

ANÁLISIS DE LOS IMPULSORES DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

FEBRERO 2022

REPORTE FINAL



**COMUNIDADES FUERTES,
TERRITORIOS VIVOS**



Centro de Investigaciones Tropicales
Universidad Veracruzana

ELABORADO POR:

Edward Alan Ellis*

Irving Uriel Hernández Gómez*

David Chacón Castillo*

* Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), Universidad Veracruzana (UV)



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. LOS IMPULSORES DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y DEFORESTACIÓN EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
DESCRIPCIÓN HISTÓRICA DE LOS PROCESOS E IMPULSORES DE LA DEFORESTACIÓN	6
¿CÓMO AFECTAN LAS FUERZAS DE MERCADO Y POLÍTICAS DE GOBIERNO EN LA DEFORESTACIÓN?	15
SECTOR AGROINDUSTRIAL	17
SECTORES TURISMO E INMOBILIARIO	22
SECTOR ENERGÉTICO	23
TENDENCIAS Y RETOS EN CONTROLAR LOS IMPULSORES DE DEFORESTACIÓN	24
3. EL PAPEL DE LAS POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE GOBIERNO EN EL CAMBIO DE USO DE SUELO DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	27
LEYES Y PROGRAMAS DESARROLLO RURAL Y AGROPECUARIO	27
LEY DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE (2001)	28
PROGRAMA SECTORIAL DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL 2020-2024	28
PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO, PESQUERO Y ALIMENTARIO 2013-2018	29
PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y PESQUERO 2007-2012	29
PLANES DE DESARROLLO NACIONAL	30
APOYOS PARA EL CAMPO	31
AGENCIA DE SERVICIOS A LA COMERCIALIZACIÓN Y DESARROLLO DE MERCADOS AGROPECUARIOS (ACERCA)	32
PROGRAMA DE APOYOS DIRECTOS AL CAMPO (PROCAMPO)	34
PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA PRODUCCIÓN GANADERA (PROGAN)	36
PROGRAMA ESPECIAL DE SEGURIDAD ALIMENTARIA (PESA)	38
PROGRAMA DE PRODUCCIÓN PARA EL BIENESTAR	39
PROGRAMA CAMINOS SACA COSECHAS	39
CRÉDITOS AGROPECUARIOS	40
RELACIÓN DE LOS SUBSIDIOS DE PROCAMPO-PROAGRO Y PROGAN CON LA DEFORESTACIÓN	41
EFECTO DE LOS SUBSIDIOS EN LA DEFORESTACIÓN DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	42
LEYES DE DESARROLLO TURÍSTICO	59
FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO (FONATUR)	59
LEY GENERAL DE TURISMO	60
LEY PARA EL FOMENTO Y DESARROLLO DEL TURISMO EN YUCATÁN	61
LEY DE TURISMO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	61
LEY DE TURISMO DEL ESTADO DE CAMPECHE	62
PROGRAMAS Y APOYOS PARA EL DESARROLLO TURÍSTICO	63
LEYES DE DESARROLLO INMOBILIARIO	65



LEYES ESTATALES SOBRE EL DESARROLLO INMOBILIARIO _____	66
PROGRAMAS Y APOYOS DE DESARROLLO INMOBILIARIO _____	68
PROGRAMAS DE DESARROLLO INMOBILIARIO EN LOS ESTADOS _____	69
EVALUACIÓN DE PLANES ESTATALES DE DESARROLLO Y SUS IMPLICACIONES EN EL CAMBIO DE USO DE SUELO _____	70
¿COMO INTERVIENE EL MARCO NORMATIVO Y PROGRAMAS DE GOBIERNO EN EL CAMBIO DE USO DE SUELO? _____	78
DESARROLLO AGROINDUSTRIAL _____	80
TURISMO _____	80
INMOBILIARIA _____	81
4. IMPACTO DE LOS SECTORES AGROPECUARIO, TURISMO E INMOBILIARIO EN LA DEFORESTACIÓN DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN _____	82
TENDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN Y MERCADOS AGROPECUARIOS _____	82
PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN _____	83
RELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y PRECIOS AGROPECUARIOS CON LA DEFORESTACIÓN _____	99
MODELOS DE EFECTOS FIJOS Y ALEATORIOS CON DATOS DE PANEL _____	99
RESULTADOS DE LOS MODELOS CON DATOS DE PANEL _____	101
PAPEL DEL SECTOR TURISMO EN LA DEFORESTACIÓN _____	103
ANÁLISIS GEOGRÁFICO DEL IMPACTO DE DEFORESTACIÓN _____	103
PAPEL DEL SECTOR INMOBILIARIO EN LA DEFORESTACIÓN _____	112
ANÁLISIS GEOGRÁFICO DEL IMPACTO DE DEFORESTACIÓN _____	113
RELACIÓN DE DESARROLLO TURÍSTICO E INMOBILIARIO CON LA DEFORESTACIÓN EN ZONAS URBANAS _____	121
PRUEBAS ESTADÍSTICAS CON DATOS DE PANEL _____	122
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPULSORES _____	123
RELACIÓN DE LA TENENCIA DE LA TIERRA CON LOS PROCESOS DE DEFORESTACIÓN _____	129
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RELACIÓN DE TENENCIA DE LA TIERRA CON LA DEFORESTACIÓN _____	133
¿CÓMO IMPACTA EL SECTOR AGROPECUARIO, TURISMO E INMOBILIARIO EN LOS PROCESOS DE DEFORESTACIÓN? _____	141
5. LITERATURA CITADA _____	148
APOYO DE CONSULTA: _____	163

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Línea del tiempo que describe sucesos de deforestación en la parte inferior y programas de desarrollo económico en la parte superior	8
Figura 2. Deforestación permanente anual en la Península de Yucatán entre 2001 y 2020.	25
Figura 3. Deforestación permanente anual por estado entre 2001 y 2020.	26
Figura 4. Deforestación en Campeche por PROCAMPO-PROAGRO: Ejidos.	44
Figura 5. Deforestación en Campeche por PROCAMPO-PROAGRO: Propiedad privada.	45
Figura 6. Deforestación en Campeche por PROGAN: Ejidos.	47
Figura 7. Deforestación en Campeche por PROGAN: Propiedad privada.	48
Figura 8. Deforestación en Yucatán por PROCAMPO-PROAGRO: Ejidos.	50
Figura 9. Deforestación en Yucatán por PROCAMPO-PROAGRO: Propiedad privada.	51
Figura 10. Deforestación en Yucatán por PROGAN: Ejidos.	52
Figura 11. Deforestación en Yucatán por PROGAN: Propiedad privada.	53
Figura 12. Deforestación en Yucatán por PROGAN: Municipios.	54
Figura 13. Deforestación en Quintana Roo por PROCAMPO-PROAGRO: Ejidos.	56
Figura 14. Deforestación en Quintana Roo por PROGAN: Ejidos.	58
Figura 15. Porcentaje de superficie sembrada por cultivo en la Península de Yucatán (SIAP, 2003-2020).	83
Figura 16. Porcentaje del valor de producción por cultivo en la Península de Yucatán (SIAP, 2003-2020).	84
Figura 17. Promedio de superficie anual sembrada (ha) entre 2015 y 2020 por cultivo y estado en la Península de Yucatán.	85
Figura 18. Valor anual promedio entre 2015 y 2020 por cultivo y estado en la Península de Yucatán.	86
Figura 19. Precio promedio entre 2015 y 2020 por cultivo y estado en la Península de Yucatán.	86
Figura 20. Tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de maíz en grano por estado en la Península de Yucatán.	89
Figura 21. Deforestación por cultivo de maíz por municipio en la Península de Yucatán.	90
Figura 22. Tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de caña de azúcar por estado en la Península de Yucatán.	91
Figura 23. Deforestación por el cultivo de caña de azúcar en la Península de Yucatán.	92
Figura 24. Tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de la soya por estado en la Península de Yucatán.	93
Figura 25. Deforestación por superficie sembrada de soya por municipio en la Península de Yucatán.	94
Figura 26. Tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de sorgo por estado en la Península de Yucatán.	95
Figura 27. Deforestación por superficie sembrada de sorgo por municipio en la Península de Yucatán.	96
Figura 28. Tendencias en volumen y valor de la producción de ganadería bovina y peso y precio de carne en canal en la Península de Yucatán.	97
Figura 29. Deforestación por producción bovina en la Península de Yucatán.	98

Figura 30. Fecha de alta de Hoteles en la Península de Yucatán. _____	104
Figura 31. Superficie de la expansión turística y deforestación por estado _____	107
Figura 32. Superficie deforestada en 2001-2020 por año en zonas de expansión turística. _____	107
Figura 33. Deforestación por expansión turística y hotelera alrededor de Cancún, Quintana Roo. _____	108
Figura 34. Deforestación por expansión turística y hotelera alrededor de Cozumel, Quintana Roo. _____	109
Figura 35. Deforestación por expansión turística y hotelera alrededor de Playa del Carmen, Quintana Roo. _____	110
Figura 36. Deforestación por expansión turística y hotelera alrededor de Tulum, Quintana Roo. _____	111
Figura 37. Superficie deforestada en 2001-2020 por año en zonas de expansión turística dedicadas al golf. _____	112
Figura 38. Municipios con mayor expansión urbana sobre la propiedad social de 1990 a 2020 (hectáreas). Fuente: Torres-Mazuera 2020. _____	113
Figura 39. Crecimiento de las áreas urbanas de 1985 a 2018 en la Península de Yucatán. _____	114
Figura 40. Deforestación de las áreas urbanas de la Península de Yucatán para el periodo 2001 a 2020. _____	115
Figura 41. Superficie de los fraccionamientos por estado vs la superficie deforestada 2001 al 2020 dentro de los fraccionamientos. Fuente: Elaboración propia con datos de GeoComunes (2019) y Hansen et al., (2013). _____	116
Figura 42. Deforestación por el desarrollo de fraccionamientos en la Península de Yucatán. _____	116
Figura 43. Deforestación por fraccionamientos en Mérida. _____	117
Figura 44. Deforestación por fraccionamientos en Cancún. _____	118
Figura 45. Deforestación por fraccionamientos en Playa del Carmen. _____	119
Figura 46. Deforestación por fraccionamientos en Campeche. _____	120
Figura 47. Deforestación por el incremento de parques industriales en la Península de Yucatán. _____	121
Figura 48. Distribución anual de la deforestación en once zonas urbanas de Quintana Roo. _____	124
Figura 49. Deforestación total en once zonas urbanas de Quintana Roo. _____	125
Figura 50. Deforestación promedio por actividad de desarrollo y periodo en once zonas urbanas de Quintana Roo. _____	126
Figura 51. Distribución de los datos de deforestación por año de alta en SECTUR y DENUE en once zonas urbanas de Quintana Roo. _____	127
Figura 52. Distribución de los datos de deforestación por categoría de importancia turística en once zonas urbanas de Quintana Roo. _____	128
Figura 53. Tenencia de la tierra y deforestación en Yucatán. _____	135



ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. <i>Apoyos, superficie y montos del Programa PROGAN en Campeche (2011-2018)</i> _____	46
Tabla 2. <i>Ejes de los Planes Estatales de Desarrollo de los tres estados de la Península de Yucatán en el periodo 2010-2020.</i> _____	71
Tabla 3. <i>Indicadores agropecuarios y ambientales incluidos en Planes Estatales de Desarrollo de la Península de Yucatán para el periodo 2010 - 2020.</i> _____	73
Tabla 4. <i>Aparición de la palabra deforestación (y términos relacionados*) en los Planes Estratégicos de Desarrollo Estatal de la Península de Yucatán (2010-2024).</i> _____	76
Tabla 5. <i>Expansión turística por año de registro y estado.</i> _____	106
Tabla 6. <i>Superficie de campos de golf en la expansión turística por año de alta.</i> _____	111
Tabla 7. <i>Muestra el crecimiento de la mancha urbana de 1985 al 2018.</i> _____	114
Tabla 8. <i>Tipo de tenencia, descripción, paquete de derechos y características dentro de la Península de Yucatán y sus estados.</i> _____	132
Tabla 9. <i>Estadísticas descriptivas sobre la superficie deforestada (2010-2019) dentro de polígonos con tenencia ejidal, privada y nacional en la Península de Yucatán.</i> _____	136
Tabla 10. <i>Estadísticas descriptivas sobre la superficie deforestada (2010-2019) dentro de polígonos con tenencia ejidal, privada y nacional en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.</i> _____	137

RESUMEN EJECUTIVO

La Selva Maya de la Península de Yucatán es una región de importancia biocultural en el planeta. Comprende un poco más de 9 millones de hectáreas de selvas en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán que albergan una gran riqueza de flora y fauna, así como comunidades y tradiciones de la cultura Maya que por siglos han convivido con sus bosques (CCMSS, 2021); la Selva Maya es el sustento de su agricultura y provee múltiples productos maderables y no maderables importantes para su bienestar y la economía local. A escala nacional y global las selvas de la Península de Yucatán representan un bastión para la conservación de biodiversidad y una efectiva arma para la mitigación del cambio climático, almacenando y capturando CO₂ de la atmósfera. A la vez, la Península de Yucatán ha sido una frontera para el desarrollo agropecuario del país, punto de atracción turística nacional e internacional y región de crecimiento económico y urbano.

Los últimos siglos han visto grandes transformaciones en el paisaje, como la pérdida de cobertura forestal para las haciendas henequeneras y ganaderos de la época colonial; y en las últimas décadas, la deforestación y deterioro ambiental por la expansión de la agroindustria y el desarrollo del sector turístico y de inmobiliaria. Los cambios de uso de suelo y pérdida de recursos forestales han sido acompañados con alteraciones en la tenencia de tierra, el aumento en la privatización de tierras y desplazamientos de usos tradicionales y comunitarios del uso de suelo forestal. En años recientes, los procesos de deforestación, antagónicos con la cultura Maya y el uso sustentable de los recursos naturales, han surgido en conflictos socioambientales detonantes en movilizar cambios en las políticas públicas y estrategias de conservación y desarrollo rural sustentable.

El objetivo de este trabajo fue documentar los principales impulsores de cambio de uso de suelo en la Península de Yucatán e identificar y evaluar los impulsores subyacentes de las políticas públicas y sectores económicos (e.g. agroindustrial y turismo) detrás de los procesos de deforestación. En este documento se describen las leyes y programas nacionales y estatales y su relación con el potencial cambio de uso de suelo. Adicionalmente, se analizan datos geográficos y socioeconómicos para determinar los impactos específicos de programas de apoyo agropecuario, así como los mercados de los sectores agropecuarios, turismo e inmobiliario, en la pérdida de cobertura forestal. El documento presenta pruebas estadísticas rigurosas y análisis geográficos que comprueban el efecto de programas de subsidios para el desarrollo rural, producción y precios agropecuarios, ocupación turística, y desarrollo inmobiliario en la deforestación de la Península de Yucatán. Finalmente, se integra información actualizada sobre la deforestación y los sectores de desarrollo económico en la Península de Yucatán, ofreciendo muchos elementos de utilidad para el desarrollo de estrategias de acción y políticas públicas encaminadas a frenar la deforestación por el cambio de uso de suelo.

Los mensajes claves que se reúnen de este trabajo son:

Después de una reducción en el cambio de uso de suelo por la deforestación entre mediados de la década de 1990 y mediados del 2000, la pérdida de cobertura forestal ha ido en aumento en los últimos 15 años. Se estima una pérdida forestal anual de alrededor de 40,000 ha anuales que han subido a más de 50,000 ha en los últimos cinco años, alcanzando 80,000 ha anuales.

Campeche tiene una mayor y constante pérdida de selvas para agricultura comercial y ganadería. En Quintana Roo la deforestación ha aumentado en la última década por la expansión agroindustrial y ganadera, así como por el crecimiento del turismo y urbanización. Yucatán tiene deforestación más

antigua, y las pérdidas recientes son mayormente por la agricultura comercial y ganadería bovina, y la expansión urbana.

Las políticas y programas de gobierno para el desarrollo rural desde la década de 1970 hasta la de 1990 fueron muy influyentes en promover el cambio de uso de suelo en el sureste. El inicio de la implementación de políticas y estrategias de conservación ambiental a mediados de la década de 1990 y durante los 2000 incide en reducir la deforestación. Pero en las últimas dos décadas, las fuerzas de los mercados (agroindustrial, de turismo e inmobiliario) toman importancia, y junto con la influencia de las leyes y programas de gobierno, incentivan una mayor deforestación.

Los programas de subsidios al campo, PROCAMPO, PROAGRO Y PROGAN, que operaron en la década de 1990 hasta 2018, son entre los principales y más costosas iniciativas de desarrollo rural del gobierno y fueron fuertemente relacionados con la deforestación en la Península de Yucatán a pesar de que entre sus objetivos destacaba reducir la deforestación e impacto ambiental de la producción agropecuaria.

En Campeche un ejido subsidiado con PROCAMPO-PROAGRO deforestó entre 79 y 587 ha más que aquellos sin subsidios, y en propiedad privada con apoyos, 156 ha de deforestación adicional en promedio. En Yucatán se vio una deforestación promedio adicional de 334 ha por ejido con PROCAMPO y 47 ha adicionales por PROGAN, comparado a ejidos similares sin subsidios. En Quintana Roo, los apoyos PROGAN se asociaron con entre 174 y 316 ha adicionales deforestadas por ejido, comparado a otros ejidos sin subsidios con características similares.

En Campeche el mercado de maíz, soya, palma de aceite y caña, vinculado con el desarrollo agroindustrial, así como la producción ganadera, se asocia con la pérdida de cobertura forestal de las últimas décadas. En Yucatán se observan tendencias similares a Campeche, pero con un mayor crecimiento y desarrollo del sector ganadero. En Quintana Roo, el mercado ganadero y de caña de azúcar se asocia fuertemente con los procesos de deforestación.

La importancia económica de los sectores turismo e inmobiliario en la región y el país, apoyado por leyes, programas y créditos nacionales para promover su desarrollo, ha ocasionado procesos de deforestación, específicamente en zonas urbanas y polos turísticos costeros en el estado de Quintana Roo, particularmente desde 2005.

Los grandes desarrollos turísticos, como hoteles todo incluido, residencias turísticas, parques de diversión y campos de golf se asocian con una mayor deforestación en zonas urbanas con mayor ocupación y economía de turismo. Sin embargo, el desarrollo de fraccionamientos residenciales ha sido responsable de una mayor superficie deforestada en zonas urbanas.

A pesar de una mayor presencia de estrategias y metas, así como políticas públicas y programas dedicadas a la conservación de recursos naturales y la reducción de la deforestación, la pérdida de cobertura forestal por el cambio de uso de suelo no se ha detenido y hasta la fecha, no se ha podido encontrar una sinergia entre las políticas públicas para frenar la deforestación, y promover el desarrollo económico agroindustrial y de turismo sustentable.

1. INTRODUCCIÓN

La tasa de deforestación en México ha ido en aumento desde el año 2000, y la mayoría de esta pérdida forestal ocurre en las ecorregiones con selvas tropicales húmedas y secas (CONAFOR, 2020). Las cifras de deforestación bruta generadas por la CONAFOR (2020) indican un aumento en la tasa anual de 76,672 ha/año en el 2001 a tasas mayores de 300 mil ha/año en años posteriores al 2008. El sureste de México destaca por su alta deforestación entre el 2001 y 2018. “Focos rojos” de pérdida forestal se describe en los municipios de Hopelchén y Candelaria en el estado de Campeche, en los municipios Bacalar y Benito Juárez en Quintana Roo, y en los municipios cercanos a la ciudad de Mérida y Tizimín del estado de Yucatán (TNC- Alianza MREDD+, 2015; Ellis *et al.*, 2017a).

Las causas directas de la deforestación en la Península de Yucatán (o los usos de suelo asociados con la pérdida de cobertura forestal) son evidentes y se han reportado ampliamente. La conversión de selvas para el uso de suelo ganadero claramente destaca por su mayor superficie de áreas deforestadas, seguido por la expansión de la agricultura comercial y mecanizada, la expansión urbana, y el asociado desarrollo turístico que es emblemático de la región por sus playas y zonas arqueológicas (TNC- Alianza MREDD+, 2015; Ellis *et al.*, 2017a). Sin embargo, los impulsores detrás del desmonte y cambio de uso de suelo de un lugar no suelen ser tan evidentes como las causas directas; estos impulsores reflejan una compleja interrelación de factores ambientales, socioeconómicos, institucionales, políticas y culturales que con frecuencia son ignorados dentro de las políticas y programas de conservación en México.

Para los estudios de cambio de cobertura y uso de suelo, Geist y Lambin (2002) proponen una distinción importante entre los impulsores (*drivers*) directos (causa directa) y los impulsores indirectos o subyacentes que son los que provocan a un individuo o actor en remover la cobertura forestal (causa indirecta). Los vínculos entre múltiples impulsores subyacentes y causas directas pueden ser muy intrincados y conducir a diferentes procesos en el cambio de la cobertura forestal, complicando la identificación, evaluación y cuantificación de impulsores particulares. Por ejemplo, puede ocurrir un fenómeno de teleacoplamiento entre socio-ecosistemas distantes, como el caso de la deforestación en selvas Amazónicas ligado al comercio agroindustrial internacional para la producción y consumo de soya o carne en Estados Unidos o Europa (Henders and Ostwald, 2014; Munroe *et al.*, 2019).

Sin duda, el sector agroindustrial en la Península de Yucatán ha crecido drásticamente en la última década. En el 2010 casi no existía la siembra de soya en la región, y la mayoría de las 300 mil toneladas de maíz cultivado era para autoconsumo. Para el 2019, hubieron 51,000 ha y una producción de 103 mil toneladas de soya, y la producción de maíz aumentó a 600 mil toneladas, ahora en gran medida para fines comerciales. Debido a la expansión de la industria avícola, porcícola y procesadoras de aceite, la demanda para la producción local y de importación de soya y maíz ha aumentado drásticamente. En los últimos diez años han aparecido empresas grandes pecuarias, como Grupo Kúo, implementando un modelo de aparcería con los productores locales para el cultivo y suministro de insumos de alimento animal, a la vez, exacerbando los procesos de privatización y despojo de tierras comunales ejidales (Torres-Mazuera *et al.*, 2021; Torres-Mazuera y Gómez Godoy, 2020). El sector ganadero bovino también ha ido mejorando en la región. Quintana Roo tuvo su mejor cifra de exportación y comercialización con 15,535 cabezas exportados a Estados Unidos en el 2020.

