



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LOS
SISTEMAS PRODUCTIVOS DE PALMA DE
ACEITE EN MÉXICO

T E S I S

Que para obtener el grado de:
Licenciada en Geografía

Presenta:

Claudia Elena del Valle Domínguez

Directora de tesis:

Dra. María José Ibarrola Rivas



Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

Comienzo por agradecer a mi mamá, por su fortaleza y sus palabras de sabiduría, por escucharme y reflexionar conmigo sobre lo que pienso y hago, por ser como es y por sus ocurrencias que tanto me hacen reír.

A mis hermanos, Vero y Eduardo, porque sé que siempre puedo contar con ellos y por todas las cosas que me enseñan a través de sus gustos. A Sofi y Dani, por hacerme tía, por ser tan lindos y aguantarme. A veces me da vértigo de solo verlos a los ojos, condenados.

A mi primo Adrián, porque gracias a su generosidad pude volar una segunda ocasión a la CDMX en aquel verano del 2012 y venir a estudiar aquí. A mis tíos, Claudia y Juan, y a mi primo Gustavo, por abrirme las puertas de su hogar y por esforzarse para que yo me sintiera bienvenida y apapachada. Siempre les estaré profundamente agradecida.

A Patricio, porque él mejor que nadie sabe cómo me ha cambiado este proceso y qué significa esto para mí. Por la compañía, la paciencia y el cariño que me ha dado a lo largo de este camino.

A María José, por haber aceptado guiarme, por sus palabras de ánimo, por todo el esfuerzo que pone en el Seminario de Seguridad Alimentaria y Sostenibilidad y por no tardarse una eternidad revisando los avances (¡gracias!, la que se tardó una eternidad fui yo). Gracias también a los integrantes del seminario, por sus comentarios para este trabajo y por las charlas, primero por Zoom y después en la terraza.

A Jimena, porque la amistad que hemos compartido y la manera en la que ha estado ahí para mí son invaluableles. Por la magnitud del entendimiento mutuo que nos tenemos. A Blanca, por ese ímpetu que poco a poco me contagia para seguir (re)descubriendo la ciudad y por darme una amistad tan linda.

Gracias a Estela, Emilio, Andi y Frida, a Karlita, Ángel, Moni, Jes, Eve y Xadani, porque siempre tendrán un lugar especial en mi corazón.

A todas las personas que de alguna forma contribuyeron a esto, en los múltiples lugares en los que vivido, trabajado y estudiado, y a las que he conocido a través de mis seres queridos: **Gracias.**

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto PAPIIT IN300322, del cual la Dra. Ibarrola Rivas es responsable.

Contenido

Introducción	1
Antecedentes: Origen, producción y líneas de investigación	4
Marco teórico-metodológico	10
Marco conceptual.....	10
Metodología.....	14
A. Análisis de las estadísticas productivas.....	16
B. Revisión bibliográfica.....	17
C. Elaboración de cartografía temática.....	17
E. Integración y comparación entre entidades.....	21
Capítulo 1. Expansión de la palma de aceite en México	22
1.1 Concentración de la producción en Chiapas.....	23
1.2 Incorporación de Campeche y Veracruz a la producción.....	26
1.3 Repunte de la expansión en Chiapas.....	29
1.4 Sobre la expansión de la palma de aceite en Campeche y Tabasco.....	31
Capítulo 2. Productividad de la palma de aceite en México	35
2.1 La productividad de palma de aceite a nivel global.....	35
2.2 La productividad a nivel estatal.....	36
2.3 Sobre los requerimientos ambientales del cultivo de la palma de aceite.....	37
2.3.1 Suelos.....	38
2.3.2 Precipitación.....	38
2.3.3 Técnicas de manejo.....	39
2.4 Chiapas.....	39
2.5 Tabasco.....	48
2.6 Campeche.....	53
2.7 Veracruz.....	58
Capítulo 3. Dimensión económica de los sistemas productivos de palma de aceite en México	64
3.1 El precio de la palma de aceite a nivel internacional.....	65
3.2 El precio de la palma de aceite en México.....	66
Capítulo 4. Comparativa del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México	71
4.1 Expansión.....	71
4.1.1 Chiapas.....	71
4.1.2 Campeche y Tabasco.....	72
4.1.3 Veracruz.....	74
4.2 Productividad.....	74
4.2.1 Chiapas.....	76
4.2.2 Tabasco.....	76
4.2.3 Campeche.....	77
4.2.4 Veracruz.....	77
4.3 Dimensión económica.....	77
Discusión y conclusiones	79

Referencias	83
Anexos	94
2.1 Distribución de los grupos de suelos, por región productora.....	94
2.2 Descripción de los grupos de suelos.....	100

Índice de figuras

1. Plantación de palma de aceite (Department of Foreign Affairs and Trade - Australia, 2013).....	4
2. Tipos de frutos de la palma de aceite según su coloración y estado de maduración. Los frutos <i>virescens</i> son de coloración verde previo a la maduración (a.1) (Starr y Starr, 2016) y de tonalidades naranjas brillantes en la etapa de madurez (a.2) (Crazzolaro, 2017). Los frutos <i>nigrescens</i> son de color negro previo a la maduración (b.1) (Meisch, 2010) y de tonalidades rojas y naranja oscuro en la etapa de madurez (b.2) (Goa, 2015).....	5
3. Entidades productoras de palma de aceite en México. Elaboración propia con datos de INEGI (2021), Carto (s.f.).....	6
4. Distribución de los grandes grupos climáticos en las regiones productoras de palma de aceite en México. Tomado de INEGI (2008).....	7
5. Representación gráfica de los componentes del marco del teleacoplamiento. Traducción de Liu et al. (2014).....	11
6. Sistema de estudio para el análisis del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México. Elaboración propia.....	14
7. Diagrama de las fases de la investigación (A-E), así como su contribución para responder cada uno de los objetivos particulares de la investigación (1-3).....	15
8. Esquema de clasificación de pendientes en porcentajes y posterior categorización según su aptitud para la producción de palma de aceite. Elaboración propia con datos de INEGI (2012) y Brindis et al. (2021).....	18
9. Esquema de clasificación de grupos de suelos según su aptitud para la producción de palma de aceite. Elaboración propia con datos de INEGI (2014).....	19
10. Discriminación de suelos con buena aptitud productiva para la producción de palma de aceite en función de la superficie con pendiente apta. Elaboración propia con datos de INEGI (2012 y 2014)..	19
11. Evolución de superficie sembrada con palma de aceite en los estados productores del cultivo en México (desde 1983 hasta 2020) y las principales tendencias de expansión identificadas. Elaboración propia con datos de SIAP (2021).....	22
12. Región del Soconusco en Chiapas. Elaboración propia con datos de INEGI (2021).....	24
13. Actual municipio de Marqués de Comillas. Elaboración propia con datos de INEGI (2021).....	26
14. Comparativa de los rendimientos promedio, por año (1998-2019), en México, Malasia, Indonesia y Colombia. Elaboración propia con datos de FAO (2020) y SIAP (2021).....	36
15. Estimación del rendimiento anual, por entidad, entre 1998 y 2019. Elaboración propia con datos de SIAP (2021).....	37
16. Regiones Istmo-Soconusco y Maya-Lacandona. Elaboración propia con datos de INEGI (2021). 40	
17. Estimación del rendimiento anual de las dos regiones productoras de Chiapas, Istmo-Soconusco y Maya-Lacandona. Elaboración propia con datos de SIAP (2021).....	41
18. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en la región Istmo-Soconusco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).....	42

19. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en la región Istmo-Soconusco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).....	43
20. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en la región Maya-Lacandona. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).....	44
21. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en la región Maya-Lacandona. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).....	45
22. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Tabasco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).....	50
23. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Tabasco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).....	51
24. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Campeche. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).....	54
25. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Campeche. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).....	55
26. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Veracruz. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).....	59
27. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Veracruz Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).....	60
28. Estimación de la evolución del precio por tonelada de racimo de fruto fresco a nivel nacional. Elaboración propia con datos de SIAP (2021).....	65
29. Comparativa del precio medio internacional del aceite crudo de palma (CPO), la tasa del 12.5% respecto al precio del CPO y el precio de las cosechas de palma de aceite en México Elaboración propia con datos de IndexMundi (2022), Banxico (2022) y SIAP (2021).....	69
30. Integración y comparación de las principales causas del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite a nivel estatal, en función de las dimensiones analizadas (expansión, productiva, económica). Elaboración propia.....	73
31. Tipos de suelos presentes en la región Istmo-Soconusco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).....	95
32. Tipos de suelos presentes en la región Maya-Lacandona. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).....	96
33. Tipos de suelos presentes en Tabasco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).....	97
34. Tipos de suelos presentes en Campeche. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).....	98
35. Tipos de suelos presentes en Veracruz. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).....	99

Índice de tablas

1. Requerimientos de la palma de aceite considerados: pendiente, tipo de suelo, precipitación media mensual y total de meses continuos al año con precipitación <100 mm.....	39
2. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en la región Maya-Lacandona.....	46

3. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en la región Istmo-Soconusco.....	46
4. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en Tabasco.....	52
5. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en Campeche.....	56
6. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en Veracruz.....	61
7. Precios de la tonelada de aceite crudo de palma (CPO) a escala internacional en USD, en pesos mexicanos, y tasas del 12.5% y precio medio de las cosechas en pesos mexicanos.....	67
8. Condiciones ambientales presentes y analizadas en las entidades productoras: Pendiente $\leq 23\%$, aptitud de suelos, precipitación y ubicación de las zonas agrícolas sembradas con posible palma de aceite.....	75

Introducción

La presente investigación aborda el desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México a través del análisis de sus estadísticas agrícolas y de las principales dimensiones y agentes involucrados en su devenir. La relevancia de este cultivo y su estudio radica en que palma de aceite es en la actualidad uno de los cultivos oleaginosos de mayor importancia a nivel global, ya que su principal producto, el aceite de palma, comprende al rededor del 30% de la producción total de aceites vegetales a nivel global (Pek, 2015; Juyjaeng & Suwanmaneepong, 2018; Córdova et al., 2016; Ritchie y Roser, 2021).

En ese sentido, tanto el cultivo como el producto tienen cada uno características particulares que los hacen valiosos para múltiples industrias. Por una parte, el cultivo de la palma de aceite es la oleaginosa de mayor rendimiento en términos de toneladas por hectárea cosechada (Ritchie y Roser, 2021). A su vez, los frutos que produce este cultivo tienen también un elevado rendimiento, en términos de la cantidad de aceite que se puede producir por cada tonelada de frutos frescos (Nomanbhay et al., 2017). Además de esto, los ciclos de cosecha del cultivo son frecuentes, pues estos se pueden realizar prácticamente a lo largo de todo el año, aproximadamente cada dos semanas (Isaac, 2021). De igual manera, los costos de producción son relativamente bajos en comparación con otras oleaginosas (RSPO, 2017; Byerlee et al., 2017, p. 18). En cuanto al producto, se puede decir que el aceite crudo de palma y los otros tipos de aceites derivados de este cultivo son de gran versatilidad y son de hecho utilizados para la producción de una amplia variedad de productos que van desde la panadería y confitería, pasando por farmacéuticos, artículos de cuidado personal y belleza, hasta combustibles, entre otros (Bakoumé, 2015; European Palm Oil Alliance, 2019).

Debido a estas propiedades, tan favorables para la producción en masa de una enorme variedad de productos, el cultivo de la palma de aceite ha sido sometido a un proceso de expansión de gran velocidad y ya desde hace algunos años su producción ha estado envuelta en controversias y contradicciones. Por un lado, se ha señalado que la producción de palma de aceite ha permitido mejorar los ingresos de las familias rurales dedicadas a este cultivo, lo que se ha traducido en una mayor capacidad de consumo y acceso a servicios básicos como educación y salud (Shahputra y Zen, 2018; Qaim et al., 2020; Byerlee et al., 2017, p. 20). De manera contraria, algunos autores han enfatizado que la expansión de la palma de aceite ha ocasionado una reducción de la seguridad alimentaria en las comunidades productoras, poniendo en peligro su capacidad de adaptación al cambio global (Rosas et al., 2018; Maza et al., 2017). Además, se tiene

registro de casos de despojo de tierras a poblaciones originarias, especialmente en el sureste asiático, para el establecimiento de plantaciones de palma de aceite (Li, 2018). En términos ambientales, algunos de los principales efectos negativos que se han identificado son las emisiones de gases de efecto invernadero como resultado de la deforestación y la alteración de humedales, además de la degradación de suelos y agua como resultado de la utilización de agroquímicos (Rulli et al., 2019; Meijaard et al., 2018; Vijay et al., 2016).

Sin embargo, a pesar de los impactos perjudiciales que han caracterizado a la forma de producción más común de la palma de aceite, a saber: a modo de monocultivo, de grandes extensiones de plantación y con un intensivo uso de agroquímicos, diversas fuentes plantean que el sabotaje o la prohibición de este cultivo podría tener implicaciones negativas considerables debido a que la demanda de aceites vegetales no hará sino crecer en los próximos años (Shanahan, 2019; WWF, 2022; Meijaard y Sheil, 2019; Guindon, 2020). Entonces, sustituir a la palma de aceite por otros cultivos oleaginosos de menor rendimiento en cosechas y producción de aceite por hectárea implicaría la ocupación de una mayor extensión de territorio de la que hoy en día ocupa este cultivo, lo que, en conjunto, podría derivar en afectaciones ambientales aún mayores (OECD y FAO, 2021; IGBP e IHDP, 2012)

Teniendo en cuenta esto, a nivel global se han emprendido esfuerzos para contribuir a la discusión sobre el rumbo que deben seguir estos sistemas agrícolas (Corley, 2008; Murphy et al., 2021; Castellanos, 2021). Al respecto, una de las premisas a las cuales se adhiere la presente investigación es que, para poder comprender el estado actual de estos sistemas productivos y proponer vías de acción a futuro, es primero fundamental tener en consideración el devenir histórico del cultivo en sus distintos contextos productivos (Cronon, 2000; Dovers, 2000). En ese sentido, el presente trabajo pretende abonar a dicha discusión a través de la construcción y composición de un conocimiento integral sobre el devenir histórico de los sistemas productivos de palma de aceite en el país. Derivado de esta intención, el objetivo general de la investigación es identificar y analizar las causas multidimensionales y multiescalares del desarrollo de la palma de aceite en México, para lo cual se consideran los siguientes objetivos particulares:

1. Identificar y describir las principales tendencias en las estadísticas agrícolas de la palma de aceite en los estados de Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz, desde 1983 hasta 2020.
2. Analizar y clasificar las causas de dichas tendencias según su escala espacial y dimensiones de influencia.
3. Comparar e integrar las causas del desarrollo previamente identificadas entre los estados productores de palma de aceite en México.

Como resultado de lo anterior, el presente trabajo se divide de la siguiente manera. En la primera sección se aborda la procedencia de la palma de aceite, así como algunas de sus características, los principales países productores a nivel global y el contexto productivo de este cultivo en México. De igual manera, se presenta una revisión sucinta de las principales líneas de investigación relacionadas con el estudio de este cultivo en el país. En la segunda sección se desarrollan los conceptos que fungen como marco de análisis para la investigación y se detallan las estrategias metodológicas que permitieron cumplir los objetivos planteados. En los capítulos primero, segundo y tercero se aborda el análisis del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México a través de 3 diferentes indicadores agrícolas: expansión, productividad y precios, respectivamente. Finalmente, el cuarto capítulo se plantea una integración y comparación de las principales características del devenir histórico de estos sistemas productivos en México.

Antecedentes: Origen, producción y líneas de investigación

La palma de aceite (*Elaeis guineensis*) es una especie originaria de los bosques tropicales del Golfo de Guinea y de la región ecuatorial de África Central (Arias y González, 2014, p. 11; Prabhakaran, 2010, p. 211). Por cientos de años, la palma de aceite fue aprovechada por los habitantes nativos de dichas regiones, así como de otras circundantes, antes de que diera inicio su producción masiva hacia finales del siglo XX (Phillips, 2021). La literatura señala que la vida de una palma de este tipo puede superar los 80 años; no obstante, la vida aprovechable de la misma ronda los 30 años debido a la elevada altura que los ejemplares pueden alcanzar, hecho que dificulta la recolección de los frutos (Arias y González, 2014, p. 12) (figura 1).



Figura 1. Plantación de palma de aceite (Department of Foreign Affairs and Trade - Gobierno de Australia, 2013).

En cuanto a sus frutos, dependiendo de la edad de la palma, un racimo puede llegar a pesar entre 500 gramos hasta varias decenas de kilogramos, en el caso de las palmas adultas (Arias y González, 2014, p. 17). Los frutos que produce la palma pueden ser negros o verdes, siendo los primeros de color rojo oscuro al madurar, mientras que los segundos presentan un color naranja en la etapa de madurez (figura 2). Aunque ambos tienen un valor comercial muy similar, se ha detectado que los frutos *virescens* (verdes) ofrecen un aceite de mejor calidad (Arias y González, 2014, p. 19). En conjunto, de un racimo de fruto fresco se puede extraer alrededor del 20% de su peso en aceite proveniente de la pulpa del fruto (mesocarpio) y entre el 2.5% y 3.5% en

aceite proveniente de la semilla (endocarpio), conocido también como aceite de kernel o palmiste (Arias y González, 2014, p. 20).

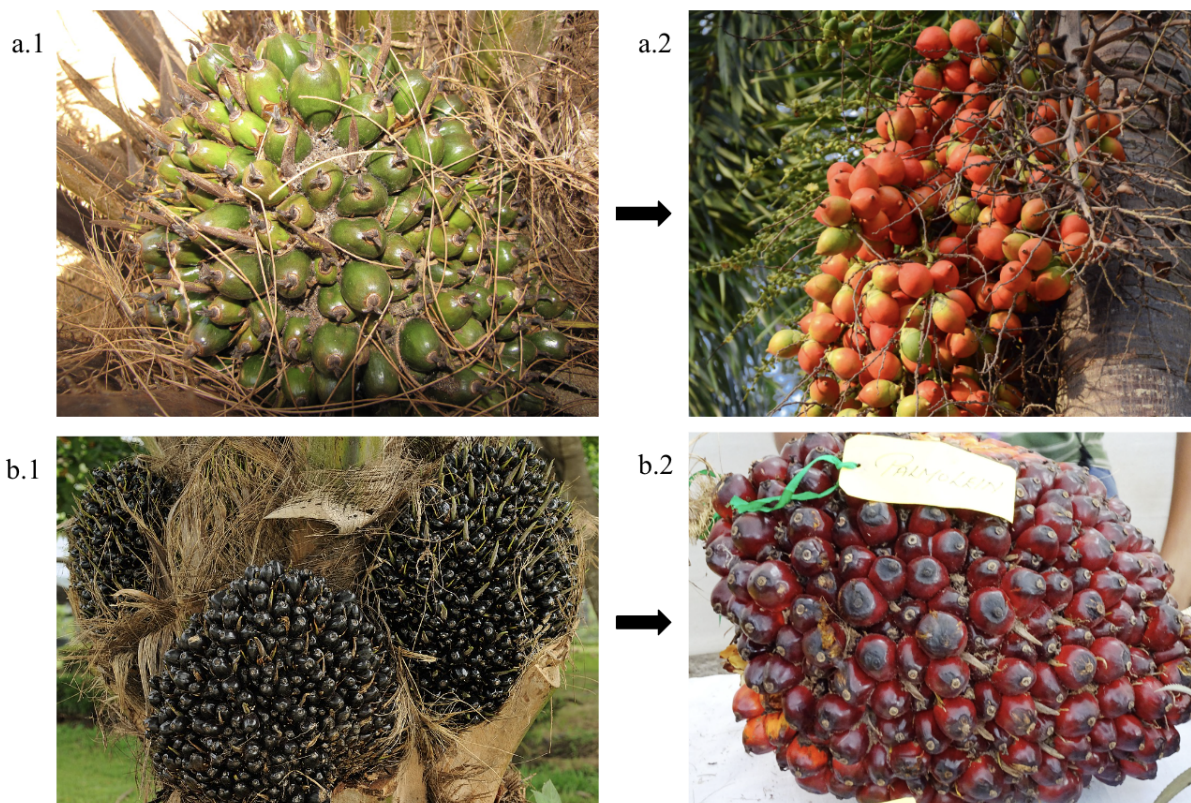


Figura 2. Tipos de frutos de la palma de aceite según su coloración y estado de maduración. Los frutos *virescens* son de coloración verde previo a la maduración (a.1) (Starr y Starr, 2016) y de tonalidades naranjas brillantes en la etapa de madurez (a.2) (Crazzolaria, 2017). Los frutos *nigrescens* son de color negro previo a la maduración (b.1) (Meisch, 2010) y de tonalidades rojas y naranja oscuro en la etapa de madurez (b.2) (Goa, 2015).

A pesar de la elevada productividad del cultivo, la aparición de las primeras cosechas requiere de lapsos considerables, que oscilan entre los 2 y 3 años a partir de su plantación (Isaac, 2021). La primera etapa consiste en la aparición y diferenciación de las inflorescencias, misma que requiere aproximadamente unos 10 meses. Posteriormente, se requieren de 7 a 15 meses adicionales para que las flores puedan ser receptivas a la polinización (Arias y González, 2014, p. 19). Una vez polinizada la flor, para la maduración del fruto son necesarios entre 5 y 6 meses (*ibid.*). Cabe resaltar, como se explicó líneas arriba, que una vez que ha dado inicio la producción de frutos, esta se da de manera continua a lo largo del año. De esta forma, los ciclos de cosecha oscilan entre los 7 y 15 días, lo cual dependerá también de la edad del ejemplar, la variante de las

semillas sembradas y las condiciones de suelo y agua (Isaac, 2021; Castillo et al., 2017; Corley y Tinker, 2016, p. 53).

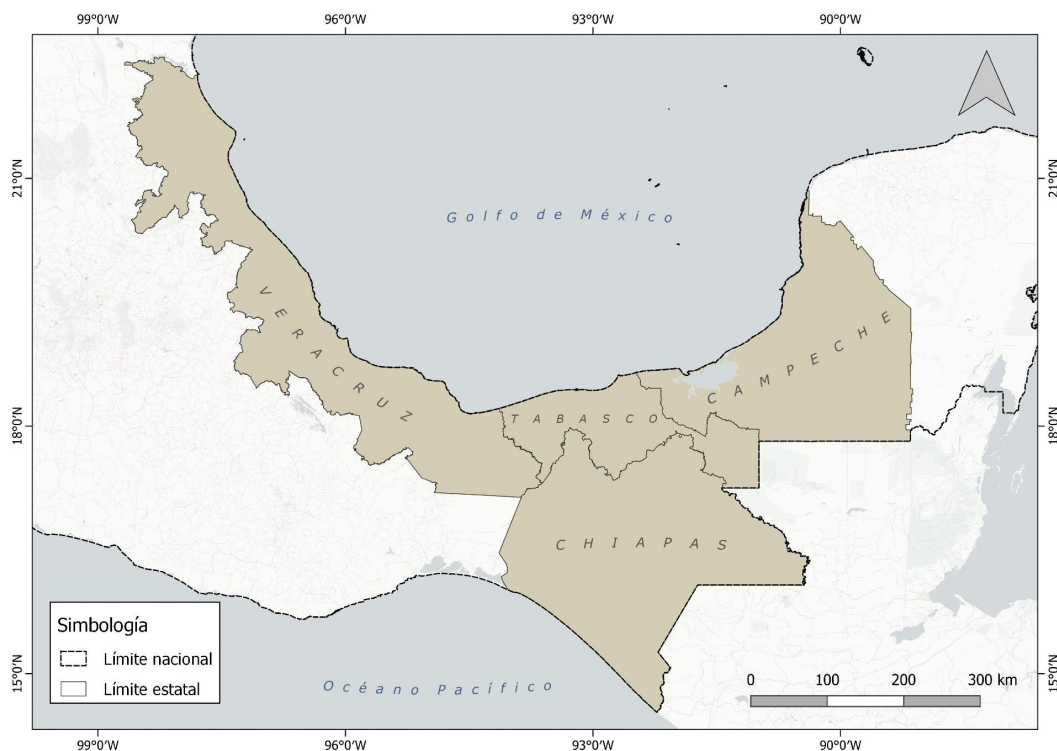


Figura 3. Entidades productoras de palma de aceite en México. Elaboración propia con datos de INEGI (2021), Carto (s.f.).

A nivel global, para el año 2020 entre el 85% y el 90% de la producción de palma de aceite se llevaba a cabo en dos países del sureste asiático: Indonesia y Malasia (European Palm Oil Alliance, 2020). En América Latina, los principales productores son Colombia, Guatemala y Honduras (Statista, 2022b). Si embargo, si bien México no figura como uno de los principales productores de palma de aceite en el mundo o en América Latina, la importancia de este cultivo en el país es indiscutible. Al interior del país, los estados de Chiapas, Campeche, Tabasco y Veracruz son los únicos productores, aunque por un breve periodo en Jalisco también se intentó introducir este cultivo, aunque sin éxito (SIAP, 2021). La presente investigación se centra precisamente en la producción de estas cuatro entidades (figura 3). De estas, se consideraron únicamente los actuales municipios productores de palma de aceite. A este conjunto de municipios productores se llamarán, en lo subsecuente, regiones productoras. De acuerdo con la distribución de unidades climáticas del INEGI (2008) (figura 4), estas regiones productoras presentan sobre todo un clima cálido húmedo y subhúmedo, acorde con los requerimientos del

cultivo (Corley y Tinker, 2016, p. 65). Las regiones productoras, por entidad, se componen de los siguientes municipios:

- Campeche: Campeche, Candelaria, Carmen, Champotón, Escárcega, Palizada.
- Chiapas: Acacoyagua, Acapetahua, Benemérito de las Américas, Catazajá, Chilón, Escuintla, Frontera Hidalgo, Huehuetán, Huixtla, La Libertad, Mapastepec, Marqués de Comillas, Mazatán, Ocosingo, Palenque, Pijijiapan, Saldo de Agua, Suchiate, Tapachula, Tuzatán, Villa Comaltitlán.
- Tabasco: Balancán, Emiliano Zapata, Jalap, Macuspana, Tacotalpa, Teapa, Tenosique, Centro, Huimanguillo.
- Veracruz: Pajapan, Mecayapan, Acayucan, Hueyapan de Ocampo, Jesús Carranza, Texistepec, Zaragoza, Chinameca, Cosoleacaque, Minatitlán, Sotepan, Hidalgotitlán, Tatahuicapan de Juárez, Jáltipan, San Juan Evangelista, Sayula de Alemán, Soconusco.

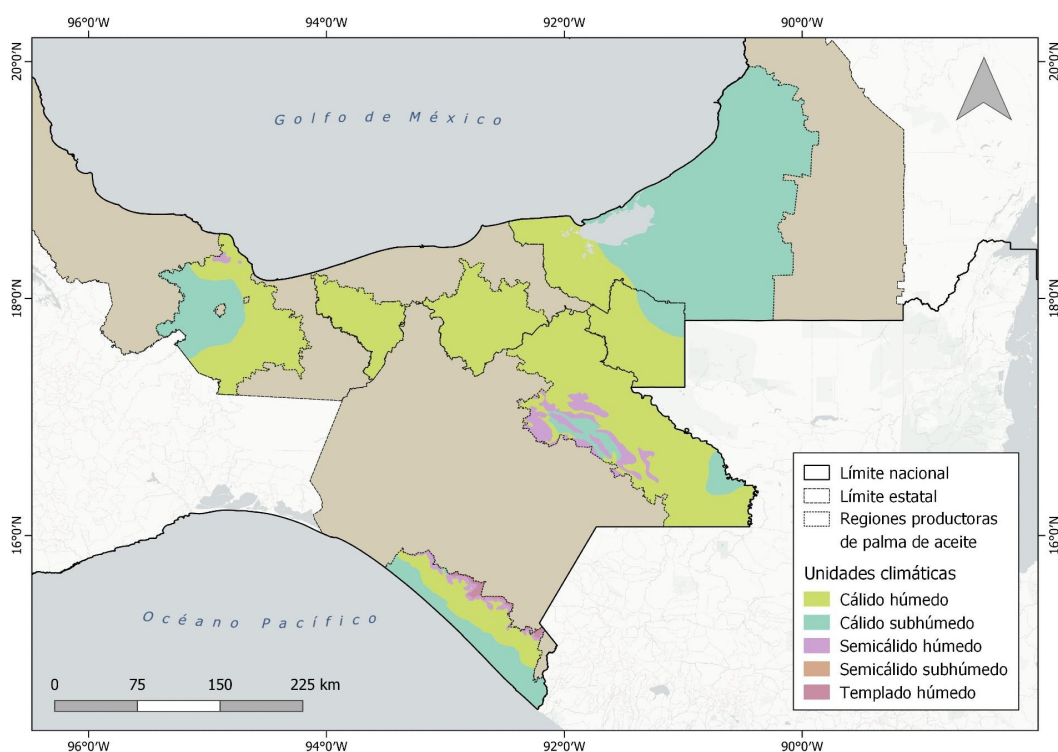


Figura 4. Distribución de los grandes grupos climáticos en las regiones productoras de palma de aceite en México. Tomado de INEGI (2008).

En cuanto al estudio de la palma de aceite en México, se han realizado diversas investigaciones orientadas a comprender el contexto en el que se ha insertado la expansión de este cultivo, las condiciones en las cuales se produce, así como los efectos ambientales y socioeconómicos de la producción del mismo. De acuerdo con Castellanos (2015), en México, los

principales intereses que se han abordado acerca de este fenómeno han sido las relaciones entre las empresas agrarias y los productores rurales, así como los impactos ambientales de la producción del cultivo. Este patrón concuerda, a grandes rasgos, con las principales tendencias identificadas en el conjunto de referencias que sirven como base para el desarrollo de la presente investigación, la mayoría de las cuales fueron publicadas a partir de la década del 2010.

Por una parte, a escala nacional se han publicado reportes e investigaciones orientadas sobre todo al estudio de aspectos generales sobre el establecimiento de las plantaciones, la productividad de las mismas y el procesamiento de sus cosechas (Loza, 2015; Aguilar et al. 2013a; Mata, 2014). También se han realizado investigaciones locales sobre el cambio de uso del suelo (Hernández, 2018) y sobre los retos y oportunidades generalizadas para las unidades productoras de palma de aceite en cada estado (Pérez et al., 2016). Algunas autoras y autores han realizado ejercicios de análisis teórico desde la perspectiva crítica y de problematización acerca del interés por la producción de agrocombustibles, como la palma de aceite, en México y otros países de América Latina (Valdés y Palacios, 2016; Castellanos et al., 2019), así como de las relaciones asimétricas entre el sector energético (principal impulsor de la producción de este cultivo) y los productores rurales (Massieu et al., 2015, Pischke, 2020; Fletes y Bonanno, 2014).

En el estado de Campeche, principalmente Isaac (2021) e Isaac et al. (2016, 2019) han liderado la producción de conocimiento sobre el fenómeno de la expansión de la palma de aceite en dicho estado. En esta y otras investigaciones, como las Menejes et al. (2019) y Rosas et al. (2018), el principal foco de análisis ha estado en los efectos socioambientales de la producción de este cultivo, especialmente desde la perspectiva de los productores rurales y los habitantes de las zonas productoras. Los principales municipios analizados en este estado han sido Carmen y Palizada.

En Chiapas, aunque se han realizado investigaciones sobre los efectos ambientales de la producción de este cultivo (Aranda et al., 2018; Guzmán et al., 2021; Velázquez et al., 2013), han sido más las investigaciones enfocadas en los aspectos políticos de su expansión y sus efectos socioambientales. Referente a esta última vertiente, Castellanos (2015, 2018, 2021) y Castellanos y Jansen (2013, 2015, 2016, 2017) han sido los investigadores más prolíficos sobre el tema. Sus investigaciones se caracterizan, además, por fundamentarse en la teoría y conceptos de los estudios agrarios, la ecología política y la agroecología. En esta entidad, los municipios más estudiados han sido Huixtla, Villa Comaltitlán, Benemérito de las Américas y Marqués de Comillas.

En cuanto al estado de Tabasco, dos han sido las vertientes más comunes. Por una parte, en esta entidad se repite el patrón sobre el análisis de los efectos ambientales (Brindis et al., 2020,

2021a; Heidari et al., 2020) y socioeconómicos de la producción de este cultivo (Abrams et al., 2019; Pischke et al. 2018; Pischke, 2018). Referente a esta última línea de investigación, en esta se ha abordado el fenómeno de la producción de palma de aceite desde una perspectiva política y ecológica, similar al caso de Chiapas. Por otra parte, un aspecto que distingue las investigaciones realizadas en Tabasco del resto de las entidades es que en este estado hay un mayor número de estudios enfocados entender las causas y condicionantes de la productividad del cultivo. Esto es, se han abordado aspectos como los rendimientos de ciertas variantes de palma de aceite producidas en distintas zonas del estado (Hernández, 2015), así como también han analizado cuestiones sobre las limitantes edáficas de algunas regiones (León et al., 2015; Brindis et al., 2021b), de la calidad del agua para el riego de este cultivo (Palma et al., 2017b), así como el nivel de adopción de técnicas para el manejo mejoradas para las plantaciones (Aguilar et al., 2013b y 2015). En esta entidad, los municipios que mayor atención han recibido han sido Jalapa, Tacotalpa y Teapa.

Finalmente, la producción de conocimiento en torno a la experiencia del estado de Veracruz con este cultivo ha sido escasa. Las publicaciones que hacen mención de esta entidad se han limitado a abordar de manera muy general los retos a los que se enfrentan los sistemas productivos de palma de aceite en el estado (Pérez et al., 2016), o bien, a describir los cambios en el número de hectáreas sembradas y los rendimientos de algunas localidades productoras (Santacruz et al., 2014).

Marco teórico-metodológico

Marco conceptual

La selección del marco conceptual a través del cual se aborda la presente investigación partió de la necesidad de considerar múltiples escalas y dimensiones de análisis que permitan examinar de manera integral el desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México. Para ello se eligió el marco del teleacoplamiento, propuesto por Liu et al. (2013). La propuesta de Liu et al. (2013) parte de considerar que los sistemas terrestres se encuentran cada vez más interconectados a causa de diferentes procesos inherentes a la globalización, como el comercio internacional (Friis y Nielsen, 2017). A raíz de esta creciente conectividad, dos o más sistemas terrestres determinados que se vinculan entre sí a la distancia (teleacoplados), por efecto, por ejemplo, de las relaciones comerciales, ejercen en varios sentidos una influencia mutuamente constitutiva (Eakin, 2014). Esto es, de la relación cimentada entre dos sistemas terrestres distintos y distantes surgen procesos de retroalimentación y de afectaciones mutuas. Esto, a su vez, supone un reto importante para la sostenibilidad, puesto que los efectos de las relaciones de retroalimentación que se surgen entre los sistemas teleacoplados se encuentran cargadas también de factores diferenciadores propios de cada sistema (Liu et al., 2013; Eakin, 2014). Es decir que cada sistema terrestre acoplado tiene un conjunto propio de características institucionales, culturales, económicas, ambientales, entre otras, que definen la manera en la que este vínculo distante le afectará. En ese sentido, para poder aproximarse al estudio de los acoplamientos distantes y estructurar el conocimiento generado, Liu et al. (2013) proponen 5 componentes o categorías de análisis que funcionan como el esqueleto del marco (figura 5):

- **Sistemas:**

Son generalmente entendidos como unidades territoriales definidas por límites políticos o geográficos. Los ejemplos más comunes son ciudades, países o regiones. Un sistema puede también entenderse como el conjunto de dos o más unidades territoriales que comparten ciertas características de interés para la investigación en cuestión (Friis y Nielsen, 2017), ejemplo de ello son las regiones productoras de palma de aceite en México. A su vez, los sistemas pueden ser caracterizados como emisores, receptores o de derrame. Este rol dependerá de dónde se originó el proceso o cambio detonante que derivó en el acoplamiento o interacción entre los sistemas terrestres distantes.

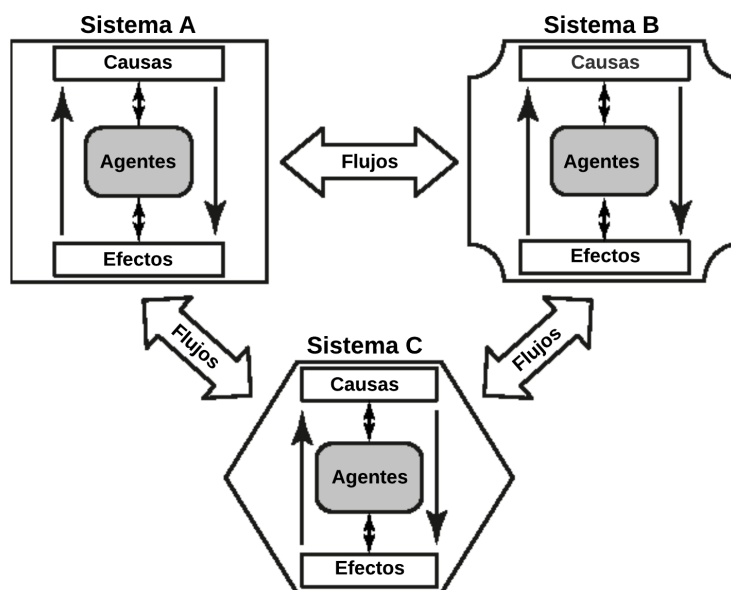


Figura 5. Representación gráfica de los componentes del marco del teleacoplamiento. Traducción de Liu et al. (2014).

Un ejemplo de sistema emisor puede ser la Unión Europea en el contexto del decreto de políticas de energía renovable que incentivaron la expansión de palma de aceite en países como Malasia e Indonesia (Rulli et al., 2019). Esto en tanto que el detonante (el decreto de las directivas sobre uso de biocombustibles) provino de la Unión Europea, mientras que Malasia e Indonesia serían los sistemas receptores de esta influencia. Un sistema de derrame puede ser un tercer sistema que se ve afectado como efecto colateral o de manera indirecta por el acoplamiento que existe entre los dos sistemas principales (Liu et al., 2013). Sin embargo, la realidad es frecuentemente mucho más compleja que eso, por lo que los sistemas pueden y de hecho juegan los tres roles (emisor, receptor o de derrame) de manera simultánea, por lo que el rol que se designa a un sistema depende del fenómeno de estudio o la perspectiva desde la que se aborde el mismo.

