvador Pueyo, Giorgos Kallis, Laura Kehoe, Helmut Haberl, Christoph Plutzer, Peter Hobson, Jaime García- Márquez, Beatriz Rodríguez-Labajos, Jean-Louis Martin, Karl-Heinz Erb, Stefan Schindler, Jonas Nielsen, Teuta Skorin, Josef Settele, Franz Essl, Erik Gómez-Baggethun, Lluís Brotons, Wolfgang Rabitsch, François Schneider y Guy Pe’er (2020). “Biodiversity policy beyond economic growth”. *Conservation Letters*. A Journal of the Society for Conservation Biology. Wiley. DOI: 10.1111/conl.12713.
- Otsuka, K., y S. Fan (2021). *Agricultural Development: New Perspectives in a Changing World*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute. <https://doi.org/10.2499/9780896293830>
- PAHO (2016). [Pan American Health Organization]. Overweight and Obesity. <https://www.paho.org/en/enlace/overweight-and-obesity>
- PAN (2021). [Pesticide Action Network International]. *PAN international list of highly hazardous pesticides*. Hamburg, Germany. https://pan-international.org/wp-content/uploads/PAN_HHP_List.pdf

- Pedraza, T. (2019). *Origen, historia y características generales del cerdo pelón mexicano*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/47775/K%2066343%20Pedraza%20Aguilar%2C%20Tania%20Marisol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perfecto, I., J. Vandermeer and A. Wright. (2009). *Nature's Matrix: Linking Agriculture, Conservation and Food Sovereignty*. London: Earthscan.
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Doubs, D. y Seidel, R. (2005). "Environmental, Energetic and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems". *BioScience*. 55(7): 573-582.
- Pinchinat, A. M., J. Soria and R. Bazan. (1976). "Multiple cropping in tropical America" in: R. I. Papendick, P. A. Sanchez and G. B. Triplett (eds.), *Multiple Cropping*. ASA Publication Special No. 27. Madison, WI. pp. 51-61
- PNUD, CONANP (2019). *Resiliencia: Áreas Naturales Protegidas, soluciones naturales a retos globales*. México.
- Polanco, A., Magaña, T., Cetz, J y Quintal, R. (2019). "Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México". *Centro Agrícola*, Vol. 46, No. 2, pp. 72-83. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-72.pdf>
- Power, J. F., J. W. Doran, and P. T. Koerner. (1991). "Hairy vetch as a winter cover crop for dryland corn production". *J. Prod. Agric.* 4: 62-67.
- Presupuesto de Egresos de la Federación de 2000 a 2020. Cámara del H. Congreso de la Unión.
- PRI (2014). [Partido Revolucionario Institucional]. ¿Sabías que...? Secretaría de Asuntos Internacionales. <http://www.internacionales.pri.org.mx/SabiasQue/>
- PROCAMPO (2019). Programa de Apoyos Directos al Campo. <https://www.agricultura.gob.mx/que-hacemos/procampo>