A la par, la última década ha visto la implementación de políticas públicas nacionales y estatales que se orientaron a desarrollar el campo y su productividad agropecuario, y atraer inversión y fomentar la agroindustria. Crecientemente, los programas para promover e incrementar la producción agropecuaria, se han dirigido en apoyar el crecimiento del modelo agroindustrial productivo. En México, el mercado y

consumo de productos de origen agroindustrial han aumentado y los precios de los cultivos usados han mejorado en algunos casos. El desarrollo del sector turístico también ha crecido en la Península de Yucatán. Siendo el motor económico del Estado de Quintan Roo, en años recientes se han destinado grandes inversiones para vincular la producción del campo con la industria turística, persiguiendo una estrategia de producir productos agropecuarios para turistas de la región y exportar a otros polos turísticos en el Caribe. Otros impulsores de deforestación, como el sector inmobiliario y energético, han resaltado en la última década, y estos también se ven vinculados con el auge del sector agroindustrial y turismo. Sin embargo, el impacto en la cobertura forestal por estos recientes impulsores de políticas, programas y proyectos de inversión y desarrollo agroindustrial, turístico, inmobiliario y energético siguen escasamente documentados y evaluados.

Este reporte documenta en su Capítulo 2 los principales impulsores de cambio de uso de suelo en la Península de Yucatán y describe la política pública y programas de desarrollo detrás de los procesos de deforestación. El Capítulo 3 identifica las leyes y programas nacionales y estatales que se relacionan con el potencial de cambio de uso de suelo específicamente por los sectores agropecuarios, de turismo e inmobiliario. Se presentan evidencias de como los programas agropecuarios han incidido en la deforestación y se discute sobre el impacto de las políticas públicas y programas de gobierno en la deforestación. Finalmente, el Capítulo 4, presenta las tendencias de crecimiento y deforestación en los sectores agropecuarios, turismo e inmobiliaria en la Península de Yucatán y los resultados de análisis geográficos y socioeconómicos para determinar los impactos en la pérdida de cobertura forestal.

2. LOS IMPULSORES DE CAMBIO DE USO DE SUELO Y DEFORESTACIÓN EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

A escala global, el deterioro de la cobertura forestal ha aumentado en los últimos 20 años (FAO, 2010; Hansen *et al.*, 2013). Se estima una pérdida de cobertura boscosa en el planeta de 125,000 km² al año entre 2001 y 2012, aumentando 2,000 km² cada año; la mayor parte de la deforestación se concentra en ambientes tropicales y países en desarrollo (Ferretti-Gallon y Busch, 2014; Hansen *et al.*, 2013; Hosonuma *et al.*, 2012). De la superficie global de cobertura arbórea perdida entre 2000 y 2015, el 27% corresponde al impacto de la agricultura comercial, seguido por el impacto de aprovechamiento y plantaciones forestales (26%), mientras que la agricultura de subsistencia e incendios corresponde al 24% y 23% respectivamente (Curtis *et al.*, 2018). En los países en desarrollo, Hosonuma *et al.*, (2012) confirma que la principal causa directa de la deforestación es la agricultura comercial, seguido por la agricultura de subsistencia, lo cual es más pronunciado en Latino América (75%; Kissinger *et al.*, 2012). Por otro lado, Houghton *et al.*, (2012) también revela que las emisiones son mayores a causa de la deforestación por la agricultura comercial, y que la agricultura de subsistencia resulta en la degradación, implicando un menor impacto en emisiones de carbono. Basado en un metaanálisis de 121 estudios sobre los impulsores de la deforestación, Busch y Ferretti-Gallon (2017) concluyen que son los factores económicos (ingresos y mercados agropecuarios) que sobresalen como importantes impulsores de la deforestación. Un estudio reciente demostró que el impacto por el comercio internacional de productos agroindustriales abarca entre el 29 al 39% de las emisiones por la deforestación, y la mitad de estas emisiones son por la actividad ganadera y el cultivo de semillas oleaginosas (Pendrell *et al.*, 2019). Estas investigaciones demuestran el potencial de las fuerzas de mercado en transformar la cobertura arbórea del planeta.

El papel de los mercados agropecuarios en la deforestación es evidente; sin embargo, detrás de estos mercados intervienen las políticas públicas que promueven la agricultura comercial para el desarrollo y crecimiento económico regional. El reporte sobre los impulsores de la deforestación y degradación de

Kissinger *et al.*, (2012), elaborado para el programa REDD+ (Reducción en las Emisiones por la Deforestación y Degradación Forestal) de las Naciones Unidas, describe acertadamente como intervienen un sin fin de impulsores subyacentes que varían geográficamente; por ejemplo, mercados internacionales y nacionales, crecimiento poblacional, políticas nacionales, gobernanza y pobreza, entre otros. La complejidad y los múltiples impulsores subyacentes asociados con la deforestación y degradación forestal en los trópicos ha sido bien documentada desde las primeras investigaciones sobre el tema (Geist y Lambin, 2001; Lambin *et al.*, 2003; Lambin *et al.*, 2001). Mientras que la investigación sobre el cambio de uso de suelo y cobertura forestal logra esclarecer cuales son las causas directas e impulsores indirectos que influyen, a la par, también demuestran una compleja interacción que ocurre entre una variedad de factores económicos, institucionales, culturales y ambientales (Kissinger *et al.*, 2012).

Este apartado se basa de una revisión bibliográfica y de documentación sobre los procesos e impulsores de la deforestación en la Península de Yucatán, y sobre el papel que tuvieron los mercados y las políticas en el cambio de la cobertura forestal y uso de suelo. Se presenta una síntesis bibliográfica y cronológica sobre los impulsores de deforestación en la Península de Yucatán, y se identifica como influyen las fuerzas de mercado y políticas públicas como impulsores subyacentes importantes. La información evaluada consiste principalmente en publicaciones científicas y otra documentación sobre el cambio de uso de suelo en la Península de Yucatán; sin embargo, se incluyen casos relevantes en México y otros países. El objetivo central de la revisión bibliográfica es discernir como han incidido los diferentes sectores de desarrollo en la región: agropecuario, turístico, inmobiliario y energético, e identificar las políticas públicas de desarrollo regional asociados con los procesos de pérdida y deterioro de la cobertura forestal de la Península de Yucatán.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para la identificación, recopilación y documentación de la literatura sobre los impulsores de la deforestación y degradación forestal en la Península de Yucatán, así como casos relevantes en otras regiones de México y Latinoamérica, se realizó la búsqueda de información abarcando un periodo de evaluación de 1990 a la fecha, tomando en cuenta: artículos científicos publicados, tesis, informes y reportes gubernamentales. Para la compilación de un acervo bibliográfico se realizaron búsquedas en distintas bases de datos de información científica como son EBSCO Host, Web of Science, SCOPUS, REDALYC y LATINDEX, SCIENCEDIRECT, SPRINGERLINK, SCIELO y CONRICYT para fuentes de información de revistas en español de relevancia para Latinoamérica y México. Las palabras claves que se utilizaron para la búsqueda de información fueron: *deforestación, Península Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, cambio de cobertura y uso de suelo y cobertura forestal, manejo forestal, agroindustria, turismo, selva, manglar*, entre otros.

Como resultado, del total se obtuvieron 159 artículos científicos, mientras que otros tipos de publicaciones rondaron entre uno y seis documentos. En su mayoría, las publicaciones son recientes, siendo 121 publicadas desde el año 2010. Se revisaron 127 publicaciones referidas a México, ocho a nivel global y el resto de los países mantienen una o dos publicaciones.

En base de la revisión bibliográfica, se presenta una síntesis cronológica sobre los impulsores de deforestación en la Península de Yucatán, y se identifica como influyen las fuerzas de mercado y políticas públicas como impulsores subyacentes importantes.

DESCRIPCIÓN HISTÓRICA DE LOS PROCESOS E IMPULSORES DE LA DEFORESTACIÓN

La cobertura forestal de la Península de Yucatán ha sido impactada y renovada por milenios, considerando las civilizaciones Mayas que la habitaron entre 2000 A.C. y 1546 D.C., y llegaron a tener poblaciones grandes de hasta 125,000 personas en ciudades como Chichen Itzá (Hernández-García, 2008; Márquez-Morfín y Hernández-Espinoza, 2013). La selva alrededor de las ciudades y aldeas presentaba asociaciones con vegetación secundaria, derivado de la práctica de la milpa (principalmente cultivos de maíz, frijol, calabaza, camote, yuca, tomate, chile, tabaco y cacao) y la rotación espacial-temporal (roza, tumba y quema) con el fin de conservar la fertilidad del suelo (Hernández-García, 2008).

Durante la época colonial, en el paisaje forestal del estado de Yucatán y la región costera de Campeche se presentaron procesos de cambio de uso de suelo para ganadería, maíz, algodón y caña, particularmente en las zonas alrededor de los centros poblados de Mérida, Valladolid y Campeche (Patch, 1985). En contraste, el sur y sureste de la Península de Yucatán tuvo mucho menos impactos en su cobertura forestal debido principalmente por su mayor inaccesibilidad, y menor aptitud para producción agrícola o ganadera. En la época post-colonial, la producción de henequén y ganado siguieron transformando el paisaje forestal del Estado de Yucatán, así como la explotación del palo de tinte que se exportaba a Inglaterra y usado como colorante en la industria textil. Posteriormente la extracción de chicle y madera en Campeche y Quintana Roo tuvo su importancia económica impactando los ecosistemas forestales, pero manteniendo una cobertura forestal extensa en el paisaje durante el siglo XIX (Alonso Velasco y Velásquez Torres, 2019; Bray y Merino-Pérez, 2004).

Tras la Revolución Mexicana, el auge del reparto agrario en México, que abarcó desde la década de 1910 hasta la década de 1940, dotó a los pobladores de tierras para ser trabajadas a través de comunidades denominadas “ejidos”. Durante las dos décadas posteriores a la segunda guerra mundial, la migración del ámbito rural a las grandes ciudades generó una demanda por alimentos, principalmente de productos cárnicos, por lo que en México se implementaron políticas públicas para satisfacer dicha demanda (Carabias y Rabasa, 2017). Los programas del gobierno implementados para la ampliación de la frontera agropecuaria en el sexenio de Miguel Alemán Valdés fueron la Comisión Nacional de Colonización (1946-1963) y diversos apoyos a través del Instituto Nacional Indigenista (INI; 1948 - en funciones bajo la denominación del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas); en el sexenio de Adolfo Ruiz Cortines fueron los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA; 1954 - en funciones); en el de Adolfo López Mateos el Instituto Mexicano del Café (INMECAFE; 1958-1989), la Productora Nacional de Semillas (PRONASE; 1960-2007) y la Compañía Nacional de Subsistencia Populares (1962-1999); y durante el mandato de Gustavo Díaz Ordaz el Banco Nacional Agropecuario (1965 -1975; Aboites - Aguilar, 2019; Herrera-Tapia *et al.*, 2009). Estos programas fueron incidentes en la deforestación histórica de la Península de Yucatán; sin embargo, no hay información detallada o cifras sobre el cambio de uso de suelo durante este periodo

Los procesos de cambio de uso de suelo se describen a mayor detalle desde la década de 1970. Durante las siguientes décadas se incrementaron las tasas de deforestación por la implementación de políticas públicas de gran escala con el objetivo de desarrollar la producción y mercados agropecuarios en fronteras forestales del país. Por ejemplo, se llevó a cabo el Programa de Inversión y Financiamiento del Sector Público Federal entre 1971 y 1976. Este programa tenía por objetivos el aumento del empleo de áreas rurales deprimidas, impulsar proyectos de bienestar social (educación, seguridad social, agua potable, electrificación y comunicación terrestre), promover el desarrollo nacional e incrementar los ingresos por turismo (Alcalá-Vázquez, 2007). En el ámbito energético y del recurso hídrico, la demanda por éstos propició la construcción de presas en diversos estados de la República, construyéndose en las décadas de

1970 y 1980 el 45% de las presas existentes en el país (Domínguez-Serrano, 2019). Por otro lado, tras imponerse el autotransporte sobre los ferrocarriles en el volumen de carga transportada durante la década de 1960, fue necesario implementar una estructura vial que conectara la mayor parte del país. Es por ello, que entre 1970 y 1975, la construcción de caminos aumentó exponencialmente, llegando a construirse 114 mil km de carreteras y 96 mil de caminos no pavimentados (Flores-Rangel, 2015).

Durante la década de 1970, las tierras forestales eran vistas como terrenos baldíos alejados de las ciudades con alto valor comercial, por lo que el Estado liderado por Luis Echeverría Álvarez intervino con la promoción de la Revolución Verde a través de la Secretaría de la Reforma Agraria (1972), por lo cual se implementaron programas como el Programa Nacional de Desmontes (1972-1983), la Financiera Rural (1975, transformada en Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero en 2013), el Programa de Apoyo al Comercio Ejidal (1975-1980) y el Banco Nacional de Crédito Rural (BANRURAL; 1975-2002); durante el sexenio de José López Portillo se creó La Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (COPLAMAR; 1977-1983) y el Programa de Desarrollo Rural del Trópico Húmedo (1978-1995; Herrera-Tapia *et al.*, 2009; Merino-Pérez, 2004; Bravo-Peña *et al.*, 2010). La llamada “fiebre del ganado” generó estas políticas públicas que favorecieron la ganadería extensiva a lo largo de las costas del Golfo de México y sur-sureste, reduciendo la selva tropical a un 10-15% de su distribución original en un periodo de 10 años (Toledo *et al.*, 2003). Un ejemplo de esta situación fue la extensa deforestación a favor de pastizales inducidos y la construcción de la presa Cerro de Oro en la cuenca del río Uxpanapa, siendo una región vital para la conservación biológica de especies bandera de las selvas de México, donde pasó de presentar una extensión de selva de 84% de la superficie en 1972 a 38% en el 2000 (Gómez-Pompa, 2016; Hernández-Gómez *et al.*, 2013). En consecuencia, desde 1970 hasta inicios de 1980, el botánico Dr. Arturo Gómez-Pompa fue uno de los principales actores en llamar la atención sobre la rápida pérdida de grandes extensiones de selva ocasionada por las iniciativas del Gobierno para fomentar el desarrollo económico regional y colonización de la región sur y sureste de México (Gómez-Pompa, 2016).

Seguido describimos los procesos y los impulsores de la deforestación identificados dentro de cuatro periodos de en la historia moderna de la Península de Yucatán: 1) Periodo de Colonización Agrícola 1970-1990, 2) Periodo de Reformas Neoliberales 1990-2000, 3) Periodo de Desarrollo, Turismo y Conservación 2000-2010 y 4) Periodo de Crecimiento Agroindustriales y Políticas REDD+ 2010-2020. Una línea de tiempo que resume los impulsores históricos directos e indirectos se despliega en la *Figura 1*.

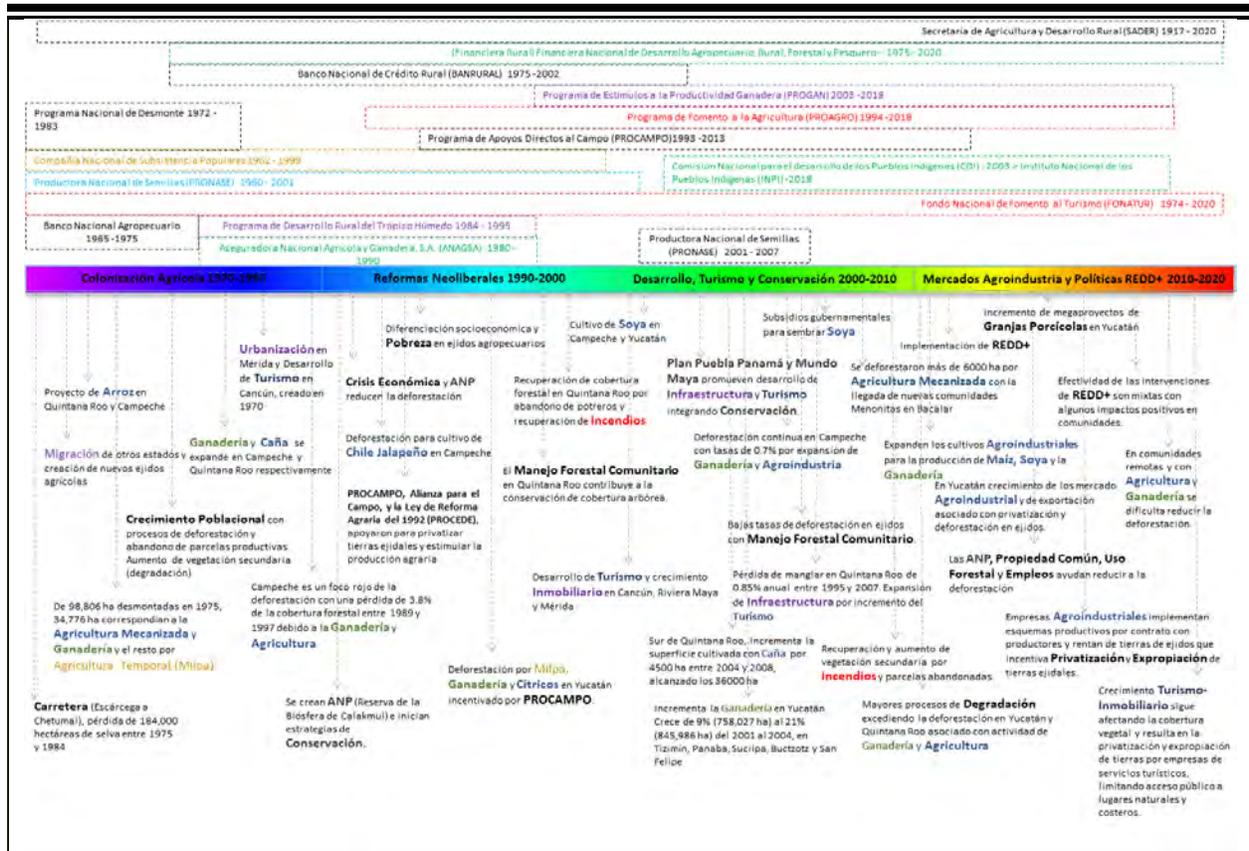


Figura 1. Línea del tiempo que describe sucesos de deforestación en la parte inferior y programas de desarrollo económico en la parte superior

Periodo de Colonización Agropecuaria (1970-1990)

La literatura más temprana sobre los cambios de uso de suelo en la Península de Yucatán son ejemplos en el estado de Yucatán. La más antigua publicación sobre impulsores describe el cambio de uso de suelo en la Zona Henequenera del noreste del estado entre las décadas de 1950 a 1990; asociando la transformación del paisaje al proceso de urbanización del campo debido al crecimiento poblacional de la ciudad de Mérida; las viejas plantaciones de henequén y otros usos agrícolas y forestales fueron reemplazados por áreas urbanas (Baños, 1996). Esta revisión histórica de Baños (1996) discute como la transición de una economía agrícola hacia servicios, comercio e industrias domésticas, impulsados por el crecimiento y expansión de Mérida, tuvo impactos en el paisaje arbolado de áreas circundantes. Por otro lado, en el municipio de Sotuta, a menos de 100 km de Mérida, el primer análisis de percepción remota documentada para la Península de Yucatán reporta un proceso rápido de deforestación, así como de degradación por el incremento de vegetación secundaria en la década de 1980 (Sohn *et al.*, 1999). El incremento de la deforestación en el estado de Yucatán durante este periodo se atribuye en parte a la transición de la milpa para subsistencia a cultivo de maíz y mecanización para la producción comercial (Sohn *et al.*, 1999).

No obstante, como se menciona arriba, el principal frente de la deforestación durante este periodo fue en la zona sur de la Península de Yucatán con la apertura de la nueva carretera de Escárcega a Chetumal y el flujo de migración y colonización agrícola que se detona a partir de 1970 (Gómez-Pompa, 2016). El primer

estudio de cambio de cobertura y uso de suelo que evidencia el impacto en la cobertura forestal del proceso de colonización agrícola en el sur de la Península de Yucatán se atribuye a Cortina-Villar *et al.*, (1999). En una región a lo largo de la Carretera Escárcega-Chetumal (excluyendo la zona de la Reserva de la Biósfera de Calakmul) reportó una pérdida de 184,000 hectáreas (25% del área de estudio) entre 1975 y 1984 a consecuencia del proceso de colonización dirigida por el Gobierno y facilitado por el nuevo acceso vial (Cortina-Villar *et al.*, 1999; Geoghegan *et al.*, 2001). Sin embargo, también se empieza a describir una más compleja dinámica geográfica y temporal en cobertura forestal de la región. Por ejemplo, entre 1975 y 1984 hubo procesos de pérdida de cobertura arbórea en el sur de Campeche (tasa -0.15%) y Quintana Roo (-0.27%), pero en el sur de Campeche la deforestación empeora entre 1984 y 1990 (-0.51%) mientras que la cobertura se recupera particularmente en el sur de Quintana Roo (0.33%; (Cortina-Villar *et al.*, 1999).

La ganadería y la agricultura son las causas próximas del cambio de uso de suelo, y las primeras zonas en perder su cobertura forestal eran sobre suelos más aptos y profundos para la mecanización, ocupando tierras en las partes bajas (Cortina-Villar *et al.*, 1999; Geoghegan *et al.*, 2001). De las 98,806 ha ya desmontadas en 1975, unas 34,776 ha correspondían a la agricultura mecanizada y ganadería, y el resto por agricultura manual (Cortina-Villar *et al.*, 1999). Cortina-Villar *et al.*, (1999) reportan la expansión de áreas deforestadas focalizadas en la región de la Ribera del Río Hondo en Quintana Roo para cultivo de caña; y en Campeche, en la zona de bajos por El Centenario, donde predominan suelos profundos que permiten la mecanización agrícola; la ganadería se ubicaba en tierras con suelos similares, pero también en zonas con suelos más pedregosos y someros. Adicionalmente durante la década de 1970 se impulsaron proyectos para sembrar arroz debido al mal drenaje de los suelos más profundos en áreas de bajos, para 1977 se sembraron 4,000 y 3,000 ha en Quintana Roo y Campeche respectivamente; el cultivo de arroz no resultó tan viable siendo reemplazado por caña de azúcar, y para 1986, la superficie de caña y arroz llegó a crecer hasta los 8,833 y 7,820 ha respectivamente en el Sur de Quintana Roo (Cortina-Villar *et al.*, 1999). Geoghegan *et al.*, (2001) similarmente ofrecen evidencia de la causa directa de la ganadería, proyectos arroceros y cultivo de milpas en los procesos de deforestación en el sur de Campeche a finales de 1980 y principios de 1990. Pero con base en los resultados de modelos econométricos, determinan que la colonización agrícola no respondió a factores de mercados agropecuarios si no a los programas gubernamentales de subsidios y la infraestructura de carreteras. Otras investigaciones, han evaluado la deforestación en el estado de Campeche, confirmando una tasa anual de 0.57% entre 1976 y 1988, y una expansión en ganadería (4%) y agricultura (4%) que se asocia estrechamente con la expansión y modernización agrícola (Esperanza-Olguín y Martínez-Romero, 2011).