- Flujos:

Representan los intercambios o transferencias que tienen lugar entre los sistemas. Estos pueden ser monetarios, de materias primas, tecnología, información, energía, entre otras. Estos flujos funcionan como los lazos que sostienen al acoplamiento entre dos o más sistemas distantes (Liu et al., 2013). Pueden categorizarse también como directos (entre sistemas emisores y receptores), indirectos (como afectaciones a los sistemas de derrame), unidireccionales (como las exportaciones de palma de aceite desde el sureste asiático hacia Europa) o bidireccionales (como los flujos de información sobre precios de compra y venta entre países productores y

exportadores) (*ibid.*). Es normalmente este componente el que permite asignar a un sistema determinado el rol predominante que juega en el marco de una investigación determinada, ya sea como emisor, receptor o de derrame.

- Agentes:

Son entidades, sean grupos o individuos, que toman decisiones que facilitan u obstaculizan los flujos que hay entre los sistemas acoplados. Los agentes pueden ser caracterizados en función de la escala y la dimensión desde la cual ejercen su influencia. Es decir, estos pueden ser locales, nacionales, regionales o internacionales y pertenecer a las dimensiones económica, política, social, tecnológica o ambiental. A su vez, cada agente puede pertenecer a más de una escala y dimensión (Liu et al., 2013).

- Causas:

Son los motivos por los que se origina el acoplamiento distante entre sistemas. Las causas pueden ser entendidas como los conductores (*drivers*) o detonantes (*triggers*), que son principalmente las acciones o decisiones que toman los agentes y que derivan en un acoplamiento entre sistemas distantes, aunque también pueden tratarse de fenómenos naturales. Al igual que los agentes, las causas pueden ser categorizadas en función de la escala y dimensión de influencia (Liu et al., 2013).

- Efectos:

Son las consecuencias o impactos que surgen del acoplamiento distante entre los sistemas involucrados y los procesos de retroalimentación entre los mismos. Estos efectos dependen tanto de las características intrínsecas de cada sistema (ambientales, culturales, políticas, etc.) como de los tipos de flujos implicados en la interacción. Liu et al. (2013) los dividen principalmente en efectos socioeconómicos y ambientales.

Esta consideración del carácter multidimensional y multiescalar que subyace a los procesos de cambio de uso del suelo guarda una estrecha relación con el carácter holístico de la perspectiva geográfica. Cabe señalar, además, que a medida que el marco del teleacoplamiento ha sido aplicado, la manera en la que se retoman y abordan los componentes también se ha sido adaptada (Hull y Liu, 2018; Liu et al., 2019). A continuación se detallan algunas de las principales adaptaciones hechas al marco del teleacoplamiento, mismas que se recuperan para la presente investigación:

1. La aplicación del marco del teleacoplamiento para el estudio de otros fenómenos además del cambio de uso del suelo, así como para la integración de investigaciones realizadas desde diferentes disciplinas. Como ya se ha planteado, esta investigación se enfoca en analizar el desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México. Así, este análisis incluye, pero no se restringe, a la expansión del cultivo (entendida como un proceso de cambio de uso del suelo), ya que también se consideran otros aspectos como la productividad de las plantaciones y su dimensión económica. Además, esta investigación reúne y condensa los hallazgos de un cuerpo bibliográfico que, desde distintos frentes disciplinarios, se ha enfocado en el análisis de la producción de la palma de aceite en México.
2. La posibilidad de hacer énfasis en uno de los 5 componentes propuestos en el marco (Eakin, 2014), o bien, de abordarlos cada uno de manera independiente para, posteriormente, integrar este conocimiento en una investigación (Liu et al., 2019). La decisión acerca de los componentes que se aborden o sobre los cuales se hace énfasis en una investigación depende de los intereses de la misma, así de como de la disponibilidad de información, recursos económicos o de tiempo (*ibid.*). Como se ilustra en la figura 6, para estudiar el desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México se retoman principalmente los componentes de causas, agentes y flujos; sin embargo, se decide hacer énfasis sobre el componente de causas a fin de reconstruir el devenir del cultivo en el país.
3. La investigación de sistemas teleacoplados puede partir de un punto analítico de entrada o fenómeno observable concreto, para gradualmente identificar el resto de los componentes del marco (Friis y Nielsen, 2017). En esta investigación se considera que estudiar el desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México es un tema muy amplio y complejo, por lo que se toma como punto analítico de entrada a las principales tendencias identificadas en las estadísticas agrícolas del cultivo. Estas tendencias son tan solo la puerta de entrada al análisis, y sirvieron para identificar y analizar a los componentes considerados: causas, agentes, flujos.

En la figura 6 se ilustra la delimitación de la investigación en función de los componentes del marco teleacoplamiento que se recuperan para el presente estudio. En primera instancia, se definen como el sistema de estudio a los sistemas productivos de palma de aceite en México, los cuales son entendidos como un sistema receptor. Esto en tanto que la investigación documental previa permitió identificar que el sistema de estudio ha sido receptor de flujos de distintos tipos,

los cuales han condicionado el devenir de las plantaciones de palma de aceite en el país. Posteriormente, el desarrollo de este sistema receptor fue analizado tomando como punto de partida las principales tendencias identificadas en sus dimensiones económica, de productividad y expansión, las cuales fueron abordadas a partir de las estadísticas agrícolas ofrecidas por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2021).

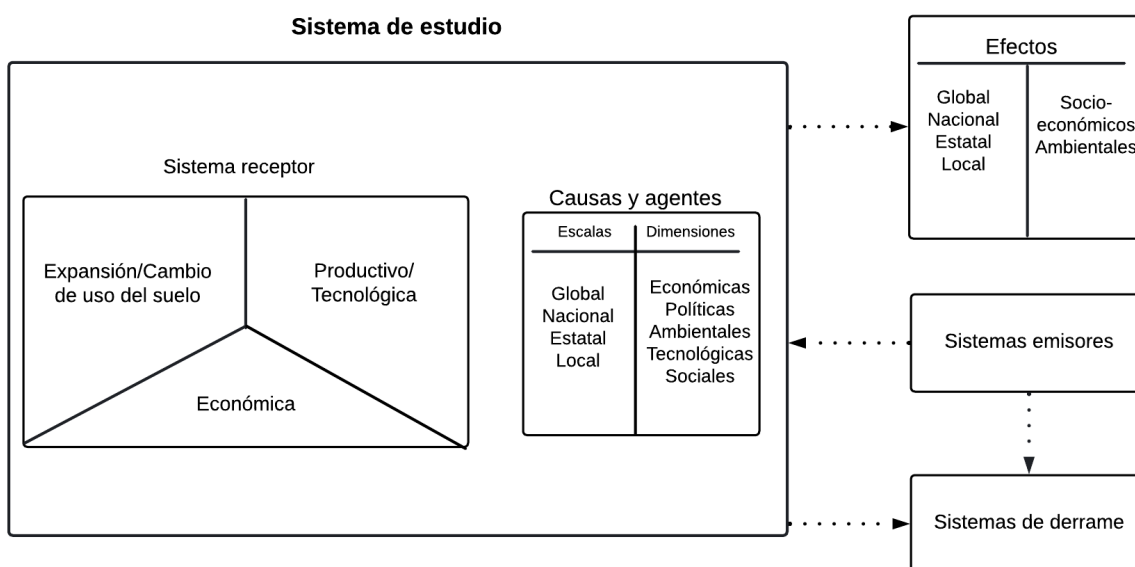


Figura 6. Sistema de estudio para el análisis del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México.

Elaboración propia.

Fue partir del análisis de las causas de este desarrollo que se identificaron también a los agentes involucrados, así como las distintas escalas y dimensiones a las cuales pertenecen. Finalmente, los efectos socioeconómicos y ambientales, así como los sistemas emisores, se analizaron solo brevemente, sin profundizar en ellos.

Metodología

La presente investigación consistió de 4 fases (figura 7). La fase A de la investigación constó del análisis de las estadísticas agrícolas de palma de aceite ofrecidas por el SIAP entre 1983 y 2020, mismas que fueron examinadas a escala estatal. De esta exploración resultó la identificación y selección de las 3 dimensiones a analizar sobre los sistemas de producción de palma de aceite en México, siendo estas:

1. Expansión.
2. Productividad.

3. Económica.

También se identificaron las principales tendencias registradas en cada una de estas dimensiones. En esta primera fase se comenzó a delinear la evolución que los sistemas productivos de palma de aceite en México han experimentado a través del periodo contemplado (1983-2020).

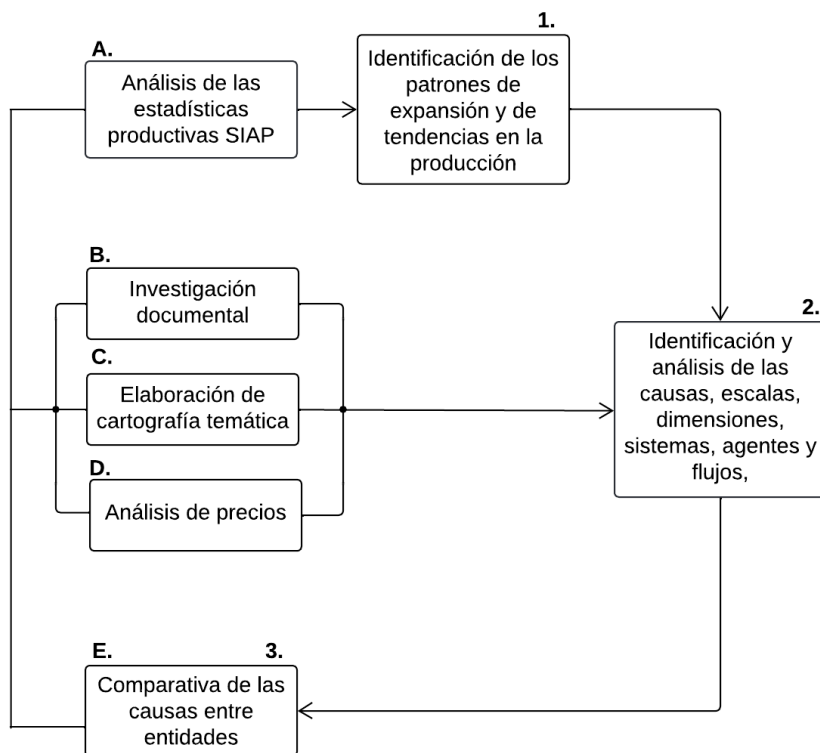


Figura 7. Diagrama de las fases de la investigación (A-E), así como su contribución para responder cada uno de los objetivos particulares de la investigación (1-3).

Como se ha comentado, estos aspectos fungieron como el punto analítico de entrada para reconstruir el devenir de dichos sistemas agrícolas. En cuanto a la fase B del estudio (revisión documental), esta involucró la integración de diversas investigaciones realizadas desde la escala local a internacional. Esta segunda fase sentó las bases para la identificación de buena parte de las principales causas, agentes y flujos involucrados en el desarrollo de la palma de aceite en México. Por su parte, la fase C consistió en examinar algunas de las condiciones ambientales en las que se produce la palma de aceite en los cuatro estados productores (Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz). Estas condiciones fueron analizadas principalmente desde una escala municipal, para componer una visión a nivel de región productora. Dicho apartado se enriqueció de la elaboración de cartografía temática y contribuyó al análisis de la dimensión de la productividad. La

investigación sobre la dimensión económica (fase D), se realizó a través de la dinámica de precios y constó de un análisis principalmente de escala internacional, nacional y estatal. Finalmente, la fase E de la investigación consistió en la comparativa de las causas del desarrollo identificadas en las 4 fases previas, esto a nivel estatal. Las fases A a D, conforman el abordaje de los objetivos particulares 1 y 2, mientras que la fase E aborda el objetivo particular 3.

A. Análisis de las estadísticas productivas

Para esta investigación se seleccionaron las estadísticas agrícolas del SIAP (2021) por ser la fuente de datos más actualizada sobre la producción de palma de aceite en México. Adicionalmente, la información es desagregada a escala municipal. Como se verá más adelante, poder distinguir tendencias de la producción específicamente a escala municipal se volvió una tarea fundamental para delinear algunos aspectos del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite, particularmente en el estado de Chiapas. Estas bases contienen, entre otras (relacionadas con los ciclos productivos y códigos de identificación), las siguientes variables de producción:

- Superficie sembrada.
- Superficie cosechada.
- Rendimiento promedio.
- Volumen total de la producción.
- Valor total de la producción.
- Precio medio rural.

De estas 6 variables, se retomaron 4: la superficie sembrada —para el análisis de la expansión—, el volumen total de la producción entre la superficie cosechada —para el análisis de la dimensión de la productividad—, y el valor total de la producción entre el volumen total —para examinar el precio aproximado de la tonelada de cosechas, que es recuperado para analizar la dimensión económica—. Las variables de precio medio rural y rendimiento promedio no fueron consideradas debido a que se desconoce el número de productores entrevistados por cada Centro de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER)¹. En ese sentido, no se contaba con los datos suficientes para ponderar la media en precio y rendimiento promedio en cada CADER.

¹ Los CADER son las unidades operativas básicas de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR). A través de ellas se provee de insumos, apoyos y servicios a los productores (Piña, 2014). A partir de las estadísticas de los CADER se construyen las estadísticas a escala de DDR, municipios y estados.

B. Revisión bibliográfica

Una vez identificadas las principales tendencias de cada una de las 3 dimensiones seleccionadas (expansión, productividad y económica), se profundizó en la investigación bibliográfica sobre el fenómeno de la producción de palma de aceite en México. A partir de esta revisión documental se identificaron y clasificaron las causas de dichas tendencias.

C. Elaboración de cartografía temática

La elaboración de mapas temáticos permitió enriquecer sobre todo al análisis de la dimensión de la productividad. A través de este análisis espacial fue posible representar la distribución de las zonas de mejor aptitud productiva para la palma de aceite y contrastar dicha distribución con la localización de la superficie agrícola probablemente sembrada con palma de aceite. ¿Por qué probablemente? Porque hasta el momento no existen bases de datos actualizadas y de libre acceso sobre la ubicación geográfica de las plantaciones de palma de aceite en el país. Debido a esta situación, se recurrió a la representación espacial de la superficie agrícola sembrada con categorías de cultivos en las cuales podría encontrarse la palma de aceite: Agricultura de humedad (anual y permanente), de riego (anual y permanente), de temporal (anual y permanente) (INEGI, 2018). Por supuesto, recurrir únicamente a la superficie agrícola probablemente sembrada con palma de aceite nos deja un amplio margen de error. Sin embargo, los resultados de este contraste entre la distribución de las zonas con buena aptitud productiva y la localizaron probable de las plantaciones de palma de aceite sirven como la base para la elaboración de hipótesis de trabajo que podrían ser empleadas en futuros análisis.

Entonces, para clasificar la aptitud de un territorio para poder producir palma de aceite de manera óptima (es decir, con buenos rendimientos, con los menores costos en técnicas de manejo para aliviar carencia de nutrientes o falta de agua), se seleccionaron 3 de los principales requerimientos de este cultivo: pendiente, tipo de suelo y precipitación. Habiendo identificado las zonas que de manera simultánea presentan pendientes, tipos de suelos y patrones de precipitación óptimos para la producción del cultivo, se contrastó la distribución de estas zonas con la de la superficie agrícola probablemente sembrada con palma de aceite.

Los resultados de este análisis fueron contrastados después con la información disponible acerca de las técnicas de manejo implementadas en distintas localidades productoras. Esto permitió plantear si se estima que en una región productiva determinada existen o no las condiciones necesarias para la producción de palma de aceite y si es que en dicha zona se implementan técnicas de manejo que contribuyan a incrementar los rendimientos del cultivo, ya

sea mitigando la baja aptitud productiva del entorno o potenciando las características ambientales favorables. A continuación, se detallan los procesos seguidos para la elaboración de la cartografía temática:

C.1 Pendiente

Del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) del INEGI (2012), se obtuvieron los modelos digitales del terreno de las 4 entidades productoras de palma de aceite. A partir de ellos se clasificó la aptitud de ciertos rangos de pendiente para la producción del cultivo en cuestión, esto a partir de la información presentada en Corley y Tinker (2016 p. 73):

- $\leq 4\%$ – Sin limitantes.
- 4.1-12% – Limitantes menores.
- 12.1-23% – Limitantes moderadas.
- 23.1-38% – Limitantes serias.
- $\geq 38.1\%$ – Limitantes severas.

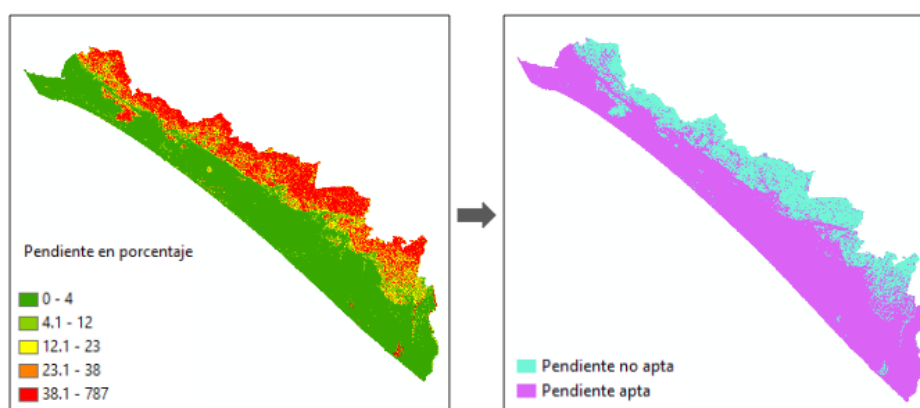


Figura 8. Esquema de clasificación de pendientes en porcentajes y posterior categorización según su aptitud para la producción de palma de aceite. Elaboración propia con datos de INEGI (2012) y Brindis et al. (2021).

Tomando también como referencia los hallazgos de Brindis et al. (2021b), las clasificaciones consideradas en la lista anterior como “sin limitantes”, “limitantes menores” y “limitantes moderadas” se reclasificaron como pendientes aptas para la producción de este cultivo (figura 8).

C.2 Edafología

De la serie II del conjunto de datos edafológicos del INEGI (2014), se consideraron únicamente los grupos de suelo a los que pertenece cada unidad edafológica presente en los

municipios productores de palma de aceite, sin considerar los calificadores de dicho grupos. Es decir que, por ejemplo, de dos unidades edafológicas pertenecientes al grupo gleysol, uno de calificador plántico y otro húmico, únicamente se consideró su grupo (gleysol) para clasificar la aptitud de este tipo de suelo para la producción de palma de aceite (figura 9). La sección de anexos ofrece más detalles acerca de la distribución de los grupos de suelo, así como sus características generales y para la producción de palma de aceite.

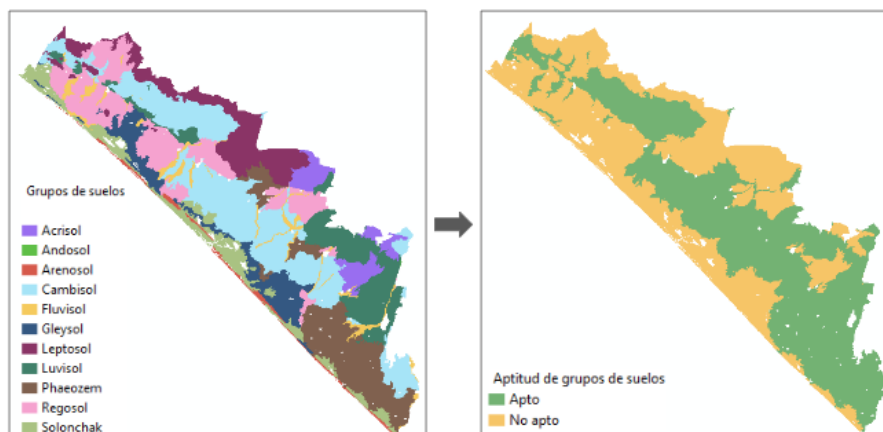


Figura 9. Esquema de clasificación de grupos de suelos según su aptitud para la producción de palma de aceite.

Elaboración propia con datos de INEGI (2014).

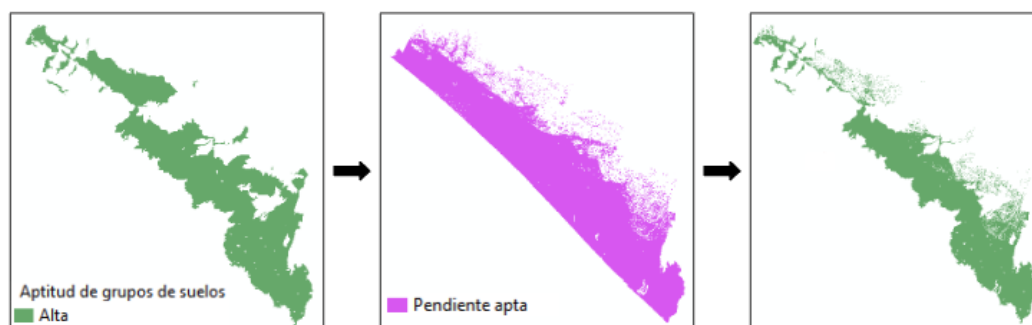


Figura 10. Discriminación de suelos con buena aptitud productiva para la producción de palma de aceite en función de la superficie con pendiente apta. Elaboración propia con datos de INEGI (2012 y 2014).

Posteriormente, la capa de suelos aptos y no aptos de cada entidad fue discriminada, tomando como referencia únicamente la superficie de pendiente apta, obtenida en la fase C.1 de la elaboración de la cartografía temática (figura 8).

C.3 Precipitación

Este rasgo fue representado a partir del conjunto de datos vectoriales de precipitación media anual escala 1:1,000,000 del INEGI (2006). Adicionalmente, se georreferenciaron los mapas de precipitación media mensual disponibles en el portal de Servicio Meteorológico Nacional (s.f.), con la finalidad de obtener un estimado del número de meses al año que un municipio productor determinado pasa con precipitación media mensual inferior a los 100 mm. En el capítulo 2, se ofrecen más detalles acerca de los rangos de precipitación más adecuados para la producción de palma de aceite.

C.4 Identificación de la superficie agrícola sembrada con probable palma de aceite

Aunque las bases de datos del SIAP ofrecen información acerca de la superficie sembrada con palma de aceite a escala municipal, esta información no se encuentra referenciada geográficamente. Al no poder conocer la distribución espacial de las hectáreas sembradas con palma de aceite que reporta el SIAP, es difícil saber con certeza dónde se localizan estas plantaciones de este cultivo en relación con las características ambientales más adecuadas para su producción.

Para hacer frente a este reto, se tomaron como referencia los datos vectoriales de uso del suelo y vegetación de la serie VII del INEGI (2018). A partir de ella, se seleccionaron únicamente los polígonos de superficie agrícola correspondientes a cultivos de humedad, riego y temporal, tanto permanentes como anuales, en los municipios productores de palma de aceite en el país. Los polígonos resultantes fueron representados en la cartografía temática como “probable palma de aceite”. La ubicación de esta superficie sembrada con probable palma de aceite fue contrastada con la información sobre pendiente, tipo de suelo, precipitación y lo que se sabe acerca de las técnicas de manejo (riego y fertilización). En conjunto, esto permitió hacer una estimación acerca de las condiciones en cuáles se produce la palma de aceite en México y las causas de su productividad.

C.5 Análisis de precios

El capítulo 3 se enfoca en examinar solo una parte de la vasta dimensión económica de los sistemas productivos de palma de aceite en el país. En ese caso, el estudio de esta dimensión se ciñó a la identificación de las causas del establecimiento del precio medio de las cosechas de palma de aceite, específicamente en México. Se descartó analizar tendencias más detalladas (como variaciones anuales) debido a que estos cambios son difíciles comprender sin trabajo de campo que permita analizar los registros históricos de aspectos como los costos de transporte en

relación con la distancia entre las parcelas y las plantas extractoras, o como la calidad de las cosechas; todos aspectos que afectan el precio de las cosechas. En ese sentido, el estudio de la dimensión económica se enfocó en analizar el vínculo que se identificó entre el precio de las cosechas de palma de aceite en México y el precio medio internacional de la tonelada de aceite crudo de palma durante la investigación documental.

Para poder analizar la relación entre estos dos precios se recurrió primero a las bases de datos de IndexMundi (2022), debido a que constituyen una de las pocas fuentes de datos sobre el precio medio internacional de aceite crudo de palma que, además de ser de libre acceso, contempla la mayor parte temporalidad abarcada en el presente estudio. Las bases de datos de IndexMundi abarcan desde 1992 hasta 2020, mientras que esta investigación aborda la escala estatal y municipal desde 1983 y 2003², respectivamente, hasta 2021 y 2020. Posteriormente, los precios reportados por año, en USD, para el precio medio internacional de la tonelada de aceite de palma se convirtieron a pesos mexicanos, tomando como referencia los datos públicos de Banxico (2022), sin considerar la inflación. Habiendo obtenido el precio medio internacional de la tonelada de aceite de palma en pesos mexicanos, estos valores fueron contrastados con el precio de las cosechas a nivel estatal. El precio de las cosechas, como se comentó antes, fue obtenido a partir del valor total de la producción entre el volumen total de la producción por año, a partir de las estadísticas agrícolas del SIAP (2021). A partir de este contraste se pudieron plantear agentes y causas multidimensionales del precio de las cosechas en México, así como discutir algunas de las problemáticas implicadas en ello.

E. Integración y comparación entre entidades

En el capítulo 4, de comparación y discusión, las causas de las tendencias por entidad fueron analizadas a la luz de los componentes del marco del teleacoplamiento, permitiendo clasificarlas acorde a su dimensión y escala. Finalmente, se hizo una comparativa de las principales causas del desarrollo predominantes en cada uno de los estados productores de palma de aceite en México. A partir de ello, se plantearon conclusiones sobre el desarrollo de estos sistemas agrícolas a escala nacional y se discutieron los hallazgos.

² Las estadísticas agrícolas municipales, utilizadas para el análisis de la productividad, no comenzaron a ser publicadas por el SIAP sino hasta el año de 2003.

Capítulo 1. Expansión de la palma de aceite en México

El presente capítulo se enfoca en abordar la dinámica de una de las tres dimensiones seleccionadas para el análisis del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México: la expansión. Del comportamiento a escala estatal de la superficie sembrada entre 1983 y 2020 se identificaron las principales tendencias de expansión, como se observa en la figura 11. Posteriormente, se analizó cada tendencia de manera independiente.

La primera tendencia identificada fue la concentración de la producción de palma de aceite exclusivamente en el estado de Chiapas, desde 1983 hasta 1998. La segunda tendencia clave que se identificó fue que, a partir de 1998, el cultivo comienza a producirse fuera de Chiapas, con la incorporación de Campeche y Veracruz a la producción. Posteriormente, aunque el proceso expansivo de este cultivo se vio estancado a nivel nacional durante casi una década, se identifica una tercera tendencia de expansión con el repunte de la superficie sembrada únicamente en el estado de Chiapas, hacia el año 2008. El siguiente momento importante se registró hacia el año 2012, con la expansión de la superficie sembrada con palma de aceite exclusivamente en los estados de Campeche y Tabasco. Cabe señalar que, como se observa en la misma figura 11, existen más tendencias además de estas 4 señaladas.

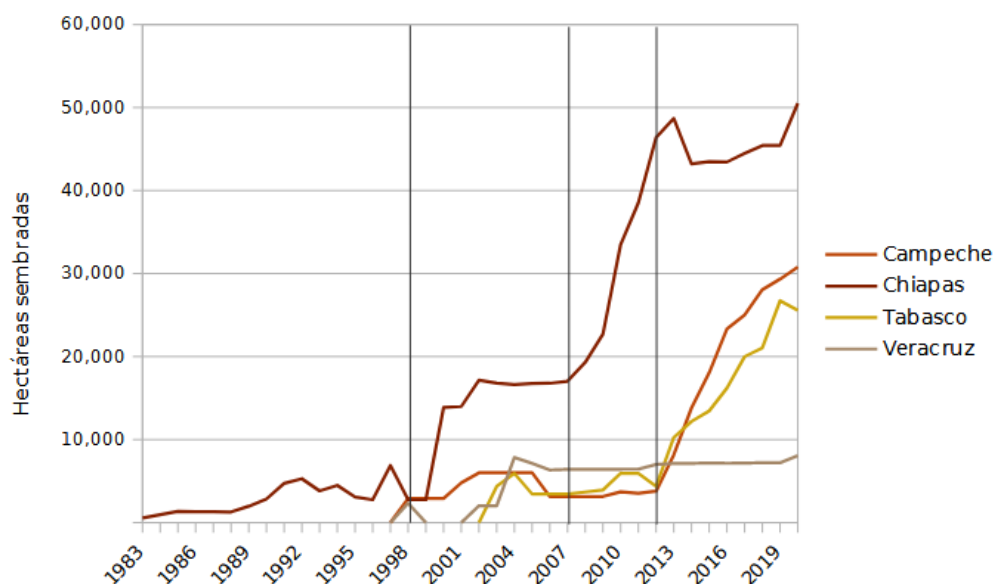


Figura 11. Evolución de superficie sembrada con palma de aceite en los estados productores del cultivo en México (desde 1983 hasta 2020) y las principales tendencias de expansión identificadas. Elaboración propia con datos de SIAP (2021).

Están, por ejemplo, el estancamiento en la superficie sembrada de Chiapas entre 1998 y 2008, así como la estabilidad de la superficie sembrada en el estado de Veracruz desde 2004 hasta 2020. No obstante, en la investigación documental realizada no se identificaron elementos que permitieran esbozar las causas que dieron lugar a dichas dinámicas.

Entonces, a partir de estas 4 tendencias se plantean las siguientes preguntas, que son el eje de este capítulo:

- ¿Cuál es la causa de la concentración de la producción de este cultivo en el estado de Chiapas desde 1983 hasta 1998?
- ¿A qué se debe la incorporación de Campeche y Veracruz a la producción de palma de aceite a partir de 1998?
- ¿Qué proceso derivó en la expansión del cultivo en Chiapas a partir de 2008 y hasta 2012?
- ¿A qué se debe la expansión de este cultivo casi de manera exclusiva en Tabasco y Campeche a partir del 2012?

El devenir de la dimensión expansiva de los sistemas productivos de palma de aceite en México se reconstruyó entonces a partir del análisis de las causas detrás de estas 4 tendencias; dicho análisis se aborda en las siguientes secciones.

1.1 Concentración de la producción en Chiapas

Es importante primero señalar que la palma de aceite llegó a México a través del estado de Chiapas, entre finales de la década de 1940 e inicios de 1950 (Castellanos, 2018; Richardson, 1995). Es decir, la producción de la palma de aceite en México se llevó a cabo de manera exclusiva en el estado de Chiapas, principalmente en la región costera del Soconusco (figura 12), durante casi 50 años, desde su llegada y hasta finales de la década de 1990, cuando se incorporaron Campeche y Veracruz a la producción (Castellanos, 2018).

Uno de los agentes de mayor importancia involucrados en la llegada y la expansión de la palma de aceite en México, así como en centro y sur del continente americano, fue la United Fruit Company (UFCo), hoy reestructurada bajo el nombre de Chiquita Brands International (Richardson, 1995; Chiquita Brands, 2020). Esta compañía de origen estadounidense jugó un papel fundamental en la producción de plátano en el continente americano durante buena parte del siglo XX (UNESCO, 2012). Asimismo, fue punta de lanza en la investigación sobre la adaptación y producción de otros cultivos tropicales en la región, como la palma de aceite (Holme, 2013; Pischke, 2020).

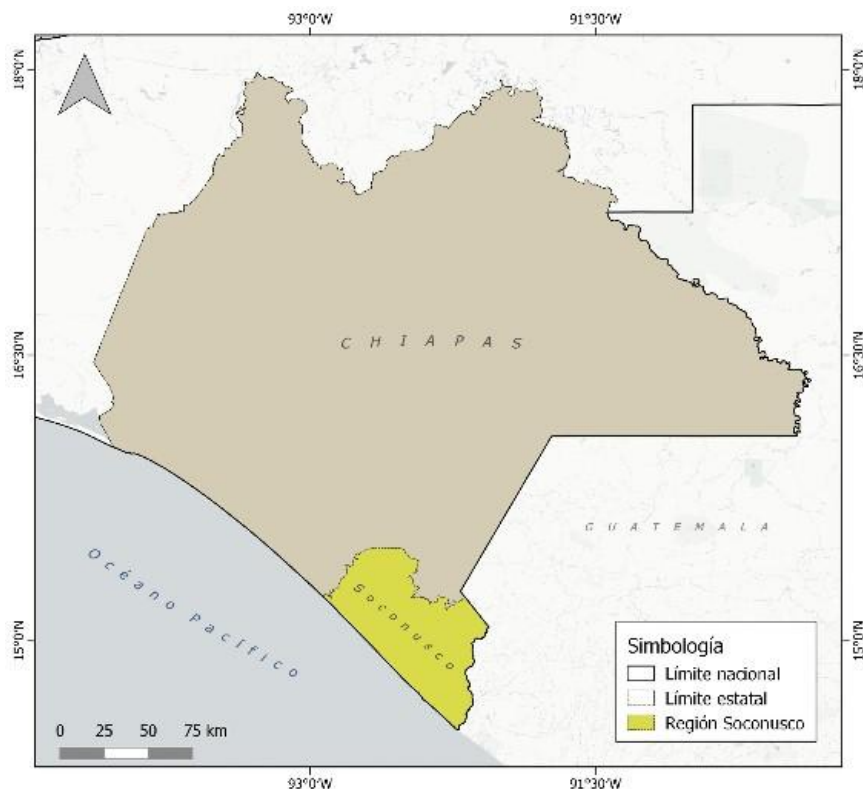


Figura 12. Región del Soconusco en Chiapas. Elaboración propia con datos de INEGI (2021).

Así, el interés de diversificación por parte de la United Fruit Company y el resultante financiamiento y transferencia de conocimiento hacia países como Honduras y Panamá, hicieron de las estaciones experimentales en dichos países los centros de investigación más importantes sobre la adaptación de la palma de aceite en Centroamérica (Richardson, 1995). A estas estaciones fueron transferidas semillas provenientes del sureste asiático y el continente africano, ya que, aunque existe una especie de palma aceitera originaria del continente americano (*E. oleifera*), esta especie nativa no suele ser utilizada para la producción agrícola por sus bajos rendimientos en comparación con *E. guineensis* (“palma africana”) (Richardson, 1995; Corley y Tinker, 2016, p. 51). La palma de aceite americana suele más bien ser usada para la hibridación con *E. guineensis*, por la resistencia de esta primera a ciertas enfermedades particulares del continente americano (*ibid.*).

Como resultado de los esfuerzos de investigación realizados por la United Fruit Company y por la promoción que dio esta compañía al cultivo en otros países de Suramérica, para 1943, la palma de aceite se había expandido ya a Colombia, Ecuador y Perú (Richardson, 1995). De acuerdo con Corley y Tinker (2016, p. 152), es probable que durante el siglo XX, la mayoría de las plantaciones de palma de aceite del continente americano hayan sido establecidas con semillas

provenientes de la estación experimental de la United Fruit Company en Lancetilla, Honduras. En este sentido, es posible asegurar que la historia del cultivo de la palma de aceite en el continente americano se encuentra estrechamente asociada a la evolución de los intereses económicos e influencia, incluso política, de esta compañía en diversos países, principalmente de Centroamérica (Morey, 2014).

Posteriormente, la palma de aceite fue introducida a México entre 1948 y 1952 (Santacruz y Palacio, 2018; Richardson, 1995; Castellanos y Jansen, 2016). La procedencia exacta de las semillas apunta a dos países: Costa Rica u Honduras (*ibid.*). Sin embargo, de manera independiente al país exacto del que procedieran estas semillas, es un hecho que estas fueron provistas por la United Fruit Company (Richardson, 1995). De acuerdo con Castellanos y Jansen (2016), fue el entonces subsecretario de agricultura quien donó a un cafeticultor prominente de la región del Soconusco (figura 12) las primeras semillas de palma de aceite introducidas a México.

Más adelante, durante la década de 1970, la Comisión Nacional para la Fruticultura (CONAFRUT) estableció acuerdos de investigación con el Instituto de Investigaciones de Aceites y Oleaginosas de Francia (IRHO, por sus siglas en francés), el HVA International de Holanda, así como con la entonces United Brands Company (antes United Fruit Company) (Santacruz y Palacio, 2018). Estas tres instituciones internacionales contaban para ese entonces con décadas de experiencia en el establecimiento y desarrollo de sistemas de producción agrícola en distintas zonas tropicales del mundo, especialmente en países del sur global (HVA International, 2020; Surre, 1993; Le Guen, 1993). Cabe señalar, además, que la presencia de estas instituciones en el estado de Chiapas se dio en el marco de las crisis de petróleo de 1973 y 1979, a raíz de las cuales se suscitó un interés renovado en la utilización de biocombustibles, especialmente en Europa y Estados Unidos (Knothe, 2010, pp. 5, 13; Venn, 2002, pp. 7, 21).

Más adelante, a inicios de la década de 1980 y a través también de la CONAFRUT, el gobierno mexicano estableció un nuevo acuerdo con la United Brands Company (Santacruz y Palacio, 2018). A diferencia del acuerdo anterior, en esta ocasión, la compañía estuvo a cargo de realizar una evaluación sobre la aptitud para la producción de palma de aceite en la zona del ejido de Zamora Pico de Oro, actual cabecera municipal del municipio de Marqués de Comillas (Santacruz y Palacio, 2018) (figura 13). Poco tiempo después, para 1983, el cultivo había comenzado a figurar en los cierres agrícolas del SIAP. De acuerdo con estos datos, en ese año la superficie sembrada con palma de aceite alcanzaba las 568 hectáreas, todas correspondientes a la modalidad de temporal (SIAP, 2021).