- Puyana, A. y Romero J. (2007). "El sector agropecuario mexicano bajo el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. La pobreza y la desigualdad se intensifican, crece la migración", en Barba, C. (comp.). *Retos para la integración social de los pobres en América Latina*. CLACSO. Buenos Aires. <https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20160223035209/14romero.pdf>
- Quintero, M. y Fonseca, C. (2011). *Dimensiones económicas, sociales e institucionales del desarrollo sustentable*. Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Radke, J. K., and R. T. Hagstrom. (1976). "Strip intercropping for wind protection", in: R. I. Papendick, P. A. Sanchez, and G. B. Triplett (eds.), *Multiple Cropping*. Wisconsin: Amer. Soc. Agron.
- Ranis, G., and J. C. H. Fei. 1961. "A Theory of Economic Development." *American Economic Review*. 51 (4): 533–565.
- Rasul, G. y Thapa, G.B. (2004). "Sustainability of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh: an assessment based on environmental, economic and social perspectives". *Agricultura Systems*, 79: 327-351.
- Reddy, M. S., and R. W. Willey. (1981). "Growth and resource use studies in an intercrop of pearl millet/ groundnut". *Field Crops Res.* 4: 13-24
- Regalado, J., Castellanos, A., Pérez, N., Méndez, J. A., Hernández, E. (2020). "Modelo asociativo y de organización para transferir la tecnología milpa intercalada en árboles frutales (MIAF)". *Estudios Sociales de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. 30 (55).
- Reinbott, T. M., Z. R. Helsel, D. G. Helsel, M. R. Gebhardt, and H. C. Minor. (1987). "Intercropping soybean into standing green wheat". *Agron. J.* 79: 886-891.
- Ricciardi, V., Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Jarvis, L. y B. Chookolingo (2018). "How much of the world's food do smallholders produce?" *Global Food Security* 17, 64-72. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.05.002>
- Richardson, K. (2021). *Transformation of the global food system*. Sustainability Science Centre, University of Copenhagen, Denmark

- Rico-Campa, A., Martínez-González, M., Álvarez-Álvarez, I., Deus, R., de la Fuente-Arrillaga, C. *et al.* (2019). "Association between consumption of ultra-processed foods and all cause mortality: SUN prospective cohort study". *BMJ*, 365. <https://doi.org/10.1136/bmj.l1949>
- Ritchie, H. y Roser, M. (2017). Obesity. Published online at OurWorldInData.org. Retrieve from: <https://ourworldindata.org/obesity>
- Rivera, A. (2019). *Sustentabilidad y Tendencias agroalimentarias. El dilema de la producción de soya y miel en Tekax, Yucatán, México*. Primera edición. Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). México
- Rivera, A. (2022). "Tratado de Libre Comercio de América del Norte en México y el sector agropecuario: efecto Kaldor-Verdoorn". *Revista de Análisis Económico*, Vol. XXXVII, Núm. 96, pp. 21.37. <https://analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/712>
- Rivera, A; Ortiz, R. y Santoyo, D. (2021). "Los Financiamientos y subsidios a la producción agropecuaria en México y su impacto en la falta de autosuficiencia alimentaria". *Revista de Estudios Rurales*. Vol. 11, Núm. 24. Publicación del Centro de Estudios de la Argentina Rural. Universidad Nacional de Quilmes Argentina. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/181/1812552010/index.html>
- Robles, H. (2009). "Apuntes sobre el ejercicio del presupuesto 2007 para el Sector Rural". *Comité y Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDERSSA)*. Cámara de Diputados.
- Robles, H. (2013a). *Los pequeños productores y la política pública. Subsidios al Campo en México*. https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_rural/docs/reforma_campo/2-III_c2.pdf
- Robles, H. (2013b). *Presupuesto del programa especial concurrente para el desarrollo rural y su comportamiento histórico 2003-2013*. Subsidios Al Campo. <http://subsidiosalcampo.org.mx/>