Por otro lado, en la región sur de la Península de Yucatán, Cortina-Villar *et al.*, (1999) también describen una recuperación de vegetación secundaria (43%), más pronunciado en Quintana Roo, por el abandono de áreas agrícolas y atribuido a factores como mayores restricciones del suelo y establecimiento de Áreas Forestales Permanentes a mediados del 1980 para el aprovechamiento forestal comunitario. La iniciativa del manejo forestal comunitario que inicia en la década de 1980 con el proyecto Plan Piloto Forestal en el centro y sur de Quintana Roo y sureste de Campeche, así como la poca aptitud para la mecanización agrícola de los suelos, intervienen para mantener la cobertura forestal en estos paisajes forestales de la Península de Yucatán (Bray y Klepeis, 2005; Bray y Merino-Pérez, 2004; Cortina-Villar *et al.*, 1999).

Algunos casos de estudio locales sobre el cambio de uso de suelo durante la década de 1980 demuestran la diversidad y complejidad de los impulsores en los procesos de deforestación de las selvas en la Península de Yucatán. Por ejemplo, en el Ejido La Guadalupe en la región sur de Calakmul, Campeche, se reportó una pérdida de 178 ha de selva baja y 165 ha de selva mediana y alta para la agricultura, y los autores implican a las políticas agrarias públicas e iniciativas privadas de promotores de producción e intermediarios en promover el cambiar el uso de suelo (Díaz-Gallegos *et al.*, 2002). En tres ejidos cercanos a la ciudad de

Chetumal, hubo deforestación para la ganadería, ganadería recreativa y parcelas agroforestales (frutales) en la década de 1980, donde la cercanía de la ciudad creaba mayor acceso a mercados, apoyos y subsidios gubernamentales y capital de fuentes de empleo se relaciona con la deforestación (García Rubio *et al.*, 2005). En ese sentido, se observó un proceso de deforestación agropecuario asociado con la economía y crecimiento urbano del periodo.

Periodo de Reformas Neoliberales (1990-2000)

La década de 1990 se marca por los cambios en las políticas públicas mediante una serie de reformas neoliberales, además de una crisis económica que experimentó el país (Hernández-Gómez *et al.*, 2013). Al mismo tiempo, por consecuencia de la alarmante deforestación de selvas que sufrió la Península de Yucatán en décadas anteriores, desde 1986 se crearon importantes Áreas Naturales Protegidas (ANP) como la Reservas de la Biósfera de Calakmul y Sian Ka'an, caracterizando a la década de 1990 por un crecimiento en estrategias e iniciativas internacionales y nacionales de conservación en la Península de Yucatán (Roy Chowdhury, 2006a; Koleff, Urquiza Haaz y Contreras, 2012). Por esa razón, no es sorprendente que la mayoría de las publicaciones sobre el cambio de cobertura y uso de suelo en la Península de Yucatán de 1990 al 2000 se enfocan geográficamente en la zona sur, y particularmente en la región de la Reserva de la Biósfera de Calakmul (RBC). Gran parte de estas publicaciones se derivan de un proyecto internacional, multi-institucional e interdisciplinario titulado *Southern Yucatán Peninsular Project* (SYPR), el cual inició en 1997 y fue coordinado y diseñado por la Universidad de Clarke para examinar la deforestación en los trópicos. Más de 50 artículos derivaron de este proyecto, abarcando el tema de los procesos y las causas directas y subyacentes de la deforestación en la región del proyecto SYPR.

Estos estudios en su generalidad describen la zona sur de Campeche como un foco rojo de la deforestación en la década de 1990, con una tasa anual de entre 0.28% y 0.39% y una pérdida de 3.8% de la cobertura forestal entre 1989 y 1997 (Busch, 2009; Klepeis, 2003; Klepeis y Vance, 2009; Roy Chowdhury, 2007; Schneider, 2004) o 12.7% de 1988 al 2000 de acuerdo con el análisis de Vester *et al.*, (2007). La ganadería y agricultura eran las causas directas principales, y particularmente se identifica el cultivo de chiles jalapeños para el mercado nacional e internacional como uno de los principales impulsores en este periodo. En comparación a previos estudios sobre la deforestación, el proyecto SYPR también se dedicó a explorar y analizar los diversos impulsores subyacentes asociados con los procesos de cambio en la cobertura forestal. Entre ellos se identificó que el crecimiento poblacional de 2,174 habitantes en 1960 a 40,000 en el año 2000 derivado mayormente por la colonización, fue influyente en la deforestación; anudado a esto, se señala a las políticas públicas de desarrollo agropecuario y las reformas neoliberales, generadas por las políticas de globalización como el TLCAN (Klepeis, 2003). Como ejemplo, sobresalen los programas de subsidios para productores rurales como PROCAMPO y Alianza para el Campo, y la Ley de Reforma Agraria del 1992, implementados para abrir la opción de privatizar tierras agrícolas ejidales y estimular la producción agraria (Keys, 2005; Klepeis, 2003; Klepeis y Vance, 2009; Schmook y Vance, 2009). Sin embargo, el programa de PROCAMPO (introducido en 1993) se refirió como un subsidio a productores mexicanos para compensar por los subsidios que recibían sus competidores extranjeros por el TLCAN, y así no afectar los precios de productos agropecuarios (Ellis y Porter-Bolland, 2008; Roy Chowdhury, 2010). Con estos programas, los beneficiarios recibieron un subsidio por las hectáreas de uso de suelo productivo demostrando cuantas hectáreas tenían deforestadas, con frecuencia resultando en más deforestación y sin impactos significativos en la producción agraria (Astudillo, 1982; Klepeis, 2003).

En la década de 1990 las fuerzas de mercado, particularmente en la forma de intermediarios y coyotes, jugaron un mayor rol en los procesos de deforestación, siendo impulsores subyacentes importantes en la conversión de selvas para el cultivo de chile jalapeño (Keys, 2005). Adicionalmente, las investigaciones

publicadas del proyecto SYPR revelaron la diversidad de impulsores subyacentes que pueden intervenir e interactuar en los procesos de conversión de selvas a usos de suelo agropecuarios. Con la aplicación de modelos geoespaciales y econométricos, Roy Chowdhury (2006a; 2006b) determina un aumento en la deforestación entre 1987 y 1996 en la región de la RBC del sur de Campeche, y logra identificar variables biofísicas y de ubicación; por ejemplo, características de los suelos y cercanía a caminos, que influyen en los procesos de deforestación del paisaje. Por otro lado, a escala de hogar, los estudios revelan que los accesos a créditos y subsidios de programas son influyentes en incrementar la probabilidad de deforestación de sus parcelas para la agricultura o ganadería (Manson y Evans, 2007; Roy Chowdhury, 2006a; 2006b).

La producción ganadera empezó a crecer y tomar un lugar principal como causa directa de la deforestación en la región de la RBC durante este periodo (Busch y Geoghegan, 2010). Busch y Vance (2011), por ejemplo, reportan una tasa anual de 0.7% en la expansión de potreros de 1997 a 2003. La escasez de mano de obra y menos inversión requerida por hectárea se identificaron como factores claves en la decisión de desmontar la selva para potreros (Busch, 2006; *Busch y Geoghegan, 2010*; Busch y Vance, 2011). A pesar de un avance en la deforestación, la tasa disminuye en la década de 1990 como resultado de las políticas de conservación que se implementaron paralelamente en la región, entre ellas el establecimiento de la ANP, Reserva de la Biósfera de Calakmul (Rueda, 2010; *Vester et al., 2007*), además de la crisis económica del periodo. Como resultado, se describe el abandono y recuperación de muchas parcelas deforestadas para agricultura y ganadería, y una diferenciación entre productores que logran capitalizarse e invierten en la expansión de potreros y cultivos y aquellos que mantienen una producción mínima y de subsistencia, dependiendo de empleo externo que era escaso en áreas rurales remotas (Busch y Geoghegan, 2010; Gurri, 2010; *Radel et al., 2010*; Rueda, 2010; Turner, 2010).

A pesar del fuerte sesgo de investigaciones sobre la deforestación enfocadas en la región sur de Campeche y de la RBC, un grupo pequeño de estudios empezaron a publicarse sobre otras regiones de la Península de Yucatán. En Hocabá, Yucatán, por ejemplo, se reportan 170,000 ha deforestadas para agricultura de roza-tumba-quema o milpa, incentivados por el programa de PROCAMPO, ocasionando una reducción en el periodo de descanso de los acahuals y la degradación de la cobertura forestal (Bautista-Zúñiga *et al., 2005*). Otro estudio en Yucatán describe una pérdida de cobertura forestal de 7,125 ha en el municipio de Peto y una recuperación de cobertura de 2,659 ha en Tzucacab entre 1988 y 2001 (Wyman *et al., 2007*); siendo las causas directas los cultivos de maíz, ganadería y cítricos, y el contraste entre municipios se atribuyó a los factores biofísicos del suelo y programas gubernamentales como PROCAMPO (Wyman *et al., 2007*). En Peto, Yucatán, también se determinó con percepción remota una expansión en la cobertura de agricultura de milpa y reducción de cobertura de monte alto entre 1988 y 2003, y se describe una cobertura forestal muy dinámica con periodos de rotación que varían de 10 a 25 años (Daniels *et al., 2008*). Adicionalmente, otro análisis de percepción remota para los municipios de Tzucacab, Peto y Oxktucab confirman procesos de deforestación entre 1988 y 1994, y de recuperación entre 1994 y 2003 donde intervienen las políticas de gobierno de desarrollo, cambios en jerarquía del mercado, la crisis económica y la emigración (Hopkins *et al., 2012*).

En Quintana Roo se observan diferentes impulsores responsables por los procesos de cambio en la cobertura forestal y uso de suelo durante la década de 1990. En dos comunidades del municipio de Lázaro Cárdenas en el noreste del estado se determinó con imágenes satelitales una recuperación de la cobertura forestal (0.32% anual de 1979 al 2000) en áreas quemadas y en potreros abandonados; sin embargo, ya se había perdido una cobertura arbórea significativa por la ganadería e incendios (Dupuy Rada *et al., 2007*). En el centro de Quintana Roo, Durán-Medina *et al., (2007)* también describen una recuperación de cobertura forestal en ejidos forestales en el periodo de 1979 al 2000 y describen mucha recuperación de áreas deforestadas por proyectos ganaderos a finales de la década de 1970; estos autores relacionan el

manejo forestal comunitario como un impulsor central en evitar la pérdida de la cobertura forestal (Bray *et al.*, 2004).

No obstante, la deforestación aumenta en el estado de Quintana Roo durante la década de 1990. En la región del corredor biológico entre las reservas de Calakmul y Sian Ka'an se calculó con datos de las series INEGI una tasa anual de 0.7% de deforestación entre 1979 y 2000 que se relacionaron mayormente con el desarrollo ganadero (Díaz-Gallegos *et al.*, 2008). En el ejido de Xmabén de la Zona Maya en Quintana Roo, Dalle *et al.*, (2006) también reporta una tasa alta de deforestación de 0.6% impulsado por el establecimiento de agricultura de milpas para comercio y subsistencia mediante el programa PROCAMPO; por otro lado, programas como COPLAMAR y apoyos al MFC ayudaban en mantener áreas forestales conservadas. El estudio de Di Giano *et al.*, (2013) fue de los primeros en evaluar los cambios en la tenencia de tierra ocasionados por Ley de la Reforma Agraria de 1992 en ocho ejidos en Quintana Roo; aunque muy pocos núcleos agrarios en el estado entraron formalmente a un proceso de privatización de parcelas productivas con el Programa de Certificación de Derecho Ejidales y Titulación de Solares (PROCEDE); los ejidos estudiados que privatizaron y vendieron terrenos informalmente tuvieron mucho mayor deforestación que aquellos que mantuvieron sus áreas agrícolas de forma colectiva.

Sin duda, varios estudios han sido ejemplares en demostrar la variabilidad que puede haber en los procesos de cambio de cobertura forestal en los núcleos agrarios de la Península de Yucatán, algunos reflejando altas tasas de deforestación y otros con altas tasas de recuperación (Romero-Montero, 2014; Rueda, 2010). Estos patrones de variabilidad de la deforestación en comunidades y en paisajes dan pauta a la complejidad de los impulsores subyacentes que explican la deforestación, y la necesidad de considerar factores a nivel local de la comunidad.

Periodo de Desarrollo Rural, Turismo y Conservación (2000-2010)

Al inicio del siglo XXI, México se recupera de la crisis de 1994, e inicia un periodo de lento crecimiento económico (Hernández, 2018). En la Península de Yucatán, es reflejado por el desarrollo del turismo (Guardado, 2015), estrategias de conservación del capital natural y cultural (Klepeis, 2003), y a la vez, una mayor entrada y expansión de actividades agroindustriales privadas (Ellis, *et al.*, 2017a). El gobierno federal invierte en el esquema multi-nacional de desarrollo para Mesoamérica, Plan Puebla Panamá (PPP), que abarca ocho países centroamericanos y 10 estados del sureste de México, incluyendo la Península de Yucatán. El PPP empezó como un instrumento de cooperación para articular esfuerzos de desarrollo, como el mejoramiento de la infraestructura de transporte y comunicación, el aprovechamiento de recursos naturales, y facilitar la producción y comercialización internacional, el plan promovía el desarrollo humano integrando el respeto al medio ambiente y culturas autóctonas (Bravo y Sierra, 2004; Barreda-Marin 2002). En el marco del PPP, también nace en esta década el proyecto turístico Mundo Maya que busca promover la inversión en infraestructura y turismo para promover los sitios arqueológicos y cultura Maya en cinco países (México, Belice, Guatemala, El Salvador y Honduras), mientras promovía la participación comunitaria y conservación de la naturaleza y su biodiversidad (Bouchard, 2017; Klepeis, 2003). Si bien, es incongruente una simultánea inversión privada para el desarrollo turístico y producción agroindustrial con la implementación de proyectos y programas de conservación, esta incongruencia era algo común en las políticas de desarrollo en regiones de selvas tropicales en Latinoamérica (Klepeis, 2003; Place 2001).

En la Península de Yucatán, las investigaciones que evaluaron cambios en la cobertura forestal y sus causas directas y subyacentes durante la década del 2000 describen una continuación en los procesos de deforestación y aumento en la vegetación secundaria, así como la recuperación y conservación de la cobertura forestal en algunas partes (Krylov *et al.*, 2018; Skutsch *et al.*, 2014). En Campeche, es evidente que la deforestación fue un proceso constante, con una tasa anual de deforestación alta de 0.75% para el

2005. La agricultura, ganadería y urbanización fueron las causas directas principales; los pastizales aumentaron 20,751 ha por año y la agricultura 25,751, impulsados por las mismas políticas públicas de la década de 1990, como ASERCA y los programas derivados (e.g. PROCAMPO, PROGAN y Alianza para el Campo; Martínez-Romero y Esparza-Olguín, 2010). Los mismos procesos de deforestación para ganadería y agricultura, y recuperación de vegetación secundaria por el abandono del uso de suelo agropecuario se describe en cinco ejidos colindando la RBC para 1989 y 2008 (Martínez Romero, 2010). En estos ejidos, el aumento en población y mayores ingresos económicos fueron relacionados con la pérdida de cobertura forestal. También en el sur de Campeche en la región del RBC, Ramírez-Delgado *et al.*, (2014) describen como la deforestación para la ganadería aumenta en la década del 2000, reemplazando el uso de suelo con cultivo de chiles jalapeños con mayor importancia en la década de 1990.

En la región de La Montaña en el municipio de Hopelchén, Campeche, se demuestra un aumento en la deforestación de 0.3% entre 1988 y 2000 a 0.7% entre 2000 y 2005. La expansión agrícola y ganadera se identifica en áreas cercanas a caminos, poblados y bajos inundables (suelos), impulsados por mercados y políticas públicas (Porter-Bolland *et al.*, 2007). En contraste, en la región Zona Maya, compuesto de ejidos con manejo forestal comunitario, se encontró una tasa nula de deforestación entre 2000 y 2005, siendo la actividad forestal y la conservación de Áreas Forestales Permanentes claves en reducir la deforestación y mantener la cobertura forestal (Ellis y Porter-Bolland, 2008). En la región de desarrollo turístico Mahahual-Xcalak de la Costa Maya, se reportó una pérdida anual de manglar de 0.85% entre 1995 y 2007 por la expansión de caminos y áreas de construcción, indicando una falta en el desarrollo sustentable del turismo que promocionaba el proyecto Mundo Maya (Hirales-Cota *et al.*, 2010). En la región sur de Quintana Roo, se incrementó la superficie cultivada con caña en 4,500 ha entre 2004 y 2008, alcanzado las 36,000 ha (Meléndez Torres, 2016). Ellis *et al.*, (2017a) realizaron una investigación sobre los impulsores de la deforestación en Quintana Roo e identificaron que el aumento en la pérdida de cobertura forestal se debe mayormente a la expansión de la ganadería (-0.7%), la agricultura mecanizada (-1.7%) y turismo (-0.77%). Sin embargo, también se observa un fuerte impacto de los incendios en la cobertura forestal (-1.92%; Ellis *et al.*, 2017a). Esta investigación también deduce que los subsidios de programas como PROGAN y PROCAMPO, y el mercado agroindustria azucarero en el sur del estado son impulsores subyacentes importantes (Ellis *et al.*, 2017a).

En el Estado de Yucatán se reporta un aumento significativo en la deforestación para la ganadería entre 1997 y 2006 (Eastmond y García de Fuentes, 2010). La superficie ganadera incrementó del 19% (758,027 ha) en 2001 al 21% (845,986 ha) en 2004, principalmente en la región este del estado, en los municipios de Tizimín, Panaba, Sucilpa, Buctzotz y San Felipe (Ramírez-Cancino y Rivera-Lorca, 2010). Skutsch *et al.*, (2014) reportan una cifra de deforestación de 63,000 ha anual entre 2003 y 2007 en el estado de Yucatán. Sin embargo, el estudio de Mascorro *et al.*, (2016) aplicando imágenes satelitales MODIS, demostraron otras causas relevantes que intervienen en el cambio de la cobertura forestal entre 2005 y 2010: incendios (120,000 ha) ubicados en el noreste y centro de Quintana Roo y la agricultura mecanizada (42,000 ha) en el centro y oeste de la península. Ellis *et al.*, (2017a, 2017b) confirman el avance severo de la deforestación que se vio en el centro de la Península de Yucatán (Municipio Hopelchén, Campeche) debido a la expansión de la agricultura mecanizada; la tasa anual se triplica del -0.16% entre 1986 y 1995 al -0.51% de entre 1995 y 2005.

El análisis de los impulsores detrás de la expansión de cultivos de soya, sorgo y maíz comercial en Hopelchén revela que la deforestación era mayor en la propiedad privada y federal en comparación a la propiedad ejidal. Adicionalmente, esta expansión también coincide con el crecimiento de la población Menonita y donde se observan las tasas más altas. Este estudio es el primero en revelar como la tenencia de tierra cambia en áreas con desarrollo agroindustrial mediante la reducción de tierras ejidales bajo un régimen de propiedad común a tierras cultivadas bajo régimen de propiedad privada. Se describe un

proceso de renta, compra y privatización de tierras ejidales y federales para la agroindustria, en gran parte por productores Menonitas, que es alimentado por programas e incentivos del gobierno de intensificación agrícola (e.g. PROCAMPO). Esto a la vez, coincidió con la deforestación asociada con una menor marginación económica. El mismo proceso se puede describir que ocurrió en el municipio vecino de Bacalar, Quintana Roo, donde entre 2003 y 2010 se deforestaron más de 6,000 ha con la llegada de nuevas comunidades Menonitas que adquirieron tierras ejidales del Ejido Bacalar, ahora conocido como el Ejido Salamanca (Vargas y Ortega, 2017).

Periodo de Desarrollo Agroindustrial y Políticas REDD+ (2010-2020)

En el periodo del 2010 a 2020 aumenta la pérdida de la cobertura arbórea (Hansen *et al.*, 2013) y se expanden los cultivos agroindustriales para la producción de maíz, soya y otros granos con fines de mercados comerciales y el procesamiento industrial. Sigue el mismo patrón de políticas de desarrollo regional, acompañados por el crecimiento de áreas urbanas e infraestructura para el turismo. Simultáneamente y de manera desarticulada, ha continuado la implementación de estrategias y programas de conservación, en casos contradiciéndose y ocasionando conflictos socioambientales. Se distingue en este periodo el inicio de la implementación del esquema REDD+ por el gobierno de México, junto con ONG internacionales y nacionales, que se dedicaron a frenar la deforestación y degradación forestal, tratando de atacar del problema desde las políticas públicas a escala nacional, a las prácticas de uso de suelo y agropecuarias de las comunidades a escala local (Ellis *et al.*, 2020).

Las publicaciones más recientes que describen los procesos de cambio en la cobertura forestal de la Península de Yucatán en la última década son pocas. En el paisaje forestal de la región del cono sur del estado de Yucatán se describe un proceso de degradación de la cobertura forestal de entre 1,600 y 2,900 ha al año derivado de la agricultura de milpa y asociado con la densidad de población; el 43% de la zona se mantiene con una cobertura forestal intacta. En el centro y sur de Quintana Roo también se reporta procesos de degradación entre el 2001 y 2018 que eran mayores (12,915 ha/año) que los procesos de deforestación (5,882 ha/año; Ellis *et al.*, 2020). Sin embargo, se demuestra una dinámica muy compleja en la cobertura forestal, siendo en los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco donde se concentra la actividad ganadera y agricultura mecanizada, observándose mayores procesos de deforestación (-1.6%) y degradación; y en el municipio de Felipe Carrillo Puerto (Zona Maya) se detecta una recuperación forestal de (1.4%) y una cobertura arbórea muy dinámica (Ellis *et al.*, 2020).