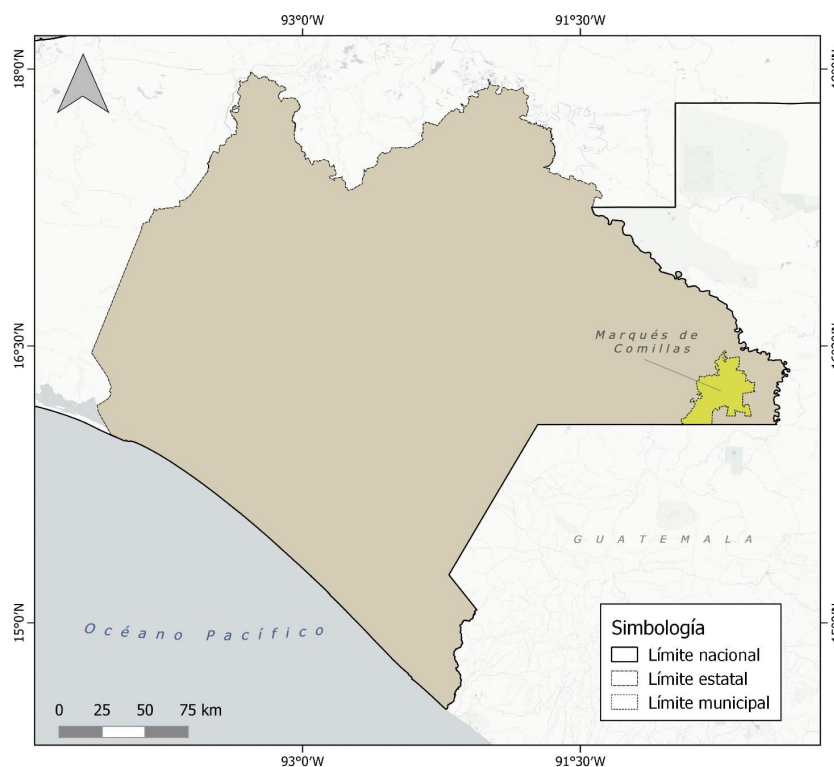


Figura 13. Actual municipio de Marqués de Comillas. Elaboración propia con datos de INEGI (2021).

1.2 Incorporación de Campeche y Veracruz a la producción

La segunda tendencia identificada corresponde a la incorporación de los estados de Campeche y Veracruz a la producción de palma de aceite en el año de 1998 (figura 14). Para entender el parte del porqué de esta expansión fuera de Chiapas, es necesario considerar las acciones del gobierno mexicano que, desde el último cuarto del siglo XX, habían estado encaminadas a orientar el modelo de desarrollo económico hacia una vertiente neoliberal (Salas, 2009). Durante inicios de la década de 1990, se implementaron dos programas de desarrollo agrícola claves para la expansión de la palma de aceite (García y Ramírez, 2015). Uno de ellos fue el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) en 1993 (*ibid.*), y el Programa Alianza para el Campo en 1996 (García, 2004). A través de PROCAMPO se promovió la reconversión productiva del campo mexicano (SADER, 2018), definiendo a la reconversión como “el cambio de la actividad [agrícola], buscando aprovechar la aptitud potencial del área o sitio con un uso óptimo del suelo y reduciendo la siniestralidad” (Echavarría, 2015). Bajo este entendido, y previendo los efectos que la firma del Tratado de Libre Comercio (TLCAN) tendría en el campo mexicano, se pretendió mejorar la productividad y competitividad de las unidades rurales de producción en el país (García y Ramírez, 2015). Para esto se determinó promover la producción

de cultivos que, como la palma de aceite, requieren de un extensivo trabajo manual, para ocupar a la amplia disponibilidad de mano de obra (*ibid*; Byerlee et al., 2017, p. 20). Atendiendo al mismo propósito, a través del Programa Alianza para el Campo se formuló e impulsó el Plan Nacional Palma de Aceite (PNPA), hacia finales de la década de 1998 (COMEXPALMA, 2018; Linares et al., 2017).

De acuerdo con lo establecido a través del Plan Nacional Palma de Aceite, el fomento al cultivo estuvo orientado, además, a hacer frente al déficit nacional de aceites vegetales, el cual ascendía a un 97% en 1996 (Pineda, 2009). Como resultado de lo anterior, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se dio a la tarea de identificar las zonas con potencial para la producción de palma de aceite en el país, obteniendo como resultado un total de 2.5 millones de hectáreas distribuidas en el sur y sureste de México (Santacruz et al., 2014). Así, con la implementación de este programa, se decretó apoyar la producción de la palma de aceite también en los estados de Campeche y Veracruz (SIAP, 2021). En conjunto, la política de reconversión productiva a palma de aceite fue promocionada como una estrategia de desarrollo rural, a través de la cual se pretendía incrementar ocupación rural, mejorar la competitividad del sector, incrementar los ingresos y la calidad de vida de las familias rurales e incluso contribuir a la conservación ambiental (Isaac, 2021; Pérez y Villafuerte, 2021; Cano, 2014; Castellanos, 2018; Castellanos et al., 2019). Se planteó, además, que a través de las mejoras en la competitividad de las unidades productivas y la “reactivación económica” que esto supondría, las plantaciones ofrecerían oportunidades de empleo también para las familias que no poseyeran tierras para dedicarse a este cultivo, al poder emplearse como jornales en las plantaciones de palma de aceite (Linares et al. 2017; Isaac, 2021; Abrams et al., 2019), una noción de “goteo” de la riqueza característico del pensamiento neoliberal (Escalante, 2015, p. 129). Además, se presentó a la producción de palma de aceite como un elemento benéfico para la reforestación de diversas zonas tropicales del sur del país, degradadas por la agricultura tradicional (Pineda, 2009; Abrams et al., 2019; Fletes y Bonanno, 2015). Dentro de este plan, se concibió también a los productores rurales del sector social como la figura y el conducto central para la expansión del cultivo (Isaac, 2016). Así, si bien los grandes productores privados no quedaron excluidos de los beneficios del programa, los ejidatarios fueron los más beneficiados dentro del mismo (Castellanos, 2018). De este modo, los ejidatarios recibieron créditos a fondo perdido, plántulas y apoyo financiero por hectárea sembrada para los primeros tres años de la plantación, así como apoyos para el transporte de las cosechas (Pérez y Villafuerte, 2021; Isaac, 2021).

En el caso particular de Campeche, se contemplaron además subsidios y obras para el establecimiento de infraestructura de riego para las plantaciones de palma, pues las

precipitaciones en el estado son insuficientes para la elevada productividad del cultivo en la mayor parte de los municipios (Isaac, 2016). De acuerdo con Abrams et al. (2019), los productores del estado de Tabasco también fueron beneficiarios del Programa Nacional Palma de Aceite en 1998, aunque esta entidad no comenzó a figurar en los cierres agrícolas de este cultivo sino hasta 2003 (figura 11). Sobre la reconversión a palma de aceite en esta última entidad, los productores refirieron contar con el apoyo independiente, fuera del Plan Nacional Palma de Aceite, de un palmicultor proveniente de Costa Rica, quién instruyó a los productores en el proceso conversión de potreros a plantaciones de palma (Pischke, 2018).

Además de dispersar apoyos y plántulas, y acorde con las tendencias discursivas a escala internacional, el gobierno federal propuso la utilización de tierras consideradas “subutilizadas” u “ociosas” (Isaac, 2016; ANIAME, 2004; Cano, 2021; Backhouse y Lehmann, 2019). Dicha clasificación abarcó terrenos ganaderos abandonados, acahuales, entre otros, aunque las características específicas de este tipo de zonas “subutilizadas” no fueron definidas con exactitud dentro de los programas de fomento (Isaac, 2016). En ese sentido, esta ambigüedad en la definición de las tierras ociosas ha sido reconocida como un justificante para la expansión del cultivo, desprovista de planes de ordenamiento territorial concretos y de la consideración sobre el potencial impacto negativo de estos cambios en el uso del suelo en los ecosistemas tropicales del sur y sureste del país (Linares et al., 2017; Isaac, 2021).

Finalmente, cabe señalar que, aunque no es directamente concerniente a la tendencia aquí analizada (que es la expansión de la palma de aceite fuera de Chiapas hacia Campeche y Veracruz), durante este mismo periodo fue pactado el Protocolo de Kioto, en 1997. A través de este acuerdo, diversos países adquirieron compromisos en materia emisiones de gases de efecto invernadero y energías renovables, por lo cual la utilización de biocombustibles experimentó un resurgido interés en diversos países (Castellanos y Jansen, 2017; Fletes et al., 2013; Valdés y Palacios, 2016; Pischke et al., 2018). Así, mientras operaba el Plan Nacional Palma de Aceite en México, entre 1997 y 2003, la Comisión Europea emitió diversas directivas y planes de acción sobre la sustitución del uso de combustibles de origen fósil por biocombustibles y otras fuentes de energía renovables, especialmente para el sector de transportes terrestres (Official Journal of the European Union, 2003). Para ello se estableció la European Biodiesel Board, una organización dedicada a la promoción de la producción y utilización de biodiesel en territorio europeo (Knothe, 2010, p. 13; Linares et al. 2017). Estos hechos probaron más adelante ser un factor influyente para la expansión de la palma de aceite en México, así como en otros países de Centroamérica y del sureste asiático.

1.3 Repunte de la expansión en Chiapas

La tercera tendencia identificada sobre la expansión de la palma de aceite es el marcado incremento en la superficie sembrada con este cultivo en el estado de Chiapas a partir del 2008 y hasta el 2012 (figura 11). Este proceso de expansión en Chiapas tiene sus orígenes en la implementación del Proyecto de Desarrollo Social Integrado y Sostenible (PRODESIS) en 2004, un proyecto impulsado por el gobierno de la entidad y la Unión Europea, a través de EuropeAid (Castro, 2009a). Con este proyecto se dijo buscar disminuir la presión sobre los recursos naturales y contribuir a la mitigación de la degradación ambiental y la pobreza desde un enfoque de participación y sostenibilidad (Hampf, 2019).

En ese sentido, una de las estrategias implementadas en el marco de este programa fue la promoción del cultivo de palma de aceite en la zona de amortiguamiento de la Selva Lacandona y Montes Azules (*ibid.*). Allí, el cultivo ya se había tratado impulsar desde 1997, aunque sin el éxito esperado debido a falta de asistencia técnica y apoyos económicos (Castro, 2009b; Linares et al. 2017; Fletes y Bonanno, 2015). Sin embargo, de acuerdo con Castellanos y Jansen (2017), la producción y expansión de palma de aceite en la región sur de la Selva Lacandona durante la primera década del 2000 fue resultado también de las demandas de los mismos productores rurales de la zona. Al respecto, se ha identificado que durante este periodo, el presidente municipal de Marqués de Comillas (figura 13) buscó introducir alternativas productivas que permitieran mejorar los ingresos de las familias rurales de la zona y contribuir a la reforestación de la misma; esto debido a la presión y restricciones a las que históricamente había estado sometida la población de la región por su calidad de zona de amortiguamiento (Cano, 2014). Para ello, se argumenta que se tomó la decisión colectiva de incursionar en el cultivo de la palma de aceite con el apoyo de empresas costarricenses que se encargaron de guiar los procesos de reconversión a plantaciones de palma de aceite en dicho municipio (Castellanos, 2017).

Para 2006, se puso en marcha el Plan Chiapas Solidario, a través del cual se ejecutó el Programa de Reconversión Productiva (Castellanos, 2018; Gobierno de Chiapas, 2011), y de acuerdo al cual se comenzó a dar prioridad a cultivos alternativos, orientados a la producción de biocombustibles (Fletes y Bonanno, 2015). A partir de este momento, en Chiapas se realizaron importantes esfuerzos de difusión para la producción del cultivo de la palma de aceite a través de diversos medios (Castellanos 2018). Se presentó al cultivo de la palma de aceite como una alternativa sostenible y mucho más rentable que la mayoría de los cultivos presentes en la región, con la capacidad para impulsar la integración de los productores rurales al mercado internacional y mejorar su calidad de vida (Castellanos y Jansen, 2013; Castro, 2009a; Fletes y Bonanno, 2015).

Además, estos esfuerzos de promoción estuvieron también acompañados de cambios institucionales. Dentro del Programa de Reconversión Productiva del estado se gestó la transformación del Instituto para la Reconversión Productiva y la Agricultura Tropical (IRPAT) en el Instituto de Reconversión Productiva y Bioenergéticos (IRBIO) (Castellanos, 2018). Posteriormente, el IRBIO estuvo a cargo de proveer a los productores de los recursos necesarios para avanzar la agenda sobre la producción de biocombustibles (Santacruz y Palacio, 2018; Fletes y Bonanno, 2013). En este contexto de promoción de la palma de aceite a nivel estatal, las sociedades de producción rural dedicadas a este cultivo reportan haber identificado la preferencia por parte del IRBIO por organizaciones con el mayor número de productores y de hectáreas disponibles para la siembra de la palma, así como de inclinaciones políticas afines al gobierno en turno (Castellanos y Jansen, 2013). El objetivo de privilegiar a estas organizaciones era doble: Por una parte, las organizaciones numerosas garantizaban el cumplimiento de los objetivos establecidos en el programa, en términos de número de productores apoyados y de hectáreas sembradas (Castellanos, 2018). Por otra parte, se buscaba la capitalización política de los apoyos entregados a estas organizaciones, con la expectativa de recibir apoyo de las mismas durante tiempos electorales (*ibid.*). Esto ocasionó la formación de relaciones clientelares entre los organismos públicos encargados de la dispersión de apoyos para el cultivo de la palma y las sociedades de producción rural dedicadas a la palma de aceite en Chiapas (*ibid.*, Ávila y Ávila, 2015). Como causa de estas relaciones se otorgaron incentivos económicos y plántulas a las organizaciones productoras solicitantes que simplemente cumplieran con los requisitos antes mencionados (número de productores y hectáreas disponibles para la siembra), sin llevarse a cabo los estudios de viabilidad pertinentes para la producción óptima y sostenible del cultivo (Castellanos, 2018).

Posteriormente, en 2007 se estableció el Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica, concebido como un proyecto para el desarrollo rural, el fomento a la inversión y el desarrollo productivo de las comunidades del sur de México y otros países centroamericanos (Gobierno de México, 2001). A través de este proyecto se formuló la Red Mesoamericana de Investigación y Desarrollo de Biocombustibles (RMIDB), a través de la cual se ejecutó el Programa Mesoamericano de Biocombustibles (MBP) (Proyecto Mesoamérica, 2019). A raíz de este programa, México y Honduras fueron receptores tanto de inversión como de capacitación técnica para la expansión de cultivos oleaginosos para la producción de biocombustibles, tales como la palma de aceite y el piñón, así como para la construcción de plantas procesadoras (Ávila y Ávila, 2015). Estos acuerdos para la producción de biocombustibles derivaron, una vez más, en la concentración de la investigación en el estado de Chiapas. Ejemplo de esto es que en 2010 se

inauguró en esta entidad una planta procesadora de biodiésel con apoyo del gobierno colombiano, específicamente en Puerto Chiapas, en el municipio de Tapachula (*ibid.*). Al respecto, dos de las instituciones financieras internacionales involucradas específicamente en el financiamiento del Programa Mesoamericano de Biocombustibles fueron el Banco Mundial y el Banco Interamericano para el Desarrollo, mismas instituciones involucradas en el financiamiento del Plan Nacional Palma de Aceite (Castro, 2009b; Linares et al., 2017; Trejo, 2018).

Como resultado de lo anterior, este cultivo registró una expansión de un total de más de 27,000 hectáreas en tan solo en cuatro años, entre 2008 y 2012 (figura 11): el mayor proceso expansivo de palma de aceite en la historia de este cultivo en México. Sin embargo, para el 2012, las prioridades y agendas políticas a nivel estatal habían comenzado a cambiar. A partir de este año, el fomento a la producción de la palma de aceite se vio prácticamente frenado, lo cual se reflejó en la desaceleración de la expansión de este cultivo en el estado de Chiapas (Castellanos, 2018). El cese a su promoción se vio acompañado también del desmantelamiento del IRBIO, así como del abandono de la planta de biodiésel instalada en 2010 en Puerto Chiapas (Santacruz y Palacio, 2018).

1.4 Sobre la expansión de la palma de aceite en Campeche y Tabasco

Finalmente, la cuarta tendencia identificada fue el incremento de la superficie sembrada con palma de aceite a partir de 2012, específicamente en los estados de Tabasco y Campeche (figura 11). El proceso de expansión del cultivo en estas dos entidades tiene origen en la implementación, a escala federal, del Nuevo Programa Especial Concurrente. A través de este programa se estableció la meta de 300,000 hectáreas sembradas con cultivos para la producción de biocombustibles (Trejo et al., 2018). También en el marco de este programa, la Secretaría de Energía (SENER), en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), plantearon una iniciativa que proponía la adopción de criterios y normas en materia de energía renovable y uso de biocombustibles similares a los que ya se estaban aplicando en países como Estados Unidos y de la Unión Europea (Valdés y Palacio, 2016). Resultado de lo anterior, en 2008 se aprobó la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPBD), a través de la cual se planteó diversificar y favorecer la seguridad energética del país con la producción de biocombustibles (Montiel, 2010). Al mismo tiempo, se pretendió estimular y contribuir al desarrollo del campo mexicano y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (Fletes y Bonano, 2015; Pischke et al., 2018). Sin embargo, de acuerdo con Valdés y Palacio (2016), es probable que el interés de fondo

para esta iniciativa fuese aprovechar la demanda de biocombustibles de Estados Unidos y Europa, y proveer para la misma.

Con este nuevo impulso que recibieron los biocombustibles en el país, se implementó también a nivel federal el Proyecto Transversal Trópico Húmedo en 2011 (Isaac, 2016). Este programa, ejecutado principalmente por la SAGARPA y los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), tuvo por objetivo la provisión de apoyos económicos y la provisión de soporte técnico y de capacitación para los productores agrícolas a fin de llevar a cabo proyectos que mejoraran la competitividad de las unidades de producción (Castellanos, 2018; Isaac, 2016). De nueva cuenta, uno de los discursos más utilizados para legitimar este programa fue el potencial que tenían las llamadas tierras marginales para ser transformadas en unidades territoriales productivas y rentables, al mismo tiempo que contribuirían a la conservación ambiental y el desarrollo rural (Fletes y Bonanno, 2015). Dentro de este programa se conformaron las Agencias de Gestión de Innovación para el Desarrollo de Proveedores (AGI-DP) (Santacruz y Palacio, 2018). Estas agencias fueron concebidas para la transmisión de conocimientos y para generar alianzas entre los diversos actores y agentes de la cadena productiva de la palma de aceite, pasando por instancias públicas, asesores técnicos y productores (SAGARPA-FAO, 2015). A través de ello, se buscó impulsar la adopción de innovaciones en el manejo de las plantaciones y la articulación de redes sólidas para el desarrollo de los productores de este y de otros cultivos considerados dentro del Proyecto Transversal Trópico Húmedo (Aguilar et al., 2015).

Aunque el proyecto también benefició a productores de palma en el estado de Chiapas, la expansión en dicho estado fue mucho menor que en Tabasco y Campeche (figura 11). En el caso particular de Chiapas, de un total de 21 municipios productores de palma de aceite en el estado, únicamente Huehuetán, Benemérito de las Américas y Tapachula registraron una expansión considerable entre 2012 y 2013, con incrementos del 460%, 200% y 165%, respectivamente (SIAP, 2021).

Por otro lado, aunque en Campeche fueron 3 de los 6 municipios productores los experimentaron una expansión notoria, cabe resaltar que, en el caso del municipio de Palizada, la superficie aumentó casi 10 veces entre 2012 y 2013 (SIAP, 2021) (figura 11), correspondiente en su totalidad a superficie de temporal. Asimismo, de acuerdo con Isaac (2021), esta expansión estuvo también asociada a la creciente presencia de grandes empresas productoras de este cultivo, varias de ellas de origen centroamericano. De acuerdo con este mismo autor, dichas empresas han comprado o rentado grandes extensiones de tierras y, desde 2010, han comenzado a acaparar la producción de palma de aceite en Campeche, ocasionando que el gobierno estatal diera un nuevo impulso al cultivo en la entidad en 2016 (*ibid.*). Siguiendo esta misma línea, aunque no fue

determinante para la expansión de la palma de aceite en Campeche, en 2016 se implementó el Proyecto Estratégico Palma de Aceite (Isaac, 2021). Este programa estatal tenía por objetivo la “despetrolización” de la economía de Campeche, así como la siembra de un total de 100,000 hectáreas de palma de aceite para 2022, con lo cual se pretendía posicionar a Campeche como el núcleo de producción más importante de este cultivo en el país (SAGARPA, 2016). Para este proyecto, se valoró el establecimiento de 15 plantas extractoras, una refinería y el fomento a la formación de nuevas Sociedades de Producción Rural dedicadas a este cultivo (Isaac, 2021). Asimismo, algunos productores rurales fueron enviados a Colombia, el principal productor de palma de aceite en América, para ser capacitados por palmicultores de dicho país (Telemar, 2017). Así, si bien la totalidad superficie sembrada en el estado no experimentó un incremento notorio en Campeche a partir de la implementación del Proyecto Estratégico Palma de Aceite (2016), un aspecto en el que sí hubo cambios fue la superficie dedicada a la modalidad de riego (SIAP, 2021). En este estado, la modalidad de producción había comenzado a despuntar antes de la implementación de este programa, en 2016, pero fue precisamente durante su implementación que la superficie de riego superó a la modalidad de temporal (SIAP, 2021). En ese sentido, sería importante analizar quiénes fueron los productores más privilegiados en el marco de este programa en el estado de Campeche. Esto considerando que, en la actualidad, el 73% de la superficie sembrada con palma de aceite está bajo la dirección de empresas privadas, que componen apenas el 5% del total de los productores involucrados en la producción de este cultivo en entidad (Isaac, 2021).

Finalmente, en el estado de Tabasco, la expansión del cultivo fue más moderada que en Campeche. El incremento de la superficie sembrada que se registró en este estado correspondió, en su totalidad, a la modalidad de temporal. Sin embargo, no se cuenta con suficiente información que permita esbozar un panorama acerca de los cambios que hubo a nivel municipal y local a raíz de la implementación del Proyecto Transversal Trópico Húmedo en esta entidad.

En resumen, la concentración de la producción de palma de aceite en Chiapas, desde su llegada a mediados del siglo XX y hasta 1998, se dio como resultado de dos principales procesos: La influencia de la United Fruit/United Brands Company, así como la disposición y el esfuerzo del gobierno mexicano, a través de la CONAFRUT, por pactar acuerdos que atrajeron a este y otros organismos internacionales al país para buscar vías de expansión para la palma de aceite en México. Además, previo a la llegada de la palma de aceite a México, existían dos condicionantes superpuestas que influyeron en la concentración del cultivo en Chiapas. La primera de ellas, más evidente que la segunda, son las condiciones ambientales de la región, las cuales, a grandes

rasgos, tenían el potencial para el establecimiento del cultivo por sus características climáticas. La segunda condicionante son las características económicas del Soconusco durante esa época ya que, durante la década de 1950, todavía se encontraban en dicha región productores privados propietarios de grandes extensiones de tierra dedicados al ganado, al cacao, entre otros cultivos, cuyo legado había iniciado con el Porfiriato (Tovar, 1999; Del Carpio, 2017). Esto, a su vez, había ocasionado que la región se encontrara bien comunicada, mucho más que el resto de las actuales entidades productoras de palma en México durante ese periodo (*ibid.*). Así, teniendo en consideración que el gobierno todavía no daba al cultivo un impulso tal con subsidios y provisión de plántulas como el que se registra a partir de 1998, estos productores privados tenían la capacidad de establecer, por sus propios medios, plantaciones de palma de aceite. Ejemplo de ello fue el caso de Johan Bernstorff, el cafeticultor receptor de las primeras semillas de palma de aceite que llegaron a México (Castellanos, 2018).

En cuanto a la dispersión de este cultivo fuera del estado de Chiapas hacia otras entidades de la región trópico húmedo del país, este proceso de expansión fue el resultado directo de la implementación del Programa Nacional Palma de Aceite (PNPA). El cual, a su vez, estaba atravesado por causas político-económicas, así como político-ambientales, tanto a escala nacional como internacional. El primer tipo de causas (político-económicas) responde principalmente a los cambios suscitados a raíz de la entrada en vigor del TLCAN, motivo por el cual los programas de fomento en el campo mexicano estuvieron orientados a la producción, entre otros, de cultivos tropicales como la palma de aceite. En cuanto al segundo tipo de causas (político-ambientales), este estuvo marcado por las iniciativas de regiones como la Unión Europea para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, a raíz de las cuales se dio un nuevo impulso a los cultivos para la producción de biocombustibles, como la palma de aceite. Estos dos tipos de causas estuvieron involucradas en el dramático incremento de la superficie sembrada con palma de aceite en Chiapas durante la primera década del 2000, así como la expansión registrada en Campeche y Tabasco entre 2012 y 2014, a través del Programa de Reconversión Productiva y la influencia que la Unión Europea en el mismo, para el caso de Chiapas, así como por el Proyecto Transversal Trópico Húmedo y la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, para el caso de Campeche y Tabasco.

Capítulo 2. Productividad de la palma de aceite en México

El presente capítulo aborda las principales tendencias identificadas en el rendimiento del cultivo de la palma de aceite en cada uno de los estados productores; es a través de estas tendencias se analiza la dimensión de la productividad de los sistemas agrícolas de palma de aceite. La presente sección partió por situar la productividad de México frente a la productividad de los países líderes en la producción de palma de aceite a nivel global y el continente americano. Posteriormente, se seleccionaron 3 de los principales requerimientos del cultivo de la palma de aceite —suelos, pendiente y precipitación—, para contrastar estos requerimientos con las condiciones ambientales en las que se localiza la superficie agrícola sembrada con probable palma de aceite en los estados productores de este cultivo. Como se mencionó en el apartado C.1 de las estrategias metodológicas, se trata solo de una ubicación probable de la palma de aceite debido a que hasta el momento no existen bases de datos actualizadas y de libre acceso sobre la ubicación geográfica de las plantaciones de palma de aceite en el país. Debido a esto, se recurrió a la representación espacial de la superficie agrícola sembrada con categorías de cultivos con las cuales puede ser clasificada la palma de aceite: Agricultura de humedad (anual y permanente), de riego (anual y permanente), de temporal (anual y permanente) (INEGI, 2018).

Habiendo evaluado si estas plantaciones con probable palma de aceite cuentan o no, a grandes rasgos, con las condiciones adecuadas para su producción, se evaluó la información disponible en relación con la aplicación de fertilizantes y la presencia de sistemas de riego para las plantaciones de palma. Esto permitió construir un panorama acerca de las condiciones en las que es probable que se produzca este cultivo en cada municipio y cómo es que los productores aprovechan las características del contexto ambiental o hacen frente a los retos productivos existentes en términos de baja fertilidad del suelo y poca disponibilidad de agua. En conjunto, el análisis de la combinación de estos factores permitió delinear la evolución y las principales causas de las tendencias de la productividad de la palma de aceite en México.

2.1 La productividad de palma de aceite a nivel global

A grandes rasgos, se ha dicho que los rendimientos de la palma de aceite en México se han caracterizado por ser persistentemente bajos e inferiores a los que registran los principales países productores de este cultivo a nivel mundial (Ávila, 2015; Isaac, 2021; Aguilar, 2015). Para corroborar estas afirmaciones, se tomaron como referencia las cifras nacionales reportadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), durante las

últimas dos décadas (1998-2019), para los casos de Malasia, Indonesia y Colombia, los dos principales países productores de palma de aceite a nivel global y el continente americano, respectivamente. Esto se contrastó por la productividad promedio del cultivo en México, la cual se analizó a partir de los datos del SIAP (2021). Dicho análisis permitió identificar que, durante el periodo 1998-2019, el rendimiento promedio Malasia, Indonesia y Colombia fue de alrededor de 18 ton/ha al año, mientras que la productividad de México osciló en las 13 ton/ha (figura 14).

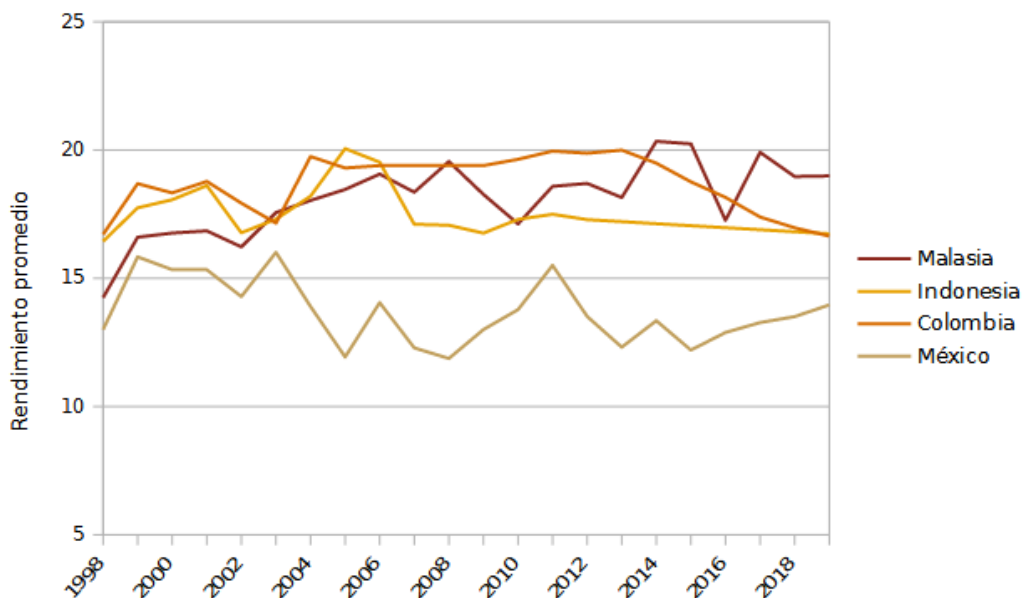


Figura 14. Comparativa de los rendimientos promedio, por año (1998-2019), en México, Malasia, Indonesia y Colombia. Elaboración propia con datos de FAO (2020) y SIAP (2021).

En ese sentido, podemos corroborar que la productividad de México fue similar a la de estos otros tres países a finales de la década de 1990. Sin embargo, a partir del año 2004, los rendimientos de este cultivo en México han sido bajos en comparación con estos tres países, además de que, con frecuencia, se han registrado incrementos y subsecuentes decrementos de 2-4 ton/ha en un lapso de pocos años. Así, la productividad de México ha sido, en promedio, un 28% más baja que la del resto de los países productores considerados.

2.2 La productividad a nivel estatal

Entonces, ¿a qué se deben los bajos rendimientos de la palma de aceite en México? Un análisis más detallado permite ver dinámicas diferenciadas entre los estados productores de palma de aceite en México (figura 15). Se identifica que Tabasco y Chiapas se caracterizan por tener una

productividad elevada y más próxima al promedio de Malasia, Indonesia y Colombia (18 ton/ha al año). En comparación, los rendimientos de Campeche y Veracruz guardaron cierta similitud entre sí hasta 2015 y son visiblemente más bajos que los de Tabasco y Chiapas. Es entonces posible afirmar que la productividad promedio de México ha estado de cierto modo limitada por los bajos rendimientos de Campeche, Veracruz y, hasta el año 2011, Tabasco.

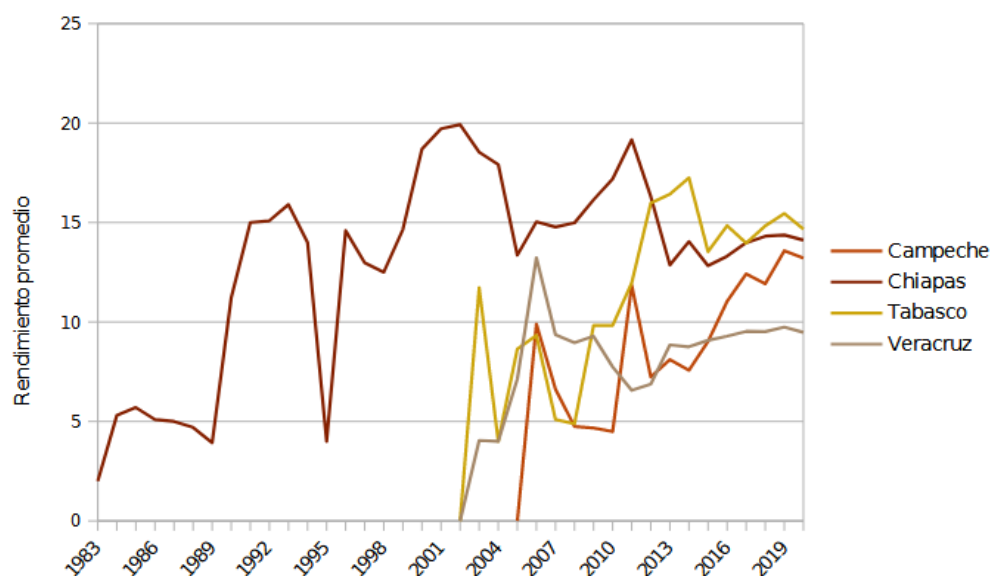


Figura 15. Estimación del rendimiento anual, por entidad, entre 1998 y 2019. Elaboración propia con datos de SIAP (2021).

El presente capítulo busca profundizar sobre las causas de la elevada productividad de Chiapas y Tabasco, así como en los bajos rendimientos de Veracruz y Campeche. Referente a este último estado, se exploran también algunas causas del incremento en la productividad en años recientes, que ha posicionado a los rendimientos de la entidad muy próximos a los de Chiapas y Tabasco. En el siguiente apartado abordaremos los requerimientos básicos de la palma de aceite para, posteriormente, adentrarnos en el análisis de la productividad diferenciada a nivel estatal.

2.3 Sobre los requerimientos ambientales del cultivo de la palma de aceite

Para comprender algunas de las causas de los patrones en los rendimientos de este cultivo, es importante primero conocer las necesidades del mismo. Para ello, se consideran únicamente 3 de los principales requerimientos de la palma de aceite: características edáficas, pendiente y precipitación. Recursos como *The Oil Palm*, de Corley y Tinker (2016) y *Palma de aceite en*

México - Política gubernamental e innovación tecnológica, de Mata (2014) ofrecen una descripción mucho más detallada acerca de otros requerimientos.

2.3.1 Suelos

De acuerdo con Corley y Tinker (2016, p. 72), los requerimientos edáficos de la palma de aceite no son muy estrictos y se considera que puede crecer en una gran variedad de suelos, siempre que estos no sean demasiado inundables, rocosos o arenosos (Rodríguez et al., 2019). Hasta ahora, la clasificación de Paramanathan es la más detallada que hay para definir la aptitud productiva de un suelo, en relación con la palma de aceite (Corley y Tinker, 2016, p. 72). Dentro de esta clasificación, se consideran a las arcillas bien estructuradas, arcillas arenosas, las texturas franco-arcillosas y franco arcillo-limosas como las clases texturales más adecuadas para la plantación de palma de aceite (Corley y Tinker, 2016, p. 74). En cuanto a su composición, el suelo de origen mineral es preferible sobre el orgánico (Corley y Tinker, 2016, p. 77). Además, el drenaje deberá ser de moderadamente bueno a bueno, permitiendo retener la humedad suficiente para las raíces (Corley y Tinker, 2016, p. 73). Sin embargo, se considera aceptable un suelo inundable, siempre que este se encuentre en dicho estado solo por una temporada limitada durante el año (Corley y Tinker, 2016, p. 78). Por último, las zonas de plantación deben tener una pendiente igual o menor al 23% para poder considerarse aptas (tabla 1) (Brindis et al., 2021b; Corley y Tinker, 2016, p. 77). Aunque cabe anotar que Arias y González (2014, p. 27) señalan que pendientes superiores al 12% tienen una aptitud productiva marginal y exponen el suelo a la erosión, elevando los costos de producción y dificultando el manejo de la plantación. La cartografía de los grupos de suelos presentes en los municipios productores de palma de aceite en México, así como su descripción y definición de aptitud, se encuentran en la sección de anexos.

2.3.2 Precipitación

La palma de aceite requiere una precipitación promedio anual $\geq 2,000$ mm (Corley y Tinker, 2016, p. 64). Sin embargo, una precipitación entre 1,800 mm y 1,500 mm al año puede considerarse aceptable (Isaac, 2021). Cabe señalar, sin embargo, que una precipitación media anual abundante o aceptable no es suficiente y puede no compensar los periodos de secas si estos se presentan por más de 3 meses seguidos al año (Corley y Tinker, 2016, p. 64). Idealmente, la plantación habrá de contar con una precipitación mensual promedio de al menos 100 mm (Corley y Tinker, 2016, p. 60).

2.3.3 Técnicas de manejo

En los casos en los que las propiedades del tipo de suelo o la precipitación total promedio anual se consideren no aptos para la producción de palma de aceite, estas deficiencias pueden ser atendidas por medio de la aplicación de fertilizantes y riego (Corley y Tinker, 2016, p. 255). En los siguientes apartados se tendrá en cuenta lo que se sabe acerca de estas dos técnicas de manejo, así como de las redes de conocimiento entre productores.

Tabla 1. Requerimientos de la palma de aceite considerados: pendiente, tipo de suelo, precipitación media mensual y total de meses continuos al año con precipitación <100 mm.

Variable	Clasificación de aptitud				
	Apto: Aptitud buena a moderada			No apto: Aptitud baja a nula	
Pendiente (%)	0-4	4-12	12-23	23-38	>38
Grupos de suelo presentes en los municipios productores de palma de aceite	Andosol, Cambisol, Fluvisol, Luvisol, Phaeozem			Acrisol, Arenosol, Calcisol, Ferralsol, Gleysol, Histosol, Leptosol, Lixisol, Nitisol, Regosol, Solonchak, Umbrisol, Vertisol	
Precipitación media anual (mm)	2000	1800	1500	1200	<1200
Meses con precipitación <100 mm al año	0	<3	3	>3	

Elaboración propia con información de Corley y Tinker (2016, p. 64, 72-77), PNUD (2019), Brindis et al. (2021b), Arias y González (2014) e Isaac (2021).