- Robles, H. (2017). *Los efectos del presupuesto en el sector rural. Subsidios al Campo en México*. Fundar, Centro de Análisis e Investigación. <https://fundar.org.mx/mexico/pdf/Efectos.pdf>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F.S. *et al.* (2009). "Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity". *Ecology and Society* 14 (2): 32. <https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Romshe, F. (1938). "Growth, Production and fruit quality of tomatoes grown under cloth". *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36:692-694.
- Roos, M., y F. M. Hoffart (2021). *Climate Economics: A Call for More Pluralism and Responsibility*. Palgrave Studies in Sustainability, Environment and Macroeconomics. Springer Nature Switzerland AG. ISBN 978-3-030-48423-1
- Rosenzweig, F. (1989). "La evolución económica de México, 1870-1940". *Trimestre Económico*. Vol. LVI, núm. 1, Mex. Fondo de Cultura Económica.
- Rosset, P. M., I. Díaz, R. Ambrose, M. Cano, G. Varela y A. Snook. (1987). "Evaluación y validación del sistema policultivo tomate-frijol como componente de un programa de manejo integrado de plagas de tomate en Nicaragua". *Turrialba*. 37(1): 85-92.
- Rosset, P. M., R. J. Ambrose, G. A. Power y A. J. Hruska. (1984). "Overyielding in polycultures of tomato and bean in Costa Rica". *Trop. Agric. (Trinidad)*. 61 (3): 208-212.
- Rosset, P. y M. A. Altieri. (2018). *Agroecología: Ciencia y política*. Tercera Edición en español. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). 208 p.
- Ruiz, R.; Ruiz, J.; Guzmán, S. y Pérez, E. (2011). "Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, Vol. 27 no. 2, Ciudad de México. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000200004
- SADER-SIAP (2020). Análisis de la Balanza Comercial Agroalimentaria de México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/599874/Balanza Comercial Agropecuaria y Agroindustrial dic 2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/599874/Balanza_Comercial_Agropecuaria_y_Agroindustrial_dic_2020.pdf)

- SADER-SIAP (2021). Comercio Exterior Agroalimentario de México. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/687834/2021_12_07_Comercio_Exterior_Agroalimentario_de_Mexico_Reporte_semanal.pdf
- SAGARPA y FAO (2012). *Diagnóstico del sector rural y pesquero de México 2012*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO). México DF, México.
- Salter, P. J., J. M. Akehurst, and G. E. L. Morris. (1985). "An agronomic and economic study of intercropping Brussels sprouts and summer cabbage". *Exper. Agric.* 21: 153-167.
- Samson, R., C. Foulds, and D. Patriquin. (1990). *Choice and Management of Cover Crop Species and Varieties for Use in Row Crop Dominant Rotations*. Resource Efficient Agricultural Production (REAP)-Canada/Agriculture Canada, Res Sta., Harrow, Ontario.
- Sanchez, P.A (1995). "Science in agroforestry." *Agroforestry Systems*, 30, 1–2: 5–55.
- Sánchez-Cortés, M. S. y E. Lazos Chavero (2011). "Indigenous perception of changes in climate variability and its relationship with agriculture in a Zoque community of Chiapas, Mexico". *Climatic Change*. Springer. DOI 10.1007/s10584-010-9972-9
- Santa-Cecilia, F. C. y C. Vieira. (1978). "Associated cropping of beans and maize. Effects of bean cultivars with different growth habits". *Turrialba*. 28 (1): 19-23.
- Saynes, V., Etchevers, J., Paz, F. y Alvarado, L. (2016). "Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México". *Terra Latinoamericana* 34: 83-96
- Schultz, T. W. (1964). *Transforming Traditional Agriculture*. New Haven, CT: Yale University Press
- Secretaría de Gobernación (1917). Declarando parque nacional el desierto de Los Leones. DOF 27-11-1917
- Secretaría de Gobernación (2005). Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Última Reforma DOF 11-05-2022.

- Secretaría de Gobernación (2020a). Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural (2019-2024). DOF 25-06-2020
- Secretaría de Gobernación (2020b). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. DOF 07-07-2020
- Secretaría de Gobernación (2020c). Decreto por el que se expide la Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo. DOF 13-04-2020
- Secretaría de Gobernación (2022). Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PRO-CODES). DOF 29-12-2022
- Secretaría de Gobernación (2023a). Decreto por el que se establecen diversas acciones en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado. DOF 13-02-2023
- Secretaría de Gobernación (2023b). Decreto por el que se adiciona un artículo 216 Bis a la Ley General de Salud. DOF 24-03-2023
- SEGOB, CONAPO y BBVA Bancomer (2018). Anuario de migración y remesas 2018. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/388361/Anuario_Migracion_y_Remesas_2018_ISNN.pdf
- SEGOB, CONAPO y BBVA Bancomer (2020). Anuario de migración y remesas 2020. https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2020/10/Anuario_Migracion_y_Remesas_2020.pdf
- SEGOB, CONAPO y BBVA Bancomer, 2021. Anuario de migración y remesas 2021. <https://www.bbvaresearch.com/publicaciones/anuario-de-migracion-y-remesas-mexico-2021/>
- Semiáridos (2023). Metodología del pase en cadena entre familias criollas e indígenas. <https://www.semiaridos.org/buenas-practicas/metodologia-del-pase-cadena-familias-criollas-e-indigenas/>
- Senado de la República (2021). El Senado de la República y la Agenda 2030. Comisión especial para el seguimiento de la agenda 2030. México. <https://www.gob.mx/agenda2030/documentos/informe-nacional-voluntario-2021-agenda-2030-en-mexico>