Otras investigaciones para este periodo han sido claves en puntualizar cual ha sido el impacto de los cambios en la tenencia de la tierra y el crecimiento de mercados agropecuarios regionales e internacionales. Lawrence *et al.*, (2019) demuestran para el estado de Yucatán el vínculo entre el crecimiento de los mercados agrícolas y de exportación con los procesos de privatización de parcelas en ejidos, y los impactos de la deforestación en estas parcelas. Por otro lado, la producción agrícola de la milpa tradicional de subsistencia en propiedad comunal se asocia con la conservación de la cobertura forestal. Miteva *et al.*, (2019) desarrollan un modelo que valida la efectividad de las ANP de la Península de Yucatán en frenar la deforestación por hasta 4% en selvas secas y 7% en selvas húmedas. A pesar de que detecta mayor deforestación en los ejidos que la propiedad privada, Miteva *et al.*, (2019) encuentran que la tenencia ejidal es más efectiva que la propiedad privada en reducir la deforestación en las áreas de influencia de las ANP. Finalmente, la investigación más reciente en publicarse sobre los impulsores de cambio de la cobertura forestal en la Península de Yucatán logra detectar una variedad de factores que intervienen a escala de paisaje y local en los procesos de deforestación, degradación y recuperación forestal (Ellis *et al.*, 2021). Integrando una variedad de métodos geoestadísticos y de las ciencias sociales, se identificaron que a la escala de paisaje intervienen impulsores subyacentes de población, pobreza y cercanía a caminos en los procesos de deforestación y degradación, y a la escala local de los ejidos,

intervienen los mismos impulsores, pero aparecen nuevos factores como la falta de empleos externos, la población de migrantes, la actividad ganadera y agrícola y la parcelación de propiedad privada (Ellis *et al.*, 2021). En cuanto a los procesos positivos de recuperación y mantenimiento de la cobertura forestal se asocian las características locales ejidales de mayor disponibilidad de empleos externos, diversificación de ingresos, mayor dependencia de los recursos forestales y una mayor población indígena.

De manera similar que las décadas anteriores, se observan las mismas estrategias de políticas públicas para el desarrollo regional combinadas con políticas de conservación, que al final de cuenta, resultan en un impacto heterogéneo en los procesos de deforestación o degradación, y el mejoramiento de las condiciones de vida y bienestar de las comunidades. A pesar de las iniciativas y estrategias de conservación implementadas desde hace 20 años, los procesos de deforestación y degradación continúan. El impulso que se hizo con el PPP y el Mundo Maya no resultó en logros significativos, ni tuvo un impacto ambiental positivo, en gran parte por nunca contar con suficientes recursos económicos ni capital político (Montenegro, 2006). El estudio de Ellis *et al.*, (2020) evaluó la efectividad de REDD+ en reducir la deforestación en la Península de Yucatán y encontró que en su totalidad no logró reducir la deforestación; sin embargo, notaron impactos positivos en la cobertura forestal por las intervenciones de REDD+ en muchas comunidades y algunos municipios; contrastando con los efectos en comunidades remotas, con mayor producción ganadera y agrícola, en las que las estrategias de conservación tienden a no ser efectivas en reducir la deforestación.

¿CÓMO AFECTAN LAS FUERZAS DE MERCADO Y POLÍTICAS DE GOBIERNO EN LA DEFORESTACIÓN?

El impacto en la deforestación de las selvas tropicales por los mercados transnacionales agroindustriales ha sido ampliamente difundido por la prensa y organizaciones ambientales como Greenpeace, The Nature Conservancy, Conservation International y otros. En Latinoamérica, la agricultura comercial para una diversidad de agroproductos ligados a mercados nacionales y globales es la causa principal de más de 75% de la deforestación (Curtis *et al.*, 2018; Kissinger *et al.*, 2012). Recientemente, aún durante este periodo de pandemia del COVID-19, se reportaba un rápido aumento en la deforestación de las selvas amazónicas de Brasil, responsabilizado por la rápida expansión de cultivos comerciales como la soya y la ganadería para carne, específicamente dirigidos para la exportación, y facilitados por los cambios en las políticas de desarrollo y medioambiente implementados por el expresidente, Bolsonaro (Referencia en línea: <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-55130304>).

En Sudamérica (Brasil, Paraguay, Uruguay, Argentina y Bolivia), la alta deforestación agroindustrial para el cultivo de soya y ganadería fue seguido de nuevas regulaciones y limitaciones para la exportación; las cuales, no fueron efectivas debido a que se desplazaba la deforestación a lugares donde no aplicaban las regulaciones y también se cambiaba el tipo de mercado y actores asociados con la comercialización de productos agropecuarios (de Waroux, 2019). Con excepción en algunas regiones de Brasil, una regulación más estricta pudo frenar el avance de la deforestación y promover mayor intensificación en la producción agropecuaria (de Waroux, 2019). Un estudio más específico en las Pampas y Chaco de Argentina nos indica mediante un modelo econométrico de cambio de uso de suelo, que la deforestación por la expansión agropecuaria no respondió a factores del mercado, como los precios, pero en contraste, la intensificación agrícola incrementó junto con el precio de sus productos; los autores concluyen que la deforestación avanza mientras exista una demanda y algún ingreso de la agricultura, implicando que los subsidios o impuestos a la producción no alteran los procesos de deforestación (Piquer-Rodríguez *et al.*, 2018). Para

detener la deforestación del Chaco Argentino, se recomendó estrategias que zonifiquen y regulen el uso de suelo, o promuevan manejo comunitario de áreas forestales.

Otra investigación que evalúa las políticas públicas para detener la deforestación por la agricultura y ganadería en Sudamérica encuentra que, entre más importancia tiene el sector agrícola en la economía y más propiedad privada se encuentra en el territorio, menor es la efectividad de las políticas anti deforestación (Nolte *et al.*, 2017). Sin embargo, un metaanálisis que evalúa el impacto del tipo y seguridad de tenencia en los trópicos concluye que el tipo de tenencia no influye, pero la seguridad si tiene un efecto de reducir la deforestación, adicionalmente, revelan que las áreas protegidas también reducen la deforestación (Robinson *et al.*, 2014). Al otro lado de la moneda, el caso de la Selva Atlántica del Valle Paraíba en Brasil es un ejemplo de la recuperación de la cobertura forestal y la reducción en la ganadería que se debió a políticas del gobierno para reducir las quemas, créditos para fincas, y la diversificación y desarrollo económico con la introducción de plantaciones forestales y turismo (De-Silva *et al.*, 2016).

Estudios en los países vecinos a la Península de Yucatán (Belize y Guatemala) también nos ofrecen lecciones aprendidas. En la región de Lachuá de Guatemala, frontera con Chiapas, la deforestación ha sido severa con una pérdida de más de mitad de la cobertura forestal con tasas anuales del 0.6% al 2.8%, donde la ganadería ha sido la principal causa directa (Correa-Quezada *et al.*, 2016). Esta región remota, como otras zonas fronterizas del sur de México, se caracterizan por su falta de acceso e intervención de programas y aplicación de leyes gubernamentales, y consecuentemente de una predominancia de actividades ilegales; por ejemplo, la deforestación por la expansión ganadera se asocia con la actividad del narcotráfico (Ellis *et al.*, 2020; Devine *et al.*, 2020). Por otro lado, en Belize, la deforestación por la ganadería se pudo reducir con iniciativas de conservación participativas con las comunidades (Wyman y Stein, 2010). Los casos internacionales demuestran la variabilidad de condiciones y contextos sociales, culturales, políticos y económicos que afectan a los procesos de deforestación y la efectividad de las estrategias para contrarrestarlo.

Se puede confirmar que dentro de México hay diversos procesos de cambio en la cobertura forestal, así como diferentes impactos de los mercados y políticas de gobierno. Bonilla-Moheno y Aide, (2020) reportaron que entre 2001 y 2014 hubo una pérdida de cobertura arbórea de selvas en el sureste, pero un aumento en la vegetación leñosa en la mayoría de los ecosistemas del país; a la vez, se detecta la expansión de pastos en los trópicos y agricultura comercial en zonas desérticas y de coníferas, así como la reducción en la agricultura de subsistencia. Se argumenta que las políticas públicas como el TLCAN, ProArbol y otros programas agropecuarios han detonado mercados dispares en el norte y sureste de México, y que las áreas de recuperación también coinciden con áreas agropecuarias abandonadas por la inseguridad derivada del crimen organizado (Veracruz y Tamaulipas), por la migración (Oaxaca), o zonas con manejo forestal (Bonilla-Moheno y Aide, 2020). El estudio reciente de la CONAFOR (2020) que estima la deforestación bruta en México, confirma los procesos variados en el cambio de la cobertura en distintas regiones y ecosistemas forestales, siendo los ecosistemas tropicales en la Península de Yucatán, Chiapas, Michoacán y Jalisco los focos rojos.

En el estado de Michoacán, la reciente deforestación se ha dado por la comercialización y exportación del aguacate, demostrando un fuerte impacto ocasionado por el mercado nacional e internacional del producto. Se estima que un 20% de la deforestación del 2001 al 2017 es para el cultivo de aguacate que ahora cubre el 6% de todo el estado y se determinó una correlación positiva entre el volumen de comercio con la expansión de cultivos y áreas deforestadas (Cho *et al.*, 2021). Hoy en día, se encuentran más de 200 exportadores e importadores operando con el comercio internacional del aguacate de Michoacán, el único estado designado para exportación (Cho *et al.*, 2021). Otra investigación sobre el cambio de uso de suelo agropecuario en Michoacán reporta que el 70% de los cultivos son dominados por maíz, aguacate, sorgo

y pastos dedicados a la comercialización agropecuaria y que ha ido desplazando el lugar del uso de suelo para cultivos tradicionales; este trabajo implica el rol del TLCAN, facilitado por la política agrícola, como impulsor importante en los cambios de uso de suelo, trayendo la disponibilidad de variedades modernas (e.g. maíz) y la oportunidad de exportación (Orozco-Ramírez *et al.*, 2017). Para el caso de un ejido en la región pacífico-costera de Michoacán, disminuye la vegetación natural, y aumenta la vegetación secundaria y áreas agrícolas para cultivos de frutales, maíz y ganado; a la vez que la declaración de un ANP en 2005 limitó la actividad agropecuaria, las parcelas de ejidos se fueron privatizando para la urbanización impulsada por el turismo.

La deforestación de la selva tropical seca en el estado de México aumentó desde el 1997 al 2005 mayormente por el aumento en la agricultura comercial, y del 2011 al 2015 por el aumento en la urbanización; el cambio paisajístico se atribuye a las políticas públicas nacionales que respondían a TLCAN, como PROCAMPO, programas de las paraestatales de CFE y PEMEX, y la tenencia de la tierra (Figueroa *et al.*, 2020). Los impulsores subyacentes que operaron en reducir la cobertura de las selvas secas del pacífico mexicano fueron muy similares a los que se identificaron para la Península de Yucatán.

En los bosques templados de Durango, el valor y aprovechamiento de los recursos forestales maderables permite mantener la cobertura forestal en ejidos con capital; sin embargo, ejidos con pobreza y falta de capital optan en invertir en actividades con ingresos a corto plazo como la agricultura (Pérez-Verdín *et al.*, 2009). En la región Huasteca de San Luis Potosí, los bosques templados con poca producción forestal también sufrieron mayor deforestación (Miranda-Aragón *et al.*, 2013). Estos casos confirman el potencial de la actividad económica del manejo forestal como un mecanismo para frenar la deforestación y beneficiar las comunidades, tal como se ha documentado en la Península de Yucatán (Bray y Merino-Pérez, 2004; Ellis *et al.*, 2021; Ellis y Porter-Bolland, 2008). Sin embargo, un análisis de Blackman y Villalobos (2021) a nivel nacional no detecta una reducción en la deforestación en ejidos con permisos de aprovechamiento forestal (sin distinguir si están actualmente operando), pero el estudio nota que la buena gobernanza de los recursos naturales y en el manejo forestal son esenciales para reducir la deforestación en comunidades ejidales. No obstante, un denominador común sobre los procesos de deforestación es que las políticas de globalización y la agroindustria han sido impulsores subyacentes centrales en diversos ecosistemas, pero principalmente en las selvas tropicales de México.

SECTOR AGROINDUSTRIAL

La diversidad de investigaciones que han identificado los impulsores de cambio en la cobertura forestal de la Península de Yucatán y otras regiones con selvas tropicales de México, concuerdan que los impulsores subyacentes detonantes y primordiales de la deforestación desde la década de 1990 han sido las políticas neoliberales de globalización que impulsaron modelos agroindustriales para la producción de alimentos y su exportación. Acertadamente, estos trabajos describen como políticas globales-económicas como el TLCAN en 1994, reformas neoliberales (e.g. Ley de la Reforma Agraria en 1992), y programas de subsidios al campo (e.g. PROCAMPO) operan como impulsores de cambio de uso de suelo para cultivos comerciales (e.g. azúcar, soya, maíz, hortalizas, etc.) y ganadería. Otros trabajos han profundizado en estudiar el impacto socioambiental de la agroindustria que se desarrolla mediante las políticas de globalización. Por ejemplo, Echánove-Huacuja (2008) describe como la agroindustria de hortalizas en México aumenta desde el TLCAN de 560,000 ha en 1994 a 750,000 ha en 2005, y se promueve con políticas y programas orientadas para la exportación. Bajo el modelo agroindustrial para la producción de hortalizas, los agricultores campesinos se vuelven productores por contrato para las industrias procesadoras y exportadoras (Echánove-Huacuja, 2008). Como resultado del modelo agroindustrial y su esquema de producción en la cadena de mercados, hubo impactos al medioambiente como la deforestación y cambios en los mercados

laborales, la tenencia de la tierra y las condiciones socioeconómicas en comunidades de pequeños productores (Echánove-Huacuja, 2008, 2016, 2020).

Soya

La soya destaca como caso ejemplar y mayor estudiado del impacto de la expansión agroindustrial en la Península de Yucatán durante las últimas dos décadas. La producción de este cultivo se ha dado particularmente en la región norte de Campeche (e.g. Hopelchén), sur de Yucatán y sur de Quintana Roo en el municipio de Bacalar, ocasionando procesos de deforestación de selvas, además de cambios en usos de suelo antes dedicados a maíz o pastizal (Echánove-Huacuja, 2020). Por ejemplo, en Campeche, la superficie de soya se dispara de 650 ha en 2003 a 16,000 ha en 2014, llegando a 55,000 ha en 2018 (Echánove-Huacuja, 2016, 2020; Gómez-González, 2016). La agroindustria de la soya en la Península de Yucatán también ha incidido en los esquemas de producción y las condiciones socioeconómicas de la región. Mientras que ha generado ingreso para algunos productores, estos solo comprenden de una élite de productores (la mayoría Menonitas en Hopelchén) y agro-empresas han logrado capitalizarse y empezar a contralar y eventualmente adueñarse de tierras y la producción de soya (Echánove-Huacuja, 2016, 2020), siendo dos empresas las que compran la soya de los productores para su procesamiento (Echánove-Huacuja, 2016). Como resultado del mercado y producción de soya, en la región de los Chenes se reporta la venta de tierras ejidales a productores de soya con capital para inversión (e.g. Menonitas; Ellis y Porter-Bolland, 2008; Porter-Bolland *et al.*, 2007); los productores pequeños eventualmente se vuelven rentistas de tierra, con mayor vulnerabilidad a los precios internacionales, y dependencia de los apoyos del gobierno (Echánove-Huacuja, 2016). Un proceso similar ocurre ahora en el municipio de Bacalar, Quintana Roo, donde tierras ejidales fueron obtenidas por una nueva colonia Menonita, Salamanca, para la expansión de miles de hectáreas de soya (Godínez y Ortega, 2017). Detrás de la expansión en el cultivo de soya están los subsidios y programas de gobierno (e.g. Agricultura por Contrato y Programa Pro-Oleaginosas) que impulsan este cultivo en México y facilitan los procesos de deforestación, la ampliación en la brecha de ingresos de los productores, privatización de tierras y otros impactos negativos ambientales y socioculturales.

El cultivo y agroindustria de la soya, particularmente con el uso de variedades genéticamente modificadas (GM), fue un caso emblemático en esta última década sobre la lucha de la conservación de las selvas y las culturas y prácticas tradicionales Mayas, como la apicultura orgánica. El conflicto socioambiental entre la expansión de soya GM y la producción de miel orgánica llegó a la prensa global y la corte internacional de la Hague, resultando que colectivos de apicultores ganaran una suspensión en México del permiso para Monsanto Comercial S.A. de C.V. de comercializar la variedad GM, y se prohibió su siembra desde el 2015 (Ramírez-Espinoza y Fernández-Mendiburu, 2020). Gómez-González (2016) relata la historia y proceso de movilización comunitaria, la creación de organizaciones base, y el rol de las ONG en la defensa de los apicultores en su lucha contra la soya GM. En el caso de Yucatán, la introducción de soya GM ocasionó los mismos impactos al medioambiente y a la producción de miel que se dieron en Campeche, resultando en conflictos socioambientales similares (De la Rosa y Pech 2017). El municipio de Tekax, Yucatán, fue el primer lugar donde se introdujo de manera experimental la producción de soya GM en 2003. Después de 14 años documentan la pérdida de selva primaria y la contaminación de los mantos freáticos por el uso intensivo del herbicida Glifosato con la soya GM, afectando negativamente a la vegetación natural y su biodiversidad, cual es esencial para la producción de miel de buena calidad (Rosa y Pech, 2017).

De todas formas, el cultivo de soya se da desde antes del permiso nacional en 2008 para sembrar soya GM, y claramente sigue después de su prohibición en 2015, sembrado ilegalmente. La expansión de la agroindustria de soya y sus impactos en los procesos de deforestación y en los cambios en las actividades y condiciones socioeconómicas, siguen aún relevantes. Como se describe en Campeche, la producción de

soya en Yucatán para el mercado agroindustrial se va acaparando por un grupo de empresarios agrícolas ubicados en el municipio de Tizimín, mientras municipios como Tekax, concentra pequeños y medianos productores con tierras mecanizadas entre 10 y 70 ha. Actualmente, la producción de soya se encuentra estrechamente vinculada a la agroindustria pecuaria en la Península de Yucatán como alimento de forraje, y tiene un lugar importante para la producción de aceite vegetal (Rosa y Pech, 2017). Además de los programas existentes para promover la agricultura y el cultivo comercial de la oleaginosa, instituciones gubernamentales como la CDI (Comisión de Desarrollo Indígena) y CIBIOGEM han impulsado la producción de soya y sus bondades, incluyendo la soya GM (Ramírez-Espinoza y Fernández-Mendiburu, 2020; Villegas-Chim, 2018).

Palma de Aceite

El cultivo de palma de aceite para el mercado agroindustrial también se expande en regiones del sur y centro de Campeche, un ejemplo claro de la influencia de las políticas neoliberales del gobierno federal y estatal. En Campeche se produce el 28% de palma de aceite en México, en los municipios de Candelaria, Carmen, Escárcega y Palizada y su superficie se triplicó a 13,805 ha de 2012 al 2014 (Isaac-Márquez, 2021). Se establece un modelo de producción que integra plantaciones por pequeños productores, pero ahora la producción también involucra grandes plantaciones de empresas agroindustriales. En el caso de la palma de aceite, fueron claves varios programas de gobierno para su impulso en Campeche; por ejemplo, el Programa Nacional de Palma de Aceite en 1997 y el Programa Alianza para el Campo. En 2001 se establece la Unión de Palmicultores del Milenio para apoyar a los productores, y más recientemente, el Gobierno de Campeche ha impulsado la palma de aceite con varios programas de inversión y créditos. Como ejemplo, el Proyecto Estratégico de Palma de Aceite del gobierno del estado de Campeche, tiene como objetivo sembrar 100,000 ha y establecer 15 plantas extractoras. Los créditos a productores se hacen disponibles por la Financiera Rural y el programa del 2010, Fondo Nacional de Apoyo para las Empresas de Solidaridad (FONAES)-Instituto Nacional de la Economía Social (INAES).

El impacto en la deforestación derivado por la agroindustria para la palma de aceite no ha sido tan cuantioso como se reporta para la siembra de soya o maíz, esto debido a que el modelo de cultivo de la palma, en específico por los pequeños productores, es la de establecer plantaciones en tierras marginales, como los potreros abandonados. Sin embargo, se ha reportado la deforestación de selvas para grandes plantaciones de palma de aceite establecidas por las empresas agroindustriales; por ejemplo, 4,500 ha de selvas se tumbaron en el municipio de Palizada (Isaac-Márquez, 2021). Un estudio evaluó como la introducción de la palma de aceite en México fue cambiando la resiliencia de las comunidades productoras y determinó que la vulnerabilidad a cambios ambientales y económicos aumentaba, con excepción de comunidades que se involucran en una mejor gobernanza y manejo de recursos, y reciben apoyos del gobierno (Abrams *et al.*, 2019). Como el caso de otros mercados agroindustriales en la Península de Yucatán, el crecimiento agroindustrial de la palma de aceite es impulsado a escala internacional y nacional por las políticas de globalización (e.g. TLCAN) y programas de gobierno como Alianza para el Campo (1995-1999), y más recientemente se renueva estos impulsores con el Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sureste que inicia en 2009 y el Proyecto Transversal del Trópico Húmedo en el 2011 (Abrams *et al.*, 2019).

Maíz

El maíz ha sido y sigue siendo el cultivo principal en la Península de Yucatán tanto para la producción de subsistencia en pequeñas milpas tradicionales, como para la producción comercial en cultivos comerciales más intensificados. Sin embargo, como se concluye dentro de la literatura, los cultivos comerciales agroindustriales van creciendo mientras que la agricultura tradicional de roza, tumba y quema se va

abandonando y disminuyendo. En Campeche se ha cultivado un promedio anual de 372,293 ha (2007 al 2013) de maíz temporal para comercialización, que comprende entre 42% y 64% de la superficie total sembrada; en Yucatán el maíz comercial ocupa alrededor de 40% de los cultivos comerciales sembrados; y en Quintana Roo mucho menos con 19% (Uzcanga Pérez *et al.*, 2015). La mayoría del maíz de venta se produce en ejidos (63%) en un promedio de 40.8 ha, seguido por la propiedad privada (28%) en un promedio de 83.2 ha y terrenos arrendados (9.3%) con un promedio de 28.5 ha (Uzcanga-Pérez *et al.*, 2015). La producción de maíz ha sido un cultivo estable y rentable con eficiencia en costo-beneficio para los productores. Hay dos productores en Quintana Roo con sembradíos grandes de 420 ha y 250 ha, y un productor en Yucatán tiene hasta 700 ha sembradas (Uzcanga-Pérez *et al.*, 2015).