2.4 Chiapas

El estado de Chiapas es una de las entidades productoras con los mayores rendimientos de palma de aceite en México. Sin embargo, al interior de la entidad se presentan dos tendencias diferentes de productividad. Estas dos tendencias responden de manera concreta a la producción que se realiza en dos regiones al interior estado, que son de hecho las únicas dos regiones de Chiapas donde se produce el cultivo de palma de aceite. Para esta investigación, estas regiones se denominan como Istmo-Soconusco y Maya-Lacandona (figura 16). Estas son las únicas regiones en las que se produce la palma de aceite en el estado porque son las que, de acuerdo con el INIFAP, tienen potencial bueno a medio para la producción de este cultivo en Chiapas (Santacruz et al., 2014).

La primera región, denominada aquí Istmo-Soconusco, se compone por de las regiones oficiales de Istmo-Costa y Soconusco (CEIEG, 2012). Dicha región registra una productividad elevada y comparable con aquella registrada por algunos de los países líderes en la producción

mundial (figura 14). La segunda región (Maya-Lacandona), que abarca la porción nor-noreste del estado, está comprendida por tres regiones oficiales: Tulijá-Tzeltal-Chol, Maya y Selva Lacandona (*ibid.*).

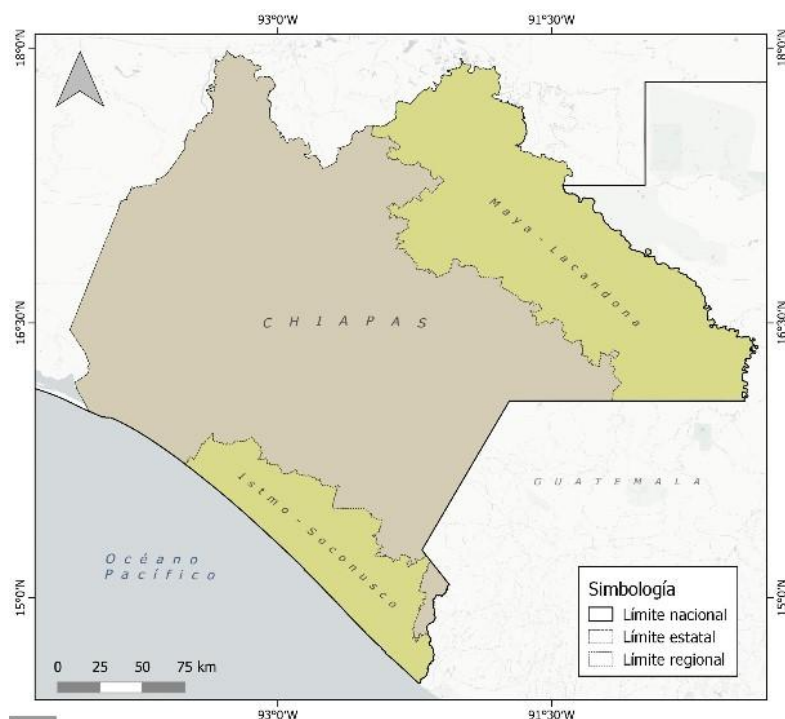


Figura 16. Regiones Istmo-Soconusco y Maya-Lacandona. Elaboración propia con datos de INEGI (2021).

Aquí, la productividad del cultivo se ha caracterizado por ser baja e incluso alberga al municipio con los rendimientos más bajos del país, Benemérito de las Américas (SIAP, 2021). En la figura 17 se puede observar el rendimiento diferenciado de las dos regiones compuestas para este estudio.

De acuerdo con Fletes y Bonanno (2015), la principal causa de los elevados rendimientos en la región del Istmo-Soconusco son los suelos predominantes. A grandes rasgos, los suelos de la región costera de la entidad conservan una cantidad de humedad importante (Pérez y Villafuerte, 2021; Castellanos, 2021), lo que contribuye a la elevada productividad de las plantaciones, ya que el cultivo de la palma de aceite se caracteriza por sus elevados requerimientos de agua (Corley y Tinker, 2016, p. 53). En lo que respecta a los suelos de la región Maya-Lacandona, la investigación que allí se ha realizado se ha enfocado principalmente en la historia productiva de los municipios de Marqués de Comillas (figura 13) y Benemérito de las Américas, al sur de la región. En esta zona, Cano (2021) identificó que, a medida que las familias campesinas se

asentaron en la región entre las décadas de 1970 y 1980, estas se instalaron a distancias cada vez mayores de las vegas de los ríos Lacantún y Usumacinta. Esto ocasionó el establecimiento de plantaciones de diversos tipos, incluida la palma de aceite, en suelos con una menor fertilidad (*ibid.*, Castellanos, 2018). Como resultado de lo anterior, los productores de esta región hoy en día refieren que los suelos tienen ya pocos nutrientes, lo que ha afectado no solo la productividad del cultivo de la palma de aceite, sino también la producción ganadera (*ibid.*).

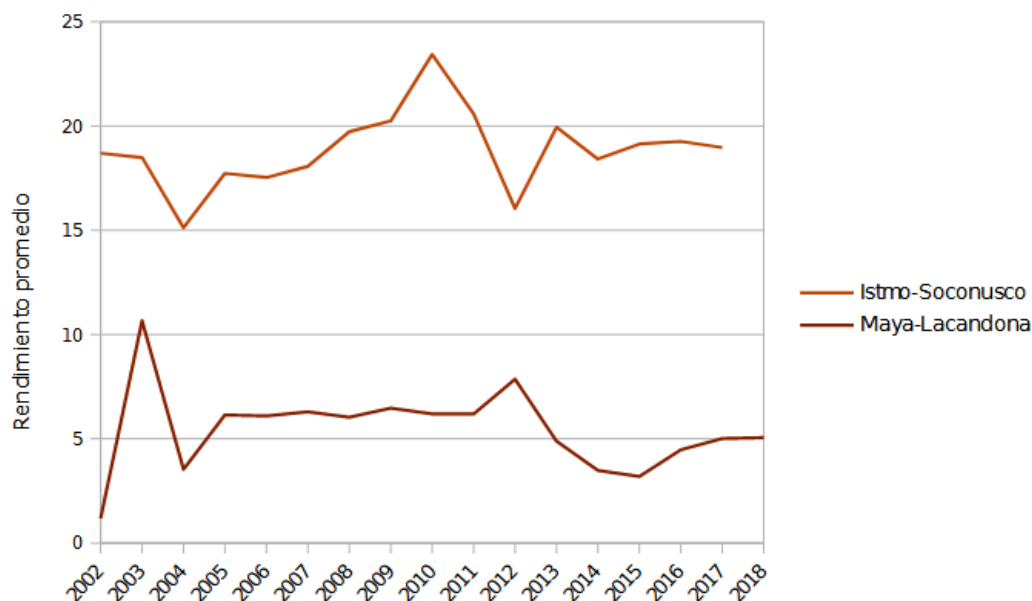


Figura 17. Estimación del rendimiento anual de las dos regiones productoras de Chiapas, Istmo-Soconusco y Maya-Lacandona. Elaboración propia con datos de SIAP (2021).

En las figuras 18 y 20, correspondientes a las regiones Istmo-Soconusco y Maya-Lacandona, respectivamente, se presenta en color verde la distribución de zonas con buena aptitud para la producción de palma de aceite, que son zonas con una pendiente $\leq 23\%$ que, además, cuentan con suelos con una buena aptitud productiva para la palma de aceite. Las figuras 19 y 21 ilustran, en el mismo orden, el promedio de la precipitación total anual, que se acompañan de las tablas 3 y 4, para la identificación del número de meses al año que pasan los municipios de cada región con un promedio de precipitación mensual total inferior a los 100 mm. En las cuatro figuras (18 a 21), se muestra en ashurado rojo las zonas que probablemente están sembradas con palma de aceite.

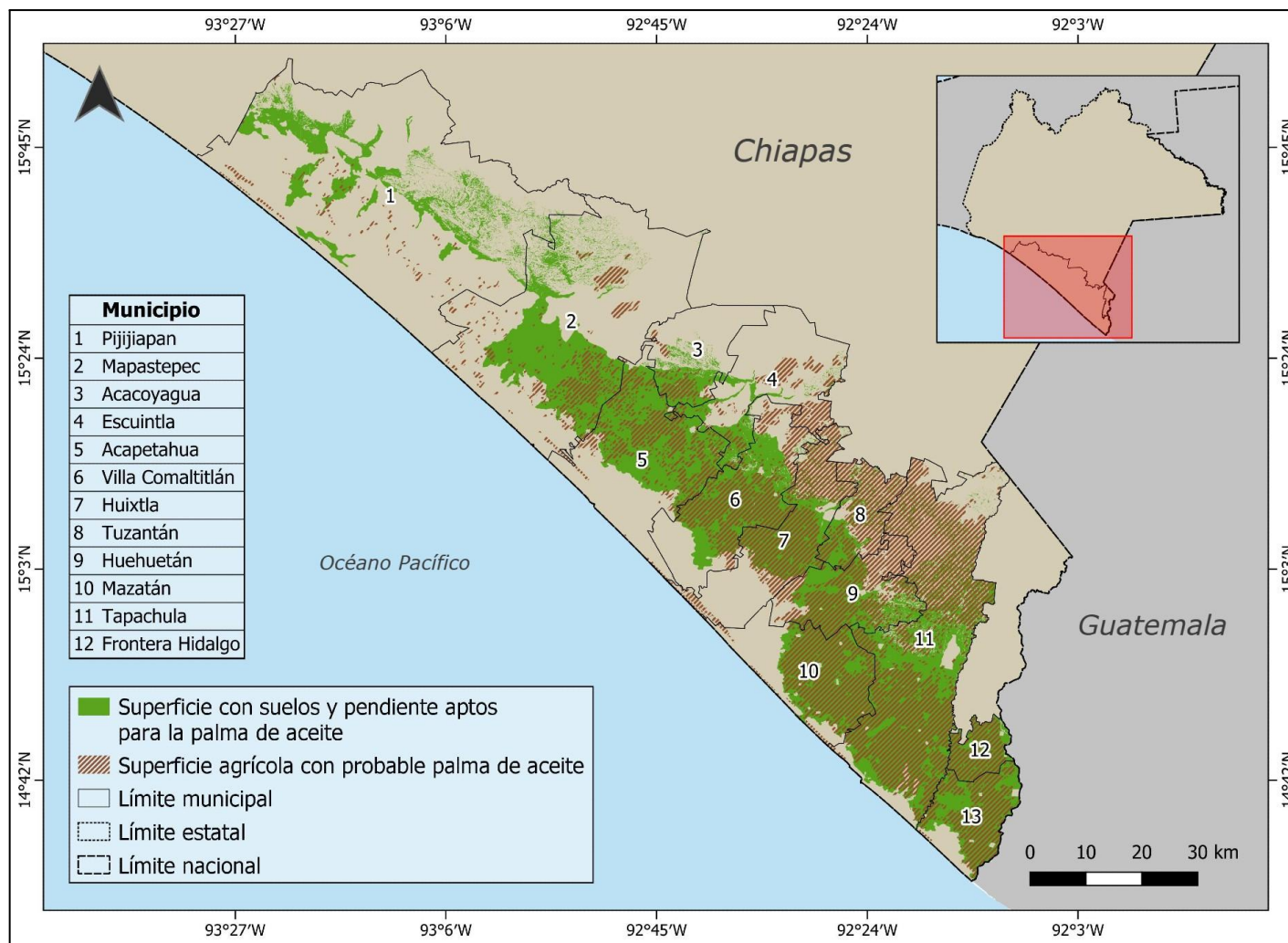


Figura 18. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en la región Istmo-Soconusco.

Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).

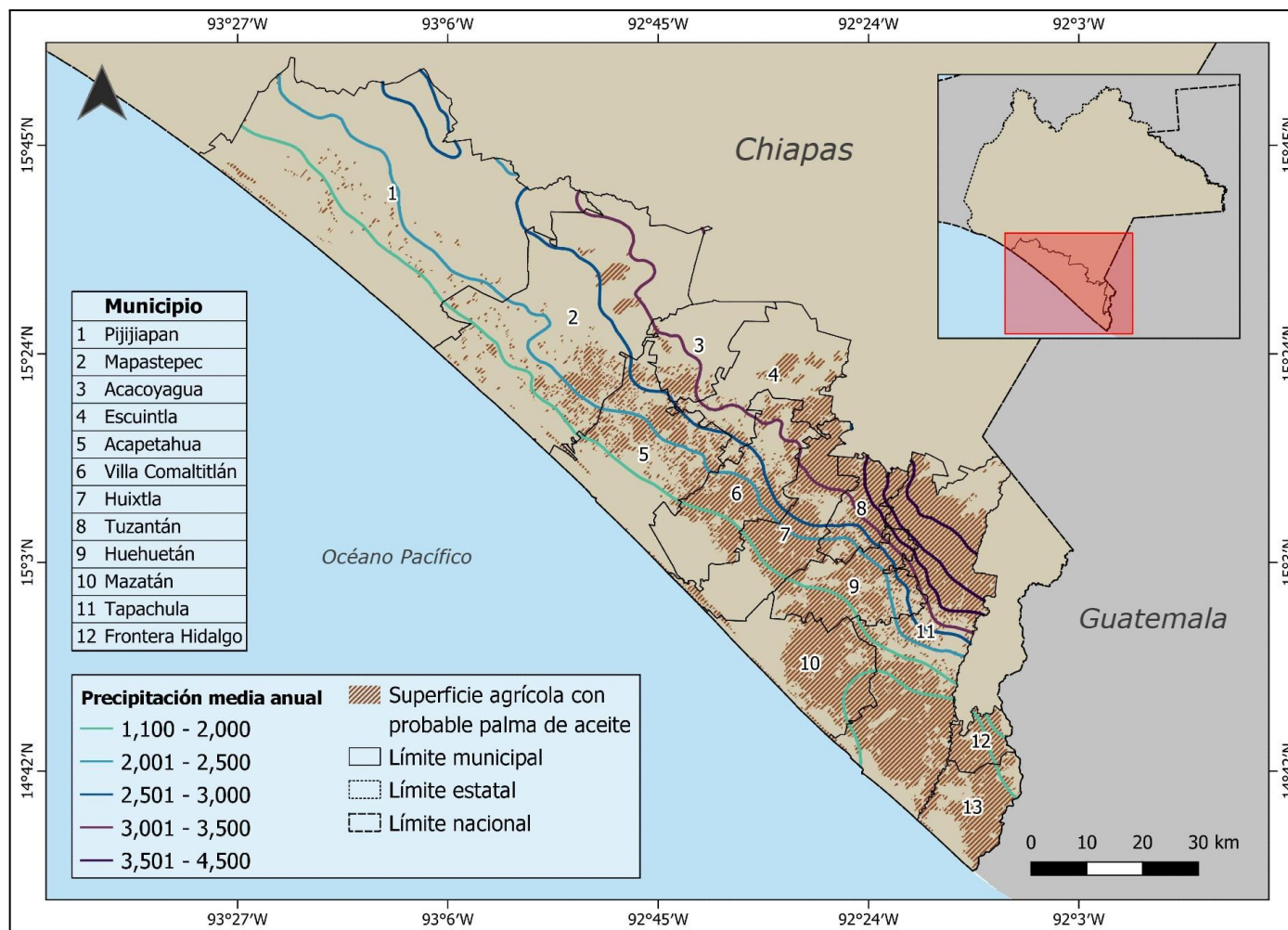


Figura 19. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en la región Istmo-Soconusco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).

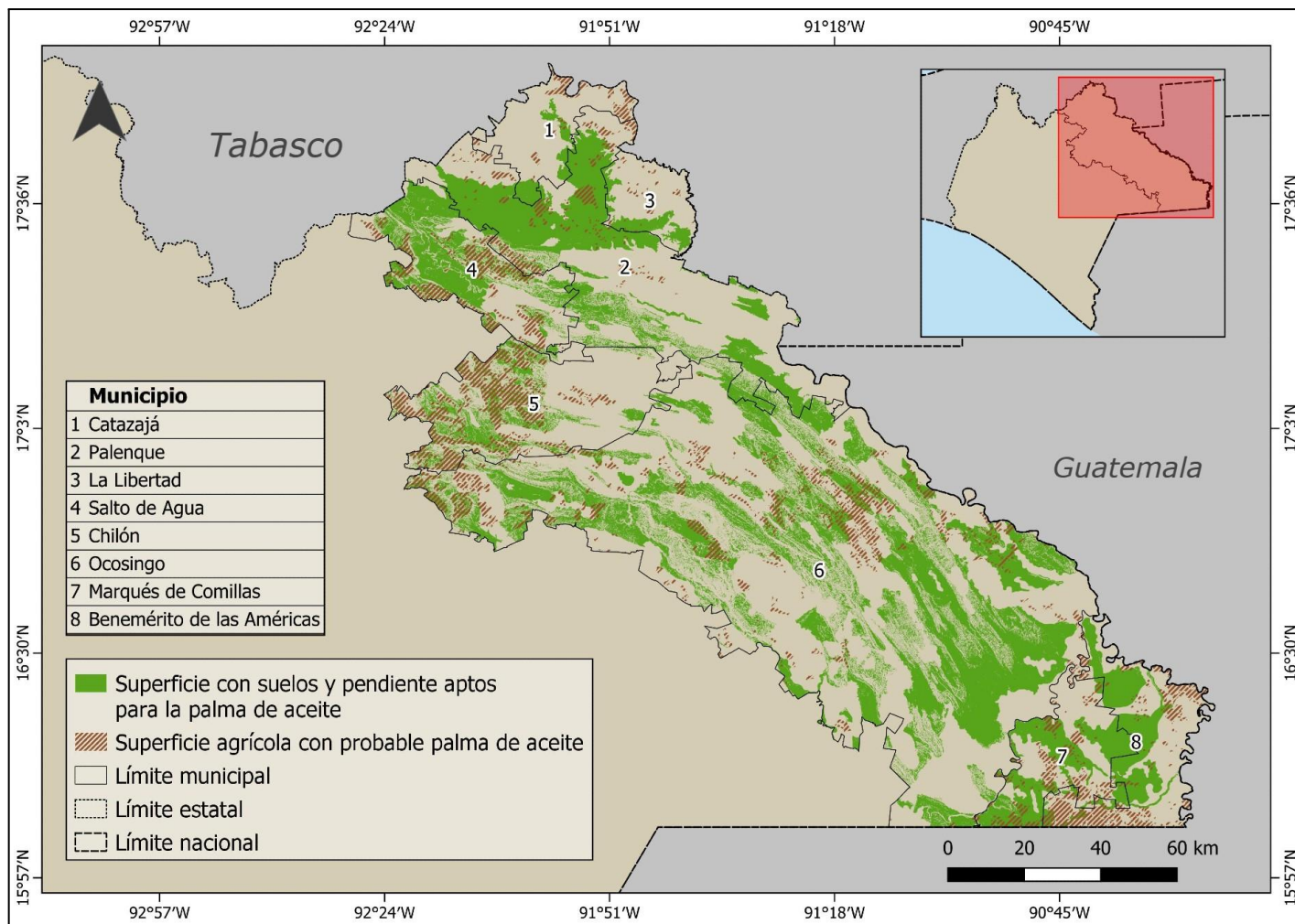


Figura 20. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en la región Maya-Lacandona.

Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).

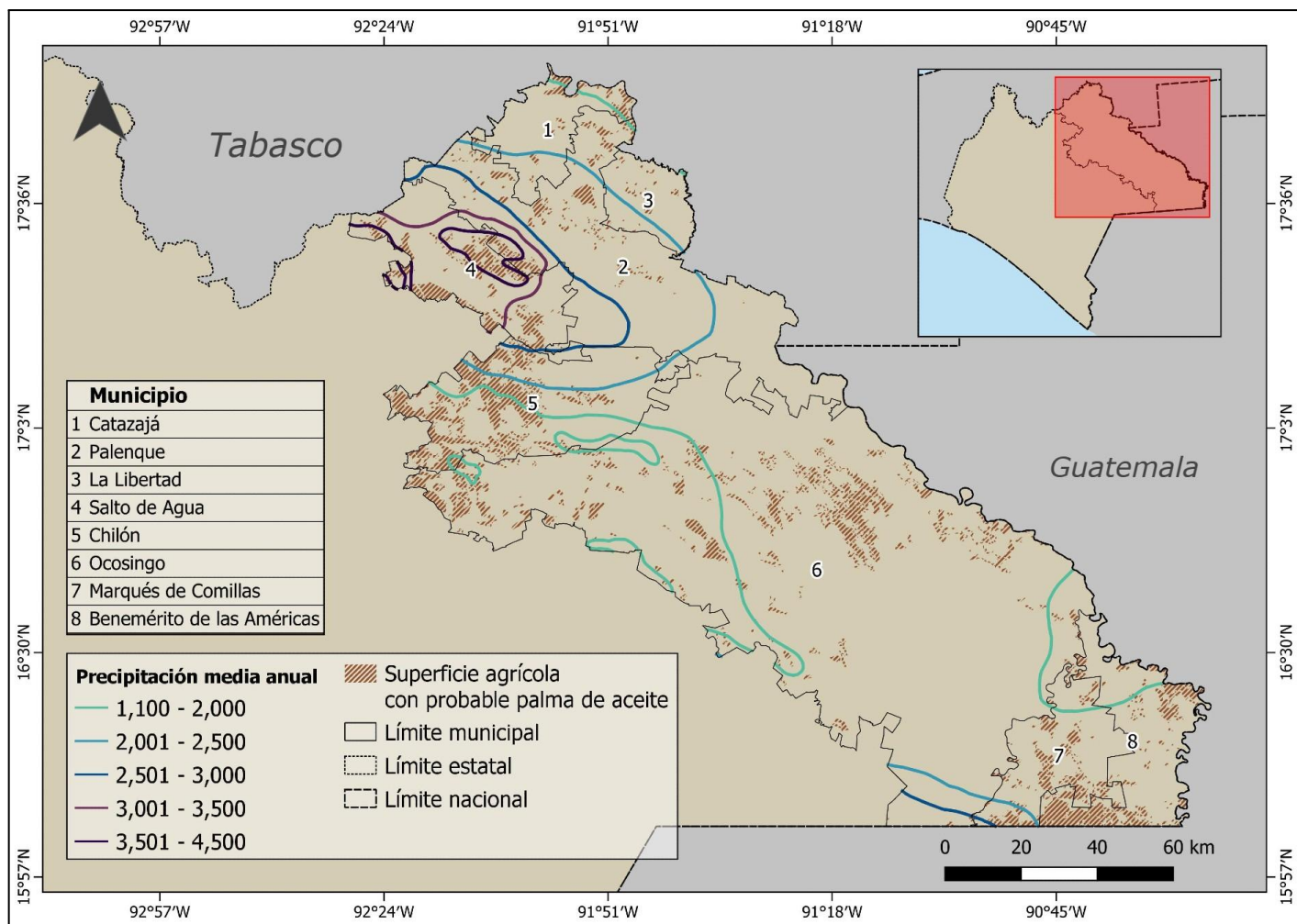


Figura 21. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en la región Maya-Lacandona. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).

Capítulo 2. Productividad de la palma de aceite en México

Tabla 2. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en la región Maya-Lacandona.

Municipio	Meses al año con precipitación <100 mm
Ocosingo	3
Palenque	0
La Libertad	0
Marqués de Comillas	3
Catazajá	1
Chilón	2
Salto de Agua	0
Benemérito de las Américas	3

Elaboración propia con información de CONAGUA (2021).

Tabla 3. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en la región Istmo-Soconusco.

Municipio	Meses al año con precipitación <100 mm
Acacoyagua	4
Acapetahua	6
Huehuetán	4
Huixtla	5
Mapastepec	6
Mazatán	5
Pijijiapan	6
Villa Comaltitlán	5
Tuzantán	4
Frontera Hidalgo	5
Escuintla	4
Suchiate	6
Tapachula	4

Elaboración propia con información de CONAGUA (2021).

A partir de estos mapas, se identificó que:

- En la región Istmo-Soconusco, del total de la superficie que componen los municipios productores de palma de aceite, un 40% (294,007 ha.) se puede considerar de aptitud productiva alta, en términos de pendiente y características del suelo. Esto frente a un 36% (659,192 ha.) de la región Maya-Lacandona. A pesar del parecido en la proporción de la superficie con una buena aptitud productiva entre ambas regiones, y que la región Maya-Lacandona tiene en total una mayor extensión de zonas con aptitud productiva alta, se considera que es menos probable que estas extensiones sean aprovechadas. Esto se debe a que una parte importante de las zonas con buena aptitud productiva en la región Maya-Lacandona, especialmente en los municipios de Palenque, Salto de Agua, Chilón y Ocosingo, se encuentran distribuidas en pequeñas unidades territoriales dispersas debido al relieve de la zona. Esto, en consecuencia, puede dificultar el acceso a estas áreas de buena aptitud productiva y el manejo de las plantaciones en ellas (Arias y González, 2014).
- Del total del área agrícola probablemente sembrada con palma de aceite en la región Istmo-Soconusco, el 69% (16,4981 ha.) se localiza en una superficie con una pendiente y características del suelo aptas para la producción de este cultivo. Esto frente a un 36% (70,976 ha) en la región Maya-Lacandona. Es decir, que hay una mayor probabilidad de que la producción de palma de aceite se lleve a cabo en zonas de mejor productividad en la región Istmo-Soconusco que en la región Maya-Lacandona, lo que parcialmente podría explicar los elevados rendimientos de esta primera región frente a la segunda.
- En términos de precipitación, todos los municipios en la región Maya-Lacandona se encuentran dentro del límite de la precipitación necesaria para la producción adecuada del cultivo, ya que ningún municipio supera los 3 meses con menos de 100 mm de precipitación media mensual. En contraste, en la región Istmo-Soconusco todos los municipios tienen más de 3 meses continuos al año con una precipitación media mensual inferior a los 100 mm, yendo de los 4 a los 6 meses.

En cuando a las técnicas de manejo implementadas y que se consideran en este análisis (riego y fertilización), en la región Maya-Lacandona no hay plantaciones de palma de aceite bajo la modalidad de riego. Aunque, en teoría, esta región no necesita de riego para poder obtener una mayor productividad de la que hoy en día registra. Por el contrario, de acuerdo con los datos del SIAP (2021), en la región Istmo-Soconusco únicamente los municipios de Suchiate y Tapachula

cuentan con la modalidad de riego, a pesar de que todos los municipios de esta región tienen un déficit de precipitación para la producción de palma de aceite.

Sobre los esquemas de fertilización, es posible decir que estos han sido aplicados solo parcialmente en ambas regiones (Castellanos y Jansen, 2016). No obstante, al día de hoy no se cuenta con registros accesibles acerca de la medida en la que los productores rurales han seguido las recomendaciones de los programas de fomento. Al respecto, de acuerdo con Castellanos y Jansen (2013), el seguimiento parcial del esquema de fertilización se ha debido principalmente a que los productores reportan recibir apoyos económicos insuficientes para apearse a estas sugerencias. Sin embargo, a pesar de que las recomendaciones de los paquetes tecnológicos de los programas de fomento no es seguida en su totalidad, de acuerdo con los productores de la región Istmo-Soconusco, la aplicación de fertilizantes ha sido un factor clave en la región para poder obtener rendimientos elevados (Pérez y Villafuerte, 2021; Ávila y Ávila, 2015; Fletes et al., 2013). Las investigaciones realizadas en la región Maya-Lacandona apuntan a que la aplicación de fertilizantes en dicha región ha sido inferior a la de la región Istmo-Soconusco (Castellanos, 2018; Cano, 2021).

Finalmente, la falta de acceso a insumos para mejorar la productividad de las plantaciones y la falta de asistencia técnica han resultado en una limitada adopción de técnicas de manejo adecuadas para la producción de palma de aceite en este estado (Fletes y Bonanno, 2015; Pérez et al., 2016). En ese sentido, Santacruz y Palacio (2018) detectaron que, durante el tiempo en que operaron las Agencias de Gestión de la Innovación, que se formaron en el marco del Proyecto Transversal Trópico Húmedo (capítulo 1, sección 1.4), hubo mejoras en la productividad. Sobre esto, se reportó que en la región Istmo-Soconusco se logró la reducción en los costos de producción hasta en un 15% y, durante el tiempo que estuvieron presentes las agencias, estas contribuyeron al incremento de la productividad, alcanzando las 21 ton/ha. Sin embargo, a pesar de los efectos positivos identificados por los autores, estas agencias fueron desarticuladas en el año 2014 (*ibid.*).

2.5 Tabasco

Además de Chiapas, el estado de Tabasco es una de las entidades con la mayor productividad de la palma de aceite en México (figura 15). En esta entidad, la mayor parte de la investigación se ha concentrado en los municipios de Jalapa, Teapa y Tacotalpa, los municipios de mayor productividad en el estado (SIAP, 2021). A grandes rasgos, se identifica que, si bien la productividad de Tabasco y Chiapas es superior a la de Veracruz y Campeche, esta sigue sin

alcanzar todo su potencial (Aguilar et al., 2015). Al respecto, Pérez et al. (2016) identificaron que las plantaciones de finales de la década de 1990 fueron establecidas de manera arbitraria en suelos con una fertilidad media a baja. Asimismo, identificaron una generalizada falta de asistencia técnica y seguimiento para los productores, quienes, al igual que la gran mayoría de los productores de palma de aceite en el país, contaban con muy poca experiencia con el cultivo (*ibid.*). En los siguientes apartados se explora la distribución de los suelos con pendiente adecuada y buena aptitud productiva para la producción de este cultivo oleaginoso. De igual manera, se presentan los patrones de distribución de lluvias y se esboza un panorama de las causas implicadas en los elevados rendimientos de esta entidad.

A partir de esta información, tenemos que:

- Del total de la superficie que componen los municipios productores de palma de aceite en estado de Tabasco, solo el 23% (359,791 ha.) se puede considerar de aptitud productiva alta en términos de pendiente y suelos. Todos los municipios productores cuentan extensiones de superficie buena aptitud productiva, salvo por el municipio de Emiliano Zapata.
- Del total del área agrícola probablemente sembrada con palma de aceite en estos municipios, el 37% (92,000 ha.) se localiza en superficie con una pendiente y características del suelo aptas para la producción de este cultivo. Es decir que, a pesar de la elevada productividad en el estado, la probabilidad de que la palma de aceite se produzca en una zona de buena aptitud productiva en Tabasco es aproximadamente de 1 de cada 3 hectáreas, igual que la probabilidad de la región Maya-Lacandona, en Chiapas.
- Seis de los nueve municipios que producen palma de aceite en Tabasco tienen una precipitación media mensual suficiente, con 0 a 3 meses con lluvias acumuladas de <100 mm. De manera coincidente, los municipios con los rendimientos más altos —Jalapa, Tacotalpa, Teapa, Macuspana—, no tienen ningún mes con déficit de precipitación (SIAP, 2021).

En cuanto a las técnicas de manejo, Aguilar et al. (2015) encontraron que entre los municipios de Jalapa, Tacotalpa, Teapa y Macuspana hay productores que se pueden caracterizar por ser adoptadores avanzados de técnicas de manejo más especializadas. Los autores encontraron que factores como el hecho de que las ganancias por la producción de palma de aceite representen el 50% o más del total del ingreso del hogar productor, así como la proximidad de los productores con agentes extensionistas (como las AGI), hacen a los productores de palma de aceite más

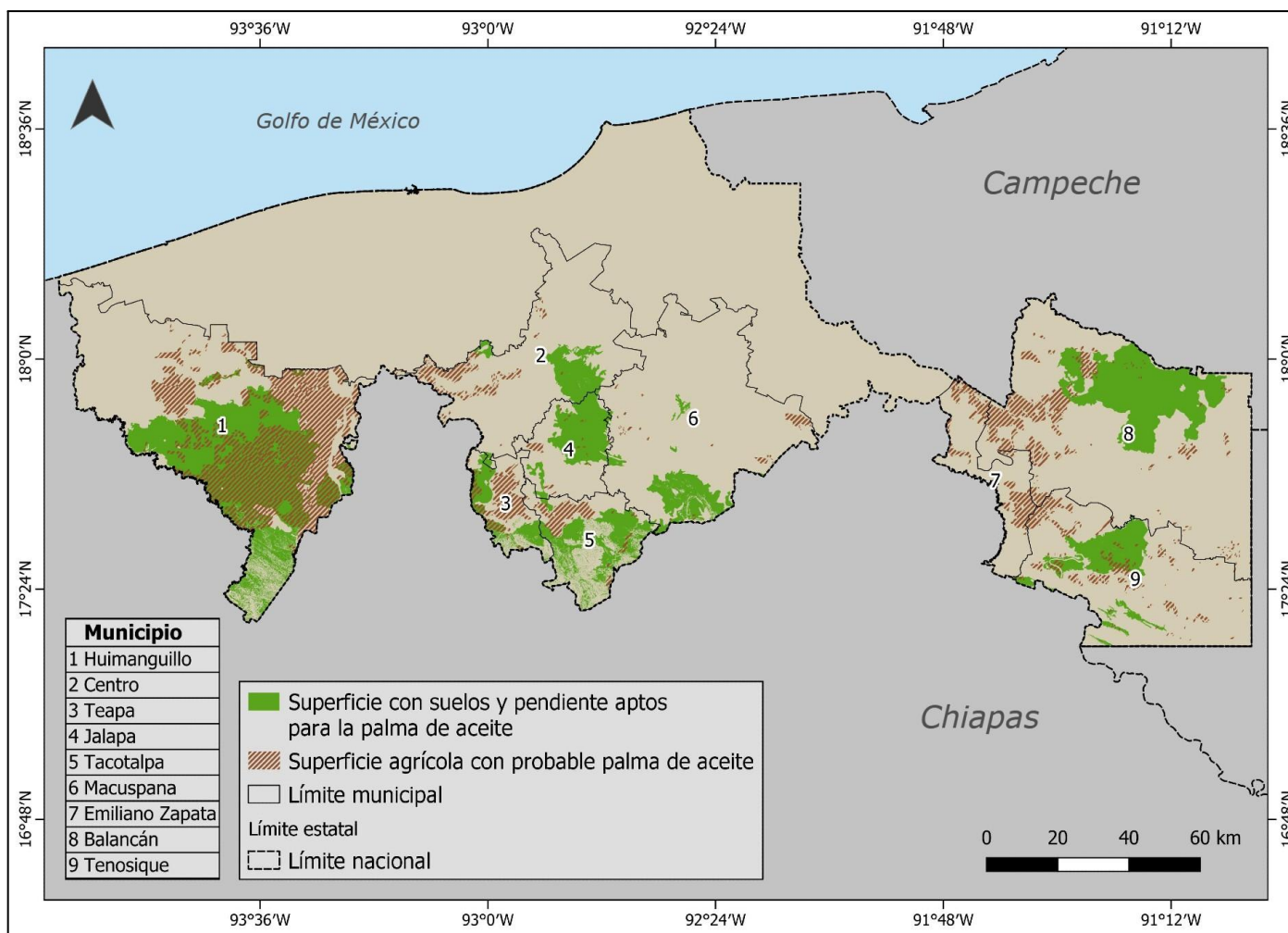


Figura 22. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Tabasco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).

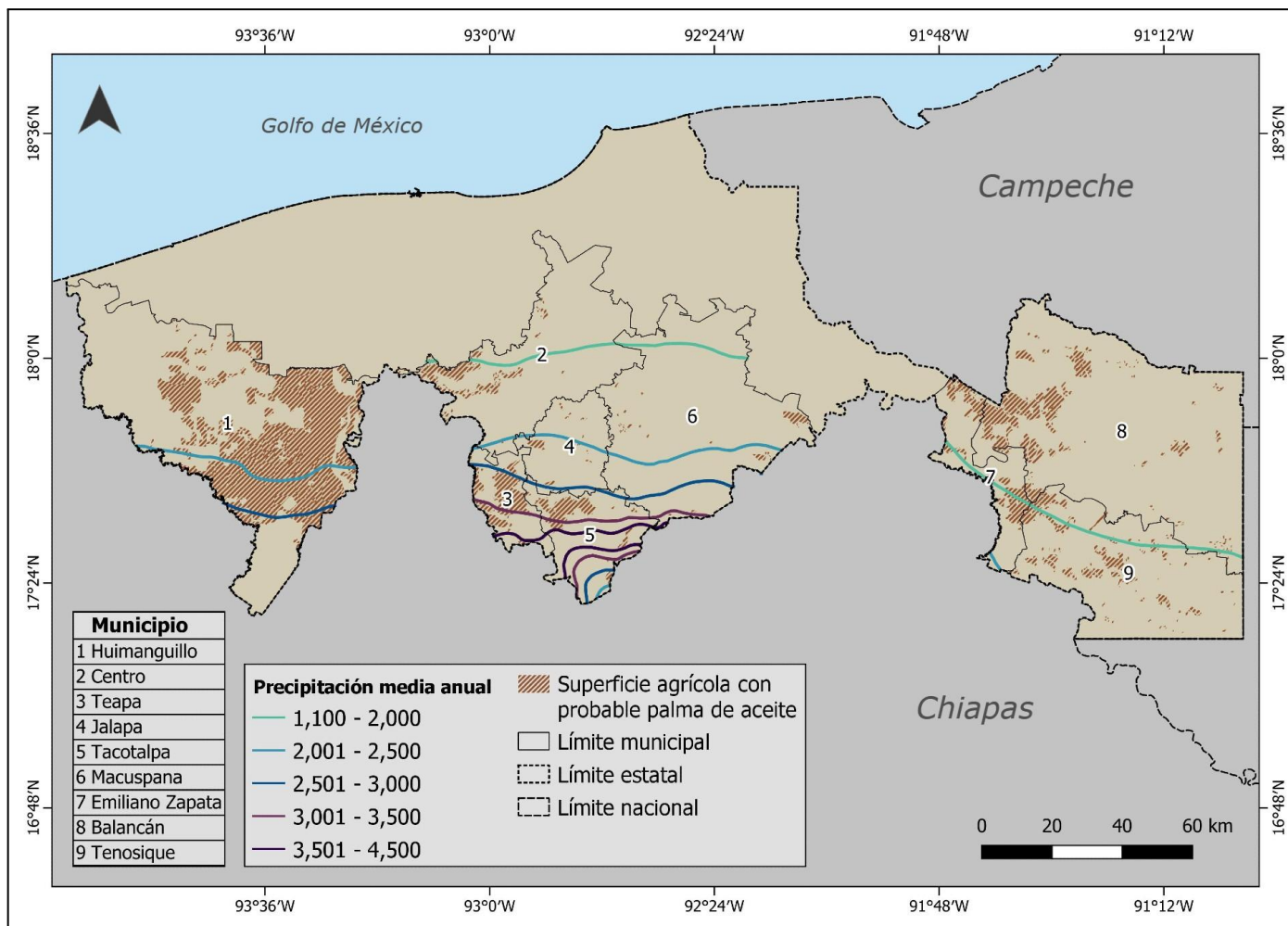


Figura 23. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Tabasco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).