- Senado de la República (2019). Gaceta parlamentaria. Miércoles 22 de mayo de 2019/ LXIV/1SPR-5-2447/95687. México. https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/95687
- SHCP (2022). Documento relativo al cumplimiento de las disposiciones contenidas en el artículo 42, Fracción I, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria Pre-Criterios 2023. https://www.finanzaspublicas.hacienda.gob.mx/work/models/Finanzas_Publicas/docs/paquete_economico/precgpe/precgpe_2023.pdf
- SHCP (2023a). Analíticos del Presupuesto de Egresos de la Federación. https://www.pef.hacienda.gob.mx/es/PEF/Analiticos_PresupuestariosPEF
- SHCP (2023b). Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas. <http://presto.hacienda.gob.mx/EstoporLayout/estadisticas.jsp>
- SIAP (2020). [Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera]. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Cierre de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP (2021). Datos Abiertos - Estadística de Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- SIAP (2023). Producción agrícola. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesca. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- SIMEC (2023a). [Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación]. Numeralia. <https://simec.conanp.gob.mx/numeralia.php>
- SIMEC (2023b). [Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación]. Listado de las Áreas Naturales Protegidas de México. <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/listanp/>
- Singh, I., L. Squire y J. Strauss, (1986). *Agricultural Household Models*. The Johns Hopkins University Press.
- Singh, R. y Singh, G.S. (2017). "Traditional agriculture: a climate-smart approach for sustainable food production". *Energy, Ecology and Environment*, 2 296-316.

- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B.L. *et al.* (2018). "Options for keeping the food system within environmental limits". *Nature* 562: 519-525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., *et al.* (2015). "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet". *Science*, 347. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Steiner, K. G. (1984). *Intercropping in Tropical Smallholder Agriculture with Special Reference to West Africa*. 2nd ed. Deutsche Gesell. Techn. Zusam. (GTZ). Federal Rep. Germany: Eschborn.
- Stiglitz, J. y Charlton, A. (2007). *Comercio Justo para Todos*. Madrid: Taurus.
- Subsidios al Campo. (2019). Información Destacada. <http://subsidiosalcampo.org.mx/#informacion-destacada>
- Suryatna, E. (1979). "Cassava intercropping patterns and management practices in Indonesia", in E. Weber, B. Nestel and M. Campbell (eds.), *Inter-cropping with Cassava: Proc. Int. Workshop*. Trivandrum, India Nov. 1 Dec. 27, 1978. Canada: Int. Dev. Res. Centre, pp. 35-36.
- Swiderska, K., y Argumedo, A. (2006). "Towards a Holistic Approach to Indigenous Knowledge Protection: UN Activities, Collective Bio-Cultural Heritage and the UNPFII", in *Fifth Session of the UN Permanent Forum on Indigenous Issues*, pp. 15-26.
- Terán, S., & Rasmussen, C. (2009). *La Milpa de los mayas: la agricultura de los mayas prehispánicos y actuales del noroeste de Yucatán*. Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales: UNAM, Universidad de Oriente: UNO.
- Tilman D, Balzer C, Hill J, Befort BL. (2011). "Global food demand and the sustainable intensification of agriculture". *Proc Natl Acad Sci USA* 2011; 108: 20260-64
- Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria editorial, México.
- Torres, F. (2003). *Seguridad alimentaria: seguridad nacional*. Plaza y Valdés.
- Trenbath, B. R. (1974). "Biomass productivities of mixtures". *Adv. Agron.* 26:177-210.