La producción comercial de maíz está fuertemente ligada con la actividad ganadera, ya que es utilizado para la cría y engorda de animales para el mercado nacional e internacional. En la región ganadera de Tizimín en el estado de Yucatán, Williams *et al.*, (2017) describen como la mayoría de los ranchos integran los tres usos de suelo y actividades productivas: maíz, ganado de cría y engorda. En México, otra vez relacionado con las reformas neoliberales, el TLCAN y GATT, se describe cómo evoluciona el complejo productivo interrelacionado del cultivo de maíz con la ganadería (Galvan-Miyoshi *et al.*, 2015). En un ejercicio de regionalización de impulsores de deforestación en la Península de Yucatán, Ellis *et al.*, (2017a) identificaron regiones con el complejo maíz-ganadero con altos procesos de deforestación, así como los programas de créditos y subsidios como PROCAMPO detrás de su crecimiento. En Yucatán, las empresas agroindustriales de harina de maíz, Gruma-Maseca, y porcícola, Kekén, han fortalecido la demanda de maíz para el consumo humano y animal (Uzcanga-Pérez *et al.*, 2015). Además, se ha demostrado como empresas grandes pecuarias en la Península de Yucatán, como Grupo Kúo, ha implementado un modelo de aparcería con los productores locales para el cultivo y suministro de insumos de alimento animal, a la vez, exacerbando los procesos de privatización y despojo de tierras comunales ejidales (Torres-Mazuera *et al.*, 2021). Estos casos dan evidencia de como todos los eslabones de la cadena de la agroindustria compuesta de los insumos y servicios (e.g. agroquímicos, maquinaria, tierras), las unidades de producción, la industria de procesamiento, red de distribución (mayoristas y minoristas) y consumidores—tiene su papel en los impactos socioambientales que se relatan.

Ganadero-Pecuario

La Península de Yucatán ha sido tradicionalmente proveedora de becerros a otras regiones para su engorda y sacrificio, aunque actualmente las engordas se han comenzado a popularizar para proveer carne al mercado nacional e internacional. En México, la actividad ganadera utiliza cerca de 109 millones de hectáreas, 55% de la superficie nacional (CEDRSSA, 2019; Bautista-Hernández *et al.*, 2019). Los precios pagados a productor en el periodo 2007 a 2016 muestran un crecimiento del 49% para el precio por kilogramo (\$/kg) de ganado en pie; mientras que para el precio de carne en canal muestra un incremento del 51% (Bautista-Hernández *et al.*, 2019). La cadena de mercado de la producción ganadera es bastante directa, las cabezas de ganado son comercializados y transportados a los rastros regionales para ser sacrificados y convertidos en carne en canal para su posterior distribución y venta por empresas como Su Karne y Maxicarne (de la empresa Grupo Kúo), ampliamente distribuidos por toda la Península de Yucatán (Bautista-Hernández *et al.*, 2019).

En términos de la superficie deforestada en la Península de Yucatán, la ganadería ocupa el primer lugar como causa directa (Ellis *et al.*, 2015a). Los estudios sobre la deforestación que se presentan anteriormente dan evidencia del impacto en la cobertura forestal de la producción ganadera y describen como en condiciones de escasez de mano de obra, capital de inversión y distancia a mercados, el establecimiento de potreros para ganado es una opción productiva más viable (Busch y Geoghegan, 2010; Rueda, 2010; Radel, 2010). De 1970 a 1979 incrementó el ganado bovino en Quintana Roo de 21,000 a

45,000 cabezas (Escobar Nava, 1986) y actualmente se cuenta con alrededor de 125,000 cabezas (SIAP 2020). El mercado y precios de productos de la producción bovina ha sido favorable en la última década, creciendo significativamente en la Península de Yucatán. Quintana Roo, por ejemplo, tuvo su mejor cifra de exportación y comercialización en 2018 con 15,535 cabezas exportados a Estados Unidos. En Quintana Roo, la Unión Ganadera Regional, juega un rol importante en la representación de productores ganaderos y en el apoyo de su comercialización y exportación.

Como se describe en este informe, la ganadería se asocia con fuertes procesos de deforestación y degradación forestal particularmente en Campeche durante la década del 1990 y hasta la fecha. Campeche comprende de extensos paisajes ganaderos en el sur del estado y es un medio de vida importante en la región. Los pastos para la producción ganadera ocupan un 26.5% de la superficie del estado y en 2012 contaba con 625,000 cabezas de ganado (Warren, 2018). Los ganaderos cuentan con sistemas de doble propósito no especializado y sistema vaca cría; la producción de carne por becerros al destete predomina la producción del estado. No obstante, se describe que el sector se encuentra aún poca tecnificada y limitada por la falta de capacitación, asistencia técnica y subsidios efectivos para el mejoramiento e intensificación de la actividad. Aproximadamente 90% de las unidades de producción de Campeche representa una ganadería extensiva no mejorada, mayormente con pastos de agostaderos naturales y praderas de temporal y, en menor medida, pastizales inducidos con riego (Warren, 2018).

La producción avícola y porcícola agroindustrial también ha aumentado en la Península de Yucatán y su relación con la producción de soya o maíz e impactos socioambientales se detallan arriba. En cuanto a su competitividad y potencial económica, la producción de carne y huevo de aves y carne porcina es una actividad de importancia en la región (Uzcanga-Pérez, 2016); siendo favorecida por programas y créditos para microempresas agropecuarios (e.g. FONAES, CDI, SEDESOL y SRA), y particularmente dirigido para mujeres, que han beneficiado a familias rurales (Pablos, 2010).

Caña de Azúcar

La caña en la Península de Yucatán se sembraba desde la época colonial en zonas cerca de ciudad de Campeche, pero reaparece como un cultivo “nuevo” en la década del 1980. Este cultivo agroindustrial se concentra en dos municipios, Champotón en Campeche y Othón P. Blanco en el sur de Quintana Roo. En Quintana Roo, el proyecto inicial estimaba el cultivo potencial de hasta 17,000 ha, y para 1980 ya se contaba con 7,481 ha (Escobar-Nava, 1986). En la década del 1980, se instaló el ingenio de azúcar en el poblado de Álvaro Obregón; el ingenio, San Rafael Pucte, es propiedad de la Empresa Beta Miguel, la mayor productora de azúcar en México. Para 2018 se reportan hasta 50,000 ha de caña en la región cañera del sur de Quintana Roo comprendido de una asociación de 16 ejidos con 36,000 ha que han ido aumentando en unos 4,500 al año del 2004 al 2008. En Champotón, se localiza el ingenio en La Joya, operado por el Grupo Azucarero del Trópico, que procesa el cultivo cosechado de unas 9,500 ha de 1,898 unidades de producción, comprendiendo 16 ejidos con 1,747 unidades, y 92 y 29 terrenos privados y comunales respectivamente (Santos-Arguelles, 2014). La producción de caña se realiza por contrato con los ingenios que también ofrecen créditos para productores. Las ganancias dependen del precio de la caña y, en eventos de bajo precios y baja producción por sequía, los productores pueden acabar debiendo (Comunicación personal con cañero, La Unión Quintana Roo).

Sorgo

En el año de 1985 se reporta que el sorgo fue cultivado en 2 millones de hectáreas del territorio nacional, superando incluso al maíz. Esto fue ocasionado principalmente por el uso de variedades de semilla más

resistentes a las variaciones ambientales, tanto por sequía como por exceso de humedad; por otro lado, con la tecnificación del campo y la mejora de técnicas se logró el combate a diversas plagas y déficit del recurso hídrico. Es en este momento que el sorgo aumenta notablemente su producción en la Península de Yucatán (Trujillo, 1987). Posteriormente, con el TLCAN y el PROCEDA, se detonó la parcelación y particularización de los ejidos, dando pie a una mayor superficie agroindustrial.

En la Península de Yucatán la producción de sorgo mantiene una dinámica de producción particular entre sus estados en comparación con el resto del territorio nacional. La producción de grano es mayor en temporada de otoño-invierno con el 82%, mientras que en primavera-verano se cosecha el 18%, teniendo un rendimiento de 2.6 t/ha de grano (SAGARPA-COFUPRO-INIFAP, 2017). En el estado de Campeche es sembrado todo el año por hasta 200 productores, donde la mayoría de la producción es para consumo animal, por lo que la siembra se realiza con semillas híbridas que consiguen un 50% más de rendimiento en grano y hasta 60 t/ha de forraje verde (SAGARPA-COFUPRO-INIFAP, 2017). En Campeche, los principales municipios con producción de sorgo son Calkiní, Campeche, Carmen, Champotón, Hecelchakán, Hopelchén, Palizada, Tenabo y Escárcega. Para el caso de Yucatán, a diferencia de Campeche, el sorgo es cosechado mayormente en la temporada primavera-verano, con un rendimiento de grano de entre 6.5 y 8.6 t/ha, dependiendo de la variedad cultivada (SAGARPA-SENASICA-INIFAP, 2015a). En Quintana Roo el sorgo es cultivado principalmente como forraje para ganado, siendo el objetivo las cerca de 110 mil cabezas de ganado, siendo bastante común que se rote por cultivos de maíz (SAGARPA-SENASICA-INIFAP, 2015b). Debe destacarse que son las comunidades menonitas los principales productores de sorgo en la Península de Yucatán, teniendo mayores extensiones de sorgo en combinación con maíz y soya en el municipio de Bacalar (Colectivo GeoComunes, 2020).

Para el año 2020, en la península de Yucatán los monocultivos agroindustriales de sorgo sobrepasaron las 30 mil hectáreas, siendo principalmente cultivado en las zonas parceladas, seguido por la superficie de uso común y la propiedad privada (Colectivo GeoComunes, 2020). De forma específica, en el portal del SIAP se reporta para 2020 a Campeche como el principal cosechador de sorgo en grano (29,266 ha cosechadas), seguido por Quintana Roo (3,601 ha) y Yucatán (288 ha); declarando solo 5.8 ha de sorgo en forraje verde para este último. Esto podría sonar contrario a lo anteriormente expuesto sobre la venta como forraje; sin embargo, los restos de lo reportado para sorgo en grano es el dispuesto para el consumo de ganado (forraje) según lo reportado por la SAGARPA (SAGARPA-SENASICA-INIFAP, 2015a; SAGARPA-SENASICA-INIFAP, 2015b; SAGARPA-COFUPRO-INIFAP, 2017).

SECTORES TURISMO E INMOBILIARIO

Desde la década de 1960 el gobierno mexicano se emprende en proyectos de desarrollo turístico, planeado para diferentes polos estratégicos en el país. La Península de Yucatán resulto ser un atractivo potencial por sus playas caribeñas, zonas arqueológicas y ciudades coloniales en los tres estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán; como ejemplo, destaca la zona norte del estado de Quintana Roo con la creación y construcción de la ciudad de Cancún en 1970 con fines de desarrollar una economía de turismo (Marín *et al.*, 2020). El plan original del desarrollo turístico en Cancún comprendía de 12,700 ha, de la cual 18% comprendía de la zona turística (Marín *et al.*, 2020). Como resultado, se expandió la infraestructura y mancha urbana a la par del crecimiento de la infraestructura de turismo. Mientras aumentan los hoteles, restaurantes, centros nocturnos y de diversión, se deforestan las selvas costeras y manglar para acomodar una población creciente de turistas e inmigrantes que fungen de trabajadores para el sector turístico y servicios asociados (Brown, 2013; Murray, 2007; Torres y Momsen, 2005). En su investigación, Torres y Momsen (2005) revelan que el Desarrollo turístico alimentó ganancias para el gobierno, emprendedores y corporaciones transnacionales y no se reflejó en un aumento en la producción agrícola en zonas aledañas

a pesar de que se presumía un derrame económico para las poblaciones rurales. Al contrario, además de la deforestación, algunos estudios basados en encuestas comunitarias describen como la migración a polos turísticos de miembros de familias en las zonas rurales ha resultado en conflictos sociales, como mayor delincuencia y vicios, así como en el abandono de la agricultura y tradiciones culturales (Cuxim-Suaste *et al.*, 2017).

El desarrollo del mercado de inmobiliario viene a la mano con el crecimiento del turismo y la expansión urbana de ciudades como Cancún y Mérida. En Quintana Roo, el crecimiento e infraestructura para el turismo se va extendiendo hacia el sur del estado, desde la Riviera Maya hasta la Costa Maya del sur (Marín Marín *et al.*, 2020). Para poner el crecimiento del turismo en contexto, en 1979 más de un millón de turistas visitaron Quintana Roo (Escobar Nava, 1986) y en 2010, el estado recibió cerca de 7.5 millones de turistas, siendo el 35% de todas las llegadas turísticas de México, generando aproximadamente US \$ 5,500 millones en ingresos (Jamal *et al.*, 2013). Para 2014, la visita de turistas se triplica en cuatro años, llegando a 21.2 millones (70% extranjeros y 30% nacional; Xicotencatl *et al.*, 2017). Adicionalmente, desde 1994, Playa del Carmen se distingue en ser la urbe con el crecimiento más rápido en Latinoamérica de 20% anualmente, siendo impulsado por el proyecto de la Riviera Maya en el 1996 (Pelling y Manuel-Navarrete, 2011). Salinas Arreortua (2018) describe como reformas constitucionales han beneficiado al crecimiento inmobiliario en la Riviera Maya, particularmente el Artículo 27 de la Ley de Reforma Agraria que abrió el paso a la privatización de la propiedad social para el mercado inmobiliario. Estas reformas han contribuido al crecimiento del mercado formal de suelo urbano, situación que se plantea en el caso del fraccionamiento residencial y comercial Aldea Zamá, construido en un terreno de 74 hectáreas en el municipio de Tulum, Quintana Roo. Por otro lado, ha facilitado la compra de tierras por extranjeros invirtiendo en propiedad e infraestructura para el turismo (Salinas Arreortua, 2018).

Además del impacto en la deforestación y cambio de uso de suelo que se relaciona con el desarrollo del turismo en la Península de Yucatán, varios autores investigan como el proceso de desarrollo del sector turístico ha logrado ir desplazando a comunidades locales y Mayas de sus espacios tradicionales. De cierta forma, equivalen el crecimiento económico del turismo como una forma de colonización, apropiándose de tierras, excluyendo a la población rural Maya y generando inequidad y beneficios para migrantes y extranjeros que llegan a la Península de Yucatán (Juárez, 2002; Muñoz *et al.*, 2011). Manuel-Navarrete *et al.*, (2011) relatan el caso específico de la llegada de “coyotes” a Playa del Carmen de lugares como Chiapas y Tabasco que construyeron palapas en zonas de manglar, poco a poco, con la vegetación despejada se logró vender la franja costera de 60 ha a corporaciones internacionales para hoteles, villas “ecológicas” y áreas residenciales y comerciales. No obstante, estos lugares si se vieron más vulnerables por los impactos de huracanes, y algunos hoteles ecológicos se han dedicado a restaurar la vegetación costera para aumentar la estabilidad de dunas con apoyos gubernamentales de reconstrucción (Manuel-Navarrete *et al.*, 2011).

SECTOR ENERGÉTICO

Entre 1940 y 1990 la capacidad instalada en el país para el suministro energético se satisfacía mediante la quema de combustibles fósiles. En el caso de la Península de Yucatán, tras su colonización para el desarrollo turístico en la década de 1960 y 1970, la demanda por energía eléctrica incrementó, por lo que para antes de 1990 ya existían doce centrales térmicas con capacidad aproximada de 30 MW a cargo de la CFE. Durante el periodo de privatizaciones, en la década de 1990 que trajo consigo el TLCAN, aumentó la capacidad instalada, donde los privados podían suministrar los MW a las líneas de transmisión de CFE mediante la instalación de cuatro nuevas centrales con una capacidad de entre 275 y 500 MW (Sánchez, *et al.*, 2019). Actualmente, la situación de la Península de Yucatán es desigual en cuanto a capacidad instalada y consumo (4.34% y 4.40% respectivamente), pues la mayor parte de las centrales de generación

se encuentran en Yucatán y Campeche (2.14% y 1.70%), las cuales tienen un consumo menor (1.65% y 0.63%) a la media; mientras que Quintana Roo con una capacidad menor (0.50%) se mantiene, debido a la actividad turística, con un consumo superior (2.12%; Sánchez, *et al.*, 2019).

Derivado de la Reforma Energética en 2013 y su posterior Ley de la Industria Eléctrica del 2014, así como por el potencial del recurso eólico y solar en Yucatán, se realizaron diversos proyectos eólicos y fotovoltaicos en la Península de Yucatán con el fin de alcanzar para el año 2024 el 35% de suministro nacional a través de energías limpias; donde la Comisión Reguladora de Energía otorgó 42 permisos. Sin embargo, no todos fueron aprobados por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT, así como tampoco llegaron a una fase de construcción por falta de financiamiento o conflictos con las comunidades (Sánchez, *et al.*, 2019). El sitio GeoComunes indica que 38 proyectos de energías renovables ingresados a la DGIRA, a la fecha solo 13 proyectos (siete eólicos y seis fotovoltaicos) se encuentran construidos o en fase de construcción (GeoComunes, 2020; Sánchez, *et al.*, 2019).

El cambio de uso de suelo en el ámbito de los parques eólicos suma una superficie de 245 ha (destinado para los caminos, las plataformas de los aerogeneradores, busductos y subestaciones) según las Manifestaciones de Impacto Ambiental de los siete proyectos; aunque solo tres pueden observarse construidos y en fase de construcción con un total de 137 ha (GeoComunes, 2020, Corporación Ambiental de México, S. A. de C. V., 2017; Consultores en Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales S.C.P., 2013; PONTONES y LEDESMA, S.C., 2016). Respecto a los fotovoltaicos, las Manifestaciones de Impacto Ambiental suponen 306 ha bajo cambio de uso de suelo (GeoComunes, 2020; Consultoría Ambiente Sustentable, SCP., 2017; Kaiser Consultores Ambientales, S.A. de C.V., 2017); sin embargo, de las seis reportadas, solo dos pueden observarse construidas o en fase de construcción con un total de 177 ha. La superficie de 314 ha deforestadas por proyectos de energías renovables puede parecer insignificante con relación a la superficie deforestada en el ámbito agropecuario o turístico; sin embargo, las afectaciones de las energías renovables son asociadas mayormente al impacto sobre la fauna voladora (aves y murciélagos) y la integración social de las comunidades ejidales locales.

Con las recientes políticas gubernamentales para expandir el turismo en la Península de Yucatán, como el Tren Maya, es posible que se incremente la demanda en el sector energético; ya sea abastecido por energías renovables o plantas de ciclo combinado, deberán ser atendidas y estudiadas las afectaciones por deforestación de selva implicada en dichos proyectos, así como en sus líneas de transmisión. En este rubro, el reporte Ampliación de Infraestructura para Atender la Demanda de Energía Eléctrica en la Península de Yucatán (CFE, 2020) establece la construcción de la interconexión Mayakán, con el gasoducto Cuxtal I de 16 km en Tabasco y el gasoducto Cuxtal II que irá desde Valladolid hasta Cancún con 158 km. Esta interconexión alimentará a las plantas de Ciclo Combinado en Mérida y en la Riviera Maya que en conjunto generarán una capacidad de 986 MW.

TENDENCIAS Y RETOS EN CONTROLAR LOS IMPULSORES DE DEFORESTACIÓN

El avance actual de la deforestación y la degradación forestal en la Península de Yucatán en las últimas dos décadas, y la inhabilidad de frenarlas, se debe a una compleja e indirecta interacción de impulsores subyacentes, donde los mercados y políticas públicas pueden tener impactos en la cobertura forestal que varían, algunos negativos, otros positivos o nulos. Desafortunadamente, a pesar de medidas y políticas de conservación y desarrollo sustentable para detener la deforestación impulsadas por organizaciones internacionales y el gobierno, la Selva Maya sigue amenazada.

El Programa REDD+ de las Naciones Unidas, implementado en diversas naciones de los trópicos y que inicia a mediados de la década del 2000, ha tenido logros mixtos y limitados en reducir la deforestación y degradación (Bos *et al.*, 2017; Caplow *et al.*, 2011). En el caso de México y específicamente la Península de Yucatán, se evaluó que el esfuerzo derivado por las intervenciones de REDD+ en reducir la deforestación en los municipios y núcleos agrarios (ejidos) fue variado, pero en general no se detuvo o se redujo la tasa de deforestación en la región (Ellis *et al.*, 2020). El reto ambiental, económico y humano de salvaguardar este recurso natural en peligro sigue tan vigente como era en la década de 1980. La necesidad de desentrañar y entender a fondo como impactan los diversos impulsores subyacentes se vuelve aún más necesario para la implementación de estrategias de conservación y desarrollo sustentable, y de políticas públicas que las promuevan en los países del trópico.

Un análisis reciente sobre la deforestación bruta en México realizado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) da evidencia que la pérdida forestal en el país también ha ido en aumento, particularmente reflejado en los ecosistemas de selvas húmedas y secas (CONAFOR, 2020b). La misma tendencia de deforestación se observa en la Península de Yucatán con los datos de Global Forest Change (GFC) del 2000 al 2020 (Figura 2, adoptado de Hansen *et al.*, 2013). En particular los estados de Campeche y Quintana Roo muestran incrementos en el cambio de uso de suelo forestal en los últimos 10 años. Considerando que se estima que entre 40% y 60% de los datos de GFC reflejan deforestación permanente en la Península de Yucatán (Ellis *et al.*, 2020; Krylov *et al.*, 2019), se calcula para el caso de Campeche, un aumento en la deforestación del 2010 al 2020 de entre 10 a 20 mil hectáreas anuales adicionales en comparación con la década anterior; en Quintana Roo, aumenta entre 5 y 10 mil ha; y en Yucatán por unas 5 mil ha anuales (Figura 3, adoptado de Hansen *et al.*, 2013). Los “focos rojos” actuales de la pérdida forestal en la Península de Yucatán se han identificado en los municipios de Hopolchén y Candelaria en el estado de Campeche, en los municipios Bacalar, Othón P. Blanco y Benito Juárez en Quintana Roo, y en los municipios cercanos a la ciudad de Mérida del estado de Yucatán.