Tabla 4. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en Tabasco.

Municipio	Meses al año con precipitación <100 mm
Balancán	3
Emiliano Zapata	2
Jalapa	0
Macuspana	0
Tacotalpa	0
Teapa	0
Tenosique	4
Centro	4
Huimanguillo	4

Elaboración propia con información de CONAGUA (2021).

proclives a buscar y adoptar técnicas que permitan mejorar la productividad de las plantaciones y la calidad de las cosechas (*ibid.*). Las técnicas implementadas por estos productores de adopción avanzada están relacionadas con la nutrición de las plantas (aplicación de fertilizantes, 2 o más veces al año), la administración y el manejo sostenible de la plantación, así como la organización entre productores y extensionistas para el intercambio de información y experiencias (*ibid.*, Aguilar et al., 2013).

En términos de la aplicación de técnicas de riego, a pesar de que el municipio de Emiliano Zapata tiene una precipitación adecuada (con solo 2 meses de lluvias inferiores a los 100 mm), este es el único municipio del estado con dicha modalidad de producción, sin que su productividad sea particularmente elevada (SIAP, 2021). Finalmente, aun cuando no todos los productores de palma de aceite en Tabasco puedan considerarse como adoptantes de técnicas de manejo especializadas, Aguilar et al. (2015) identificaron que los productores de esta entidad adoptan, cuando menos, las técnicas básicas para el buen manejo de las plantaciones y las cosechas. Esta adopción, aunque básica, puede ser el diferenciador clave de la elevada productividad de Tabasco frente a algunos municipios de Chiapas, así como los estados de Campeche y Veracruz. Esto, a pesar de que Tabasco se caracteriza por condiciones edáficas que se pueden considerar, en su mayoría, poco aptas para la producción de palma de aceite.

2.6 Campeche

Habiendo analizado a las dos entidades más productivas de palma de aceite en el país, nos adentramos ahora a entender la dimensión productiva del estado de Campeche. Al igual que en la mayoría de las regiones productoras del país, en Campeche, la expansión de la palma de aceite careció de una planeación rigurosa para el establecimiento de las plantaciones, pues este cultivo también se extendió por zonas con una baja aptitud productiva en la entidad (Isaac, 2021). Allí, los programas de fomento no contemplaron estrategias que permitieran a los productores hacer frente de manera sostenida a los retos que el contexto productivo imponía, en términos de aptitud de los suelos y, particularmente en este estado, de precipitación (Isaac, 2021).

En cuanto a las tendencias de la productividad, estas han sido generalmente bajas; No obstante, a partir del año 2015 comenzaron a distinguirse dos principales tendencias en los rendimientos, cuando la productividad de los municipios de Palizada y Carmen inició un despunte en comparación con el resto de los municipios. Asimismo, las investigaciones en torno a la producción de palma de aceite se han concentrado en estos dos municipios, además de que son de los más productivos en el estado y dos de los que cuentan con la mayor superficie sembrada con palma de aceite a nivel nacional. A continuación, se presenta la distribución de las zonas con buena aptitud productiva y los patrones de precipitación promedio anual.

A partir de estos mapas, podemos decir que:

- Del total de la superficie que componen los municipios productores de palma de aceite en el estado de Campeche, solo el 12% (373,834 ha.) se puede considerar superficie de aptitud productiva buena en términos de pendiente y características del suelo. Los suelos de buena aptitud se encuentran distribuidos principalmente en los municipios de Candelaria, Campeche y Champotón, aunque estos municipios no se caracterizan por tener rendimientos elevados en comparación con el resto de los municipios productores (SIAP, 2021).
- Del total del área agrícola sembrada con probable palma de aceite en el estado, solo el 13% (23,898 hectáreas), se localiza en superficie con una pendiente y características del suelo aptas para la producción de este cultivo.

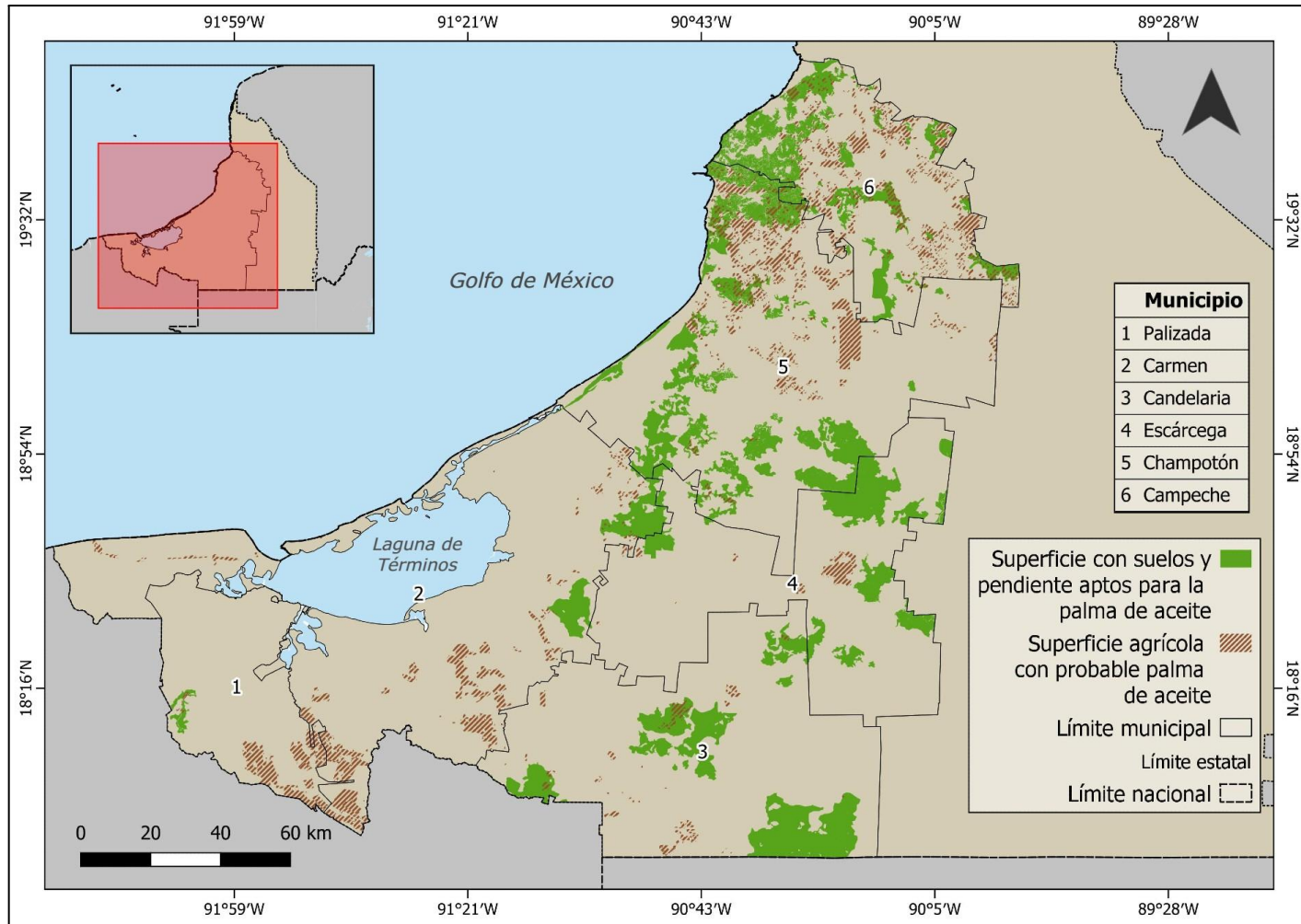


Figura 24. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Campeche. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).

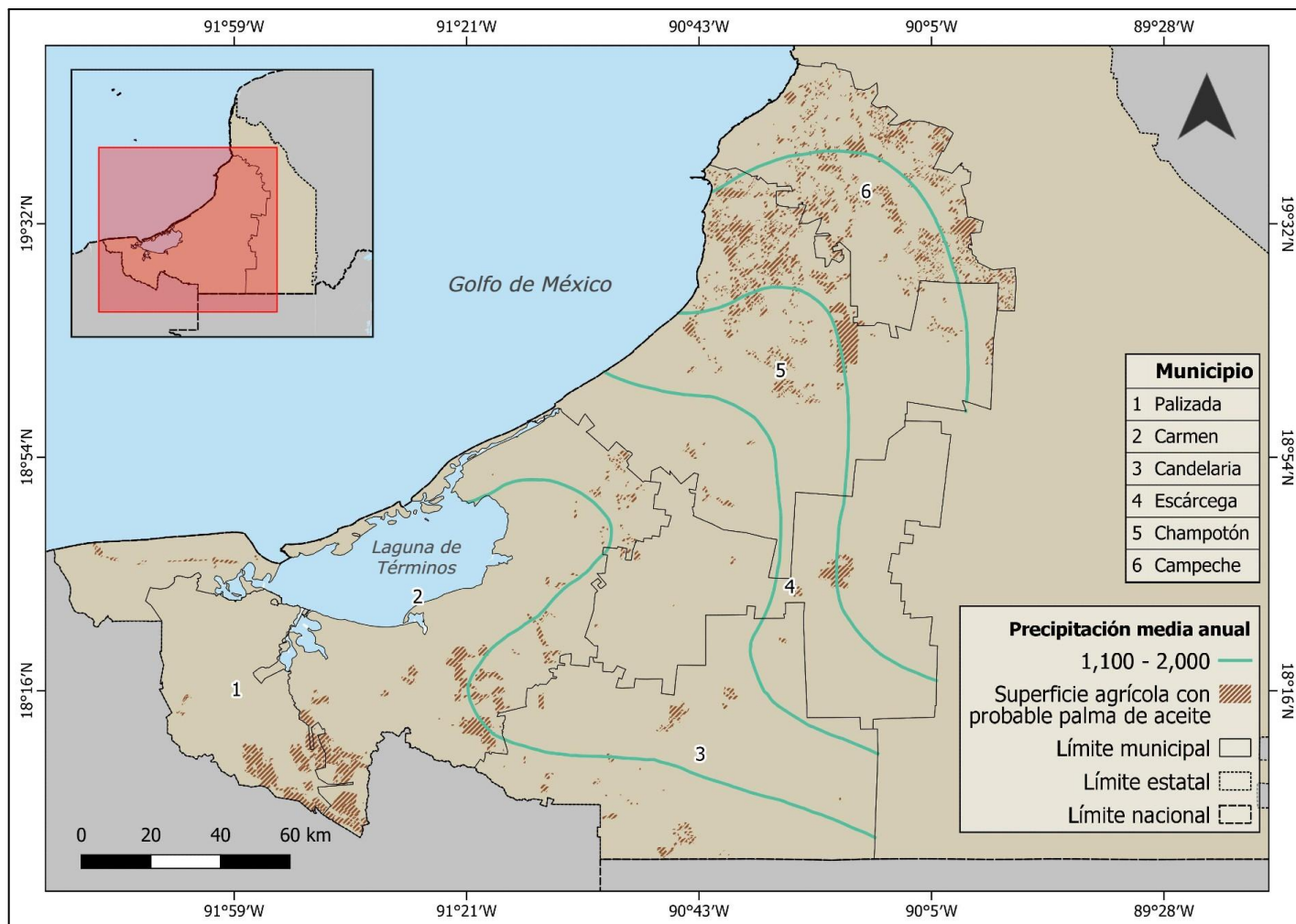


Figura 25. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Campeche. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).

Tabla 5. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en Campeche.

Municipio	Meses al año con precipitación <100 mm
Campeche	6
Carmen	5
Champotón	5
Escárcega	5
Candelaria	5
Palizada	3

Elaboración propia con información de CONAGUA (2021).

- La precipitación en la mayoría de los municipios es deficiente, similar a lo que ocurre en la región Istmo-Soconusco, en Chiapas. Estos tienen de 5 a 6 meses de precipitación media mensual inferior a los 100 mm, con excepción del municipio de Palizada, el municipio con los rendimientos más elevados en la entidad desde 2015 (SIAP, 2021).

Considerando lo anterior, Campeche ha demostrado tener una de las condiciones ambientales más adversas hasta el momento analizadas para la productividad de la palma de aceite en México. De acuerdo con Isaac (2021), el principal motivo por el cual la productividad de esta entidad ha sido de las más bajas en el país es debido a que no se cuenta infraestructura de riego suficiente ante a falta de precipitación óptima para la producción de este cultivo. Adicionalmente, los patrones de precipitación son desproporcionados a lo largo del año, pues la mayor parte de las lluvias se concentra en el verano (CONAGUA, 2022). De la poca infraestructura de riego existente, la mayoría no opera en toda su capacidad, lo que imposibilita proveer a las plantaciones del suministro requerido durante los meses de baja precipitación (Isaac, 2021). Estas deficiencias hídricas hacen que entre el 15% y 25% de la mayor productividad de este cultivo se concentre en un solo mes del año, lo que genera problemas de captación para las plantas extractoras, así como de transporte y labores de cosecha (*ibid*). A pesar de lo anterior, la superficie de la palma de aceite bajo la modalidad de riego sigue siendo hoy en día mucho menor a la superficie de temporal, además de que la superficie que sí cuenta con riego se localiza únicamente en los municipios de Palizada, Carmen y, en años recientes, Campeche.

De acuerdo con Isaac et al. (2016), el establecimiento de sistemas de riego para este cultivo formó parte de las promesas que acompañaron a los esfuerzos de promoción de la palma

de aceite en la entidad en el marco del Programa Nacional Palma de Aceite, a finales de la década de 1990. No obstante, aun cuando ya se había iniciado con la siembra de los ejemplares, la instalación de la infraestructura de riego no había sido finalizada (*ibid*). Más adelante, la poca infraestructura que había fue paulatinamente abandonada e incluso desmantelada por parte de los mismos productores debido a los elevados costos de mantenimiento, que superaban su capacidad de reinversión (Isaac, 2014). De esta manera, la producción de palma de aceite en Campeche dio comienzo con apenas un 41% de la superficie sembrada bajo la modalidad de riego (Isaac, 2021). Esto ocasionó que las primeras cosechas en la entidad fueran sumamente tardías, pues aunque las plantaciones se establecieron desde 1998, las primeras cosechas no se registraron sino hasta el año 2006, 8 años después de la siembra (SIAP, 2021). Lo anterior implica un retraso de al menos 5 años en la producción de racimos de fruto fresco, pues la palma de aceite toma entre 1 y 3 años en ser productiva, dependiendo de las semillas y las técnicas de manejo implementadas (Isaac, 2021). A causa de estos eventos, entre los años 2005 y 2006, el cultivo fue parcialmente abandonado y la superficie sembrada con palma de aceite en Campeche se redujo en casi un 50%, pasando de 6,000 a 3,145 hectáreas sembradas (Rosas et al., 2018; SIAP, 2020) (figura 11).

Además de la infraestructura de riego, otra de las técnicas de manejo que no ha logrado ser establecida en la entidad a causa de diversos factores, es la aplicación de esquemas de fertilización suficientes y sostenibles que los productores puedan realmente mantener con sus ganancias. En ese sentido, la Unión de Palmicultores del Milenio (UPM), una de las uniones de productores de palma de aceite de mayor presencia en el estado, propuso un esquema de fertilización y aplicación de mano de obra que, de acuerdo con la misma organización, permitiría alcanzar las 19 toneladas por hectárea. No obstante, estas recomendaciones han sido adoptadas solo de manera parcial (Isaac, 2019), pues en Campeche aproximadamente solo el 43% de los productores aplica fertilizantes a las plantaciones (Isaac, 2021), y se estima que la mano de obra es de cerca del 20% menos que la recomendada (Isaac et al., 2016). En términos de las relaciones y redes de conocimiento entre productores, así como entre estos y extensionistas, Isaac (2016) identificó que aproximadamente la mitad de los productores implementa prácticas y técnicas de manejo con base en su propia experiencia, mientras que la otra mitad se apoya principalmente en la asesoría brindada por la administración de la Unión de Palmicultores del Milenio. Al respecto, cabe señalar que no se cuenta con información suficiente que permita concluir la medida en la que el estado de Campeche se pudo haber beneficiado de las Agencias de Gestión de la Innovación establecidas dentro del Proyecto Transversal Trópico Húmedo (2012).

Finalmente, es necesario considerar el incremento paulatino que se ha registrado en los rendimientos de los municipios de Carmen y Palizada que, de acuerdo con Isaac (2021), es en

esos municipios donde se localizan un creciente número de productores y empresas agroindustriales. En ese sentido, es probable que este incremento de la productividad pueda estar asociado a una mayor capacidad de implementación de técnicas de producción más sofisticadas y especializadas en comparación con los pequeños productores del sector social del estado que, en su mayoría, dependen de los apoyos del gobierno para este tipo de actividades (Isaac, 2016). De acuerdo con este autor, buenas prácticas de manejo combinadas con riego complementario se podrían contribuir a alcanzar entre 24 y 26 ton/ha, aunque asegura que tan solo mejorando las técnicas de manejo, en condiciones de temporal, las plantaciones podrían alcanzar rendimientos de 20 ton/ha (Isaac, 2021).

2.7 Veracruz

Por último, se analiza la baja productividad del estado de Veracruz. Al respecto, aunque Pérez et al. (2016) señalan que los rendimientos de esta entidad pueden alcanzar las 20 ton/ha al año, los datos del SIAP nos permiten ver que, en la mayoría de los casos, los municipios alcanzan apenas entre 5 y 10 ton/ha al año (SIAP, 2021) (figura 15). Acerca de este estado, la revisión bibliográfica realizada permitió identificar que son todavía pocas las investigaciones enfocadas en analizar las condiciones en las que se produce este cultivo en Veracruz, por lo que el conocimiento sobre desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en este estado es limitado. A continuación, se hace una evaluación de las condiciones de pendiente, suelos, así como de la precipitación media anual y mensual en cada uno de los estados productores:

A partir de esta información, podemos decir que:

- Del total de la superficie que componen los municipios productores de palma de aceite en el estado de Veracruz, un 60% (638,220 ha.) se puede considerar de aptitud productiva alta, en términos de pendiente y características del suelo.
- Del total del área agrícola probablemente sembrada con palma de aceite en esta zona productora, el 48% (95,386 ha.) se localiza en superficie con una pendiente y características del suelo aptas para la producción de este cultivo. Esto hace de los municipios productores de palma en Veracruz la segunda región con mayor probabilidad de producir palma de aceite en zonas de buena aptitud productiva, después del Istmo-Soconusco, en Chiapas. Sin embargo, la productividad del estado de Veracruz es la más baja de las 4 entidades (figura 15).

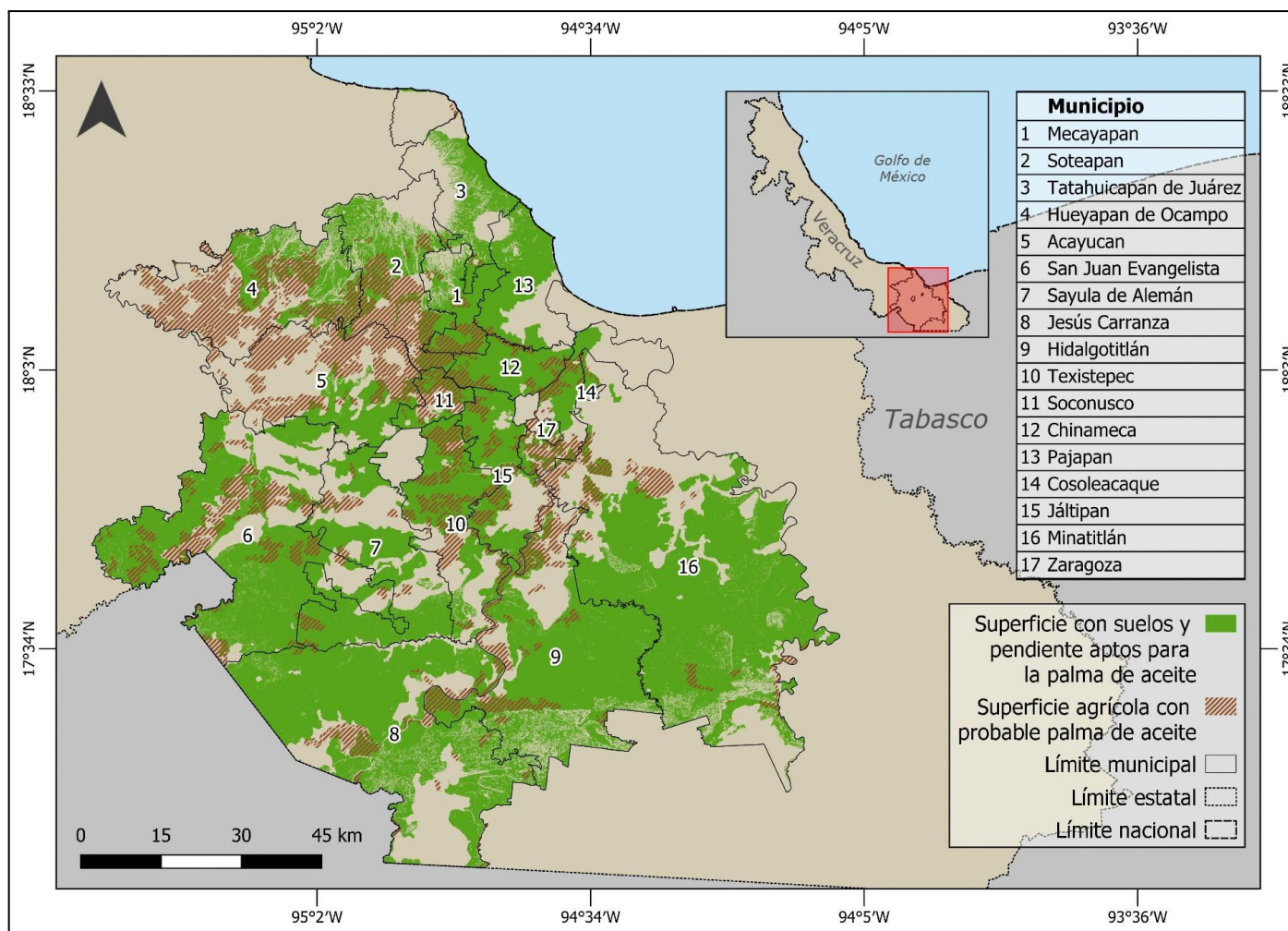


Figura 26. Distribución de zonas con buena aptitud productiva para la palma de aceite y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Veracruz. Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2014, 2018).

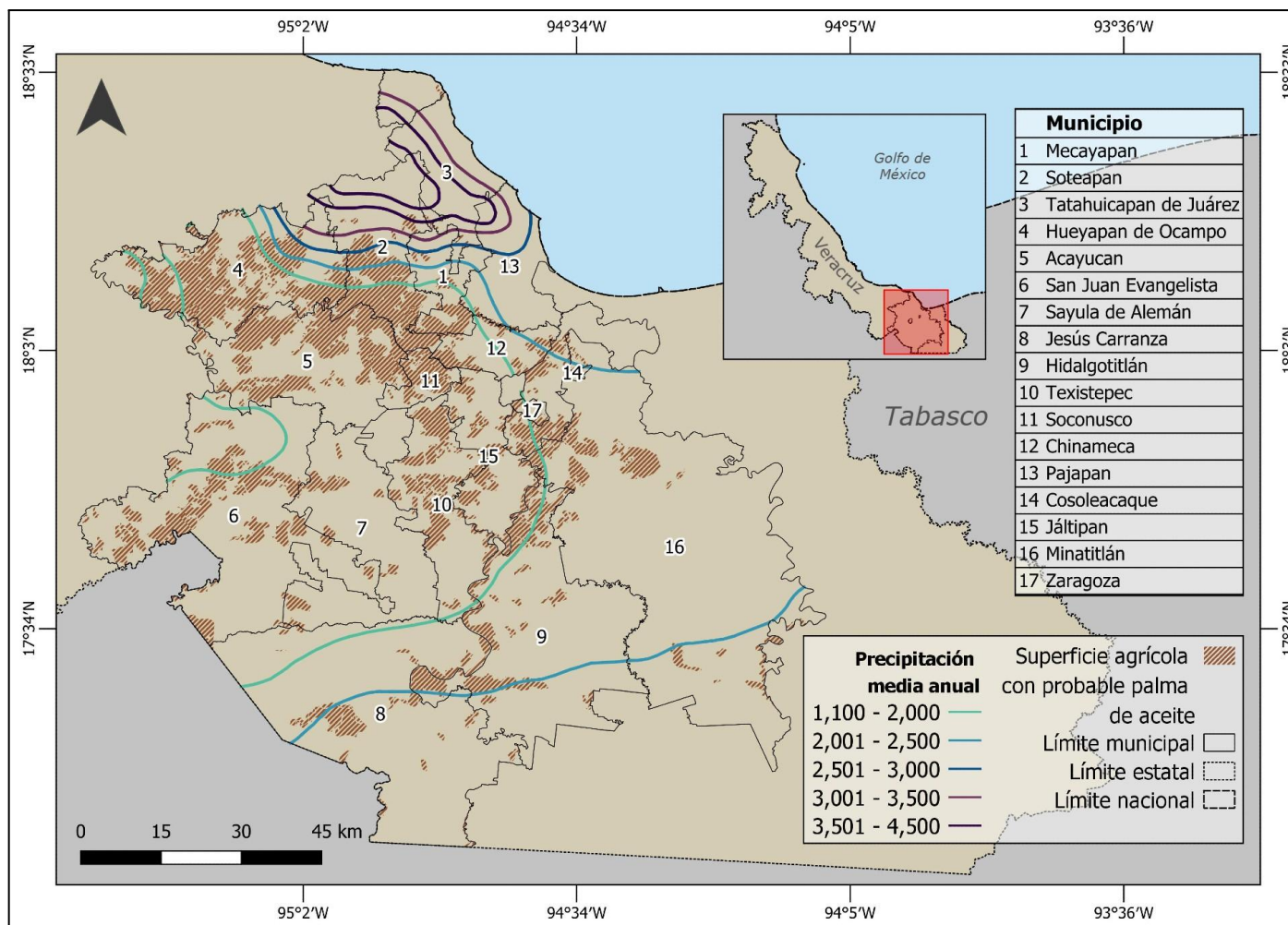


Figura 27. Distribución de la precipitación media anual y de la superficie probablemente sembrada con palma de aceite en Veracruz Elaboración propia con datos de INEGI (2021, 2012, 2006 y 2018).

Tabla 6. Total de meses al año con precipitación media mensual inferior a los 100 mm, por municipio, en Veracruz.

Municipio	Meses al año con precipitación <100 mm
Pajapan	2
Mecayapan	1
Acayucan	4
Hueyapan de Ocampo	4
Jesús Carranza	2
Texistepec	3
Zaragoza	2
Chinameca	3
Cosoleacaque	3
Minatitlán	4
Soteapan	2
Hidalgotitlán	2
Tatahuicapan de Juárez	0
Jáltipan	3
San Juan Evangelista	4
Sayula de Alemán	3
Soconusco	4

Elaboración propia con información de CONAGUA (2021).

- La mayoría de los municipios tiene una precipitación buena a aceptable para la producción de palma de aceite, yendo de los 0 a los 3 meses con una precipitación media mensual inferior a los 100 mm. Únicamente los municipios de Hueyapan de Ocampo, Acayucan, San Juan Evangelista y Minatitlán tienen 4 meses continuos al año con estas condiciones de precipitación bajas para la producción de este cultivo.

Considerando lo anterior, podemos asegurar que, entre las regiones productoras de palma de aceite en México, estos municipios de Veracruz cuentan con una de las mejores condiciones de producción para este cultivo. Al respecto, de acuerdo con el INIFAP, algunas zonas de los municipios de Jáltipan y Las Choapas tienen la mejor aptitud para producir este cultivo en el estado (Santacruz et al., 2014), sin embargo, el municipio de Las Choapas no cuenta con producción de palma de aceite. En términos de precipitación, la región que componen los

municipios productores de este cultivo en el estado de Veracruz cuentan con una precipitación suficiente en su mayoría, con 5 de 17 municipios con una precipitación inferior a los 100 mm durante 4 meses al año.

Aunque es poca la información disponible acerca de las prácticas de manejo (y acerca de cualquier otro aspecto de la producción de este cultivo en el estado), es posible inferir que, al igual que Campeche y la región Maya-Lacandona de Chiapas, este estado no ha sido una excepción en términos de la falta de asistencia técnica y aplicación de esquemas de fertilización parciales, lo que ha ocasionado baja productividad y pérdidas por el desconocimiento sobre el manejo de las plantaciones (Pérez et al., 2016). Ejemplo de lo anterior es que, como consecuencia de las dificultades que la producción de este cultivo representaba para los productores rurales, las plantaciones de palma de aceite sembradas en 1998 (en el marco del Plan Nacional Palma de Aceite) fueron retiradas en su totalidad al año siguiente, en 1999. Como consecuencia, la palma de aceite dejó de producirse en Veracruz por un total de 3 años (*ibid.*, SIAP 2021) (figura 11). Finalmente, las plantaciones de este cultivo en el estado son todas de la modalidad de temporal, aunque la mayoría de los municipios no requiere de riego complementario.

En resumen, podemos concluir que la elevada productividad de Chiapas se debe principalmente al tipo de suelo predominante en la región del Istmo-Soconusco, lo que coincide con lo expuesto por Pérez y Villafuerte (2021), Castellanos (2021) y Santacruz et al. (2014). Las características del suelo y su aptitud para la producción de la palma de aceite se ven potenciados por la aplicación incluso parcial de los esquemas de fertilización recomendados en los paquetes tecnológicos de los programas de fomento a este cultivo. Aunque, a pesar de esta elevada productividad, los rendimientos de la región Istmo-Soconusco de Chiapas pueden considerarse más bien estacionales (fluctuantes según sea estación de lluvias o secas) por el prolongado periodo que pasan todos los municipios con precipitaciones inferiores a los 100 mm de media mensual (tabla 3). Además, muy pocos municipios cuentan con infraestructura de riego que permita hacer frente a este condicionante ambiental en dicha región.

En Tabasco, los rendimientos de todos los municipios dedicados a la producción de palma han guardado una mayor semejanza entre sí, a diferencia de las dos regiones productoras de Chiapas, y se puede decir que la productividad del estado es en general alta. Al respecto, se identifica que la adopción de técnicas de manejo, cuando menos básicas, son la principal causa de estos rendimientos. De igual manera, se reconoce que la formación de redes de conocimiento entre los mismos productores, así como entre productores y extensionistas, es uno de los factores más relevantes para la adopción de dichas técnicas de manejo más avanzadas, que han permitido mejorar la productividad del cultivo en el estado.

En cuanto a los rendimientos de Campeche y de Veracruz, las condiciones ambientales del contexto productivo (en Campeche) y las técnicas de manejo (en Veracruz) se identifican como sus principales causas. Por una parte, el contexto productivo de Campeche impone importantes retos para la producción, tanto por la aptitud de los suelos como por la precipitación. Estos aspectos pueden considerarse como causas directas de la baja productividad. Al respecto, las investigaciones consultadas han permitido identificar que estos retos de la producción frecuentemente han rebasado las capacidades de manejo de la mayoría de los pequeños productores dedicados a este cultivo. Esto debido a que los costos de los insumos para la producción, como los fertilizantes e infraestructura de riego, superan la posibilidad de reinversión de los productores debido a que los bajos rendimientos no les permiten generar las ganancias suficientes. Esto deriva, en consecuencia, en una fuerte dependencia de los apoyos gubernamentales para impulsar las plantaciones.

Por su parte, las condiciones ambientales de los municipios productores de palma de aceite en Veracruz son de las mejores de entre todos los municipios donde se produce este cultivo en el país. A pesar de que las condiciones son positivas y, en apariencia, no requieren de una extensiva aplicación de fertilizantes o de riego complementario, la productividad de los municipios de Veracruz es en general baja. Al respecto, la poca investigación disponible en torno a este fenómeno sugiere que, en las plantaciones de dicho estado, el conocimiento e implementación de técnicas de manejo básicas no es suficiente, aunque son necesarias más investigaciones sobre estos aspectos para poder concluir la causa de esta tendencia.

Sobre la productividad de estos dos últimos estados (Campeche y Veracruz), cabe señalar que, ante las dificultades técnicas que se suscitaban en la producción del cultivo a inicios de la primera década del 2000, la SAGARPA retomó el proyecto de fomento a la palma de aceite y gestionó el establecimiento del Sistema Producto de la Palma de Aceite (SAGARPA, 2005). Este proyecto tuvo por objetivo fortalecer la cadena de valor de este cultivo y del aceite de palma y estuvo enfocado también en incrementar y mejorar la producción, distribución y el consumo del aceite (ANIAME, 2004). Para la implementación de este plan propuesto a través del Sistema Producto, se contempló la creación de un comité, compuesto por actores a distintos niveles de la cadena de suministro, el cual se regiría por un Plan Rector (SAGARPA, 2005). Dicho plan encaminaría las acciones del comité y sería la guía para lograr las metas y objetivos planteados (Castro, 2009a). De acuerdo con Isaac (2021), si bien el Sistema Producto pretendía contribuir a la estructuración de una cadena de producción eficiente e integrada, el sistema resultó ser una organización deficiente, a través del cual se realizaron diagnósticos parciales sobre los diferentes contextos productivos de este cultivo en el país, derivando en una baja productividad.

Capítulo 3. Dimensión económica de los sistemas productivos de palma de aceite en México

La última dimensión a analizar sobre los sistemas productivos de palma de aceite en México es la dimensión económica, misma que es examinada a través de las principales tendencias registradas en el precio por tonelada de cosecha. Este precio puede representar: a) el pago que reciben los productores por la tonelada de racimo de fruto fresco comprada por las plantas procesadoras o los intermediarios directamente en la parcela de producción, o b) puede representar el pago que reciben los productores una vez que estos, o la cooperativa, han trasladado las cosechas a la planta procesadora (Fletes y Bonanno, 2015; Aguilar et al., 2013). En ese sentido, el precio de las cosechas dependerá, en primera instancia, de dónde sean comprados los frutos. En el presente apartado, la reconstrucción de las causas del desarrollo de la dimensión económica de los sistemas productivos de palma de aceite en México se hace a partir de las tendencias identificadas en el precio medio rural. Como ha comentado antes, esta es una de las 3 variables seleccionadas de las estadísticas agrícolas reportadas por el SIAP (2021). A su vez, esta variable se refiere específicamente al precio promedio al cual se ha pagado la tonelada de racimos de fruto fresco en la parcela de producción (*ibid.*). Adicional a esto, actualmente no se cuenta con bases de datos actualizadas y accesibles que permitan entender, además, cómo ha sido la dinámica de precios cuando el pago se recibe en la planta procesadora, posterior al traslado por parte de los productores.

Entonces, el análisis de las causas que han dado lugar a las tendencias en el precio medio rural de las cosechas de palma de aceite en México permite adentrarnos en los diferentes procesos de mercado, acuerdos políticos e incluso condiciones geográficas que han influido en la dimensión económica de los sistemas productivos de este cultivo en el país. Como se puede observar en la figura 28, la variable del precio medio rural es aquella en la cual las entidades productoras han mostrado un mayor grado de similitud entre sí a través del tiempo, esto en comparación con la superficie sembrada y los rendimientos.

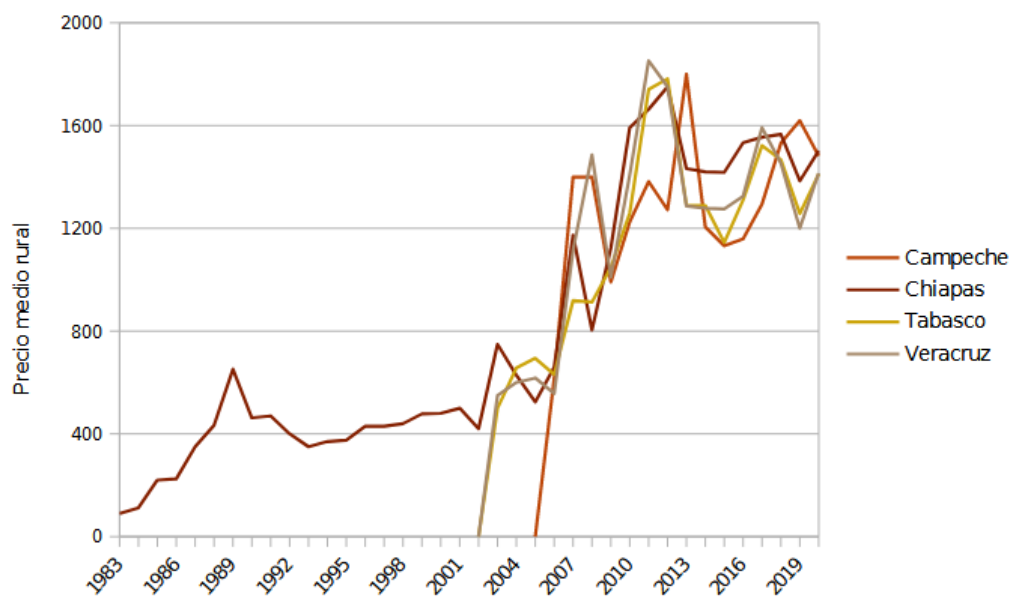


Figura 28. Estimación de la evolución del precio por tonelada de racimo de fruto fresco a nivel nacional. Elaboración propia con datos de SIAP (2021).