- Trenbath, B. R. (1977). "Interactions among diverse hosts and diverse parasites". *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 287: 124-150.
- Udalov, V. (2019). *Behavioural Economics of Climate Change New Empirical Perspectives. SpringerBriefs in Climate Studies*. Springer Nature Switzerland. ISBN 978-3-030-03532-7
- Umberger, W, Gunner, E. y C. Johns (2021). *Understanding agribusiness, value chains and consumers in Global Food Systems*. Centre for Global Food and Resources, University of Adelaide, Australia.
- Unamma, R. P. A., T. Enyinnia, and J. F. Emezio. (1985). "Critical period of weed interference in cocoyam/ maize/sweet potato intercrop". *Trop. Pest Manage.* 31: 21-23.
- Unar-Munguía, M. U., Monterrubio, E. y Colchero, M. A. (2019). "Apparent consumption of caloric sweeteners increased after the implementation of NAFTA in Mexico", *Food Policy*, 84, pp. 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.03.004>
- Van Meter, Donald S. y Carl E. Van Horn (2007). "El proceso de implementación de las políticas. Un marco conceptual", en L. Aguilar V. (ed.), *La Implementación de las Políticas Públicas*. Editorial Porrúa. México.
- Vandermeer, J. (1981). "The interference production principle: an ecological theory for agriculture". *Bioscience*. 31: 361-364.
- Vandermeer, J. (1984). "The interpretation and design of intercrop systems involving environmental modification by one of the components: a theoretical framework". *Biological Agriculture and Horticulture*. 2:135-156.
- Vandermeer, J. (1989). *The Ecology of Intercropping*. Cambridge, U.K. Cambridge University Press,
- Vandermeer, J., M. Van Noordwijk, J. Anderson, C. Ong, and I. Perfecto. (1998). "Global change and multispecies agroecosystems: Concepts and issues." *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 67: 1-22.

- Vázquez, A. (2000). *Desarrollo económico local y descentralización: aproximación a un marco conceptual*. Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Vega, E. (2020). "La erosión presupuestal de la política ambiental mexicana: evidencias, argumentos y riesgos". *EconomíaUnam*. 17 (51). 296-305.
- Verchot, L.V., M. van Noordwijk, S. Kandji, T. Tomich, C. Ong, A. albrecht, J. Mackansen, C. bANTILAN, K. V. Anupama, and C. Palm. (2007). "Climate change: Linking adaptation and mitigation through agroforestry". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12: 901–918.
- Villareal, R. (1982). *Tomates*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 184 p.
- Wade, M. K., and P. A. Sanchez. (1984). "Productive potential of an annual intercropping scheme in the Amazon". *Field Crops Res*. 9: 253-263.
- Wall, G. J., E. A. Pringle, and R. W. Sheard. (1991). "Intercropping red clover with silage corn for soil erosion control". *Can. J. Soil Science*. 71: 137-145.
- Willet, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Vermeulen, S. *et al.* (2019). "Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems". *Lancet*, 393 (10170): 447-492. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Willey, R. W., and D. S. O. Osiru (1972). "Studies on mixtures of maize (*Zea mays* L.) and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with reference to plant population". *J. Agri. Sci.* 79: 519-529.
- Winders, B. (2009). "The vanishing free market: The formation and spread of the British and US food regimes", *Journal of Agrarian Change*, 9(3), pp. 315-344. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1471-0366.2009.00214.x>
- Yúnez, A. (2010a). "Las transformaciones del campo y el papel de las políticas públicas: 1929-2008". En Kuntz, F. (Coord.) *Historia económica general de México: de la colonia a nuestros días*. El Colegio de México, Secretaría de Economía. <https://doi.org/10.2307/j.ctv47wf39.27>