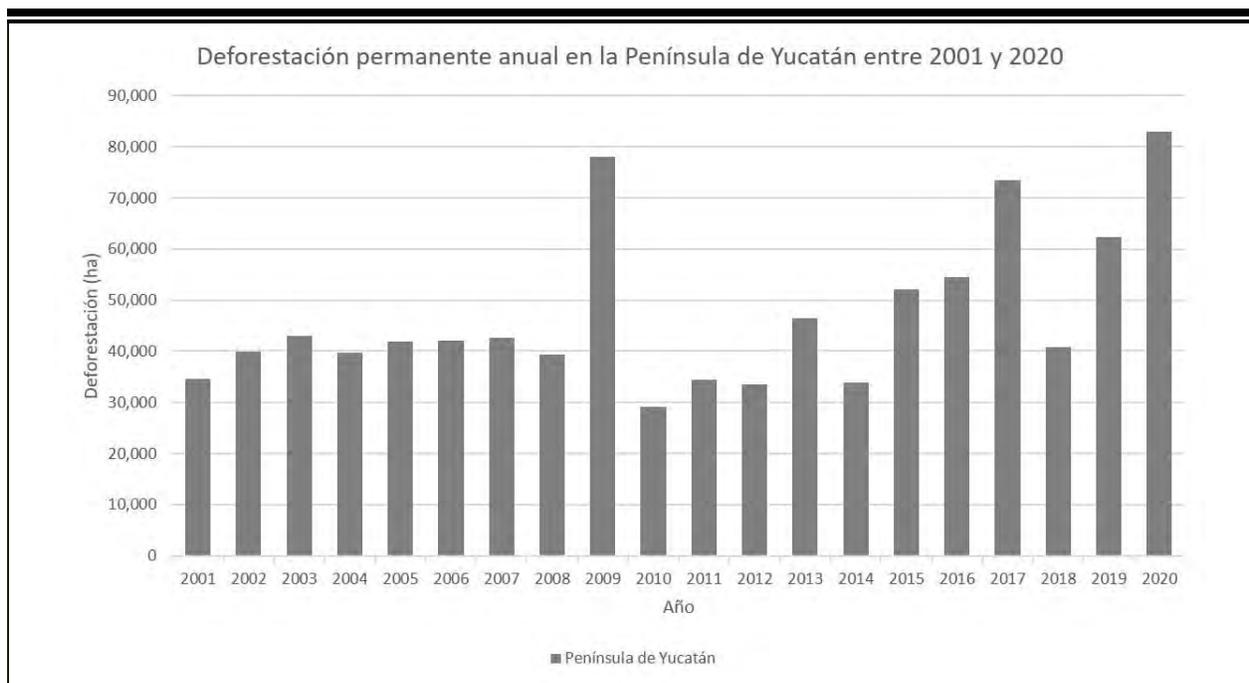


Figura 2. Deforestación permanente anual en la Península de Yucatán entre 2001 y 2020.

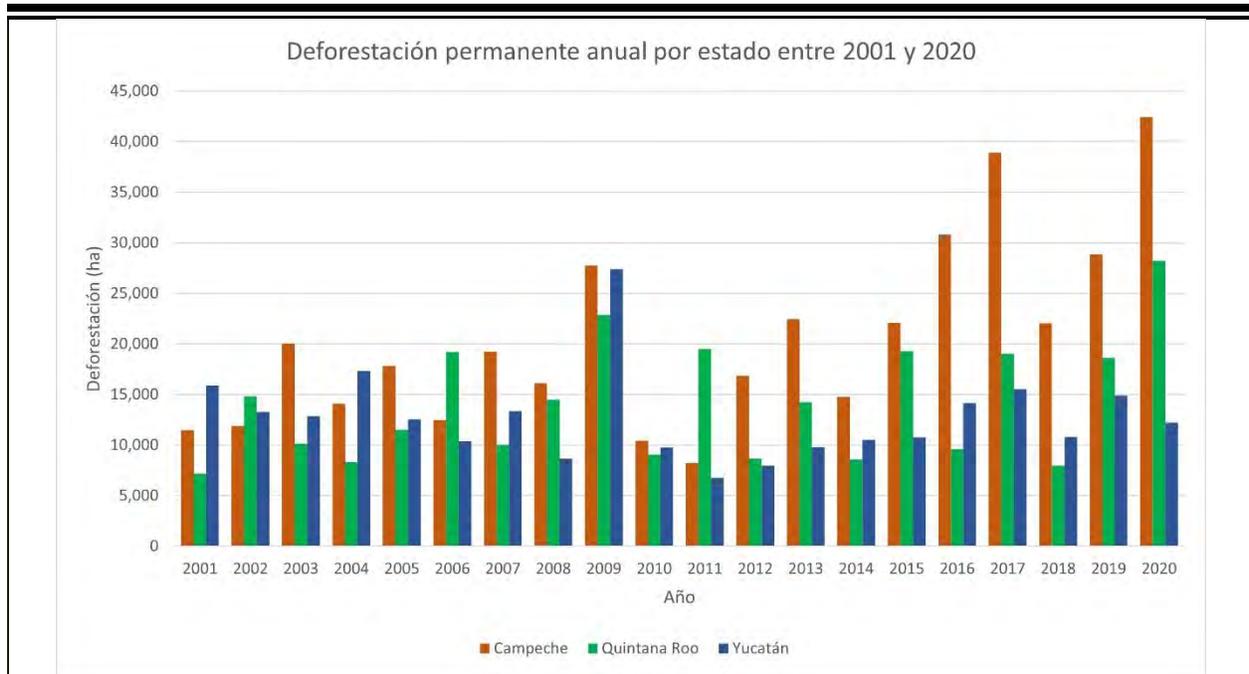


Figura 3. Deforestación permanente anual por estado entre 2001 y 2020.

Las causas directas del cambio de uso de suelo en la Península de Yucatán (o los usos de suelo asociados con la conversión de selvas) son evidentes y se han reportado ampliamente. La conversión de selvas para el uso de suelo ganadero claramente destaca por su mayor superficie de áreas deforestadas, seguido por la expansión de la agricultura comercial y mecanizada, la expansión urbana, y el asociado desarrollo turístico que es emblemático de la región por sus playas y zonas arqueológicas (Ellis, *et al.*, 2017b; Ellis *et al.*, 2015b). Sin embargo, también se describe en la literatura una dinámica en la cobertura forestal de los paisajes peninsulares que es muy variado y cambiante, y por supuesto, la intervención de una compleja interacción de múltiples impulsores que juegan un rol en los procesos de deforestación y degradación, así como en la recuperación y conservación forestal (Cortina-Villar *et al.*, 1999; Chowdhury, 2006a, 2006b, Ellis *et al.*, 2020, 2021).

Por décadas, las políticas públicas y programas del gobierno se han reconocido como impulsores subyacentes importantes en los procesos de deforestación y degradación forestal en la Península de Yucatán. Los autores de múltiples publicaciones identifican diversas políticas y programas gubernamentales asociadas con el desarrollo agropecuario y turístico, y que tienen un papel directo en el cambio de uso de suelo. Las políticas de colonización y producción agropecuaria en el sureste en la década de 1970 (por ejemplo, Programa de Desmontes y la Financiera Rural) y las de desarrollo rural en la década de 1980 (Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados [COPLAMAR] y Programa de Desarrollo Rural del Trópico Húmedo), podrían ser responsables de cientos de miles de hectáreas de la Selva Maya deforestadas hasta la fecha. Adicionalmente, programas más recientes como Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) y Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN; 1999-2018) han sido señaladas en múltiples ocasiones, a veces confirmadas en modelos de cambio de uso de suelo, como impulsores de deforestación. No obstante, el cómo intervienen social y ambientalmente las políticas y programas gubernamentales de desarrollo y cuál es su rol específico en el cambio de uso de suelo, considerando el impacto simultáneo de otros impulsores (e.g. mercados o población), aún está poco estudiado y documentado.

En la Península de Yucatán, tras décadas de una serie de estrategias de conservación con apoyos internacionales e implementados por instituciones de gobierno y ONG, el gradual proceso de perder y degradar la cobertura forestal va en aumento. A pesar de haber logros que han ayudado mantener la cobertura de selvas, como el establecimiento de ANP (Miteva *et al.*, 2019; Rodríguez Solorzano y Fleischman, 2018) y reservas comunitarias (Levy-Tacher *et al.*, 2019 Cepeda y Amoroso 2016), además de oportunidades económicas como el manejo forestal comunitario o ecoturismo (Place 2001), estas estrategias de conservación compiten fuertemente contra las fuerzas de mercado y políticas de gobierno como impulsores subyacentes de la deforestación. La necesidad de desentrañar y entender a fondo como impactan los impulsores subyacentes de leyes y programas de gobierno, y los mercados asociados con el desarrollo regional, se vuelve aún más necesario para la implementación de estrategias y desarrollo de políticas públicas efectivas encaminados a la conservación y desarrollo sustentable.

Para mejorar la efectividad y alcance de futuras iniciativas que reduzcan la deforestación y degradación forestal y conserven la biodiversidad, es necesario comprender a fondo como inciden en el medio ambiente las políticas de desarrollo y la economía regional de la Península de Yucatán. Hay que considerar, que algunas estrategias y políticas de conservación tendrán que estar vinculadas y de alguna manera asociadas con los actores privados y de gobierno relacionados con los sectores de desarrollo agroindustrial, turístico e inmobiliaria. Aunque existen estrategias e iniciativas prometedoras que promueven una mayor cobertura arbórea, como el manejo forestal comunitario, sistemas de producción agroforestales o silvopastoriles y otras, siguen siendo insuficientes en frenar la deforestación por el cambio de uso de suelo en la Península de Yucatán. Un reto para futuras iniciativas y estrategias para detener la deforestación y recuperar ecosistemas forestales será implementar con los sectores de la agricultura comercial, turismo e inmobiliario buenas prácticas que promuevan la intensificación del uso de suelo, eficiencia y sostenibilidad de producción, y reducción de impactos ambientales.

3. EL PAPEL DE LAS POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE GOBIERNO EN EL CAMBIO DE USO DE SUELO DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

LEYES Y PROGRAMAS DESARROLLO RURAL Y AGROPECUARIO

En México, con la actual Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, se han emitido leyes enfocadas en el desarrollo rural y crecimiento agropecuario que siguen vigentes (Jiménez-Martínez, 2007). Estas Leyes, junto con sus reglamentos se encargan de regular las actividades que se desarrollan en el territorio nacional; desde lo comercial y económico hasta los de conservación de recursos naturales y arqueológicos. Aunado a las leyes, se han implementado una basta gamma de programas dirigidos a los estados, municipios, asociaciones, empresas, grupos civiles y personas físicas con el objetivo de impulsar el desarrollo económico mediante apoyos monetarios, en especie, asistencia técnica o estratégica en el sector agropecuario, turístico e inmobiliario (López-Pardo, 2012). El desarrollo rural y agropecuario, ha sido un importante impulsor de la deforestación, ya que mediante políticas públicas se han generado una serie de subsidios y créditos al campo que influyen en los mercados agropecuarios, y que a su vez repercuten en la política pública, generando ciclos retroalimentados en la dinámica de regulación de los productos agrícolas y pecuarios (López, 2012). Las leyes y programas federales de desarrollo rural y agropecuario sin duda son claves para los procesos de cambio de uso de suelo en México y la Península de Yucatán.

LEY DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE (2001)

Se define como Desarrollo Rural Sustentable al mejoramiento integral del bienestar social de la población y de las actividades económicas en el territorio comprendido fuera de los núcleos urbanos, asegurando la conservación permanente de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales de dicho territorio (Ley de Desarrollo Rural Sustentable 2001). A principios del siglo XXI, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, publicada el 7 de diciembre de 2001, tuvo el propósito de promover el desarrollo rural sustentable del país, en conjunto con propiciar un medio ambiente. El desarrollo rural incluye la planeación de la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, y de los demás bienes y servicios, y todas aquellas acciones tendientes a la elevación de la calidad de vida de la población rural, incluyendo ejidos, comunidades y organizaciones nacionales, estatales, regionales, municipales o comunitarios de productores.

Entre los objetivos de la Ley de Desarrollo Rural se encuentra: el de incrementar, diversificar y reconvertir la producción para atender la demanda nacional y mercado interno, así como comercialización al exterior; aumentar la capacidad productiva para fortalecer la economía campesina, el auto abasto y desarrollo de mercados regionales que mejoren el acceso a la población rural a la alimentación; y fomentar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales productivos que permitan aumentar y diversificar las fuentes de empleo e ingreso incluyendo al sector forestal. Además, la Ley promulga y crea programas enfocados en atender a la marginación, pobreza y mejorar las condiciones de bienestar de la población rural, promoviendo el crecimiento económico y de comercialización en áreas rurales.

Mediante esta ley y sistemas nacionales de servicios especializados se desarrollan los programas de apoyos, como PROGAN y PROCAMPO, para fomentar el desarrollo rural sustentable. Estos apoyos incluyen compensaciones y pagos directos al productor, equipo, apoyo para la comercialización, asistencia técnica, finanzas rurales y compensación para servicios ambientales. También la ley es responsable por la creación de los Consejos Municipales de Desarrollo Rural Sustentable, Además se cuenta con una comisión intersecretarial que abarca Secretaría de Economía, SEMARNAT, SAGARPA, SEDESOL, SEDATU, las cuales son las responsables en atender, difundir, coordinar y dar seguimiento correspondiente a los programas sectoriales y especiales que tengan como propósito impulsar el desarrollo rural sustentable.

La ley de Desarrollo Rural Sustentable hace mención sobre las actividades de revertir el deterioro de los recursos naturales, producir servicios ambientales y proteger la biodiversidad como parte de las diversas actividades que pueda comprender la reconversión productiva. Sin embargo, se mención muy poco sobre la sustentabilidad y conservación de recursos naturales y de manera más puntual sobre la conservación y mejoramiento de suelos, desertificación y conservación del recurso hidrológico, aunque es más vago sobre la conservación del recurso forestal

PROGRAMA SECTORIAL DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL 2020-2024

Actualmente se cuenta con el Plan Nacional de Desarrollo para fomentar el crecimiento económico en zonas rurales. Este plan tiene como objetivo garantizar el derecho a una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad que se establece en el Artículo 4° constitucional, buscando erradicar el hambre, mejorar la nutrición, lograr la seguridad alimentaria y promover la agricultura sostenible contemplados en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 2 de la agenda 2030 de la ONU.

Prácticamente el objetivo del Programa Sectorial es: 1) lograr la autosuficiencia alimentaria vía el aumento de la producción y la productividad agropecuaria y acuícola pesquera, 2) contribuir al bienestar de la

población rural mediante la inclusión de los productores históricamente excluidos en las actividades productivas rurales y costeras, aprovechando el potencial de los territorios y los mercados locales, y 3) Incrementar las prácticas de producción sostenible en el sector agropecuario y acuícola-pesquero frente a los riesgos agroclimáticos.

A pesar de la mención de impulsar un desarrollo rural sostenible el cual se centra en la seguridad y producción alimentaria dirigida a productores pequeños y marginados, no hay garantías que limiten la deforestación por las acciones propuestas en el programa de desarrollo rural: el fomento de producción de alimentos, fibras, biocombustibles e insumos agroindustriales en las regiones prioritarias del país; la facilitación al acceso de maquinaria, equipo e infraestructura para aumentar la producción; la promoción de la producción y acceso a insumos pecuarios y la recuperación de pastizales; la facilidad de créditos y subsidios a los productores de pequeña y media escala; la promoción de inversión del sector agropecuario; el impulso a la diversificación de las actividades productivas en territorios rurales; el impulso de acciones en la región sureste de alta y muy alta marginación y la aplicación de estrategias y acciones diferenciadas conforme a la vocación de los territorios.

Además, el programa presenta acciones para disminuir la deforestación como: la conservación y restauración de agroecosistemas, suelos y cuencas; fomentar prácticas de conservación y restauración de suelos para disminuir su erosión; promover los planes de uso de suelo de acuerdo con la huella hídrica y recursos disponibles en los territorios; contribuir a la recuperación de selvas a través de la promoción de sistemas silvopastoriles para el manejo de potreros en la región Sur Sureste. Sin embargo, las acciones propuestas son similares a los anteriores programas de desarrollo, en la que en muchos casos se suele ver un impacto negativo en la cobertura forestal ocasionada por las acciones y proyectos productivos de estos programas.

PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO, PESQUERO Y ALIMENTARIO 2013-2018

El programa de desarrollo agropecuario del sexenio de Enrique Peña Nieto adopta objetivos y líneas estratégicas casi idénticas a las del presente programa: impulsar la productividad en el sector agroalimentario mediante inversión en capital físico, humano y tecnológico que garantice la seguridad alimentaria; impulsar modelos de asociación que generen economías de escala y mayor valor agregado en el sector agroalimentario; promover mayor certidumbre en la actividad agroalimentaria mediante mecanismos de administración de riesgos; impulsar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país; contribuir a erradicar la carencia alimentaria en el medio rural. Las líneas de acción como la consolidación de programas como PROAGRO (antes PROCAMPO) y PROGAN, el impulso a la capitalización de la capacidad productiva, la promoción de cultivos como palma de aceite y soya, y el incremento ganadero, favoreciendo el modelo de producción agroindustrial con la modernización y tecnificación agropecuaria, pudieron incidir en los fuertes procesos de deforestación observados en la Península de Yucatán.

PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y PESQUERO 2007-2012

Durante el sexenio de Felipe Calderón se publicó el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012 que tenía como objetivo: Elevar el nivel de desarrollo humano y patrimonial de los mexicanos que viven en las zonas rurales y costeras; abastecer el mercado interno con alimentos de

calidad, sanos y accesibles provenientes de nuestros campos y mares; mejorar los ingresos de los productores incrementando nuestra presencia en los mercados globales, promoviendo los procesos de agregación de valor y la producción de bioenergéticos; revertir el deterioro de los ecosistemas, a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad; conducir el desarrollo armónico del medio rural mediante acciones concertadas, tomando acuerdos con todos los actores de la sociedad rural, además de promover acciones que propicien la certidumbre legal en el medio rural.

Algunas de las líneas estratégicas de este programa pudieron promover la deforestación durante este periodo incluyen: la actualización del normativo de atención presupuestal y focalización de recursos a localidades de alta y muy alta marginalidad; inducir la participación de la población rural de las zonas marginadas en proyectos productivos y la promoción del establecimiento de micro y medianas empresas agropecuarias; la construcción de caminos entre las localidades aisladas con las cabeceras municipales; desarrollar las capacidades de la población rural en ejecutar los proyectos de desarrollo y promocionar las agencias de desarrollo rural en las regiones de alta y muy alta marginalidad; creación y operación de los Intermediarios Financieros Rurales; así como el aumento de la financiación de proyectos productivos; la producción y productividad de productos sensibles para los mexicanos (maíz, frijol, caña de azúcar y leche); la expansión del Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar (PRONAC); promover los cultivos de higuera, palma africana, girasol, caña de azúcar, entre otros; reconversión de zonas agrícolas poco productivas a ganaderas; y poner en marcha nuevos esquemas de PROCAMPO y PROGAN.

Entre 2007-2012 se observaron acciones encaminadas principalmente al cultivo de productos que sirven de insumo para biocombustibles, aumento de la frontera ganadera en zonas de cultivos poco productivos, expansión de la caña de azúcar y la operación de Intermediarios Financieros Rurales; entre 2013-2018 se consolida PROGAN y PROAGRO, se incentiva la creación de agroparques, producción en zonas áridas y semiáridas, y el impulso a los cultivos de palma de aceite y de hule en el sureste del país; para 2020-2024 se enfoca en atender principalmente a las zonas de alta y muy alta marginación incorporando a los ejidatarios con créditos para pequeños productores. Así mismo, entre los tres programas presentan poca vinculación con la conservación de los bosques y selvas.

PLANES DE DESARROLLO NACIONAL

Los planes nacionales de desarrollo se crean a partir de La Ley de Planeación publicada 5 de enero de 1983, con el objetivo de dirigir el desarrollo e implementación del Plan Nacional de Desarrollo (PND) de cada administración, sentando las bases y principios básicos, bases de integración y funcionamiento del Sistema Nacional de Planeación Democrática, bases para la administración pública federal, los órganos responsables de la planeación y bases de participación y consulta ciudadana.

En 2016, se incluye al ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y de desarrollo urbano como parte de la promoción y regulación de las actividades económicas, sociales, políticas, culturales, de protección al medio ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales para la transformación de la realidad del país. Esta Ley ha presentado modificaciones a sus artículos en nueve ocasiones desde su publicación en 1983, principalmente por su vinculación normativa con otras Leyes de reciente creación como la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano o la Ley para Impulsar el Incremento Sostenido de la Productividad y la Competitividad de la Economía Nacional.

Las proyecciones de las estrategias no deben sobrepasar los 20 años de antigüedad y los objetivos deben estar encaminados a cumplir con las leyes federales y los tratados internacionales de los que México forma

parte; así mismo, se debe ser concordante con la Ley para Impulsar el Incremento Sostenido de la Productividad y la Competitividad en la Economía Nacional. Una revisión a los PND de las administraciones 2007-2012, 2013-2018 y 2019-2024 indica que en cada versión nueva se retoman con menor intensidad los temas forestales, de deforestación o cambio de uso de suelo.

La versión del PND 2007-2012 incluye un eje de “sustentabilidad ambiental”, dividido en: aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (agua, bosques y selvas, y diversidad), protección del medio ambiente (gestión y justicia en materia ambiental, ordenamiento ecológico, cambio climático y residuos sólidos y peligrosos) y conocimiento y cultura para la sustentabilidad ambiental (investigación científica ambiental con compromiso social y educación y cultura ambiental). El PND 2007-2012 plantea frenar el deterioro de las selvas y bosques en México, estableciendo programas de reforestación como esquema de conservación ambiental, promoviendo el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, estableciendo pagos por servicios ambientales, desarrollando programas de control de incendios, frenando el avance de la frontera agrícola, y erradicando la impunidad de los delitos ambientales. Así mismo se establece el objetivo que busca mejorar los ingresos rurales mediante el incremento de los mercados con la producción de bioenergéticos, buscando la producción de bioenergéticos sin que se pierdan bosques y selvas. Algunos de estos programas, como los pagos por servicios ambientales y control de incendios apoyaron en mantener áreas forestales conservadas; sin embargo, la deforestación no siguió sin abatirse durante este periodo en la Península de Yucatán.

Para el caso del PND 2013-2018 solo se hace mención del cambio climático que es potenciado por la pérdida de bosques y selvas, y no se mencionan estrategias específicas para los bosques y selvas o para evitar el aumento de la deforestación y el cambio de uso de suelo. En cuestión de medio ambiente, éste solo se menciona que será conservado en las regiones indígenas mediante el conocimiento tradicional. Otras estrategias planteadas incluyen: implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad; fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono; y recuperar los ecosistemas y zonas deterioradas para mejorar la calidad del ambiente y la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas. En este periodo se vio un incremento en las tasas de deforestación en la Península de Yucatán.