En ese sentido, los cuestionamientos que rigen al presente apartado son: ¿Cuáles son los principales factores que afectan al precio medio rural de las cosechas de palma de aceite en México?, y ¿cuál es la causa de la similitud en el precio medio rural entre las entidades productoras? Al respecto, es posible asegurar que las principales causas están asociadas al aceite crudo de petróleo (Ávila y Ávila, 2015), a la fijación del precio medio internacional del aceite crudo de palma en la ciudad Rotterdam, Países Bajos (FEMEXPALMA, 2020; Corley y Tinker, 2016, p. 483), así como a los acuerdos establecidos, en la escala nacional, entre instancias gubernamentales y la industria alimentaria (Trejo, 2020).

3.1 El precio de la palma de aceite a nivel internacional

El precio internacional del aceite de palma se encuentra determinado, en primera instancia, por dos principales dinámicas que tienen lugar en el sureste asiático. La primera de ellas es la determinación del precio del aceite crudo de palma en función de sus existencias o *stock* en Malasia (Ávila y Ávila, 2015; Mazariegos et al., 2014; Fletes y Bonanno, 2015). En un año dado, a medida en la que las existencias de aceite crudo de palma (CPO, por sus siglas en inglés) incrementan en Malasia a causa de la productividad estacional, los precios del aceite de palma bajan y viceversa (Fry, 2019; Behera y Yamagata, 2018). Un segundo proceso determinante para el precio del aceite de palma en la región del sur y sureste asiático es el precio del diésel de

Singapur (ITA, 2016). La relación entre los precios de ambos productos, aceite de palma y diésel, se debe a que en el sureste asiático la utilización del aceite de palma como combustible tiene una gran relevancia y se posiciona como un producto de elevada competitividad en el mercado de los combustibles (*ibid.*). Así, para el continente asiático, los precios del diésel de Singapur funcionan como índice de referencia para el precio de los combustibles, al ser dicho país uno de los centros de refinación y de comercio de combustibles fósiles más importantes del continente y del globo (*ibid.*). Además, los precios del diésel de Singapur se encuentran en estrecha relación con los precios del *shale oil*, uno de los combustibles fósiles más importantes en el mercado (Fry, 2019).

Una vez que se establece el precio del aceite crudo de palma en el continente asiático, una porción considerable de esta materia es exportada al continente europeo, específicamente al puerto de Rotterdam, Países Bajos, donde se ubica uno de los puertos claves de Europa y el principal nodo receptor de aceite de palma en el continente (Statista, 2020; Pérez y Villafuerte, 2021; Trejo et al., 2020). Este puerto constituye un mercado de considerable liquidez para el aceite de palma, ya que hay una elevada disponibilidad de esta materia, de compradores y vendedores, además de que allí se localizan las refinaciones de aceite de palma con los principales compradores de esta materia a nivel global (Cuéllar, 2016). Al respecto, para la determinación del precio medio internacional del aceite de palma, se toma en consideración el CIF Rotterdam, que se refiere al costo, seguro y flete (*cost, insurance, freight*) que cubren las compañías importadoras de aceite de palma ya en Rotterdam (*ibid.*; OECD, 2013). De manera similar a lo que ocurre en el sureste asiático, la fijación del precio del aceite de palma en Rotterdam considera, además del CIF, el precio de un combustible fósil: El petróleo Brent, el cual funciona como referencia para el precio del crudo en Europa (Fry, 2019; CME Group, 2018). Como se verá más adelante, México y otros países se han basado en la dinámica de mercado del aceite crudo de palma en Rotterdam para fijar el precio por tonelada de racimo de fruto fresco.

3.2 El precio de la palma de aceite en México

En México, el precio de las cosechas de la palma de aceite se paga a una tasa del 12.5% respecto al precio medio internacional de la tonelada de aceite crudo de palma que se establece en Rotterdam (Pérez y Villafuerte, 2021; Trejo et al., 2020). Este precio es el resultado de un acuerdo establecido entre la entonces SAGARPA y la Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas (ANIME), en el marco del Programa Nacional Palma de Aceite, establecido a finales de la década de 1990 (Trejo, 2020). A partir de este programa se estableció, además, que la comercialización de las cosechas sería llevada a cabo a través de plantas extractoras o

procesadoras de los frutos, las cuales en un inicio estaban representadas en su totalidad por compañías privadas (*ibid.*; Linares et al. 2017).

Para ilustrar la dinámica de los precios de la tonelada de racimos de fruto fresco tomemos como ejemplo el precio medio internacional del aceite crudo de palma en el año 2008, que fue aproximadamente de \$11,622 pesos mexicanos del 2008 (IndexMundi, 2022; Banxico, 2022). En este caso, el 12.5% de este monto (que sería el precio por tonelada de cosecha en México) equivaldría a \$1,453 MXN. Sin embargo, de acuerdo con el SIAP (2021), para este año en particular, el precio estimado por tonelada de cosechas en México osciló los \$913 pesos. Esto daría como resultado una estimación de pago a los productores de un 7.8% por tonelada de cosecha respecto al precio medio internacional del aceite crudo de palma (tabla 7), y no de un 12.5%.

Como se comentó con anterioridad, el precio pagado a los productores refleja también los costos de transporte implicados y la calidad de las cosechas. En relación con este último aspecto, la calidad se puede ver afectada por el punto de maduración de los frutos, ya que mientras más verdes sean estos, menor será el precio a pagar (SAGARPA y CUESTAAM, 2014). Además, una importante consideración que se hace es el tiempo transcurrido entre el corte del racimo y la entrega del mismo en la planta procesadora (Santacruz et al., 2011). Este lapso no debe superar las 24 horas, ya que el avance del proceso de descomposición de los frutos reduce la calidad del aceite que se puede obtener a partir de ellos (Trejo et al., 2020; Byerlee et al., 2017, p. 20). Todo esto, en conjunto, afecta tanto el precio pagado en parcela, como el precio pagado en la planta extractora. Acerca de esto, los productores reportan que el precio fijado por los compradores privados (plantas extractoras e intermediarios) es deliberado e injusto, asegurando que los productores podrían percibir ganancias mayores, aun si ellos mismos contaran con el medio de transporte necesario y costearan el traslado de las cosechas hacia la planta extractora (Fletes y Bonanno, 2015; Linares et al. 2017).

Tabla 7. Precios de la tonelada de aceite crudo de palma (CPO) a escala internacional en USD, en pesos mexicanos, y tasas del 12.5% y precio medio de las cosechas en pesos mexicanos.

Año	Precio CPO (ton en USD)	MXN-USD	Precio CPO (ton en MXN)	Tasa del 12.5%	Precio medio rural	Diferencia en porcentaje
1992	\$ 397	\$ 3	\$ 1,228	\$ 153	\$ 400	261%
1993	\$ 378	\$ 3	\$ 1,177	\$ 147	\$ 350	238%
1994	\$ 528	\$ 3	\$ 1,791	\$ 224	\$ 370	165%
1995	\$ 628	\$ 6	\$ 4,038	\$ 505	\$ 375	74%

Continuación

Año	Precio CPO (ton en USD)	MXN-USD	Precio CPO (ton en MXN)	Tasa del 12.5%	Precio medio rural	Diferencia en porcentaje
1996	\$ 531	\$ 8	\$ 4,035	\$ 504	\$ 430	85%
1997	\$ 546	\$ 8	\$ 4,321	\$ 540	\$ 430	80%
1998	\$ 671	\$ 9	\$ 6,143	\$ 768	\$ 219	29%
1999	\$ 436	\$ 10	\$ 4,165	\$ 521	\$ 319	61%
2000	\$ 310	\$ 9	\$ 2,934	\$ 367	\$ 320	87%
2001	\$ 287	\$ 9	\$ 2,684	\$ 335	\$ 333	99%
2002	\$ 411	\$ 10	\$ 3,974	\$ 497	\$ 210	42%
2003	\$ 477	\$ 11	\$ 5,144	\$ 643	\$ 416	65%
2004	\$ 499	\$ 11	\$ 5,635	\$ 704	\$ 491	70%
2005	\$ 451	\$ 11	\$ 4,906	\$ 613	\$ 511	83%
2006	\$ 508	\$ 11	\$ 5,542	\$ 693	\$ 548	79%
2007	\$ 817	\$ 11	\$ 8,924	\$ 1,116	\$ 899	81%
2008	\$ 1,043	\$ 11	\$ 11,622	\$ 1,453	\$ 1,050	72%
2009	\$ 741	\$ 13	\$ 10,004	\$ 1,251	\$ 1,057	85%
2010	\$ 933	\$ 13	\$ 11,783	\$ 1,473	\$ 1,302	88%
2011	\$ 1,193	\$ 12	\$ 14,834	\$ 1,854	\$ 1,600	86%
2012	\$ 1,043	\$ 13	\$ 13,740	\$ 1,718	\$ 1,664	97%
2013	\$ 871	\$ 13	\$ 11,119	\$ 1,390	\$ 1,237	89%
2014	\$ 837	\$ 13	\$ 11,141	\$ 1,393	\$ 1,170	84%
2015	\$ 663	\$ 16	\$ 10,535	\$ 1,317	\$ 1,174	89%
2016	\$ 736	\$ 19	\$ 13,749	\$ 1,719	\$ 1,261	73%
2017	\$ 751	\$ 19	\$ 14,197	\$ 1,775	\$ 1,470	83%
2018	\$ 639	\$ 19	\$ 12,286	\$ 1,536	\$ 1,544	101%
2019	\$ 602	\$ 19	\$ 11,586	\$ 1,448	\$ 1,358	94%
2020	\$ 754	\$ 21	\$ 16,206	\$ 2,026	\$ 1,440	71%

Elaboración propia con datos de IndexMundi (2022) y Banxico (2022).

Además, autores como Castro (2009a) y Santacruz et al. (2014) aseguran que tan solo los costos de transporte pueden representar una reducción de hasta el 40% de las ganancias de los productores. De acuerdo con la información publicada por el SIAP (2021), desde la implementación del Plan Nacional Palma de Aceite (1998), el precio estimado de las cosechas en México ha sido de aproximadamente un 21% menos respecto a la tasa de pago del 12.5%,

habiendo muy pocos años donde esta diferencia se haya acercado o superado el 40%, como mencionan dichos autores (figura 29).

Por supuesto, esto es solo una generalización de lo que ocurre a nivel nacional, y es muy probable que, en efecto, haya zonas productoras para las cuales, en promedio, los costos de transporte representen una reducción del 40% sobre el total de sus ganancias en cada ciclo de cosechas. Al respecto, es importante recordar la falta de disponibilidad de bases de datos accesibles que permitan conocer la verdadera tasa de pago establecida en las diversas plantas extractoras del país a lo largo de estos años. Esto impide hacer una evaluación certera de la diferencia entre el precio de las cosechas al 12.5% del precio internacional del CPO y el precio realmente pagado a los productores.

Aunque por ahora es difícil hacer una estimación más precisa sobre esta diferencia de precios, es un hecho que esta ha generado descontento entre los productores rurales de palma de aceite (Fletes y Bonanno, 2015). Ante esta inconformidad, los administradores de las plantas procesadoras argumentan que la dinámica del precio es un proceso neutral y ajeno a su control, dirigido más bien por la dinámica del mercado internacional, por lo que los precios son imparciales y legítimos (*ibid.*).

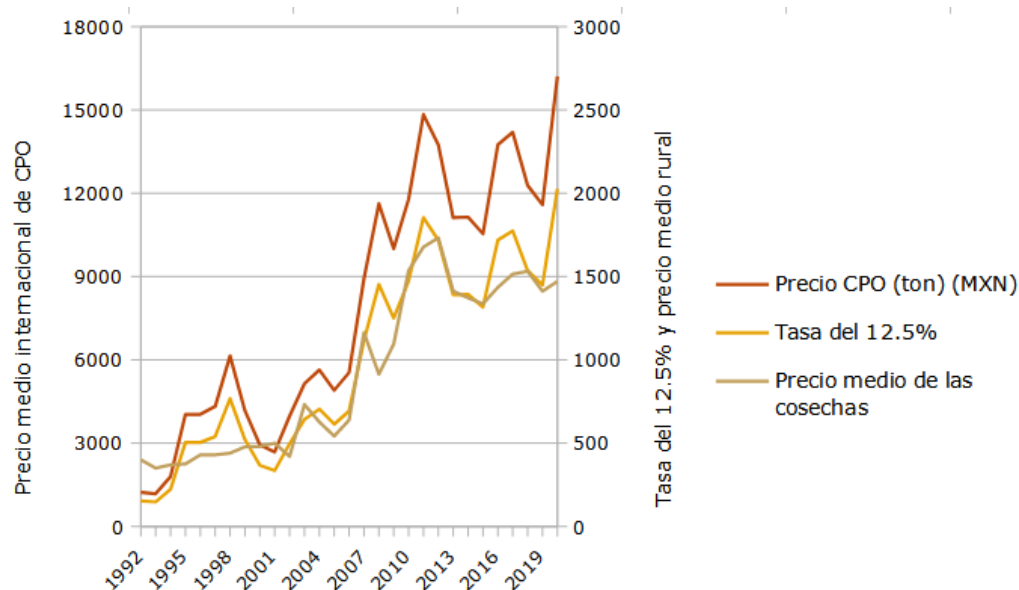


Figura 29. Comparativa del precio medio internacional del aceite crudo de palma (CPO), la tasa del 12.5% respecto al precio del CPO y el precio de las cosechas de palma de aceite en México Elaboración propia con datos de IndexMundi (2022), Banxico (2022) y SIAP (2021).

Como resultado de las problemáticas en torno al precio de las cosechas y la concentración de las ganancias generadas por la producción de la palma en las empresas dedicadas al procesamiento de sus frutos, los productores rurales se han organizado de tal forma que han establecido 4 plantas extractoras de carácter social en el país (Ávila et al., 2014; COMEXPALMA, 2018; Trejo et al., 2020). Tres de ellas se localizan en el estado de Chiapas, en la región costera del Istmo-Soconusco, y una más en el estado de Campeche, en el municipio de Carmen. No obstante, no es clara la diferencia o el margen de ganancia entre lo que los productores obtienen a través de las plantas procesadoras privadas y las de carácter social.

Capítulo 4. Comparativa del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México

La presente investigación estuvo enfocada en responder cuáles han sido las causas de las principales tendencias identificadas en 3 dimensiones de los sistemas de producción de palma de aceite: expansión (superficie sembrada), productividad (rendimientos) y económica (precio medio rural). Fue a través de estas dimensiones que se analizó y se reconstruyó el desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México. En este capítulo se aborda la integración y comparativa de las causas más determinantes para cada una de las entidades productoras de este cultivo en el país. Las principales causas de las tendencias identificadas se sintetizaron en la figura 30. Por último, se finaliza por formular una síntesis de las causas más relevantes del desarrollo de estos sistemas a nivel nacional.

4.1 Expansión

Sobre esta dimensión se identificaron 4 principales tendencias con ayuda del indicador de la superficie sembrada. A través del análisis de los detonantes de estas tendencias, se determinó que la dispersión de este cultivo en México tuvo como causas directas procesos pertenecientes sobre todo a la dimensión política y económica, ambos a escala nacional y estatal. Estas causas están representadas en los programas fomento y la injerencia que tuvieron instituciones como el Banco Mundial, EuropeAid, entre otros, en el desarrollo de esos mismos programas de fomento.

4.1.1 Chiapas

La expansión de la palma de aceite en el estado de Chiapas históricamente se ha visto afectada por programas gubernamentales implementados para el fomento de la palma de aceite en México y a nivel estatal, como se puede apreciar en la figura 30. Sin embargo, la causa político-económica directa que mayor impacto ha tenido en la expansión del cultivo en el estado fue el proyecto de reconversión a biocombustibles implementado en lo estatal. Este programa, a su vez, fue en parte posible gracias al financiamiento de entidades internacionales, de carácter político y económico, como EuropeAid (Hampf, 2019). También se plantea como causa indirecta, perteneciente a la dimensión político-ambiental, la intención de este último y otros organismos internacionales por consolidar sistemas de producción y suministro de aceite de palma para que

países como los de la Unión Europea pudieran cubrir su cuota de uso biocombustibles y cumplir con su propia agenda en materia ambiental (Valdés y Palacio, 2016; Trejo et al., 2018).

Además de estas instituciones de financiamiento, en México, algunos de los agentes más importantes involucrados han sido el gobierno federal, a través de la SAGARPA, el gobierno del estado de Chiapas, a través del Instituto de Reversión Productiva y Bioenergéticos (IRBIO) y los pequeños productores rurales, a través de las Sociedades de Producción Rural. Entre los flujos predominantes están el financiamiento (hacia y desde de los programas de fomento), información (como discursos para la promoción del cultivo y conocimiento sobre la producción del mismo), así como plántulas y semillas.

4.1.2 Campeche y Tabasco

Los estados de Campeche y Tabasco son presentados de manera conjunta debido a que las tendencias en la expansión, así como las causas detrás de esta, son parecidas para ambas entidades. Como se observa en la figura 30, en ambos estados las principales causas político-económicas fueron la ejecución del Plan Nacional Palma de Aceite, en 1998, y el Proyecto Transversal Trópico Húmedo, en 2012. De igual manera, estos dos programas fueron posibles gracias al financiamiento y al impulso dado por organizaciones como el Banco Interamericano para el Desarrollo y el Banco Mundial (Castro, 2009b; Linares et al., 2017; Trejo et al., 2018).

Por una parte, el Plan Nacional Palma de Aceite fue promovido como efecto de la implementación del TLCAN, una causa político-económica (Castro, 2009b). Por su parte, el Proyecto Transversal Trópico Húmedo tuvo como sustento parcial la firma de la Ley para la Promoción y el Desarrollo de Biocombustibles, en 2008 (Valdés y Palacios, 2016). Como se ha comentado antes, se especula que esta ley estuvo orientada a desarrollar sistemas de suministro para la creciente demanda de biocombustibles de países como Estados Unidos y de la Unión Europea (*ibid.*). Además de las instituciones internacionales que facilitaron el financiamiento de estos dos programas, los principales agentes involucrados fueron, de nueva cuenta, el gobierno federal (principalmente a través de la SAGARPA), y los productores rurales (a través de las Sociedades de Producción Rural). Los flujos implicados en estos programas tienen un patrón muy similar a los del resto de los programas de fomento, siendo las principales transferencias de tipo: económicas (financiamiento), de información (en forma principalmente de discursos y conocimientos básicos para el establecimiento de plantaciones), así como plántulas y semillas.

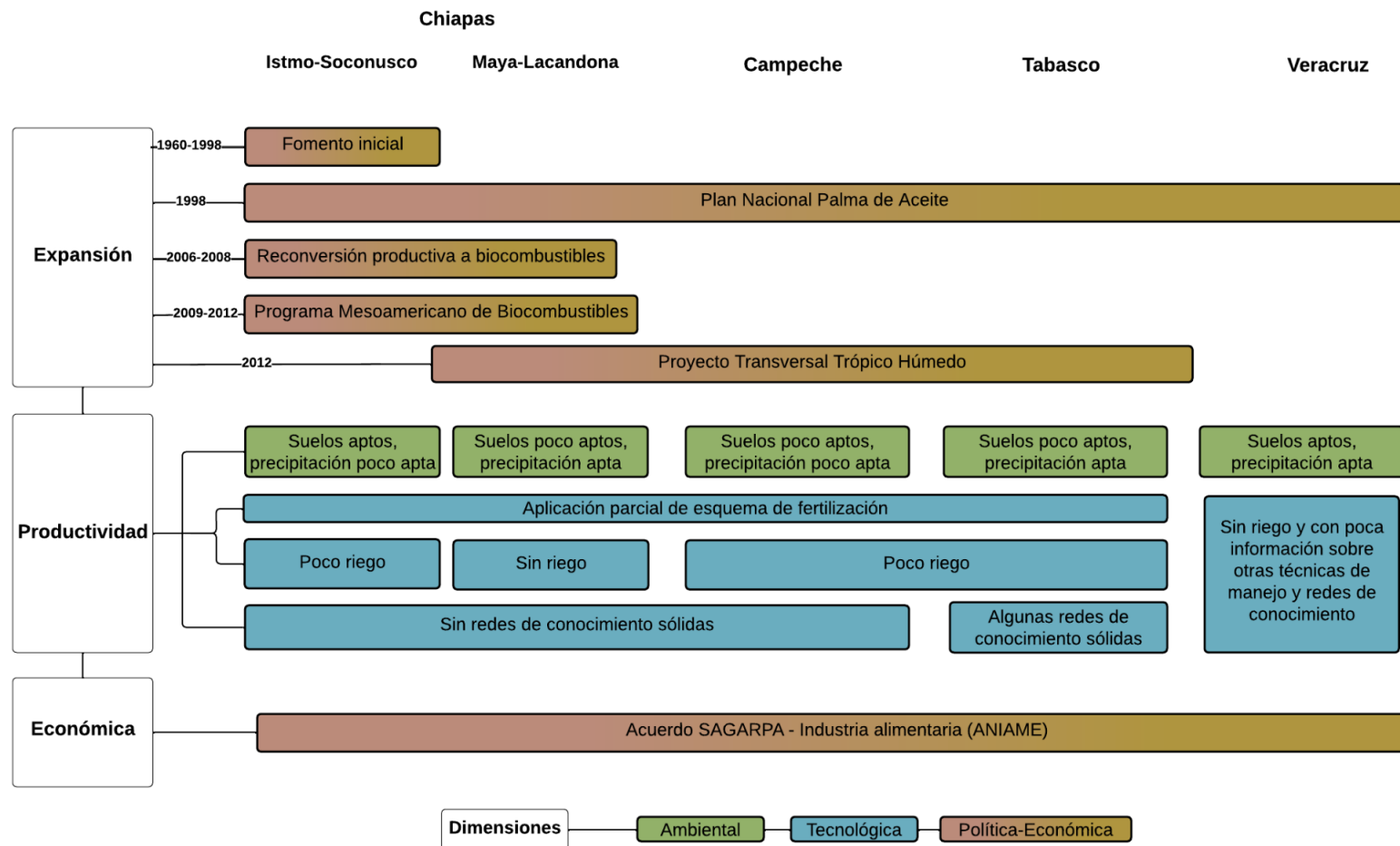


Figura 30. Integración y comparación de las principales causas del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite a nivel estatal, en función de las dimensiones analizadas (expansión, productiva, económica). Elaboración propia.

4.1.3 Veracruz

El estado de Veracruz es la entidad acerca de la cual hay una menor disponibilidad de información en lo que respecta a la producción de palma de aceite. Las investigaciones que abordan las causas del desarrollo de los sistemas productivos de este cultivo en la entidad son muy generales y no hay suficiente información para componer una panorámica acerca del devenir de este cultivo en ese estado. Sin embargo, en definitiva, el programa más determinante para la expansión del cultivo en la entidad ha sido el Plan Nacional Palma de Aceite (1998) (figura 30). No obstante, es importante subrayar que la superficie sembrada con palma de aceite se ha mantenido estable a lo largo de los años, con variaciones muy pequeñas, lo cual constituye un fenómeno que merece la atención para ser abordado en otras investigaciones que se acompañen de trabajo de campo.

4.2 Productividad

Aunque es de esperarse que las causas de los rendimientos de un cultivo estén relacionados con las dimensiones ambiental y tecnológica a escala local, como se encontró en este caso, el análisis de estas dos tendencias permitió resaltar algunas diferencias fundamentales entre los estados productores. Las diferencias encontradas se sintetizan en la tabla 8.

De acuerdo con esto, podemos observar que, considerando las variables de pendiente, suelos y precipitación apta, así como el porcentaje de superficie agrícola probablemente sembrada con palma de aceite, la región que componen los municipios productores del estado de Veracruz cuentan con lo que podrían definirse como las mejores condiciones de producción entre las 4 entidades. No obstante, la productividad de esta entidad es baja en comparación con el resto de los estados. Adicionalmente, aunque la proporción de pendiente y suelos aptos en la región productiva del Istmo-Soconusco (Chiapas) es menor que en Veracruz (40% frente a un 60%, respectivamente), el porcentaje de superficie agrícola probablemente sembrada con palma de aceite es mucho mayor en la región costera de Chiapas que en cualquier otra región productiva del país, esto a pesar de la baja precipitación que existe en dicha zona. Como se comentó a lo largo del capítulo 2, esto puede ser un indicativo de que, en presencia de suelos con una fuerte capacidad de retención de la humedad, los periodos de secas podrían ser librados con rendimientos relativamente altos para este cultivo (Corley y Tinker, 2016, p. 245).

Tabla 8. Condiciones ambientales presentes y analizadas en las entidades productoras: Pendiente $\leq 23\%$, aptitud de suelos, precipitación y ubicación de las zonas agrícolas sembradas con posible palma de aceite.

Variable	Estado				
	Chiapas		Tabasco	Campeche	Veracruz
	Istmo-Soconusco	Maya-Lacandona			
Porcentaje de la superficie de la región productora con suelos y pendiente apta	40%	36%	23%	12%	60%
Porcentaje de la superficie sembrada con probable palma de aceite que se localiza en suelos y pendiente apta.	69%	36%	37%	13%	48%
Precipitación	Deficiente - todos los municipios	Suficiente - todos los municipios	Suficiente - mayoría de los municipios	Deficiente - mayoría de los municipios	Suficiente - mayoría de los municipios

Elaboración propia con datos de INEGI (2012, 2014, 2006, 2018) y CONAGUA (2021).

Otro aspecto que se identificó a través del análisis de la dimensión productiva es que las causas político-económicas de la expansión del cultivo intervinieron también de manera indirecta en las tendencias identificadas para la productividad. Esto debido a que la expansión del cultivo fue un proyecto eminentemente político y fue únicamente debido a que los productores rurales fueron provistos con plántulas, subsidios para el mantenimiento inicial y asistencia técnica básica, que la producción de palma de aceite pudo expandirse de esa manera, ya que este era un cultivo prácticamente desconocido en el país. En relación con este último punto, sobre la asistencia técnica, en todos los estados se reporta que esta fue insuficiente a causa de la ejecución parcial de las estrategias de desarrollo planteadas en los programas de fomento. Únicamente el estado de Tabasco y la región Istmo-Soconusco parecen haberse beneficiado de la creación de las Agencias para la Gestión de la Innovación del Proyecto Transversal Trópico Húmedo, hacia la década del 2010.

4.2.1 Chiapas

En el estado de Chiapas, la dimensión productiva fue la que demostró con mayor nitidez las diferencias que hay entre las 2 regiones productoras del cultivo en esta entidad. La información sugiere que en conjunto: 1) la aptitud productiva de los suelos predominantes en la región costera, 2) la mayor probabilidad de que en dicha región las plantaciones de palma de aceite se localicen en zonas de buena aptitud productiva, y 3) que haya en esa región una mayor aplicación de fertilizantes, estos tres aspectos hacen que la región Istmo-Soconusco sea mucho más productiva que la región Maya-Lacandona. Lo anterior, aun cuando esta última región tiene, en suma, un importante porcentaje de área apta y precipitación adecuada para la producción de este cultivo. En ese sentido, la precipitación parece tener un papel menos relevante cuando hay tipos de suelo adecuados, con una buena retención de la humedad, y son aplicadas técnicas de manejo como los esquemas de fertilización, aunque sean aplicados solo de manera parcial.

Habiendo planteado esto, se identificó que los principales agentes involucrados son: 1) Los productores rurales (a través de las Sociedades de Producción Rural), y 2) el gobierno federal, a través de la SAGARPA. Entre los flujos más relevantes estuvieron los flujos monetarios (de financiamiento para los productores), conocimiento (para el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones), así como de insumos para la producción.

4.2.2 Tabasco

Aunque en el estado de Tabasco apenas poco más de un tercio (37%) de la superficie sembrada con cultivos que podrían ser palma de aceite se localiza en suelos de buena aptitud edafológica y de pendiente, similar a la proporción registrada en la región Maya-Lacandona, esta entidad tiene una de las tendencias de productividad más altas. La causa de esta situación parece ser una combinación entre la presencia de redes de conocimiento que promueven la adopción de técnicas de manejo más especializadas (causa tecnológica, a escala local) y, en menor medida, condiciones de precipitación aptas (causa ambiental, a escala local), pues la mayoría de los municipios tiene lluvias mensuales suficientes para este cultivo. En relación con las redes de conocimiento presente, las investigaciones consultadas sugieren que es ser el principal diferenciador de Tabasco frente al resto de las entidades productoras de palma de aceite en México. Esto debido a que se identificó que, en los municipios más productivos de Tabasco, existen productores rurales que se pueden considerar con una adopción avanzada de tecnologías de manejo que han permitido incrementar la productividad de las plantaciones. Este grado de adopción de innovaciones no ha sido identificado en otros municipios productores.

4.2.3 Campeche

Entre todas las entidades productoras, Campeche cuenta con las condiciones menos favorables para la producción de palma de aceite. Sus municipios, de la mano de los municipios de la región Maya-Lacandona, tienen algunas de las tendencias productivas más bajas del país (SIAP, 2021). La causa principal de esta baja productividad es la acción conjunta que tienen la precipitación deficiente y los tipos de suelos presentes (ambas causas de la dimensión ambiental a escala local). A esto, se añade una capa más de causas de la dimensión tecnológico-social a escala local, que son representadas por la carencia de redes de conocimiento sobre el manejo del cultivo entre productores y productores-extensionistas que permitan hacer frente a estos retos ambientales para la producción.

4.2.4 Veracruz

El caso del estado de Veracruz llama la atención por dos principales motivos: El primero de ellos es que cuenta con condiciones para la producción que pueden resultar muy favorables para la producción de palma de aceite y además, cerca de la mitad de las hectáreas de superficie agrícola sembrada con cultivos que podrían ser palma de aceite se localizan en zonas de buena aptitud de suelos y pendiente. Sin embargo, resalta la baja productividad del estado. El segundo motivo es, como ya se ha comentado en extenso, la falta de información sobre este estado, sobre el cual es difícil de plantear causas, ya que la experiencia de los productores rurales de palma de aceite en el estado ha sido poco documentada.

4.3 Dimensión económica

Finalmente, el precio de las cosechas es el indicador de la producción en el que las entidades y municipios productores guardan la mayor similitud. De este indicador, se decidió analizar la causa de dicha similitud, así como los procesos a partir de los cuales se define el precio de las cosechas. El análisis permitió identificar que la principal causa corresponde a la dimensión político-económica a escala nacional, además de que identificó una segunda causa, indirecta, de la dimensión económica a escala internacional.

En ese sentido, la causa directa del establecimiento del precio medio rural fue el acuerdo establecido entre un agente político, la entonces SAGARPA, y un agente económico de la industria mexicana, la Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles (ANIAME). Para este acuerdo se tomó como referencia el precio medio internacional del aceite crudo de palma. Este precio internacional representa un proceso predominantemente económico

que entrelaza a los sistemas productivos de palma de aceite en México con sistemas remotos como Malasia, Indonesia y Países Bajos a través de flujos de información sobre precios y la dinámica del mercado. A partir de este acuerdo, se estableció, además, que las plantas extractoras (que representan a los mismos industriales pertenecientes a la ANIAME) serían las figuras centrales que servirían como el conducto para la comercialización de las cosechas.

En ese sentido, el principal flujo implicado entre la industria alimentaria/extractoras y los productores de palma de aceite es de información. Esta última toma forma en argumentos sobre los precios a pagar por las cosechas, los costos de transporte, así como de los criterios de calidad de los frutos que establezcan las plantas extractoras. Por último, cabe señalar que aunque las redes de conocimiento sólidas entre palmicultores mexicanos son escasas, los flujos de información entre los mismos, a escala local, y el acceso a la información a través de fuentes como el internet, han resultado en la concientización sobre lo baja que es la tasa de referencia para el pago de sus cosechas, en comparación con otros países de Centro y Suramérica. A causa de estas diferencias y de lo que algunos productores argumentan que son cambios arbitrarios en el precio que las extractoras pagan por las cosechas, los productores rurales se han organizado para establecer plantas de extracción de carácter social. Aunque este proceso no es abordado con profundidad en esta investigación, este es uno de los efectos socioeconómicos identificados que surge a raíz de las causas multiescalares y multidimensionales que afectan al proceso de fijación del precio de las cosechas de palma de aceite en México.

Discusión y conclusiones

A lo largo de esta investigación, tuvimos oportunidad de constatar que las principales causas del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México han sido principalmente: 1) causas políticas y económicas a escala nacional como internacional, relacionadas sobre todo con la expansión de estos sistemas agrícolas y con su dimensión económica; y 2) causas ambientales, tecnológicas y sociales, esto a escala local y vinculadas de manera predominante a la dimensión productiva del cultivo de la palma en el país.

Las principales causas políticas y económicas han sido programas públicos de impulso al cultivo que, desde la escala estatal y nacional, fueron incentivados principalmente por la entonces SAGARPA e IRBIO. En parte, este hecho ya se había reconocido por autores como Castellanos (2013, 2015, 2018), Isaac (2021), Pischke et al. (2018), entre otros, que han señalado que el proyecto de expansión de palma de aceite ha sido un proyecto eminentemente político. Esto en tanto que ha sido únicamente gracias a los apoyos y subsidios de los gobiernos federal y estatal que el cultivo se ha podido expandir de tal manera en el país. Sin embargo, en la presente investigación se considera que también las causas económicas han jugado un papel importante en estrecha relación con las causas políticas, pues estos proyectos federales y estatales de fomento a la palma de aceite han sido facilitados por la participación de organismos financieros internacionales, como el Banco Mundial, Banco Interamericano para el Desarrollo y EuropeAid. Estas causas, políticas y económicas en sus respectivas escalas, han permeado de manera directa en dos de las tres dimensiones analizadas en esta investigación: la dimensión de expansión y económica.

Por otro lado, de manera indirecta, estas mismas causas han afectado también a la dimensión productiva del cultivo. Esto debido a que la localización de las plantaciones, así como capacidad de los productores rurales para hacer frente a los retos productivos que su ubicación puede representar, han dependido en gran medida de las dinámicas fomentadas desde los programas de apoyo para este cultivo. Es decir, en el marco de estos programas, se han provisto de plántulas y apoyos para la producción de la palma de aceite, sin considerar los factores ambientales inherentes a las parcelas de los productores rurales solicitantes y su entorno. En ese sentido, se considera que en el desarrollo de la dimensión productiva han estado presentes causas directas de las dimensiones ambiental y tecnológica a escala local, así como causas indirectas de la dimensión económica y política, principalmente a escala nacional y estatal. En cuanto a los flujos implicados en el desarrollo general de los sistemas productivos de palma de aceite en

México, estos fueron predominantemente monetarios, de conocimiento, tecnología, discursos e insumos para el establecimiento de plantaciones. Como resultado de la identificación de estos flujos, fue posible distinguir algunos sistemas remotos asociados, como Francia, Holanda, Estados Unidos y Colombia, aunque esta asociación no fue analizada con profundidad. Además, es importante recordar que las tendencias identificadas en estas tres 3 dimensiones (expansión, productividad y económica), son tan solo una de múltiples vías de acceso que existen para aproximarnos al estudio del desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México. Es decir, estas dimensiones y su evolución en el tiempo se conciben únicamente como uno de múltiples marcos y herramientas para adentrarnos en el devenir de este cultivo en el país. En ese sentido, las limitantes del estudio son diversas, y se relacionan principalmente con la disponibilidad de información y con aspectos relacionados con la aplicación de un marco tan amplio como lo es el del teleacoplamiento. Se enuncian aquí solo algunas de las limitantes y debilidades reconocidas, así como las recomendaciones que podrían dar solución a estas:

Relacionadas con la falta de información.

- A falta de investigaciones que aborden el desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en Veracruz, la dinámica de esta entidad pudo ser analizada solo de manera superficial, pudiendo únicamente corroborar los eventos que se sabe que afectaron a todas las entidades productoras, como el Plan Nacional Palma de Aceite, en la década de 1990. En ese sentido, es necesario realizar más investigaciones que aborden cuál ha sido la experiencia que se ha tenido con este cultivo en el estado de Veracruz desde diferentes perspectivas (sociales, económicos, políticos, ambientales, etc.).
- Debido a que no se cuenta con un inventario georreferenciado de las plantaciones de palma de aceite en el país, el desconocimiento de su localización exacta dificulta y hace menos precisa la evaluación en gabinete sobre de las condiciones ambientales en las cuales realmente se produce el cultivo en los diferentes estados. Para ello, se vuelven indispensables ejercicios de percepción remota y corroboración en campo que permitan construir un inventario espacial de estos sistemas agrícolas.

Relacionadas con la aplicación del marco del teleacoplamiento.

- Como ya se ha mencionado antes, este marco constituye un esfuerzo por captar la complejidad de fenómenos diversos, especialmente de cambio de uso del suelo, como podría serlo la expansión de cultivos comerciales como la palma de aceite. Se enfoca en traer al primer plano las relaciones bidireccionales y de retroalimentación que se

establecen en sistemas que se afectan y constituyen mutuamente como efecto, por ejemplo, de sus vínculos comerciales a la distancia. Ofrece, además, componentes que pueden ser entendidos como categorías de análisis que permiten estructurar el conocimiento. Al mismo tiempo, invita a continuar entretejiendo el conocimiento producido desde diversos frentes disciplinarios a partir de estos mismos componentes. Sin embargo, esta ambición holística e integradora del marco orilla a los investigadores que utilicen este marco a decidir entre la profundidad analítica o la cobertura espacio-temporal del objeto de estudio. En ese sentido, se reconoce con claridad que la profundidad analítica de este estudio probablemente pasa por alto causas y procesos determinantes en el desarrollo de los sistemas productivos de palma de aceite en México, esto a cambio de haber contemplado a los 4 estados productores, desde 1983 hasta 2020. De acuerdo con Liu et al. (2019), este *trade-off* puede ser superado, dedicando investigaciones individuales de mayor profundidad a cada uno de los componentes, para después integrarlas.