- Yúnez, A. (2010b). "Las políticas públicas dirigidas al sector rural: El carácter de las reformas para el cambio estructural", en A. Yúnez (Coord.), *Los grandes problemas de México*. XI Economía Rural. Primera Edición. El Colegio de México.
- Yúnez Naude, A. (2003). "The Dismantling of CONASUPO, a Mexican State Trader in Agriculture", *The World Economy*, 26 (1), pp. 97-122.
- Zahara, A. M. (1970). "Influence of plant density on yields of process tomatoes for mechanical harvest". *Jour. Amer. Soc. Hort. Sci*: 94:510-512.
- Zuofa, K., N. M. Tariah, and N. O. Isirimah. (1992). "Effects of groundnut, cowpea, and melon on weed control and yields of intercropped cassava and maize". *Field Crops Res.* 28: 309-314.



AUTORES

Lilian Alborno Mendosa

Profesora investigadora de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Yucatán. Correo electrónico: lilian.alborno@correo.uady.mx, Grado máximo de estudios: Doctora en desarrollo regional por la Universidad de Sevilla, España. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6888-1073>. Líneas de investigación: Desarrollo sostenible, modelos multisectoriales, comercio justo

Irene Barboza Carrasco

Profesora de Tiempo Completo del Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Correo electrónico: irene.barboza@unach.mx, Grado máximo de estudios: Doctora en Ciencias (Economía) por el Colegio de Postgraduados, México, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3685-7597>. Línea de investigación: Pobreza, Políticas Públicas y Desarrollo

Javier Becerril García

Profesor investigador de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Yucatán. Correo electrónico: javier.becerril@correo.uady.mx. Grado máximo de estudios: Doctor en Economía Agrícola por la Universidad de Kiel, Alemania. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3785-1469>. Líneas de investigación: Desarrollo sostenible, economía ambiental agrícola.

Rodolfo Canto Sáenz

Profesor investigador de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Yucatán. Correo electrónico: rodolfo.canto@correo.uady.mx. Grado máximo de estudios: Doctor en Ciencia Política por la Universidad Nacional Autónoma de México. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6812-4155>. Líneas de investigación: Políticas Públicas, Democracia y Desarrollo Regional

Julio Guillén Velázquez

Profesor de Tiempo Completo del Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Correo electrónico: guillenv@unach.mx, Grado máximo de estudios: Doctor en Estudios Regionales por la Universidad Autónoma de Chiapas. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel C. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5669-5196>. Línea de investigación: Pobreza, Políticas Públicas y Desarrollo.