El PND 2019-2024 no contempla estrategias que promuevan la conservación de los bosques y selvas directamente; sin embargo, se presenta dentro del eje de la Política Social el objetivo del Desarrollo sostenible, así como los programas del eje. A pesar de contener el Programa Sembrando Vida, no se hace referencia a los bosques y selvas como entidades vegetativas, a la deforestación o al cambio de uso de suelo; sino que se menciona producción y siembra de árboles frutales y maderables con el fin de aumentar los ingresos, los empleos y la autosuficiencia alimentaria que ayudará a la reforestación de un millón de hectáreas. Con base en esto se plantea que para el año 2021 se habrá alcanzado la reforestación de una buena parte del territorio conservando la flora y la fauna. También cabe rescatar que se establecen proyectos regionales que podrían conducir al aumento de la deforestación y cambio de uso de suelo como el Tren Maya y el Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec.

APOYOS PARA EL CAMPO

Por décadas, las leyes, programas y planes de desarrollo del gobierno han intentado consolidar comercialmente a los productores agrícolas del país, pero en el proceso, los pequeños productores han sido los menos favorecidos. En 1954, el objetivo del Gobierno Federal y el Banco de México era estimular una mayor participación de las instituciones de crédito privadas en el financiamiento de la agricultura,

ganadería y avicultura del país con el propósito de incrementar la productividad del sector agropecuario a través de servicios financieros. Así fue como nacieron los primeros fideicomisos de fomento del Banco de México, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, FIRA (FIRA; 2021).

Desde la década de 1940, la inversión en la agricultura se concentró en infraestructura para riego, insumos y créditos subsidiados que beneficiaron principalmente a granjas comerciales del norte de México, excluyendo así a los pequeños agricultores de los apoyos de la inversión pública (Fox *et al.*, 2010). A pesar de que entre 1971 y 1982 el gasto gubernamental para el desarrollo rural fue mucho mayor que en años anteriores y que los subsidios para créditos agrícolas superaron los subsidios para precios e insumos, los pequeños agricultores, aun siendo mayoría en número, seguían en desventaja ante la minoría de los agricultores comerciales que controlaban la mayor parte de las tierras de cultivo de riego, ya que los pequeños productores dependían de un trabajo asalariado fuera de la granja familiar para complementar lo que generaban en sus pequeñas tierras de agricultura temporal (Fox *et al.*, 2010).

De todos los subsidios destinados a la agricultura de riego del país, la conservación del agua y la implementación de electricidad se concentraron en unos pocos estados del norte, ya que, en México, el subsidio de la electricidad para bombeo para riego es de los más beneficiados. Esto continuaba propiciando la desigualdad entre productores y es así como se genera una polarización entre los productores que tienen riego y los que no (Fox *et al.*, 2010). Al firmar el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) se esperaba que éste produjera más “ganadores” que “perdedores”, sin embargo, en vez de generar una apertura comercial para los productores del país, se convirtió en una competencia en desigualdad de condiciones; por lo que los programas de subsidios a la agricultura en México, posteriores al TLCAN, se crearon para intentar compensar dicha desventaja, mediante programas que compensaran a los “perdedores” (Fox *et al.*, 2010). Es así como desde 1994, el gobierno ha gastado grandes cantidades en subsidios de apoyos directos para los agricultores en un intento de combatir a la pobreza en las zonas rurales.

AGENCIA DE SERVICIOS A LA COMERCIALIZACIÓN Y DESARROLLO DE MERCADOS AGROPECUARIOS (ASERCA)

Dentro del contexto de la pobreza rural, en la revisión del gasto público en la agricultura realizada por Banco Mundial en 2009, señala que en 2004 el 55% de los fondos de Desarrollo Rural fueron para los productores más ricos del país, agravando la desigualdad entre productores (Fox *et al.*, 2010). Esta inversión incluía el apoyo para ofrecer los precios de garantía, donde la desaparecida CONASUPO ofrecía un precio oficial de compra para granos, como protección a las variantes en el mercado internacional. Aun en este apoyo, los beneficiados eran quienes tenían suficientes tierras para producir excedentes comerciales, dejando fuera a los que sólo podían producir para subsistir, sin mencionar que estos precios se ofrecían por igual a productores con recursos desiguales, al ofrecerles el mismo precio por tonelada sin considerar las diferencias en los costos de producción.

Por estas razones, el 16 de abril de 1991 desaparecen los precios de garantía y se crea la dependencia de Apoyos y Servicios a la Comercialización (ASERCA) que reemplaza a la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) y así ayudar a los medianos y grandes productores a comercializar sus cosechas y distribuir los pagos compensatorios a los productores de granos en general, incluyendo a los pequeños productores de subsistencia (ASERCA, 2018; Fox *et al.*, 2010). Entre sus principales objetivos de ASERCA están también otorgar apoyos directos al campo, fortalecer los programas de comercialización de productos agropecuarios, desarrollar el padrón de predios, superficies y productores, además de actuar como mediador en las negociaciones entre productores y compradores (SAGARPA, 2017).

ASERCA fue creado como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural para apoyar a la comercialización de productos agropecuarios. Inició sus operaciones apoyando la comercialización de arroz, sorgo y soya y teniendo que cubrir las dos poblaciones objetivo, la de un número relativamente pequeño de productores grandes y medianos, concentrados geográficamente, cuyos cultivos alimentaban a la población urbana de México y la de un número mucho más grande de productores rurales dispersos en territorio del país (ASERCA, 2018; Fox *et al.*, 2010).

ASERCA tiene como funciones principales la de fomentar la organización de productores para la comercialización y su capacitación, la construcción de infraestructura básica para realizar eficientemente los procesos de comercialización, fomentar el desarrollo de sistemas de información de mercados nacionales e internacionales, proveer de información a productores, compradores promover líneas de crédito en el sistema financiero para apoyar la comercialización, fomentar la creación de una bolsa agropecuaria, hacia la que se oriente la comercialización privada, la creación de una sociedad de inversión de capitales que apoye la constitución de empresas comercializadoras especializadas por región o por producto, y fomentar la exportación de productos agropecuarios mexicanos (Padilla-Velázquez *et al.*, 2017).

El principal instrumento de ASERCA fue el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), que se trataba de un pago de transferencia directa abierto a todos los productores que habían cultivado granos durante el período inmediato anterior al proceso de registro de 1993 a 1994. Los pagos de este programa se asignaron por hectárea y en 2001 los montos elevaron un poco para los productores con menos de 5 ha, los productores rurales, ya que justamente uno de los objetivos fundamentales de PROCAMPO era la inclusión de más de 2 millones de productores de subsistencia que estaban al fuera de los sistemas de apoyo anteriores (SAGARPA, 2017; Fox *et al.*, 2010).

Siguiendo en la línea de los pagos compensatorios para los productores, a inicio de la década de 2000, después de eliminar a la CONASUPO y sus precios de garantía, el estado nuevamente interviene a través de ASERCA, ahora en el mercado nacional del maíz donde, de nuevo, apoyaba a los grandes productores con el programa Ingreso Objetivo que consistía en el pago directo de la diferencia de los precios nacionales y de importación del maíz. Cada año ASERCA predecía un precio objetivo internacional y elegía a productores de primera con grandes cosechas excedentes comercializables y les pagaba la diferencia con base en cada tonelada (Fox *et al.*, 2010; SAGARPA, 2017).

Además de PROCAMPO e Ingreso Objetivo, ASERCA también operaba los programas de Apoyo a la comercialización a gran escala donde los beneficiados eran fundamentalmente las grandes compañías (Cargill de México, Minsa, Bachoco, ADM México, entre otras SA de CV) que compraban, vendían y procesaban granos, dentro de la categoría de seguros, almacenamiento, mercados de futuros, transporte, subsidios a la exportación, granos forrajeros para ganaderos y agricultura por contrato (Fox *et al.*, 2010). A diferencia del programa de apoyo a la comercialización canalizado a través del comprador para asegurar al productor un precio mínimo por su cosecha, el Programa de Apoyos a la Comercialización de Arroz de basó en el otorgamiento de apoyos al productor por tonelada producida, incluyendo la producción de autoconsumo (SAGARPA, 2017).

De este modo, ASERCA continuó operando varios programas, como el Apoyo a la comercialización del maíz, el Programa de Coberturas entre otros. Pero ASERCA no solo contemplaban el sector agrícola, sino también el pecuario, con programas como el de Apoyos a Porcicultores vía Rastros Tipo Inspección Federal (TIF; SAGARPA, 2017). ASERCA buscó contribuir al fortalecimiento de la comercialización mediante apoyos fiscales, fomento de mecanismos de mercado y diseño de esquemas de negociación, así como el uso de coberturas de riegos de precios, generación y difusión de información de mercados y promoción de

exportaciones a nivel nacional (Padilla-Velázquez *et al.*, 2017). Dentro de los logros y beneficios que más se destacan desde la implementación de ASERCA, de acuerdo con Padilla-Velázquez *et al.* (2017), éste permitió: redefinir la participación del estado en el campo mexicano; la inclusión y mayor participación de los sectores social y privado; redujo la distorsión de precios en el mercado; fomentó mecanismos de mercado y diseñó esquemas de negociación y comercialización entre productores y compradores, como es la agricultura por contrato; e impulsó y desarrolló una cultura financiera a través del uso de mecanismos de administración de riesgos, pero también mediante un intenso programa de capacitación a lo largo y ancho del país.

PROGRAMA DE APOYOS DIRECTOS AL CAMPO (PROCAMPO)

El Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) se decreta el 25 de julio de 1994 en un contexto de condiciones económicas, sociales y medioambientales complicadas, donde el sector agrícola necesitaba ser más competitivo y los pequeños productores se encontraban en condiciones de pobreza y necesitaban mejorar su nivel de ingreso (González-Estrada y Orrantia-Bustos, 2006; CEDRSSA, 2019). Es así que PROCAMPO surge por la necesidad de un sistema de apoyos que fomente la participación del sector social y privado en el campo para mejorar la competitividad interna y externa, elevar el nivel de vida de las familias rurales y la modernización del sistema de comercialización para capitalizar las unidades de producción rural, ya que más de 2.2 millones de productores rurales que destinaban su producción al autoconsumo se encontraban al margen de los sistemas de apoyo y en desventaja ante los productores que comercializaban sus cosechas (DOF, 1994; ASERCA, 2011).

El objetivo principal de PROCAMPO fue: “transferir recursos federales en apoyo de la economía de los productores rurales que reunieran los requisitos y cumplieran con las condiciones que se establecían en el programa” (DOF, 1994). Al promover subsidios que incrementan el ingreso de los productores, se mejorará la producción agrícola y el bienestar de los mexicanos (López-Sierra, 2019; González-Estrada y Orrantia-Bustos, 2006).

Los objetivos particulares planteados para el PROCAMPO (ASERCA, 1993), fueron: brindar apoyo directo a más de 3.3 millones de productores rurales, de los cuales 2.2 millones están al margen de los sistemas actuales de apoyo; fomentar la reconversión de aquellas superficies en las que sea posible establecer actividades que tengan una mayor rentabilidad; compensar los subsidios que otros países otorgan a sus productores agrícolas; estimular la organización de los productores del sector para modernizar la comercialización de productos agropecuarios; lograr que los consumidores nacionales tengan acceso a alimentos a menor precio; incrementar la competitividad de las cadenas productivas relacionadas con el sector agrícola, en especial la actividad pecuaria; y frenar la degradación del medio ambiente, propiciando la conservación y recuperación de bosques y selvas, así como coadyuvar a reducir la erosión de suelos y la contaminación de las aguas.

En 1994 entra en vigor el TLCAN entre México, Estados Unidos y Canadá, donde la creación de PROCAMPO es muy oportuna para así poder abastecer esta nueva apertura comercial y compensar la desventaja productiva de los productores mexicanos con los productores altamente subsidiados de los países vecinos del norte, de acuerdo con algunos de sus objetivos (López-Sierra, 2019; Agricultura, 2018). El apoyo económico que otorgaría PROCAMPO, es autorizado anualmente en el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) y comienza a ser otorgando a productores como personas físicas o morales que se encuentren en legal explotación de extensiones de tierra que hubiesen sido sembradas con alguno de los nueve cultivos elegibles que eran: maíz, frijol, trigo, algodón, arroz, cártamo, cebada, sorgo y soya, en alguno de los ciclos agrícolas (Otoño-invierno o primavera-verano) anteriores a agosto de 1993 y que no

excedieran los límites de la pequeña propiedad (100 ha) establecidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley Agraria (ASERCA, 2011; DOF, 1994). Posteriormente se incorporaron el cártamo y la cebada (CEDRSSA, 2019). Se eligieron estos nueve cultivos ya que eran los que, en ese entonces, eran subsidiados por los países desarrollados y que en México presentaban distorsiones de precios en los mercados internacionales (CEDRSSA, 2019; ASERCA, 1993). A partir de 1995 se abrió el PROCAMPO a cualquier cultivo lícito o para proyectos forestales y ecológicos (López-Sierra, 2019).

Uno de requisitos específicos para ser sujeto de apoyo, era que las superficies elegibles hubieran sido objeto de apoyos públicos en los tres años anteriores a diciembre de 1993 y que sembraran alguno de los cultivos incluidos antes mencionados (CEDRSSA, 2019; DOF, 1994). El apoyo consistiría en un pago único por hectárea o fracción de ésta, y se estableció que sería calculado sobre superficies sembradas, aunque en éstas se intercalaran dos o más cultivos elegibles. El límite de superficie beneficiada sería el límite constitucional de la pequeña propiedad (100 hectáreas de riego, o hasta 200 hectáreas de tierras de temporal; CEDRSSA, 2019). A lo largo de la existencia del programa, se hacen diversas modificaciones como en su nomenclatura, en sus reglas de operación, en los montos otorgados, los beneficiarios prioritarios, la cobertura, entre otras; con el fin de agilizar la entrega de los apoyos (ASERCA, 2011). En 1994 se denominó Programa de Apoyos Directos al campo, PROCAMPO y mantuvo la categoría de Programa Presupuestario hasta 2009 (Agricultura, 2018). Los primeros cambios comienzan en 1995 donde se instrumenta la Cesión de Derechos al cobro del apoyo, por el cual el beneficiario de PROCAMPO puede utilizar este subsidio como un instrumento de garantía que le permita realizar transacciones con bancos, intermediarios financieros o con otros proveedores de bienes y servicios agropecuarios (López-Sierra, 2019). En 2001, se decreta la Ley de Capitalización del PROCAMPO (2001-2008), donde se establece el Sistema de Garantías y Acceso Anticipado a pagos futuros del PROCAMPO (PROCAMPO Capitaliza), que permitió el acceso, mediante un crédito, a los pagos futuros que el gobierno canalizaría sobre las superficies elegibles comprometidas en el establecimiento de un proyecto productivo (DOF, 2001; López-Sierra, 2019; CEDRSSA, 2019; DOF, 2003).

Respecto a los apoyos, entre 1994 y 2004 el monto que PROCAMPO otorgaba pasó de \$330 a \$905 pesos/ha y de 2005 a 2012 la cuota incrementó a \$963 pesos/ha (López-Sierra, 2019). En 2010 PROCAMPO se reforma y se convierte en PROCAMPO Para Vivir Mejor y se establece la cuota alianza (\$1,300/ha) y la cuota normal (\$963/ha) pero conserva el objetivo original del programa (DOF, 2010; Agricultura, 2018). Estos montos eran el equivalente al que recibían los productores subsidiados de Estados Unidos, por lo que a partir del año 2000 México habría subsidiado al sector agrícola en un grado relativo similar al de los E.U.A., y ligeramente mayor que Canadá (González-Estrada; Orrantia-Bustos, 2006; López-Sierra, 2019).

Para 2011 el programa cumple 17 años de operación y con la nueva estructura programática de la Secretaría, cambió su categoría de programa presupuestario a componente, por lo que su denominación queda como Componente PROCAMPO Para Vivir Mejor (Agricultura, 2018, ASERCA, 2011). Entre 2012 y 2013 el programa se transfiere de ASERCA a la SAGARPA y vuelve a cambiar el nombre a Componente PROCAMPO productivo. Los apoyos se focalizan en el ingreso de las familias pobres que habitan en las zonas rurales del país y se establece un monto máximo por productor y por ciclo agrícola de hasta \$100,000 (DOF, 2013a; DOF, 2013b; Agricultura, 2018).

En 2014 el programa PROCAMPO se eliminó del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) y se transforma en el Componente PROAGRO productivo del Programa de fomento a la Agricultura, donde se establecen tres estratos para diferenciar a los productores de autoconsumo con 1-5 ha, los comerciales de 20 a 80 ha y los que están en transición a comerciales de 5 a 20 ha. También se diferencian los productores que tienen cultivos de riego y de temporal (DOF, 2013c; Agricultura, 2018; López-Sierra, 2019). El programa continúa trabajando con la misma estratificación y los montos máximos otorgados de

2015 a 2018 del estrato de autoconsumo incrementa de \$1,500 a \$1,600/ha; el estrato de transición incrementa de \$800 a \$1,000/ha, pero es a partir del 2017 que el monto otorgado para el estrato comercial sube de \$800 hasta \$1,800/ha y la superficie máxima subsidiada baja de 100 a 80 ha. También se establece que, del total de los productores beneficiados, al menos el 18% deberán ser mujeres y el 90% de los beneficiados, deberán ser productores con menos de 20 ha (DOF, 2015a, DOF, 2016a; DOF, 2016; DOF, 2018; López-Sierra, 2019).

Para 2019 desaparece PROAGRO productivo y se crea el programa Producción para el bienestar, donde la estratificación de productores cambia a productores pequeños y medianos, siendo los primeros en quienes reciben un monto máximo más alto (\$1,600/ha) que los productores medianos (\$1,000/ha). Además, se estipula que no se otorgarán incentivos en Áreas Naturales Protegidas que cambien el uso de suelo (DOF, 2019a). Finalmente, en 2020 el Programa Producción para el Bienestar establece como objetivo: “Incrementar la productividad, principalmente de granos básicos, caña de azúcar y café de productores de pequeña y mediana escala, a través del otorgamiento de apoyo al ingreso de los productores”, principalmente ubicados en localidades de alta y muy alta marginación y que podrán recibir un apoyo de hasta \$7,300/ha (DOF, 2020a).

El estudio de López-Sierra (2019) menciona que en 2001 el padrón de beneficiarios de PROCAMPO refleja la desigualdad en la estructura agraria del país, ya que el grueso de los productores poseía menos de 5 ha, pero las tierras de mayor calidad y con riego estaban en pocos productores y con extensiones de tierra mucho más grandes. Esto se reflejaría que el 44.04 % de las Unidades de producción inscritas en el programa era de entre 1 y 2 ha y solo el 18.79% del total de hectáreas eran beneficiadas. Por el contrario, el 0.27 % de las unidades de producción correspondían a tierras con más de 90 ha, de las cuales el 7.45 % recibían apoyo del programa. Es por ello por lo que, a lo largo de la existencia del programa, se registran varias modificaciones con relación a los productores beneficiados, su estratificación y los montos otorgados, con el fin de cumplir con el objetivo principal de PROCAMPO de beneficiar a los más pobres.

PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA PRODUCCIÓN GANADERA (PROGAN)

En 2003 se crea el Programa de Estímulos a la Producción Ganadera (PROGAN) como parte de las acciones de la Política Agroalimentaria y Pesquera que la SAGARPA establece con el objetivo de fomentar la productividad de la ganadería bovina extensiva con base en el incremento de la producción forrajera de las tierras de pastoreo, derivado del mejoramiento de la cobertura vegetal y de la incorporación de prácticas tecnológicas que buscan impactar en la rentabilidad de las unidades de producción; así como, establecer la identificación del ganado bovino de manera individual y permanente, para su control y rastreo (DOF, 2003, 17 de junio).

El PROGAN estaba dirigido a ejidatarios, colonos, comuneros, pequeños propietarios, y sociedades civiles o mercantiles establecidas conforme a la legislación mexicana que fueran propietarios o con derecho de uso de tierras de pastoreo dedicadas a la cría de ganado bovino en forma extensiva, mediante el uso de su vegetación, fuera ésta nativa o de praderas, y que se inscribieran en el Padrón Ganadero Nacional (PGN; DOF, 2003). La vigencia establecida fue de cuatro años, con un presupuesto anual que se desprendía del Presupuesto para los Ejercicios Fiscales (PEF).

Los apoyos se dividían en dos categorías principales: 1) Componente de apoyo Directo PROGAN donde se apoyarían a proyectos de pequeñas propiedades hasta con 300 vientres bovinos y a proyectos de tierras de uso común en ejidos, comunidades y sociedades civiles o mercantiles dedicadas a la ganadería extensiva donde se les apoyaba con el total de vientres bovinos de la Unidad de Producción Pecuaria (UPP),

siempre y cuando no rebasara su capacidad de carga (DOF, 2003). Y la categoría 2) Componente de apoyo SINIIGA, mediante el cual se otorgaron dos aretes para la identificación individual de los vientres bovinos, pertenecientes a los a los beneficiarios inscritos en el PROGAN (DOF, 2003). El apoyo económico del Componente de Apoyo Directo PROGAN, incrementaría su monto cada año durante los cuatro años de vigencia del programa (2003-2007). El primer año, el apoyo por vientre de ganado en edad reproductiva fue de \$300, el segundo año de \$400/vientre, el tercero \$500/vientre y el cuarto de \$600 (DOF, 2003).

Para 2007 se formuló un nuevo PROGAN como un instrumento más alineado con las políticas del Plan Nacional de Desarrollo y del Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero para el periodo 2007-2012. Para ello se consultó a investigadores y así poder integrar los componentes y prácticas tecnológicas para mejorar la productividad pecuaria con criterios de sustentabilidad (ASERCA, 2010). Es así como los objetivos de éste renovado programa son inducir la producción pecuaria sustentable, contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales; apoyar el ordenamiento pecuario y apícola con tecnología para la identificación de los animales y colmenas, y la continuación y ampliación del Sistema nacional de Identificación Individual del Ganado (SINIIGA; ASERCA, 2010). Este PROGAN reestructurado ya no sólo apoya al ganado bovino, sino que incorpora los ovinos, caprinos, incluye los sistemas de cría en pastoreo para compensar la baja productividad y el manejo inadecuado de los agostaderos. También incluye la pequeña lechería familiar para mejorar la calidad de la leche y anexa la apicultura por los beneficios que ofrece a la ecología, donde los apicultores con 4 a 35 colmenas reciban \$412.5/U.A. y los que tenían de 35 a 300 colmenas recibían \$330/U.A. (ASERCA, 2010; DOF, 2010b).