- Una de las críticas hechas al marco del teleacomplamiento es la falta de rigor para establecer con formalidad las relaciones causales (Carlson et al., 2018). En ese sentido, se reconoce que las relaciones causales aquí establecidas son de carácter meramente descriptivo, por lo que hay una gran oportunidad para avanzar la aplicación del marco del teleacomplamiento a través de la utilización de métodos más rigurosos para trazar estas relaciones.

Lo expuesto anteriormente es de gran importancia por varios motivos. Por una parte, es fundamental partir del reconocimiento de un hecho mucho más amplio, que es la gran relevancia que tiene el aceite de palma a nivel internacional. En perspectiva, este aceite vegetal compone del 30% al 40% de la producción mundial de aceites vegetales y, además, lo hace en tan solo el 7% a 9% de la superficie total dedicada a cultivos oleaginosos a nivel global (Meijaard et al., 2020; Ritchie y Roser, 2021; Rival y Levang, 2014, p. 8). Dada su relevancia, es imperante la necesidad de discutir sobre el futuro de estos sistemas productivos en México, debido al contraste de impactos y efectos tanto negativos como positivos que la producción de palma de aceite implica y de frente a un escenario de inminente crecimiento en la demanda de aceites vegetales a nivel global (Corley, 2008; Qaim, 2020). Sobre este último punto, cabe mencionar que la presente investigación no pretende sugerir que la demanda nacional deba o siquiera pueda ser cubierta a través únicamente de la producción interna de palma de aceite y de otros cultivos oleaginosos. Como reconoce Escalante (2015, p. 70), “el resultado más eficiente, el óptimo, no tiene por qué

ser deseable en ningún sentido”. Sin embargo, la producción de palma de aceite en México merece más atención de la que ha recibido en años recientes y no deja de ser relevante mantener vigente el diálogo sobre el camino que deben seguir estos sistemas productivos por los próximos años. Esto debido a que productores de diferentes estados reportan no solo haber dejado de recibir apoyos que les permitan sostener la producción del cultivo, sino que además ya no hay cabida para el diálogo entre las sociedades de producción rural y los representantes de las instancias gubernamentales encargadas de dispersar los apoyos (Diario Tribuna Campeche, 2022; Alerta Chiapas, 2018; Por Esto, 2020). Es por estos motivos que sigue siendo de suma importancia construir un conocimiento integral y riguroso acerca de los sistemas productivos palma de aceite en México, que llame a la acción multidisciplinaria y que permita tomar decisiones informadas acerca de su futuro.

Es en virtud de lo anterior que la continuación de análisis como este constituye un tema de investigación interesante para la disciplina geográfica por el reto que supone el estudio holístico de los sistemas agrícolas de palma de aceite en general. En ese sentido, la capacidad integradora, así como el carácter multidimensional y multiescalar del marco del teleacoplamiento hicieron de este enfoque analítico una herramienta fundamental para responder a los objetivos planteados para esta investigación. Adicionalmente, se asume que este ejercicio no es exhaustivo, sino que constituye solo una aproximación al complejo fenómeno de la producción de palma de aceite en México. No obstante, se espera que el presente trabajo pueda servir a estudiantes, investigadores y, potencialmente, a actores directamente involucrados en la cadena productiva de este cultivo en el país. Se espera que pueda ser de utilidad principalmente como un material de referencia para entender el devenir de esta oleaginosa en México, pero también como punto de partida para la identificación de líneas de investigación futuras sobre este y otros cultivos, así como para el abordaje de algunas de las debilidades y retos identificados para el estudio de este fenómeno en el país. En suma, aspira a fungir como una ventana a los distintos caminos que quedan aún por recorrer para poder comprender e informar de mejor manera la toma de decisiones sobre el futuro de este cultivo.

Referencias

- Abrams, J., Pischke, E. C., Mesa-Jurado, M. A., Eastmond, A., Silva, C. A., & Moseley, C. (2019). Between Environmental Change and Neoliberalism: The Effects of Oil Palm Production on Livelihood Resilience. *Society & Natural Resources*, 32(5), 548-565. <https://doi.org/10.1080/08941920.2018.1544678>
- Aguilar-Gallegos, N., Arias-Arias, N. A., & Santoyo-Cortés, V. H. (2013a). La palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.): Avances y retos en la gestión de la innovación. En *Colección Trópico Húmedo* (1.a ed.). Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM).
- Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., Aguilar-Ávila, J., & Klerkx, L. (2015). Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. *Agricultural Systems*, 135, 122-132. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.003>
- Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, V. H., & Aguilar-Ávila, J. (2013b). Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales. *Teuken Bidikay*, 4, 207-228. <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/teu/article/view/1081/899>
- Alerta Chiapas. (2018, 19 septiembre). Sin apoyos productores de planta de aceite en Chiapas. Recuperado el 3 de octubre de 2022, de <https://alertachiapas.com/2018/09/19/sin-apoyos-productores-de-planta-de-aceite-en-chiapas/>
- ANIAME (Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles). (2004). Palma de aceite en el sureste mexicano. ANIAME. https://portal.aniame.com/uploads/palmadeaceiteenelsure_61a49_001.pdf
- Aranda-Arguello, R., Ley de Coss, A., Arce-Espino, C., Pinto-Ruiz, R., Guevera-Hernández, F., & Raj-Aryal, D. (2018). Captura de carbono en la biomasa aérea de la palma de aceite en Chiapas, México. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 629. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.32076>
- Arias-Arias, N. A., & González-Santiago, M. V. (2014). La palma de aceite. En B. Mata-García (Ed.), *Palma de aceite en México. Política gubernamental e innovación tecnológica* (1.a ed., pp. 11-29). Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA).
- Ávila, A., Ávila, L. E., & Sulvarán, J. L. (2014). Impactos socioambientales del cultivo de la Palma Africana (*Elaeis guineensis*) en el Ejido Boca de Chajul, Chiapas, Mexico. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(7), 59-72. <http://www.reibci.org/publicados/2014/diciembre/0700113.pdf>
- Ávila-Romero, L. E., & Ávila-Romero, A. (2015). Los agrocombustibles y el crecimiento verde en Chiapas, México. *Revista Geonordeste*, 1, 249-273.
- Backhouse, M., & Lehmann, R. (2019). New 'renewable' frontiers: contested palm oil plantations and wind energy projects in Brazil and Mexico. *Journal of Land Use Science*, 15(2-3), 373-388. <https://doi.org/10.1080/1747423x.2019.1648577>
- Bakoumé, C. (2015). Genetic Diversity, Erosion, and Conservation in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Sustainable Development and Biodiversity*, 1-33. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25954-3_1
- Banxico. (2022). Tipo de cambio promedio del periodo [Conjunto de datos]. En Sistema de Información Económica. Banco de México. Recuperado 16 de julio de 2022 de <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=6&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF86&locale=es>
- Basyaruddin. (2020). Application of Go-Gw products and palm oil compost on growth and yield of soybean (*Glycine max* L) in marginal inceptisol soil in north Sumatera. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(1), 3165-3169. <http://www.ijstr.org/final-print/jan2020/Application-Of-Go-gw-Products-And-Palm-Oil-Compost-On-Growth-And-Yield-Of-Soybean-glycine-Max-L-In-Marginal-Inceptisol-Soil-In-North-Sumatera.pdf>

Referencias

- Behera, S. K., & Yamagata, T. (2018). Climate Based Predictability of Oil Palm Tree Yield in Malaysia. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20298-0>
- Brindis-Santos, A. I., Palma-López, D. J., Mata-Zayas, E. E., & Palma-Cancino, D. J. (2021a). Impacts of oil palm cultivation on soil organic carbon stocks in Mexico: evidence from plantations in Tabasco State. *Cahiers Agricultures*, 30(47). <https://doi.org/10.1051/cagri/2021033>
- Brindis-Santos, A. I., Pérez-Roblero, A. S., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Sánchez-Hernández, R., & Palma-Cancino, D. J. (2021b). Evaluation of Suitable Lands for *Elaeis guineensis* Jacq. Using Geographic Information Systems in the Sierra Region, Tabasco, Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i10.2075>
- Brindis-Santos, A. I., Sánchez-Hernández, R., Mata-Zayas, E. E., Palma-López, D. J., Sánchez-Gutiérrez, F., & Cámara-Cabrales, L. C. (2020). Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de agrosistemas tropicales en Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(3), 1-13.
- Byerlee, D., Falcon, W. P., & Naylor, R. (2017). *The Tropical Oil Crop Revolution: Food, Feed, Fuel, and Forests*. Oxford University Press.
- Cano-Castellanos, I. J. (2014). Entre sueños agrarios y discurso ecologista. Las encrucijadas contemporáneas de la colonización de la Selva Lacandona (Chiapas, México). *EntreDiversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 1(2), 101-143. <https://doi.org/10.31644/ed.2.2014.a04>
- Cano-Castellanos, I. J. (2021). Palma de aceite y acoplamientos marginales en la Lacandona. *Estudios Sociológicos de El Colegio de México*, 39(115), 261-284. <https://doi.org/10.24201/es.2021v39n115.2124>
- Carlson, A., Zaehring, J., Garrett, R., Felipe Bicudo-Silva, R., Furumo, P., Raya Rey, A., Torres, A., Gon-Chung, M., Li, Y., & Liu, J. (2018). Toward Rigorous Telecoupling Causal Attribution: A Systematic Review and Typology. *Sustainability*, 10(12), 4426. <https://doi.org/10.3390/su10124426>
- Carto (s.f.). Positron [Mapa]. <https://carto.com/about-carto/>
- Castellanos-Navarrete, A. (2015). Illusions, hunger and vices: Smallholders, environmentalism and the green agrarian question in Chiapas' biofuel rush [Tesis de doctorado]. Wageningen University.
- Castellanos-Navarrete, A. (2018). Palma de aceite en tierras campesinas. *Revista Pueblos y fronteras digital*, 13. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2018.v13.357>
- Castellanos-Navarrete, A. (2021). Oil palm dispersal into protected wetlands: Human-environment dichotomies and the limits to governance in southern Mexico. *Land Use Policy*, 103, 105304. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105304>
- Castellanos-Navarrete, A., de Castro, F., & Pacheco, P. (2020). The impact of oil palm on rural livelihoods and tropical forest landscapes in Latin America. *Journal of Rural Studies*, 81, 294-304.
- Castellanos-Navarrete, A., & Jansen, K. (2013). The drive for accumulation: environmental contestation and agrarian support to Mexico's oil palm expansion (N.o 43). *The Land Deal Politics Initiative (LDPI)*.
- Castellanos-Navarrete, A., & Jansen, K. (2015). Oil palm expansion without enclosure: smallholders and environmental narratives. *The Journal of Peasant Studies*, 42(3-4), 791-816. <https://doi.org/10.1080/03066150.2015.1016920>
- Castellanos-Navarrete, A., & Jansen, K. (2016). Is Oil Palm Expansion a Challenge to Agroecology? Smallholders Practising Industrial Farming in Mexico. *Journal of Agrarian Change*, 18(1), 132-155. <https://doi.org/10.1111/joac.12195>
- Castellanos-Navarrete, A., & Jansen, K. (2017). Why do smallholders plant biofuel crops? The 'politics of consent' in Mexico. *Geoforum*, 87, 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.09.019>
- Castellanos-Navarrete, A., Tobar-Tomás, W. V., & López-Monzón, C. E. (2019). Development without change: Oil palm labour regimes, development narratives, and disputed moral economies in Mesoamerica. *Journal of Rural Studies*, 71, 169-180.
- Castillo, E. G., Muñoz, L. F., & Páez, A. F. (2017). Evaluation of two harvesting procedures for oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) fruits. A case study. *Agronomía Colombiana*, 35(1), 92-99. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v35n1.58524>

Referencias

- Castro-Soto, G. (2009a). México: Los monocultivos desastrosos. La producción de palma de aceite en Chiapas. Alianza Biodiversidad.
https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Mexico_los_monocultivos_desastrosos_La_produccion_de_palma_de_aceite_en_Chiapas
- Castro-Soto, G. (2009b). Azúcar roja desiertos verdes. En M. S. Emanuelli (Ed.), Los efectos de la palma africana (1.a ed., pp. 219-228). FIAN Internacional, FIAN Suecia, HIC-AL, SAL.
- CEIEG (Centro Estatal de Información Estadística y Geografía, Chiapas). (2012). Geografía y medio ambiente. CEIEG-Chiapas.
https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/downloads/productosdgei/CIGECH/CIGECH_GEOG_Y_MEDIO_AMB.pdf
- Chiquita Brands (2020). Who's Miss Chiquita?. Recuperado el 31 de octubre de 2022, de <https://www.chiquita.com/the-chiquita-story/>
- CME Group. (2018). Introduction to European Crude Oil. Recuperado el 27 de marzo de 2022, de <https://www.cmegroup.com/education/courses/introduction-to-crude-oil/introduction-to-european-crude-oil.html#>
- COMEXPALMA. (2018). Plan Sexenal de Palma de Aceite 2019 – 2024. Recuperado el 23 de septiembre de 2022, de <https://www.comexpalma.org/2020/comexpalma/plan-sexenal-de-palma-de-aceite-2019-2024/>
- Córdova-Sánchez, A., Obrador-Olán, J. J., Salgado-García, S., & Castelán-Estrada, M. (2016). Fertilización química para el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Chiapas, México. *Agro Productividad*, 10(12), 56-63.
- Corley, R. (2008). How much palm oil do we need? *Environmental Science & Policy*, 12(2), 134-139.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.10.011>
- Corley, R. H., V., & Tinker, P. B. H. (2016). *The Oil Palm* (World Agriculture Series) (5.a ed.). Wiley-Blackwell.
- Crazzolaro, T. (2017). "Fruits of an oil palm". (CC BY 2.0). <https://flic.kr/p/WnTLBA>
- Cronon, W. (2000). Why the past matters. *Wisconsin Magazine of History*, 84(1), 3-13.
- Cuéllar, E. & Sistema de Información de Mercados de Productos Agrícolas de Honduras (SIMPAH). (2016). Sondeo de precios de la fruta fresca y del aceite de la palma aceitera. En Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). FHIA. Recuperado el 5 de mayo de 2020, de http://www.fhia.org/hn/descargas/proyecto_palma_aceitera/estudio_de_precios_final.pdf
- Del Carpio-Penagos, C. U. (2017). Soconusco, Chiapas. Transformaciones ambientales de origen antrópico. *DECUMANUS*, 2(2), 7-26. <https://doi.org/10.20983/decumanus.2017.1.1>
- Department of Foreign Affairs and Trade (Australia) (2013). "A man uses a ling stick with a knife on the end to harvest the fronds of the Palm oil tree". (CC BY 2.0). <https://flic.kr/p/hfct4w>
- Diario Tribuna Campeche. (2022, 18 septiembre) La palma de aceite, rentable, sin apoyo. Recuperado el 3 de octubre de 2022, de <https://tribunacampeche.com/local/2022/09/18/la-palma-de-aceite-rentable-sin-apoyo/>
- Dovers, S. (2000). On the Contribution of Environmental History to Current Debate and Policy. *Environment and History*, 6(2), 131-150. <https://doi.org/10.3197/096734000129342244>
- Eakin, H., DeFries, R., Kerr, S., Lambin, E. F., Liu, J., Marcotullio, P. J., Messerli, P., Reenberg, A., Rueda, X., Swaffield, S. R., Wicke, B., & Zimmerer, K. (2014). Significance of Telecoupling for Exploration of Land-Use Change. *Rethinking Global Land Use in an Urban Era*, 141-161. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262026901.003.0008>
- Echavarría-Cháirez, F.G. (Ed.). (2015). Introducción. En *Reconversión productiva para el ordenamiento agropecuario* (1.a ed., pp. 9-10). Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA).
- Escalante-Gonzalbo, F. (2015). *Historia Mínima del Neoliberalismo* (1.a ed.). El Colegio de México. (Original work published 2015)
- European Palm Oil Alliance. (2019). A natural and versatile ingredient. The functionality of Palm Oil. Recuperado el 23 de noviembre de 2022, de <https://palmoilalliance.eu/the-functionality-of-palm-oil/>

Referencias

- European Palm Oil Alliance. (2020). Palm Oil Production. Recuperado el 6 de enero de 2023, de <https://palmoilalliance.eu/palm-oil-production/#:~:text=Originally%20found%20in%20West%20Africa,production%20of%20this%20vegetable%20oil>.
- Fatai, A. A., Shamshuddin, J., Fauziah, C. I., Radziah, O., & Bohluli, M. (2017). Formation and characteristics of an Ultisol in Peninsular Malaysia utilized for oil palm production. *Solid Earth*. <http://dx.doi.org/10.5194/se-2017-60>
- FEMEXPALMA. (2020). México Palmero en Cifras: Anuario Estadístico 2020. En FEMEXPALMA. Recuperado el 14 de septiembre de 2022, de http://femexpalma.com.mx/femexpalma.ftp/anuario_estadistico_2020.pdf
- Fletes-Ocón, H. B., & Bonanno, A. (2014). The processing of palm oil in Chiapas, Mexico: Resistance and alternatives. *Labor Relations in Globalized Food*, 247-267. <https://doi.org/10.1108/s1057-192220140000020010>
- Fletes-Ocón, H. B., & Bonanno, A. (2015). Respuestas a la crisis de la globalización neoliberal: intervención del Estado en la producción de aceite de palma en Chiapas, México. *Carta Económica Regional*, 116, 5-35. <https://doi.org/10.32870/ceer.v0i116.6139>
- Fletes-Ocón, H. B., Rangel, F., Oliva-Velas, A., & Ocampo-Guzmán, G. (2013). Pequeños productores, reestructuración y expansión de la palma africana en Chiapas. *región y sociedad*, 25(57). <https://doi.org/10.22198/rys.2013.57.a116>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2015). World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports*. (N.o 16). FAO. <https://www.fao.org/3/i3794en/i3794en.pdf>
- Friis, C., & Nielsen, J. S. (2017). Land-use change in a telecoupled world: the relevance and applicability of the telecoupling framework in the case of banana plantation expansion in Laos. *Ecology and Society*, 22(4). <https://doi.org/10.5751/es-09480-220430>
- Fry, J. (s. f.). The World Oil Palm Market Today [Presentación]. C/PAL: III Congreso Palmero, 2019, Guatemala. Gremial de Palmicultores de Guatemala. <https://www.grepalma.org/wp-content/uploads/2020/02/PLENARIA-1-James-Fry-Perspectivas-de-mercado-para-el-aceite-de-palma.pdf>
- García-Salazar, J. A., & Ramírez-Jaspeado, R. (2015). ¿Han estimulado el TLCAN Y PROCAMPO la reconversión de la superficie agrícola de México? *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(3), 257-264. <https://doi.org/10.35196/rfm.2015.3.257>
- García-Santillán, A. (2004). Un estudio empírico sobre Alianza para el Campo, Procampo, remesas y financiamiento bancario y su influencia en el saneamiento de las finanzas rurales y la producción agropecuaria. El caso de Aguascalientes (Factibilidad de bursatilizar Procampo). Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Económicas y Administrativas. <https://www.eumed.net/tesis-doctorales/ags/index.htm>
- Goa, J. (2015). "Konkan Fruit Festival 2015". (CC BY-SA 2.0). <https://flic.kr/p/shReYC>
- Gobierno de México. (2001). Plan Puebla Panamá: Capítulo México. <http://www.diputados.gob.mx/comisiones/asunindi/dgmxuno.pdf>
- Gobierno del Estado de Chiapas. (2011). Objetivos y Estrategias del Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012 (N.o 1). <http://www.haciendachiapas.gob.mx/marco-juridico/estatal/informacion/Lineamientos/Normativos/2012/XVI-Objetivos-Estrategias-PDCHS.pdf>
- Guindon, M. (2020). A boycott is not the answer to palm oil's environmental problems. *China Dialogue*. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de <https://chinadialogue.net/en/food/11789-a-boycott-is-not-the-answer-to-palm-oil-s-environmental-problems/>
- Guzmán-Camposeco, F., Aguirre-Medina, J. F., Villalobos-Villalobos, V., Espinosa-Zaragoza, S., & Aguirre-Cadena, J. A. (2021). Estimación de biomasa y carbono en *Elaeis guineensis* Jacq. en dos suelos contrastantes de la planicie costera de Chiapas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(12), 1-11.

Referencias

- Hampf, A. (2019). PRODESIS, la Unión Europea le hace competencia a EEUU en políticas de “desarrollo” desastrosas. *Frontera Sur MX-CA*. Recuperado el 12 de diciembre de 2021 <https://fronterasur.home.blog/2019/05/06/prodesis-la-union-europea-le-hace-competencia-a-eeuu-en-politicas-de-desarrollo-desastrosas/>
- Heidari, A., Mayer, A., Watkins, D., & Castillo, M. M. (2020). Hydrologic impacts and trade-offs associated with developing oil palm for bioenergy in Tabasco, Mexico. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 31, 100722. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100722>
- Herdiansyah, H., Negoro, H. A., Rusdayanti, N., & Shara, S. (2020). Palm oil plantation and cultivation: Prosperity and productivity of smallholders. *Open Agriculture*, 5(1), 617-630. <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0063>
- Hernández, C. J. M. (2015). Rendimiento de nueve materiales comerciales de palma de aceite en Jalapa, Tab. México. En XXVII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015, IV Congreso Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical. SAGARPA - Tabasco. Recuperado 5 de abril de 2022.
- Hernández-Rojas, D. A., López-Barrera, F., & Bonilla-Moheno, M. (2018). Análisis preliminar de la dinámica de uso del suelo asociada al cultivo palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en México. *Agrociencia*, 52(6), 875-893.
- Holme, J. (2013). *Creating Wealth Out of the World's Waste Spots: The United Fruit Company and the Story of Frontiers, Environment, and American Legacy, 1899-1930*. McGill University. <https://escholarship.mcgill.ca/downloads/5712mb14j>
- Hull, V., & Liu, J. (2018). Telecoupling: A new frontier for global sustainability. *Ecology and Society*, 23(4). <https://doi.org/10.5751/es-10494-230441>
- HVA International. (2020). Historical Timeline of HVA. <https://www.hvainternational.nl/hva-in-history/>
- IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme). (2012). Contemporary land-use transitions: The global oil palm expansion. En *The Global Land Project International Project Office*. GLP International Project Office, University of Copenhagen.
- IndexMundi. (2022). Palm oil - Monthly Price. *Commodity Prices*. Recuperado el 22 de septiembre de 2022, de <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=palm-oil&months=360>
- INEGI. (2006). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Precipitación media anual [Conjunto de datos]. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267544>
- INEGI (2008). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Unidades climáticas [Conjunto de datos]. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267568>
- INEGI. (2012). Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) (3.0) [Conjunto de datos]. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
- INEGI. (2014). Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250000 Serie II. (Continuo Nacional) [Conjunto de datos]. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825266707>
- INEGI. (2017). Diccionario de datos edafológicos escala 1:250 000 (N.o 4). https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/70282509202_3.pdf
- INEGI. (2018). Uso de Suelo y Vegetación Serie VII [Conjunto de datos]. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842781>
- INEGI. (2021). Marco Geoestadístico Nacional [Conjunto de datos]. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas>
- Isaac-Márquez, R. (2021). La expansión del cultivo de la palma de aceite en Campeche. De los pequeños productores a la agroindustria transnacional. *Región y Sociedad*, 33. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1370>
- Isaac-Márquez, R., Ayala-Arcipreste, M. E., Sandoval-Valladares, J. L., Sánchez-González, M. C., & Isaac-Márquez, A. P. (2019). Sustentabilidad de las Plantaciones de Palma de Aceite a Pequeña Escala en Campeche, México. En W. Cetzal-Ix, F.

Referencias

- Casanova-Lugo, A. J. Chay-Canul, & J. F. Martínez-Puc (Eds.), *Agroecosistemas tropicales: Conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria* (1.a ed., pp. 48-54). Tecnológico Nacional de México.
- Isaac-Márquez, R., Valladares, J. L. S., Spencer, A. E., Arcipreste, M. E. A., Aguilar, M. A. A., Márquez, A. P. I., & González, M. C. S. (2016). Impactos Sociales y Ambientales de la Palma de Aceite: Perspectiva de los Campesinos en Campeche, México. *Journal of Latin American Geography*, 15(2), 123-146. <https://doi.org/10.1353/lag.2016.0023>
- International Trade Administration (ITA). (2016). Singapore - Oil and Gas. Energy Resource Guide. Recuperado el 14 de septiembre de 2022, de <https://www.trade.gov/energy-resource-guide-singapore-oil-and-gas>
- IUSS Working Group WRB & FAO. (2015). World reference base for soil resources 2014: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps - Updated 2015 (English Edition). FAO.
- Juyjaeng, C., & Suwanmaneepong, S. (2018). Comparison of Costs and Returns on Oil Palm Production of Member and Non-member Farmers under Large Agricultural Plot Scheme in Bang Saphan Noi District, Prachuap Khiri Khan Province. *International Journal of Agricultural Technology*, 14(2), 201-213. [http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v14_n2_2018_%20March/6%20_IJAT_14\(2\)_2018_Juyjaeng%20-%20F.pdf](http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v14_n2_2018_%20March/6%20_IJAT_14(2)_2018_Juyjaeng%20-%20F.pdf)
- Knothe, G., Krahl, J., & Gerpen, J. V. (2010). *Biodiesel Handbook* (2.a ed.). Academic Press and AOCS Press.
- Kome, G. K., & Tabi, F. O. (2020). Towards Sustainable Oil Palm Plantation Management: Effects of Plantation Age and Soil Parent Material. *Agricultural Sciences*, 11(01), 54-70. <https://doi.org/10.4236/as.2020.111004>
- Le Guen, V., Amblared, P., Omere, A., Koutou, A., & Meunier, J. (1993). Programa del IRHO con híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*. *Revista Palmas*, 14(4), 63-70.
- León, J. A., Álvarez, J. C., Salinas, R. M., & Pérez, M. A. (2015). Limitantes edáficas para la expansión de la superficie cultivada con palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en la región Sierra, Tabasco, México. En J. Martínez Herrera (Ed.), XXVI Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria - Tabasco 2014. La Innovación tecnológica para la seguridad alimentaria (1.a ed., pp. 597-612).
- Levard, C., & Basile-Doelsch, I. (2016). Chapter 3 - Geology and Mineralogy of Imogolite-Type Materials. En P. Yuan, A. Thill, & F. Bergaya (Eds.), *Developments in Clay Science. Nanosized Tubular Clay Minerals: Halloysite and Imogolite* (1.a ed., Vol. 7, pp. 49-65). Elsevier.
- Li, T. M. (2018). After the land grab: Infrastructural violence and the “Mafia System” in Indonesia’s oil palm plantation zones. *Geoforum*, 96, 328-337. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.10.012>
- Linares-Bravo, B. C., Zapata-Martelo, E., Nazar-Beutelspacher, A., & Suárez-San Román, B. (2017). Reconversión productiva a palma de aceite en el Valle del Tulijá, Chiapas, México. Impacto diferenciado por género. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 15(4), 487-506. <https://doi.org/10.22231/asvd.v15i4.896>
- Liu, J., Hull, V., Batistella, M., DeFries, R., Dietz, T., Fu, F., Hertel, T. W., Izaurralde, R. C., Lambin, E. F., Li, S., Martinelli, L. A., McConnell, W. J., Moran, E. F., Naylor, R., Ouyang, Z., Polenske, K. R., Reenberg, A., de Miranda Rocha, G., Simmons, C. S., . . . Zhu, C. (2013). Framing Sustainability in a Telecoupled World. *Ecology and Society*, 18(2). <https://doi.org/10.5751/es-05873-180226>
- Liu, J., Hull, V., Moran, E., Nagendra, H., Swaffield, S. R., & Turner II, B. L. (2014). Applications of the Telecoupling Framework to Land-Change Science. En *Rethinking Global Land Use in an Urban Era* (1.a ed., pp. 119-139). Oxford University Press.
- Liu, J., Herzberger, A., Kapsar, K., Carlson, A. K., & Connor, T. (2019). What Is Telecoupling? En C. Friis & J. Ø. Nielsen (Eds.), *Telecoupling* (1.a ed., pp. 19-48). *Palgrave Studies in Natural Resource Management*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11105-2_2
- López-Castañeda, A., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Ortiz-Solorio, C. A., Tinal-Ortiz, S., & Valdez-Lazalde, J. R. (2017). Cartografía de suelos en la región De los Ríos, Tabasco, México; uso del modelo digital de elevación. *Agroproductividad*, 10(12).

Referencias

- Loza-Hernández, A. & CEDRSSA. (2015). Situación actual de la palma de aceite. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA).
- Massieu-Trigo, Y. C., Acuña-Rodarte, B. O., & Hernández, L. A. (2015). Biofuels: Socio-environmental Violence in Rural Mexico. *Latin American Perspectives*, 42(5), 67-82.
- Mata-García, B. (Ed.). (2014). Palma de aceite en México. Política gubernamental e innovación tecnológica. (1.a ed.). Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria.
- Maza-Ávila, F. J., Herrera-Sebá, G. A., & Jiménez-Castilla, T. I. (2017). Palma de aceite y seguridad alimentaria en el caribe colombiano : el caso del municipio de María La Baja, Bolívar. *Revista Palobra*, 17(17), 122-143.
- Mazariegos-Sánchez, A., Águila-González, J. M., Martínez-Chávez, J., & Arévalo-Lozano, O. (2014). La industria de la palma de aceite en Acapetahua, Chiapas: El caso de PROPALMA. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35 (Julio - Diciembre), 1052-1064. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14131676014>
- Meijaard, E., Brooks, T. M., Carlson, K. M., Slade, E. M., Garcia-Ulloa, J., Gaveau, D. L. A., Lee, J. S. H., Santika, T., Juffe-Bignoli, D., Struebig, M. J., Wich, S. A., Ancrenaz, M., Koh, L. P., Zamira, N., Abrams, J. F., Prins, H. H. T., Sendashonga, C. N., Murdiyarsa, D., Furumo, P. R., Sheil, D. (2020). The environmental impacts of palm oil in context. *Nature Plants*, 6(12), 1418-1426. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-00813-w>
- Meijaard, E., García-Ulloa, J., Sheil, D., Wich, S. A., Carlson, K. M., Juffe-Bignoli, D., & Brooks, T. M. (2018). Oil palm and biodiversity. En IUCN Library System (N.o 978-2-8317-1910-8). IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Recuperado 23 de noviembre de 2022, de <https://portals.iucn.org/library/node/47753>
- Meijaard, E., & Sheil, D. (2019). The Moral Minefield of Ethical Oil Palm and Sustainable Development. *Frontiers in Forests and Global Change*, 2. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00022>
- Meisch, C. (2010). “Frutos de palma africana de aceite (*Elaeis guineensis*) producidas por un palmito en el jardín botánico de Portoviejo, Ecuador”. (CC BY-SA 3.0). <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=13809442>
- Menejes-López, S. MA., Chávez-Chablé, C., Uco-Polanco, J., Gramajo-Oahaca, Q., & Vallarino-Moncada, A. (2019). Agroecosistemas tropicales: conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria. En W. Cetzal-Ix, F. Casanova-Lugo, A. J. Chay-Canul, & J. F. Martínez-Puc (Eds.), *Biodiversidad de Vertebrados Terrestres en Plantaciones de Palma de Aceite (Elaeis guineensis Jacq.) en el Estado de Campeche* (1.a ed.).
- Montiel-Montoya, J. (2010). Potencial y riesgo ambiental de los bioenergéticos en México. *Ra Ximhai*, 57-62. <https://doi.org/10.35197/rx.06.01.2010.08.jm>
- Morey, L. (2014). *Blood For Bananas: United Fruit's Central American Empire*. Washington State University - Roots of Contemporary Issues. <https://history.wsu.edu/rci/sample-research-project/>
- Murphy, D. J., Goggin, K., & Paterson, R. R. M. (2021). Oil palm in the 2020s and beyond: challenges and solutions. *CABI Agriculture and Bioscience*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00058-3>
- Nomanbhay, S., Salman, B., Hussain, R., & Ong, M. Y. (2017). Microwave pyrolysis of lignocellulosic biomass—a contribution to power Africa. *Energy, Sustainability and Society*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s13705-017-0126-z>
- OECD & FAO. (2021). OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030. En OECD iLibrary. OECD/FAO. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/19428846-en.pdf?expires=1667152424&id=id&accname=guest&checksum=F264573EE3BC516EBD32873715E73A99>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2013). CIF Price. Glossary of Statistical Terms. Recuperado el 11 de julio de 2022, de <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=332>
- Official Journal of the European Union. (2003). Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0030&from=EN>

Referencias

- Oktari, I., Mustamu, N. E., & Walida, H. (2021). Ultisols fertility and morphological characteristics of fixing bacteria from oil palm rhizosphere. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 51. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632021v5168559>
- Owen-Bartlett, E. J. (1993). Requerimiento de micronutrientos para el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Palmas*, 14(4), 9-25.
- Palma-López, D. J., Jiménez-Ramírez, R., Zavala-Cruz, J., Bautista-Zúñiga, F., Gavi-Reyes, F., & Palma-Cancino, D. Y. (2017a). Actualización de la clasificación de suelos de Tabasco, México. *Agroproductividad*, 10(12), 29-35.
- Palma-López, D. J., Palma-Cancino, D. J., Jiménez-Jiménez, R., & Obrador-Olán, J. (2017b). Calidad de agua para riego en dos zonas de Tabasco, México, con potencial para cultivar palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Agroproductividad*, 10(12), 64-70.
- Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Bautista-Zúñiga, F., Morales-Garduza, M. A., López-Castañeda, A., Shirma-Torres, E. D., Sánchez-Hernández, R., Peña-Peña, A. J., & Tinal-Ortiz, S. (2017c). Clasificación y cartografía de suelos del estado de Campeche, México. *Agroproductividad*, 10, 71-78. https://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductividad/2017/AP-10-12-2017_ISSN-e.pdf
- Pek, S. (2015, 26 marzo). Why palm oil expanded, and what keeps it growing. *Mongabay Environmental News*. Recuperado el 23 de noviembre de 2022, de <https://news.mongabay.com/2015/03/why-palm-oil-expanded-and-what-keeps-it-growing/>
- Pérez-Pérez, E. F., & Villafuerte-Solís, D. (2021). Cambios en la dinámica de la economía campesina a partir de la adopción de la palma de aceite en el Soconusco, Chiapas. *Entre Diversidades: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(1), 92-118. <https://doi.org/10.31644/ed.v8.n1.2021.a04>
- Pérez-Vázquez, A., Noda-Leyva, Y., & Valdés-Rodríguez, O. A. (2016). Evaluación del impacto social de proyectos de biocombustibles en el sureste de México. *Agroproductividad*, 9(11), 61-66.
- Phillips, S. (2021). An illustrated history of industrial palm oil. *China Dialogue*. Recuperado el 6 de junio de 2022, de <https://chinadialogue.net/en/food/illustrated-history-of-industrial-palm-oil/>
- Pineda-Morales, S. N. (2009). Productores de palma de aceite del Soconusco ante el impacto del orden mundial contemporáneo. *El Colegio de la Frontera Sur*.
- Piña-Ortega, A. (2014). El papel del ingeniero agrónomo en producción en el Centro de Apoyo para el Desarrollo Rural (CADER). Universidad Autónoma del Estado de México.
- Pischke, E. C. (2018). The long road to sustainability of Mexican oil palm production. En C. Schelly & A. Banerjee (Eds.), *Environmental Policy and the Pursuit of Sustainability* (1.a ed., pp. 182-194). Routledge.
- Pischke, E. C. (2020). Oil palm production regimes and resistance in Mexico's oil palm assemblage. *International Review of Modern Sociology*, 46(1-2), 121-141.
- Pischke, E. C., Rouleau, M. D., & Halvorsen, K. E. (2018). Public perceptions towards oil palm cultivation in Tabasco, Mexico. *Biomass and Bioenergy*, 112, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.02.010>
- Por Esto. (2020, 9 septiembre). Falta de apoyos paraliza el proyecto para sembrar palma de aceite en Campeche. Recuperado el 3 de octubre de 2022, de <https://www.poresto.net/campeche/2020/9/9/falta-de-apoyos-paraliza-el-proyecto-para-sembrar-palma-de-aceite-en-campeche-8564.html>
- Prabhakaran-Nair, K. P. (2010). *The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World* (1.a ed.). Elsevier.
- Proyecto Mesoamérica - BID aprueba Cooperación Técnica para apoyar la investigación de biocombustibles en Mesoamérica. (2012). Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica (PM). Recuperado el 6 de junio de 2022. <http://www.proyectomesoamerica.org/index.php/noticias/20-noticiaspm/articulos-noticias/528-bid-aprueba-cooperacion-tecnica-para-apoyar-la-investigacion-de-biocombustibles-en-mesoamerica>

Referencias

- Proyecto Mesoamérica - Proceso de Institucionalización del Plan Puebla Panamá (2001-2008). (2019). Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica (PM). Recuperado el 6 de junio de 2022 <http://proyectomesoamerica.org/index.php/acerca-delpm/proyecto-mesoamerica/antecedentes/8-acerca-del-pm/39-proceso-de-institucionalizacion-del-plan-puebla-panama-2001-2008>
- Qaim, M., Sibhatu, K. T., Siregar, H., & Grass, I. (2020). Environmental, Economic, and Social Consequences of the Oil Palm Boom. *Annual Review of Resource Economics*, 12(1), 321-344. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-110119-024922>
- Ramos-Escalante, G., Ley de-Coss, A., Arce-Espino, C., Escobar-España, J., Raj-Aryal, D., Pinto-Ruiz, R., Guevara-Hernández, F., & Guerra-Medina, C. (2018). Allometric equations for estimating biomass and carbon in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in the humid tropic of Chiapas, Mexico. *Alometric equations for estimating biomass and carbon in oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) in the humid tropic of Chiapas, Mexico*, 52, 671-683. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n5/2521-9766-agro-52-05-671-en.pdf>
- Retureta-Aponte, A., Hernández-Acosta, E., Salazar-Gómez, A. L., Tinoco-Alfaro, C. A., Vázquez-Luna, D., & Carmona-Díaz, G. (2020). Fertilidad y producción de caña de azúcar en Hueyapan De Ocampo, Veracruz, México. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 8(2), 56-65. <http://dx.doi.org/10.47808/revistabioagro.v8i2.186>
- Richardson, D. (1995). La historia del mejoramiento genético de la palma aceitera en la compañía United Fruit en América. *ASD Oil Palm Papers (Costa Rica)*, 11, 1-22.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2021, 9 febrero). Palm Oil. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/palm-oil>
- Rival, A., & Levang, P. (2014). Palms of controversies: Oil palm and development challenges. The Center for International Forestry Research (CIFOR). https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BLevang1401.pdf
- Rodríguez-Estrella, R., Pérez-Navarro, J. J., Sánchez-Velasco, A. A., Ferrer-Sánchez, Y., Muñoz-Arroyo, S., Falcón-Brindis, A., & Pérez-Estrada, C. J. (2019). Análisis de riesgo de cinco especies de palmas con potencial invasor en México. Informe final: Proyecto GEF 0089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI. PNUD. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/especies/Invasoras/files/comp1/Informe_y_analisis_de_riesgo_palmas.pdf
- Rosas-Urióstegui, I. F., Pat-Fernández, J. M., Pat-Fernández, L. A., & van der Wal, J. C. (2018). The effect of oil palm on income strategies and food security of households in rural communities in Campeche, Mexico. *Acta Universitaria*, 28(2), 25-32. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1553>
- Rozieta, R., Sahibin, A. R., & Wan-Mohd, R. I. (2015). Physico-chemical properties of soil at oil palm plantation area, Labu, Negeri Sembilan. *AIP Conference Proceedings*, 1678(1). <http://dx.doi.org/10.1063/1.4931216>
- RSPO. (2017, 24 octubre). What are the benefits of palm oil compared to other crops? Ask RSPO. Recuperado el 23 de noviembre de 2022, de <<https://askrspo.force.com/s/article/What-are-the-benefits-of-palm-oil-compared-to-other-crops>>
- Rulli, M. C., Casirati, S., Dell'Angelo, J., Davis, K. F., Passera, C., & D'Odorico, P. (2019). Interdependencies and telecoupling of oil palm expansion at the expense of Indonesian rainforest. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 105, 499-512. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.050>
- Safitri, L., Suryanti, S., Kautsar, V., Kurniawan, A., & Santiabudi, F. (2017). Study of oil palm root architecture with variation of crop stage and soil type vulnerable to drought. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 141, 012031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/141/1/012031>
- Sakiah, Sembiring, M., & Hasibuan, J. (2018). Entisol land characteristics with and without cover crop (*Mucuna bracteata*) on rubber plantation. *International Conference on Agriculture, Environment, and Food Security*, 122, 012043. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012043>
- Salas-Luévano, M. L. (2009). Migración y Feminización de la Población rural 2000-2005: El caso de Atitanac y La Encarnación, Villanueva, Zac. [Tesis de doctorado]. Universidad Autónoma de Zacatecas.