Antonio Gutiérrez Martínez

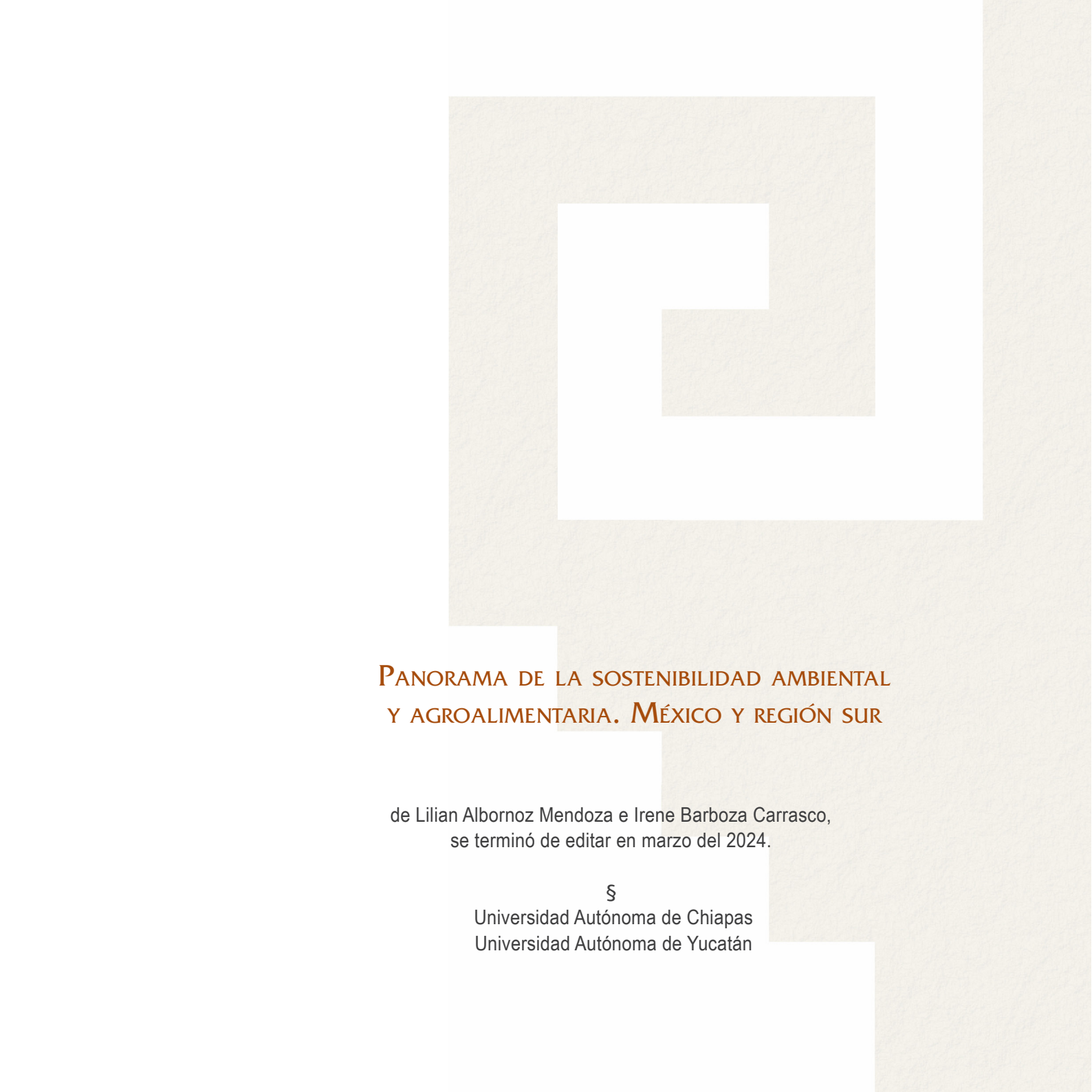
Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Correo electrónico: antoniogutmart58@gmail.com, Grado máximo de estudios: Doctor en Ciencias en Fitosanidad Entomología y Acarología por el Colegio de Postgraduados, México, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6770-9116>. Líneas de investigación: Agricultura orgánica, Control biológico y Sistemas de policultivos.

Rafael Ortiz Pech

Profesor investigador de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Yucatán. Correo electrónico: rafael.ortiz@correo.uady.mx, Grado máximo de estudios: Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma de Baja California, México. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7049-5040>. Líneas de investigación: Desarrollo sostenible, desarrollo rural, economía agrícola.

Alba Rosa Rivera de la Rosa

Profesora investigadora de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Yucatán. Correo electrónico: alba.rivera@correo.uady.mx, Grado máximo de estudios: Doctora en economía por la Universidad de Sevilla, España. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6775-2504>. Líneas de investigación: Sector Agropecuario en México y Ética y Responsabilidad Social.



PANORAMA DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y AGROALIMENTARIA. MÉXICO Y REGIÓN SUR

de Lilian Albornoz Mendoza e Irene Barboza Carrasco,
se terminó de editar en marzo del 2024.

§
Universidad Autónoma de Chiapas
Universidad Autónoma de Yucatán