Referencias

- Salgado-Velázquez, S., Salgado-García, S., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Córdova-Sánchez, S., & Rincón-Ramírez, J. A. (2017). Clasificación de los suelos por fertilidad de la subregión Ríos de Tabasco, México. *Agroproductividad*, 10(12), 9-15. https://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductividad/2017/AP-10-12-2017_ISSN-e.pdf
- Santacruz-de León, E. E., Morales-Guerrero, S., & Palacio-Muñoz, V. H. (2014). Políticas de reconversión productiva de la palma de aceite. En B. Mata-García (Ed.), *Palma de Aceite en México: Política Gubernamental e Innovación Tecnológica* (1.ª ed., pp. 31-68). Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA).
- Santacruz-de León, E. E., & Palacio Muñoz, V. H. (2018). Las políticas públicas para el cultivo de palma de aceite. El caso de la región Soconusco, Chiapas, México. *Revista de Geografía Agrícola*, 60, 81-103. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2018.60.003>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2016, 20 marzo). Inician trabajos del proyecto estratégico de palma de aceite en el estado de Campeche [Comunicado de prensa]. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/inician-trabajos-del-proyecto-estrategico-de-palma-de-aceite-en-el-estado-de-campeche>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, & Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural. (2005). Plan rector del Sistema Nacional Palma de Aceite. Segunda fase: Base conceptual de referencia, base de referencia y estructura estratégica. SAGARPA.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). Evaluación Nacional de Resultados 2013: Proyecto Trópico Húmedo. SAGARPA. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2018/11/14/1531/14112018-evaluacion-nacional-de-resultados-pth.pdf>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). (2014, 19 febrero). AGI-DP PALMA DE ACEITE [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=bbfvtMPpiYI>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2018). PROAGRO: Antecedentes. Agricultura, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). <https://www.agricultura.gob.mx/proagro/antecedentes>
- Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2017). Palma de Aceite Mexicana. En Planeación Agrícola Nacional 2017 - 2030. Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado 20 de abril de 2021, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257081/Potencial-Palma_de_Aceite.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) [Conjunto de datos]. Datos Abiertos - Estadística de Producción Agrícola. (2021). <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- Servicio Meteorológico Nacional. (s. f.). Lluvia acumulada - promedio mensual [Conjunto de datos]. En Mapas de climatología 1981-2010. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/mapas-de-climatologia-1981-2010>
- Shahputra, M. A., & Zen, Z. (2018). Positive and Negative Impacts of Oil Palm Expansion in Indonesia and the Prospect to Achieve Sustainable Palm Oil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122, 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012008>
- Shanahan, M. (2016). Palm oil: The pros and cons of a controversial commodity. *China Dialogue*. Recuperado 30 de octubre de 2022, de <https://chinadialogue.net/en/food/11627-palm-oil-the-pros-and-cons-of-a-controversial-commodity/>
- Spaargaren, O. (2001). *Major Soils of the World*. International Soil Reference and Information Centre. Recuperado 6 de diciembre de 2022, de <https://indico.ictp.it/event/a0124/material/1/4.pdf>
- Starr, F. y Starr, K. (2016). "Green fruit at USDA Plant Materials Center, Molokai, Hawaii". (CC BY 3.0). <https://flic.kr/p/EeoAqP>

Referencias

- Statista. (2022a). Leading palm oil importers worldwide 2020. Recuperado el 14 de septiembre de 2022, de <https://www.statista.com/statistics/1023677/palm-oil-importer-leading-global/>
- Statista. (2022b). Production of palm oil in Latin America in 2021, by country. Recuperado el 13 de diciembre de 2022, de <https://www.statista.com/statistics/1089767/latin-america-palm-oil-production-country/>
- Surre, C. (1993). L'Institut de recherches pour les huiles et oléagineux. CIRAD.
- Telemar S.A. de C.V. (2017, 1 septiembre). Capacitan a productores campechanos de palma de aceite en Centroamérica [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=JOIVrndTizY>
- Torres-Guerrero, C. A., Gutiérrez-Castorena, M. C., Ortiz-Solorio, C. A., & Gutiérrez-Castorena, E. V. (2016). Manejo agronómico de los Vertisoles en México: Una revisión. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 457-466. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n4/2395-8030-tl-34-04-00457.pdf>
- Tovar-González, M. E. (1999). Extranjeros en el Soconusco. *Revista de Humanidades: Tecnológico de Monterrey*, 8, 29-43. <http://www.redalyc.org/pdf/384/38400802.pdf>
- Trejo-Sánchez, E. J., Valdiviezo-Ocampo, G., & Parra-Vázquez, M. R. (2020). Governance of African Palm Production and Lifeways of Palm Producers in Two Municipalities of the Chiapas Jungle. *Socio-Environmental Regimes and Local Visions*, 335-361. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49767-5_17
- Trejo-Sánchez, E. J., Valdiviezo-Ocampo, G. S., & Fletes-Ocampo, H. B. (2018). Reestructuración productiva: El caso de la palma de aceite en la microrregión costera de Chiapas. En H. B. Fletes-Ocón, P. Vargas-Vencis, & H. M. Jiménez-Acevedo (Eds.), *Actores, reconfiguración socioterritorial y desarrollo en Chiapas* (1.a ed., pp. 77-105). Universidad Autónoma de Chiapas.
- UNESCO World Heritage Centre. (2012). United Fruit Company Infrastructure - UNESCO World Heritage Centre. UNESCO World Heritage Convention. <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5770/>
- Valdés-Rodríguez, O. A., & Palacios-Wassenaar, O. M. (2016). Evolución y situación actual de plantaciones para biocombustibles: Perspectivas y retos para México. *Agroproductividad*, 9(2), 33-41.
- Velázquez-González, I., Pérez-Hernández, H., Sañudo-Torres, R. R., Ruelas-Ayala, R. D., & Félix-Herrán, J. A. (2013). Impacto del cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* jacq.) sobre las propiedades físicas y químicas del suelo en la localidad de la Alianza, Mapastepec, Chiapas. *Revista Forestal Baracoa*, 32(2), 85-91.
- Venn, F. (2002). *The Oil Crisis* (1.a ed.). Routledge.
- Vijay, V., Pimm, S. L., Jenkins, C. N., & Smith, S. J. (2016). The Impacts of Oil Palm on Recent Deforestation and Biodiversity Loss. *PLOS ONE*, 11(7), e0159668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159668>
- WWF. (2022). 8 things to know about palm oil. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de <https://www.wwf.org.uk/updates/8-things-know-about-palm-oil>

Anexos

2.1 Distribución de los grupos de suelos, por región productora

[Siguiete página]

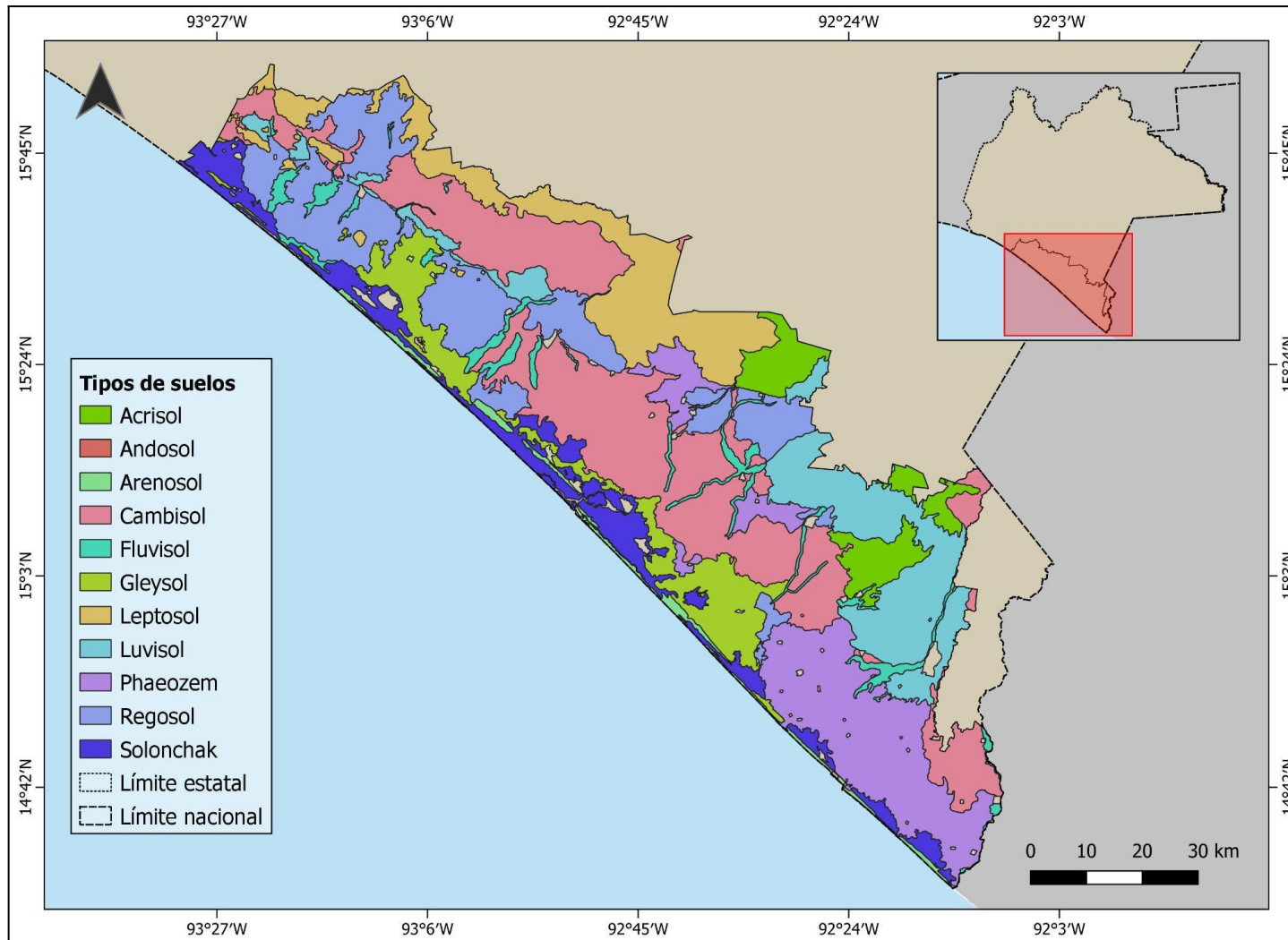


Figura 31. Tipos de suelos presentes en la región Istmo-Soconusco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).

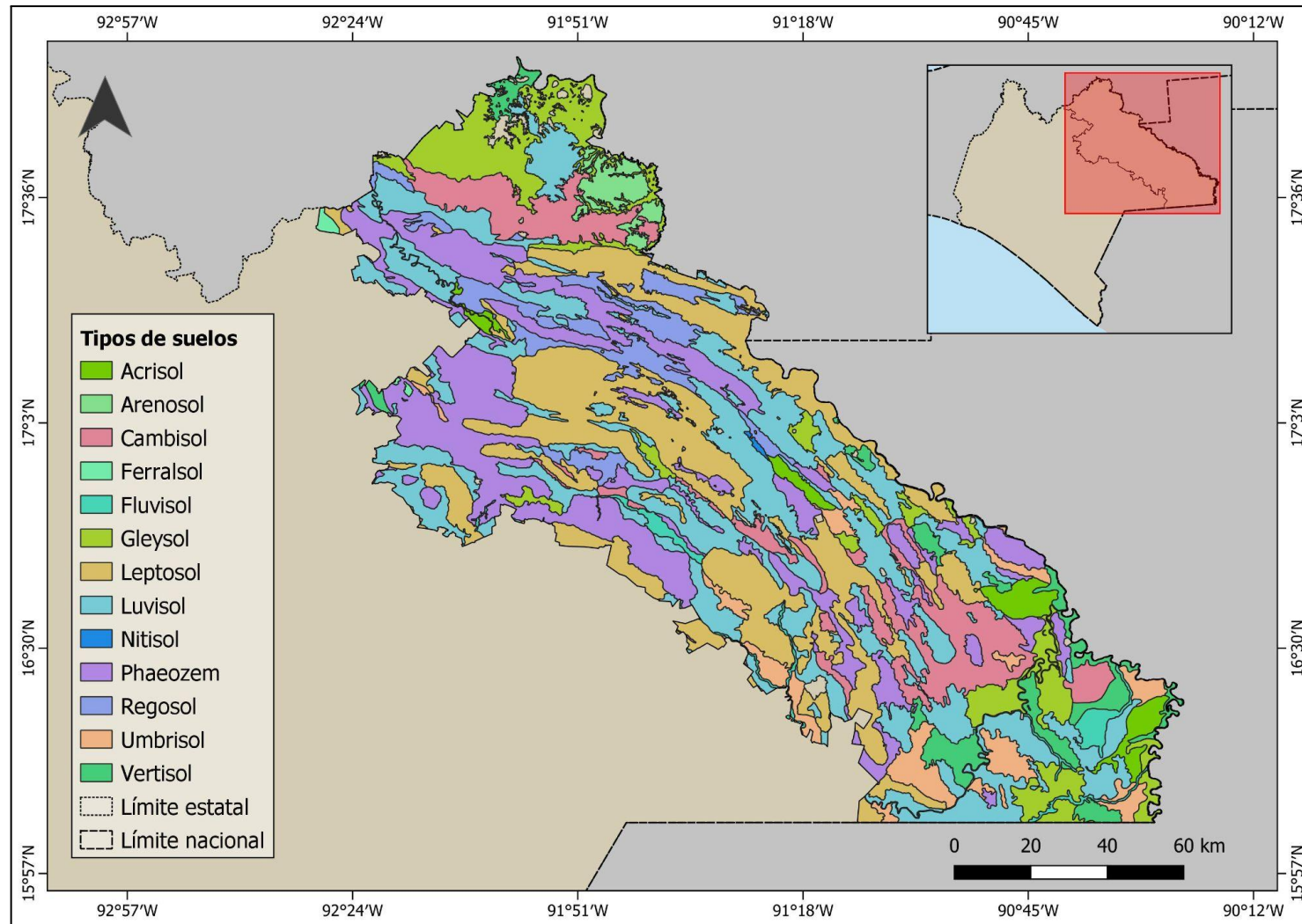


Figura 32. Tipos de suelos presentes en la región Maya-Lacandona. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).

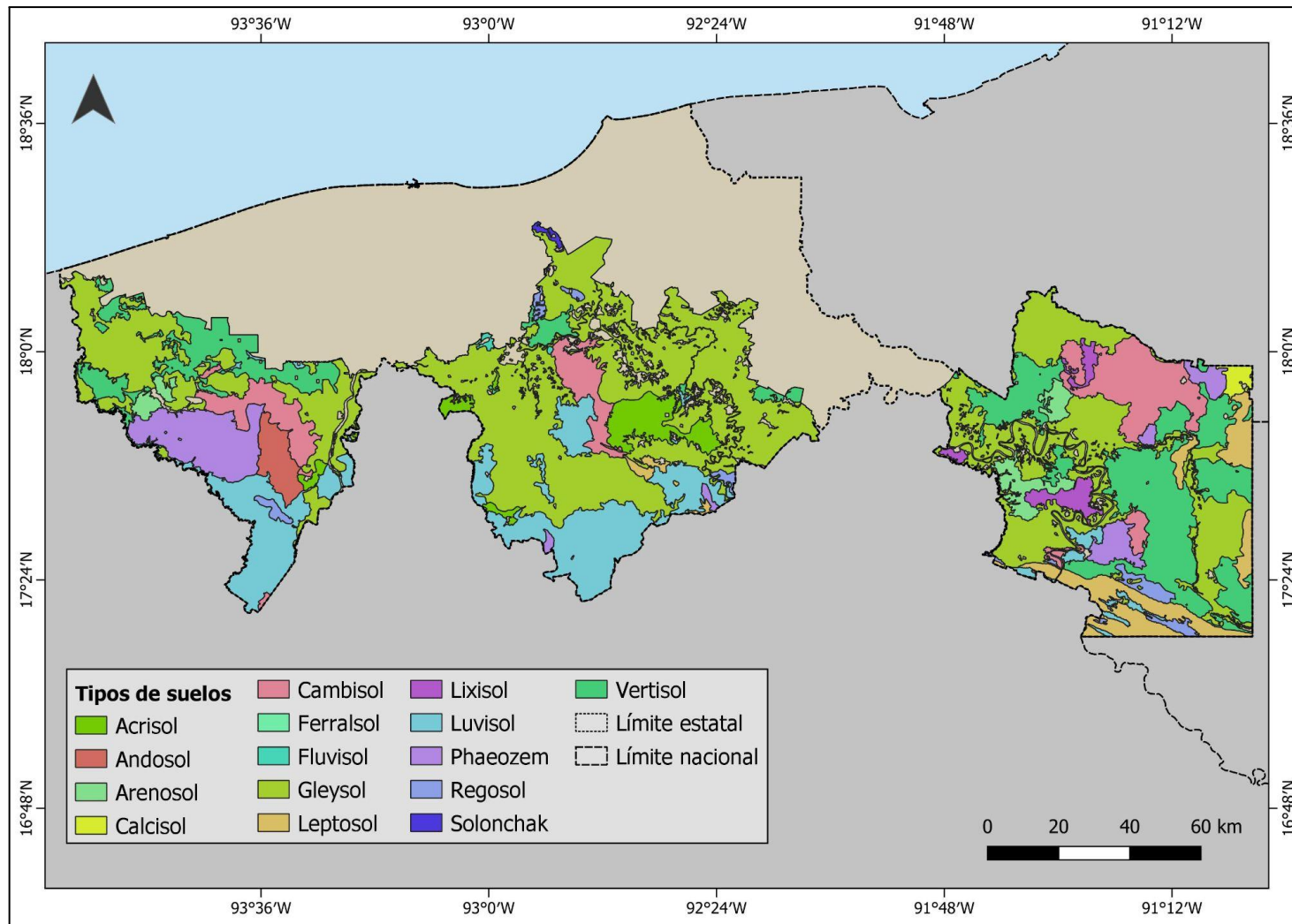


Figura 33. Tipos de suelos presentes en Tabasco. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).

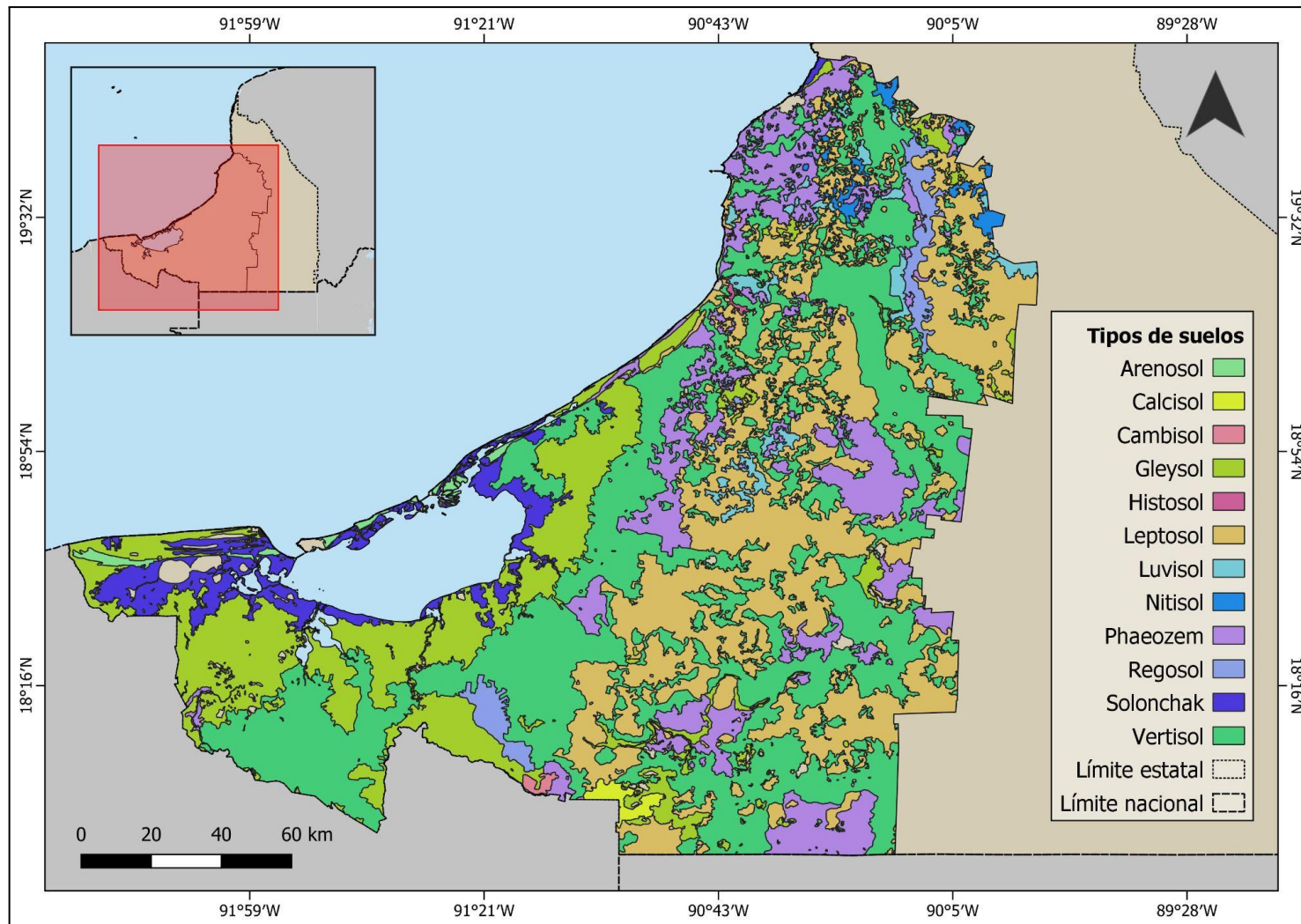


Figura 34. Tipos de suelos presentes en Campeche. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).

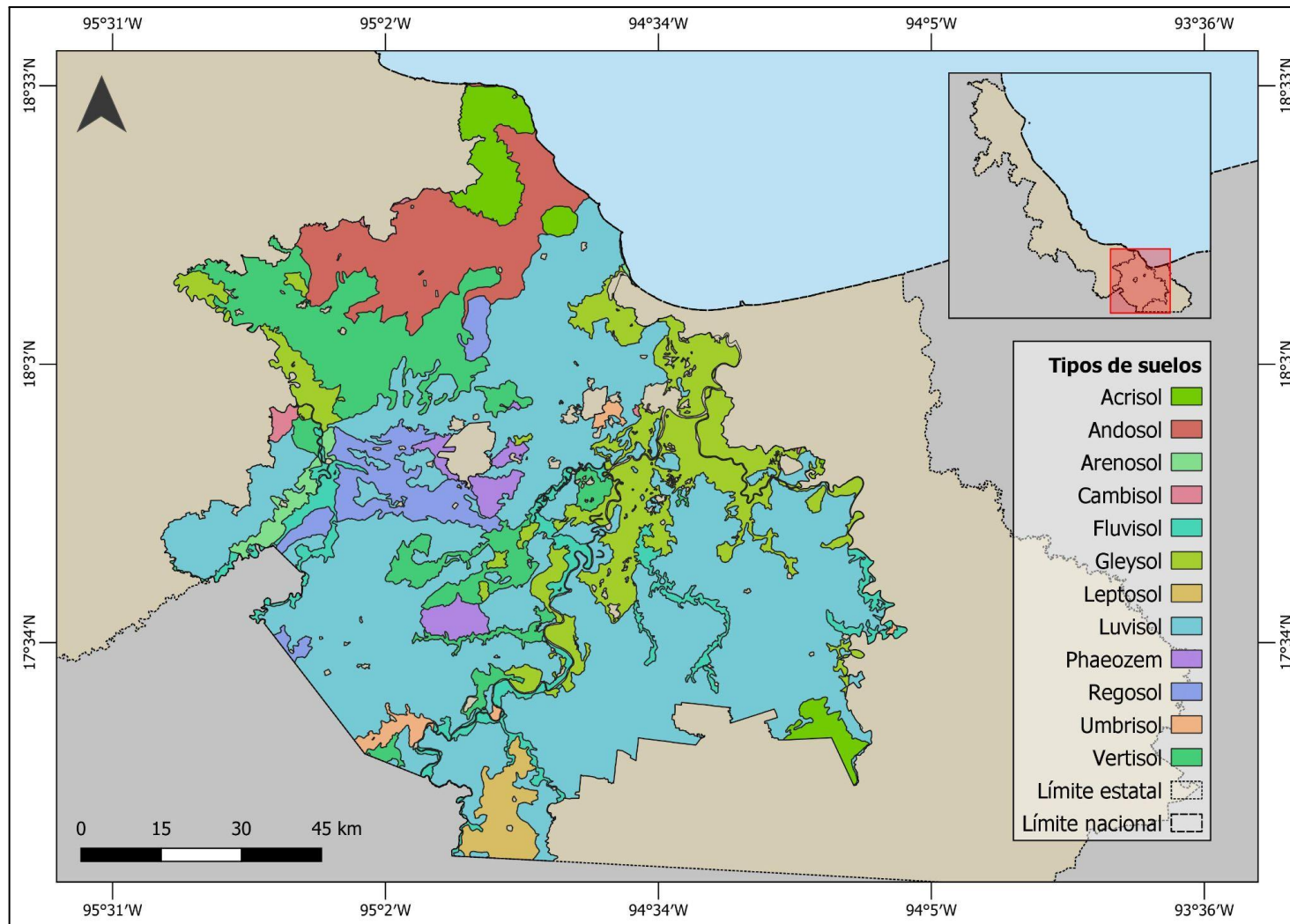


Figura 35. Tipos de suelos presentes en Veracruz. Elaboración propia con datos de INEGI (2021 y 2014).

2.2 Descripción de los grupos de suelos

- Andosol: Son un tipo de suelo volcánico que es generalmente fértil cuando las cenizas a partir de las cuales se forma son básicas o intermedias y estas no se encuentran expuestas a lixiviación excesiva (Levard & Basile-Doelsch, 2016). Este tipo de suelos se encuentra principalmente distribuido en municipios productores de Veracruz y Tabasco. Allí, los andosoles presentes son sobre todo de tipo lúvico y presentan un pH neutro (INEGI, 2007; Retureta et al., 2020), por lo que se consideran como suelos con una buena aptitud productiva para la palma (Rozieta et al., 2015).
- Cambisol: De acuerdo el CentroGeo (s.f.), “son suelos que se originan y evolucionan en el mismo lugar, presentan una fertilidad media a baja. Son bien drenados, de profundidad media y accesibles en su manejo, sin embargo, al carecer de cubierta vegetal son muy susceptibles a la erosión”. En la región del Soconusco, en la costa de Chiapas, estos suelos se consideran adecuados para la producción de palma de aceite e incluso presentan propiedades contribuyen a la capacidad de almacenamiento de carbono del cultivo (Ramos et al., 2018). Junto con los luvisoles y los phaeozems, los cambisoles son algunos de los suelos más productivos del estado de Tabasco (Palma et al., 2017a).
- Fluvisol: De acuerdo con INEGI (2017), se trata de un tipo de suelo “joven, desarrollado en depósitos aluviales, lacustres y marinos”. Se consideran suelos fértiles (León et al., 2015), además de que estudios realizados en la región Sierra de Tabasco (comprendida por los municipios de Jalapa, Tacotalpa, Teapa), que es la región más productiva de dicha entidad (SIAP, 2021), se identificó que los fluvisoles tienen una aptitud media a alta para la producción de palma de aceite (Brindis et al., 2021a). Por este motivo, se considera a este tipo de suelos, de manera general, como aptos para la producción de esta oleaginosa.
- Luvisol: Suelos que presentan una mayor acumulación de arcillas en el subsuelo y pueden desarrollarse sobre distintos tipos de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales; se consideran suelos fértiles y aptos para la producción agrícola (INEGI, 2017; FAO, 2015). Junto con los phaeozems y los cambisoles, los luvisoles son algunos de los suelos más productivos del estado de Tabasco (Palma et al., 2017a).
- Phaeozem: Entre otras características, son suelos ricos en materia orgánica, fértiles y con buena aptitud para la producción agrícola (INEGI, 2017). De acuerdo con Palma et al. (2017b), estos suelos presentan una buena aptitud para la producción de palma de aceite.

- Acrisol: Se trata de suelos ácidos con un elevado grado de meteorización (FAO, 2015), que se caracterizan, además, por ser arenosos y deficientes en fósforo y bases intercambiables (León et al., 2014). De acuerdo con Corley y Tinker (2016, p. 75), este tipo de suelos, al igual que los ferralsoles, se consideran poco aptos para la producción de la palma de aceite por su grado de erosión y lixiviación.
- Arenosol: Suelos arenosos que se derivan “de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricas en cuarzo o arenas depositadas recientemente, como dunas en desiertos y tierras de playas” (INEGI, 2017; FAO, 2015). Este tipo de suelos, al igual que los regosoles, se consideran poco aptos para la producción de palma de aceite debido a su bajo contenido de nutrientes, arcillas o materia orgánica que proporcione una capacidad de intercambio suficiente (Corley y Tinker, 2016, p. 76).
- Calcisol: Es un tipo de suelo que presenta una acumulación sustancial de carbonatos secundarios en los primeros 100 cm (FAO, 2015). Según lo expuesto por Palma et al., (2017c), son suelos que pueden considerarse fértiles, pero que presentan “problemas de anegamiento en los horizontes subsuperficiales y altos contenidos de sodio, que restringen su uso en agricultura permanente”. Adicionalmente, los horizontes cálcicos pueden llegar a presentar una estructura masiva que dificulta el crecimiento de raíces de la palma (Spaargaren, 2001), lo cual es especialmente importante considerando que la mayor parte de las raíces de la palma de aceite se concentran en los primeros 50 cm (Arias y González, 2014, p. 12).
- Ferralsol: Este tipo de suelos se caracteriza por su elevado contenido de óxidos, que le confieren una apariencia roja a amarilla a los suelos (FAO, 2015). Al igual que los acrisoles, los ferralsoles son suelos muy erosionados y lixiviados, por lo que no se consideran aptos para la producción de palma de aceite (Corley y Tinker, 2016, p.75).
- Gleysol: Se caracterizan por su saturación de agua freática y el color gléyico (gris) que esta condición produce (INEGI, 2017). Aunque se considera que el cultivo de la palma de aceite puede crecer en este tipo de suelos (Herdiansyah et al., 2020), de acuerdo con Brindis et al. (2021b), este tipo de suelos ha probado ser poco apto para la producción de palma de aceite debido al pobre drenaje interno que presentan y por su saturación.
- Solonchak: Son suelos que se caracterizan porque, en algún momento del año, presentan una elevada concentración de sales solubles (INEGI, 2017; FAO, 2015). En ese sentido, son suelos salinos donde solo crecen de manera óptima especies halófitas (Palma et al., 2017b). Por estas características, este tipo de suelo no se consideró apto para la producción de palma de aceite.
- Histosol: Suelos formados a partir de materia orgánica acumulada, cuyo proceso de humificación se ve impedido por una prolongada saturación o por un régimen climático muy frío

(FAO, 2015; INEGI, 2017). De acuerdo con Palma et al. (2017c), aunque se pueden considerar suelos fértiles, son muy ácidos e idealmente no deben ser utilizados para actividades agrícolas.

- Leptosol: Son suelos someros con un elevado contenido de gravas (INEGI, 2017; FAO, 2015), característica que se considera muy poco apta para la producción de palma de aceite (Corley y Tinker, 2016, p. 73).

- Lixisol: Suelos lixiviados en los que el contenido de arcillas es mayor en los horizontes inferiores que en los más superficiales. Debido a su grado de erosión, de acuerdo con Corley y Tinker, 2016 (p. 75), junto con los acrisoles, no se consideran suelos aptos para la producción de palma de aceite. Esto es respaldado por los hallazgos de Salgado et al. (2017) en el estado de Tabasco, donde se identificó que estas características, en caso de no ser atendidas por medio de las técnicas de manejo correctas, actúan en detrimento de la fertilidad del suelo en el que se produce la palma.

- Nitisol: Son suelos tropicales de coloración roja, caracterizados por ser profundos y por su buen drenaje (INEGI, 2017). Aunque la meteorización es relativamente avanzada, los nitisoles pueden considerarse mucho más productivos que la mayor parte de los suelos tropicales y rojos (FAO, 2015). Este tipo de suelos pueden considerarse como ultisoles y alfisoles en la clasificación de la US Soil Taxonomy (Kome y Tabi, 2020). Al respecto, se ha detectado que estos dos últimos tipos de suelo, a pesar de poder considerarse suelos tropicales de relativa fertilidad, presentan, no obstante, retos para la productividad de la palma de aceite (Fatai et al., 2017; Oktari et al., 2021; Corley y Tinker, 2016, p. 75), por lo que no se consideran suelos naturalmente aptos para su producción.

- Regosol: Son suelos minerales débilmente desarrollados sobre materiales poco consolidados, muy parecidos al material parental (FAO, 2015; INEGI, 2017). Al igual que los arenosoles, tienen un bajo contenido de nutrientes, arcillas o materia orgánica que permita una capacidad de intercambio suficiente (Corley y Tinker, 2016, p. 69, 76). Aunque el cultivo de la palma de aceite puede crecer en este tipo de suelos mientras la distribución de la precipitación sea buena, los regosoles son bajos en 4 de los 7 micronutrientes esenciales: boro, zinc, manganeso, molibdeno (*ibid.*, Herdiansyah et al., 2020; Owen, 1993). El alto contenido de gravas, así como el anegamiento, dificultan su uso agrícola y hacen que este tipo de suelo tenga una tendencia de baja fertilidad (Palma et al., 2017b; Corley y Tinker, 2016, p. 84).

- Umbrisol: Suelos que presentan una acumulación significativa de materia orgánica que le confiere a la capa más superficial un color oscuro (FAO, 2015; INEGI, 2017). En la clasificación de la US Soil Taxonomy, estos suelos forman parte de los inceptisoles y entisoles (FAO, 2015). Al respecto, sobre estos dos últimos tipos de suelos se ha identificado que son sensibles a la erosión y

presentan una poca disponibilidad de nutrientes (Sakiah et al., 2018; Safitri et al., 2017; Basyaruddin, 2020). Por estas razones, se considera como un suelo de baja aptitud productiva para la palma de aceite.

- Vertisol: Una de las características de este tipo de suelo es su elevado contenido de arcillas y la facilidad con la que este puede ser sufrir procesos de expansión y contracción (INEGI, 2017). Aunque de acuerdo con Torres et al. (2016), los vertisoles “poseen un gran potencial productivo en granos (sorgo, trigo y maíz), caña de azúcar y hortalizas”, los vertisoles son unos de los suelos menos productivos para la palma de aceite (Wageningen y SNV, 2016; Corley y Tinker, 2016, p. 86). Lo anterior se debe a que, al momento de compactarse, este tipo de suelos pueden hacer difícil el crecimiento de las raíces de las palmas (*ibid*). Además, este tipo de suelos presenta problemas de anegamiento por su textura pesada o acumulación de materia orgánica (Palma et al., 2017b).