Para 2011, los objetivos del programa siguen siendo los mismos que en el ejercicio anterior, pero implementa una estratificación de productores. En años subsecuentes PROGAN continúa haciendo modificaciones en sus reglas de operación y es entre 2012 y 2013 que desaparece la estratificación y los apoyos se otorgan en razón del número de unidades animales que tiene cada productor, donde los que tienen de 4 a 35 U.A. recibieron \$412.5/U.A. y los que tienen de 35 a 300 U.A. recibieron \$330/U.A. Los apoyos para vacunas, asistencia técnica y servicios de seguros se mantienen. (DOF, 2011; DOF, 2013d; ASERCA, 2010).

En 2014 se aprueba una nueva estructura programática de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimento y se crea el Programa de Fomento Ganadero incluido en esta estructura y PROGAN productivo pasa a ser un componente de dicho programa (DOF, 2014a). El objetivo de dicho componente continúa centrándose en que los productores pecuarios incrementen la producción de alimentos de origen animal en las unidades económicas pecuaria. El apoyo sigue otorgándose al ganado bovino, caprino, ovino y apícola, en efectivo, servicios técnicos y en especie y se vuelve a implementar la estratificación binaria antes mencionada, pero el apoyo máximo para bovinos baja de \$412.50/vientre a \$350/vientre, apoyo máximo para ovinos y colmenas se establece en \$76/vientre o colmena; para caprinos en \$63/vientre. Otra inclusión importante fue el anexo de un apoyo económico llamado “bono de productividad” el cual otorga \$200 por cría (DOF, 2014a).

El componente de PROGAN sigue adicionando especies para ser subsidiadas y es en 2015 que se agrega el ganado cunícola cuyo apoyo en efectivo se establece en \$20/vientre para productores del estrato \$13/vientre; además de también incluir los apoyos técnicos, en especie, servicios y de productividad (DOF, 2014b). Para el ejercicio 2016 se agrega el ganado porcino para el que se establece un apoyo en efectivo máximo de \$117/vientre además de los demás apoyos antemencionados. En ese año también se reduce el monto de apoyo para bovinos de \$350 a \$300/vientre (DOF, 2015b).

Es en el actual sexenio (2018-2024) que se elimina al PROGAN como componente del Programa de Fomento Ganadero y en discordancia con el nombre de dicho programa, desaparecen los apoyos para el

sector pecuario. En 2020 se crea el Programa Producción para el Bienestar de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y se vuelve a dejar de lado el sector ganadero. Es hasta 2021 que se crea el Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura que se vuelven a incluir subsidios para el sector ganadero (DOF, 2020b).

PROGRAMA ESPECIAL DE SEGURIDAD ALIMENTARIA (PESA)

A lo largo del tiempo, los apoyos económicos y subsidios que ofrece el gobierno muestran una marcada y constante tendencia en no beneficiar a los productores pequeños y que menos recursos tienen, acentuando una diferencia económica que repercute en la calidad de vida de los productores rurales donde se concentra la pobreza. Desde finales de 1990, la estrategia para luchar contra la pobreza se ha basado más en políticas sociales que económicas, a través de programas de transferencias directas de efectivo como el programa Oportunidades.

En el año 1994 la FAO creó el Programa Especial de Seguridad Alimentaria (PESA), para apoyar a 15 países con ingresos bajos y con déficit de alimentos y reducir la incidencia del hambre y la malnutrición, mediante el incremento de la productividad de los pequeños agricultores, al introducir cambios tecnológicos relativamente sencillos, económicos y sostenibles; así como del desarrollo de capacidades en las familias. También a mejorar no solamente sus medios de subsistencia, sino también producir excedentes que contribuyan al desarrollo de los mercados locales, incidiendo así en su seguridad alimentaria y la generación de ingresos (FAO, 2014; Rodríguez-Peralta, 2013).

Aunque en México no había hambruna, pero sí pobreza y malnutrición, en 2002 la FAO y el Gobierno de México, a través de la SAGARPA, pusieron en marcha el PESA (Rodríguez-Peralta, 2013; Chaires-Palma *et al.*, 2013). El Proyecto piloto tuvo un presupuesto de 6 millones de USD que buscó desarrollar las capacidades de la población Rural de zonas de alta marginación de seis estados (Michoacán, Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Puebla y Yucatán), 12 municipios y 48 comunidades. En 2007, se asignan 561 millones de pesos en el Presupuesto de Egresos de la Federación para PESA y dirigirlos a los tres estados más pobres de México: Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Rodríguez-Peralta, 2013). Entre 2006 y 2008, la parte de la población rural considerada en “pobreza alimentaria”, es decir, los que ganan menos de lo suficiente para adquirir una dieta mínima, se incrementó de 24.5% a 31.2%; por lo que la pobreza aguda es tres veces más grande en zonas rurales que en zonas urbanas (Fox *et al.*, 2010).

En 2008 el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria Cambia su nombre a Proyecto estratégico para la Seguridad Alimentaria, conservando sus siglas y es en ese mismo año que se incluye a Puebla y Morelos. En 2009 la asignación especial del Presupuesto de Egresos de la Federación asciende a 1,560 millones de pesos y se incluye a Veracruz, Hidalgo y el Estado de México (Rodríguez-Peralta, 2013). Para el 2012, el PESA ya habría ampliado su cobertura llegando a 24 estados, 862 municipios y 10,868 localidades (FAO, 2014). El Programa Especial de Seguridad Alimentaria (PESA) tiene como objetivo general el contribuir al desarrollo de capacidades de las personas y su agricultura y ganadería familiar en localidades rurales de alta y muy alta marginación a fin de lograr su seguridad alimentaria y el incremento en el ingreso; incentivando proyectos enfocados en: cosecha y almacenamiento de agua en el hogar, producción de ave y huevo en traspatio, producción de hortalizas en traspatio (Chaires-Palma *et al.*, 2013).

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN PARA EL BIENESTAR

Actualmente el gobierno de México ha buscado, a través de diferentes programas, revertir la dependencia alimentaria que se tiene con otros países, ya que se importa casi la mitad de los alimentos que se consumen en el país, así como la mayoría de los insumos para la agricultura (maquinaria, equipo y combustibles; AGRICULTURA, 2021). De manera especial, el café y la caña de azúcar enfrentan una crisis en precios internacionales y nacionales, por lo que se necesita acelerar la autosuficiencia alimentaria. Es por ello que, en continuidad con los apoyos al campo que otorgaba el desaparecido PROAGRO, se crea en 2020 el Programa Producción para el Bienestar, de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, cuyo objetivo principal es incrementar la productividad, principalmente de granos básicos (maíz, frijol, trigo panificable, arroz, amaranto, chíca), caña de azúcar y café de productores de pequeña y mediana escala, a través del otorgamiento de apoyo al ingreso de los productores, principalmente ubicados en localidades de alta y muy alta marginación (AGRICULTURA, 2021; DOF, 2020a).

Dicho programa inició con un presupuesto de 9 mil mdp y se agregaron 2,500 mdp para café y caña de azúcar. Los productores de café beneficiados son de Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz. En el caso de los productores de caña de azúcar se apoyan a los que abastecen ingenios en Campeche, Chiapas, Colima, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz (AGRICULTURA, 2021). Durante el ejercicio fiscal 2020, el programa divide a los productores de granos en dos categorías, los productores de mediana escala con hasta 5 hectáreas de riego y 20 de temporal quienes podrían recibir \$1,000/ha, y los productores de pequeña escala con hasta 0.2 hectáreas con riego y hasta 5 de temporal que recibirían \$1,600/ha. Para que pudieran ser beneficiados debían estar inscritos en el padrón. En el caso de los productores de café, serían beneficiados quienes tuvieran hasta 20 hectáreas de temporal o hasta 5 de riego y recibirían \$5,000/ha. Los productores de caña de azúcar con hasta 20 hectáreas de temporal y 5 de riego recibirían \$7,300/ha (DOF, 2020).

El Programa para el Bienestar, continúa con el esquema de apoyos directos a los campesinos y para lograr que México sea un país competitivo en los mercados internacionales, hace sinergias con otros programas como Precios de Garantía y Crédito Ganadero a Palabra (DOF, 2020a; AGRICULTURA, 2021), debido a que los objetivos del Programa son, por una parte, producir los alimentos que abastezcan de forma suficiente a la población nacional, con la prioridad, por justicia social, de que quienes producen coman saludablemente y vivan bien, y, movilizar de manera sustentable y respetuosa con el medioambiente todos los recursos y todos los instrumentos y programas gubernamentales disponibles, en acción coordinada con los sectores productivos, para producir más y mejor y fortalecer la economía rural con empleo y mayores ingresos y contribuir así a la gran tarea de reconstruir la cohesión y la paz social (SADER, 2021).

PROGRAMA CAMINOS SACA COSECHAS

Los caminos saca cosecha son accesos que facilitan e incrementan la producción, en coordinación con los diferentes órdenes de gobierno y los agentes de la sociedad rural (Diario oficial, 2019). Dentro del Programa de Productividad y Competitividad Agroalimentaria, se encuentra el componente Desarrollo Productivo Sur Sureste, donde se incluye, principalmente, los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Su objetivo principal es contribuir en el impulso de la productividad en el sector agroalimentario mediante la inversión en el desarrollo de capital físico, humano y tecnológico, otorgando incentivos para la producción con o sin

financiamiento, desarrollo tecnológico; asesoría y capacitación especializada; y mejoras en la producción para la certificación para la exportación (CEDRSSA, 2016).

Durante el ejercicio fiscal 2016, dentro del concepto de actividad agrícola, infraestructura productiva, se encuentra el apoyo para caminos saca cosechas, para el cual se estableció un subsidio que cubriría desde el 30% al 70% del monto total del proyecto, con un límite máximo de entre \$8,000,000 hasta \$15,000,000, dependiendo de la localidad donde se ubicara (CEDRSSA, 2016). Para los estados de Yucatán y Quintana Roo, en su Ley de Desarrollo Rural Sustentable, asigna a la Secretaría de Desarrollo Rural de cada estado, las atribuciones para participar en la programación y promoción de obras públicas, caminos en el medio rural y caminos saca cosechas, con el objetivo de reorganizar al campo de la región (Diario Oficial, 2019; POE, 2019).

Los estados beneficiados con el Programa Caminos Saca Cosechas, también contaron con la colaboración de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), quien estaba a cargo del programa “Kilómetros de caminos rurales y alimentadores construidos, modernizados, reconstruidos y conservados 2012-2018”, cuyo objetivo era desarrollar una infraestructura de transporte y logística multimodal que generara costos competitivos, mejorara la seguridad e impulsar el desarrollo económico y social (SCT, 2018).

Cabe mencionar que se requiere de condiciones mínimas para que un camino saca cosecha resulte en una vía de comunicación eficaz como: tener un piso firme que no forme lodo cuando llueva, no presentar pendientes excesivas, ya que muchos caminos actuales ofrecen unas pendientes que no son obstáculo para la subida o bajada de carros tirados por ganado, pero que constituyen un grave peligro para las bajadas de los tractores con remolque. Además, se debe contemplar un ancho adecuado, con curvas amplias que permitan la circulación de remolques a plena carga, contemplando los factores geométricos y los rasgos topográficos del terreno (SAGARPA, 2012).

CRÉDITOS AGROPECUARIOS

Fideicomisos Instituidos en la Relación con la Agricultura (FIRA)

FIRA se implementó en 1954, siendo una Institución dedicada en apoyar el desarrollo de los sectores rurales, agropecuarios, forestales y pesqueros del país a través de intermediarios financieros y empresas especializadas, otorgando créditos, garantías, capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnologías para que productores y empresas rurales puedan iniciar o hacer crecer los proyectos productivos, con el respaldo de un grupo de expertos: agrónomos, veterinarios, biólogos, entre otros (FIRA, 2021). Desde 2013 FIRA dejó de ser fondeada por el Banco de México, pasando a ser un banco autosustentable y el más competitivo para atender la población del medio rural y sus intermediarios financieros, tanto bancarios como no bancarios (FIRA, 2021).

Fondo Nacional de Apoyo para las Empresas en Solidaridad (FONAES)

El 4 de diciembre de 1991 se decretan el Fondo y el Programa Nacional de Apoyo a las Empresas en Solidaridad, con el propósito de crear empresas de campesinos y para campesinos, impulsando el trabajo productivo de los campesinos, indígenas, así como el de impulsar proyectos productivos de grupos de personas en áreas urbanas, mediante apoyos a las actividades agrícolas, forestales, agroindustriales, extractivas, microindustriales, etc (DOF, 1991). El FONAES de esta manera trata de impulsar un esquema de capitalización de apoyos con la finalidad de que sus beneficiarios, de manera voluntaria, capitalicen los

apoyos otorgados en efectivo para abrir o ampliar un negocio, en las entidades financieras registradas y autorizadas por FONAES y así fomentar la consolidación de la banca social, para acercar los servicios de ahorro y crédito popular a la población de escasos recursos, en donde también daba apoyos para abrir o ampliar un negocio, el cual se otorgaría por única ocasión (DOF, 2009).

Instituto Nacional de la Economía Social (INAES)

En 2012 se crea el INAES como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Economía, con autonomía técnica, operativa y de gestión, en los términos establecidos en la Ley de Economía Social y Solidaria (DOF, 2012). El instituto tiene como objeto instrumentar las políticas públicas de fomento y desarrollo del sector social de la economía, con el fin de fortalecer y consolidar al sector como uno de los pilares de desarrollo económico y social del país, a través de la participación, capacitación, investigación, difusión y apoyo a proyectos productivos (INAES, 2017a, DOF, 2012). Actualmente el INAES apoya proyectos productivos del sector agrario de México conformado por ejidos, comunidades, uniones de ejidos, uniones de comunidades, sociedades de producción y asociaciones rurales de interés colectivo, forma parte de la Economía Social, al organizarse de manera asociativa y solidaria. Algunos de los programas dirigidos al sector agropecuario, que han sido apoyados por el INAES a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) son (INAES-SE, s/f; DOF, 2019b): 1) Fondo para el Apoyo a Proyectos productivos en Núcleo Agrario (FAPPA); 2) Apoyo a la Cadena Productiva de los Productores de Maíz y Frijol (PROMAF); 3) Bioenergía y Fuentes Alternativas, para la producción de biocombustibles, biofertilizantes y abonos orgánicos; y 4) PROGAN.

RELACIÓN DE LOS SUBSIDIOS DE PROCAMPO-PROAGRO Y PROGAN CON LA DEFORESTACIÓN

Partiendo de las políticas neoliberales y tratados internacionales de comercio (e.g. TLCAN) implementados durante la década de 1990, se desarrollan los principales programas de subsidios para productores con el objetivo principal de fomentar la actividad agropecuaria en México. Esto se ve reflejado en los programas anteriormente descritos de PROCAMPO, PROGAGRO y PROGAN, siendo los más trascendentes en cuanto a su duración de más de 20 años, presupuesto y superficie apoyada. Estos programas integraron conceptos de sustentabilidad en su diseño, por ejemplo, frenar la deforestación y degradación forestal, reducir la erosión de suelos y la contaminación de agua, pero sus mayores objetivos se enfocaron en mejorar la rentabilidad de la producción agropecuaria, compensar los subsidios que otros países daban a sus productores y mejorar las condiciones económicas de la población rural. Por otro lado, la literatura e investigación sobre el cambio de uso de suelo en la Península de Yucatán ha identificado estos programas entre los principales impulsores subyacentes que ha conducido a la deforestación.

PROCAMPO y PROAGRO incidieron en el cambio de uso de suelo mediante su impulso de estimular la producción agraria (Keys, 2005; Klepeis, 2003; Klepeis y Vance, 2009; Schmook y Vance, 2009), que en ocasiones resultaba que productores deforestaran y ampliaran su superficie cultivada para recibir mayores subsidios (Astudillo, 1982; Klepeis, 2003). En el periodo de 1990 a 2000, Investigaciones en la región de Calakmul en Campeche demostraron mediante modelos socio-económicos que los créditos y subsidios agropecuarios se asocian con la deforestación (Manson y Evans, 2007; Roy Chowdhury, 2006a y 2006b). En Yucatán, otros estudios similarmente reportan que PROCAMPO incentiva la deforestación regional (Bautista-Zuñiga *et al.*, 2005; Wyman *et al.*, 2007). Adicionalmente en Quintana Roo, Dalle *et al.*, (2006) describe que pérdida de cobertura forestal en el ejido Xmabén por la agricultura de maíz para subsistencia y comercio se debe al programa PROCAMPO. En la década del 2000 estos mismos programas siguen siendo

identificados como impulsores de la deforestación en Campeche (Mártinez-Romero y Esparza-Olguín, 2010), y en Quintana Roo, también se deduce que PROGAN y PROCAMPO son impulsores subyacentes importantes que afectan a la pérdida de cobertura forestal (Ellis *et al.*, 2017a).

No obstante, ninguno de estos estudios realmente evalúa cual es el efecto específico en la deforestación de los programas de subsidios en el contexto de una diversidad de impulsores subyacentes (e.g. población, mercados, condiciones socioeconómicas), interactuando paralelamente. Es muy complicado discernir el impacto de un programa o crédito agropecuario cuando estos han sido aplicados de manera simultánea y cuando se presentan múltiples sinergias y conflictos que tienen un efecto en el cambio de uso de suelo y la cobertura forestal. Por esa razón, se dificulta evaluar y cuantificar el impacto específico de subsidios agropecuarios en la deforestación de la Península de Yucatán.

En este apartado presentamos los resultados de un análisis que evalúa la hipótesis que PROCAMPO-PROAGRO y PROGAN tienen una relación explícita con la deforestación en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Se integraron los datos de los padrones de beneficiarios con datos socioeconómicos y ambientales utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y se aplicaron pruebas estadísticas cuasi-experimentales que controla la variación entre los predios ejidales o privados (e.g. superficie y población) sin y con subsidios agropecuarios, así como otros factores o covariables ambientales y socioeconómicos asociados con la deforestación. Los covariables empleados en los análisis representan aspectos demográficos de población, condiciones de integración económica y pobreza, accesos a mercados (centros urbanos y caminos), y otros apoyos recibidos simultáneamente. Este estudio es el primero que evalúa cuál es el impacto específico de los programas gubernamentales de subsidios al campo en los procesos de deforestación en la Península de Yucatán. Se aplicó el método de Pareamiento por Puntaje de Propensión (Propensity Score Matching/PSM en inglés) que consideran casos contra fácticos para comparar muestras y analizar tratamientos (i.e. programas o políticas) cuando no es posible seleccionar una muestra de tratamiento y control de manera aleatoria. En ese sentido, se evalúa la diferencia en la deforestación entre la población de predios con tratamiento (e.g. programa de subsidio) y sin el tratamiento (control) utilizando una muestra de predios con tratamiento y un grupo de control que ha sido emparejado de acuerdo con la variabilidad de los predios y otros covariables que puedan afectar el cambio de uso de suelo.

El análisis PSM emplea la prueba ATT (*Average Effect of Treatment on Treated*) para evaluar el impacto del tratamiento (subsidio del programa) en la deforestación en los casos con tratamientos, y la prueba ATE (*Average Treatment Effect on Population*), que determina cual sería el impacto del programa en la deforestación si fuera aplicada a la población total. En este estudio, considerando las limitaciones en los datos, integramos los datos disponibles de los beneficiarios de los programas PROCAMPO-PROAGRO (2004-2018) y PROGAN (2011-2018) en los estados de Campeche, Yucatán Y Quintana Roo con datos socioeconómicos y geográficos (e.g. INEGI) representando un conjunto de co-variables indicadoras de las condiciones demográficas y socioeconómicas presentes en los predios rurales.

EFFECTO DE LOS SUBSIDIOS EN LA DEFORESTACIÓN DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Campeche PROCAMPO-PROAGRO

En Campeche se apoyó a un menor número de ejidos (272) comparado a propiedades privadas (596) con los subsidios de PROCAMPO-PROAGRO; el porcentaje de ejidos apoyados es de 71%, mientras que solo un 11% de propiedades privadas son apoyadas. Esto se debe a que muchos predios privados no son de uso agropecuario comparado a los ejidos. En total unos 1.23 millones de hectáreas fueron apoyados en ejidos

y 1.07 millones de hectáreas en parcelas privadas en los 15 años analizados (2004-2018), en promedio, 4,532 ha fueron apoyados dentro de cada ejido, y un promedio de 1,807 ha dentro de los predios privados agrícolas. En ejidos esto equivale a un promedio de 302.13 ha por año y 120.46 ha por año en propiedad privada apoyados por los subsidios para la agricultura (PROCAMPO-PROAGRO).

El monto total de apoyos durante el periodo de 2004 al 2018 también fue mayor en ejidos (1,374.5 millones de pesos) comparado a propiedad privada (1,058.22 millones de pesos), y de la misma manera el monto promedio de subsidios total y por año en ejidos (5.0 millones y 336,875 respectivamente) fue mayor comparado a propiedad privada (1.8 millones y 118,370). Sin embargo, hay que considerar que hay un mayor número de beneficiarios en ejidos que en propiedad privada y se calcula que los beneficiarios en ejidos recibieron unos \$5,000 pesos y beneficiarios en propiedad privada alrededor de \$15,000 pesos. Siendo predios más grandes, la superficie apoyada por beneficiario es mayor en ejidos (8.5 ha) que en propiedad privada (4.6 ha).

En los ejidos con apoyos hay una mayor pérdida total de cobertura forestal (299,976 ha) comparado a los ejidos sin apoyos (92,923). Este patrón se repite para las cifras de pérdida de cobertura anual (16,655 ha vs. 5,162 ha), por predio (1,103 vs. 845 ha) y por predio anual (61.2 vs. 46.6 ha). Por otro lado, se observa también que los ejidos con apoyos de PROCAMPO son mucho más poblados (128,012) que los ejidos sin subsidios PROCAMPO (11,095), traduciendo a una mayor deforestación per cápita en ejidos sin PROCAMPO (8.4 ha) que aquellos con PROCAMPO (2.3 ha). Mediante una comparación directa, se observa que en promedio un ejido con subsidios PROCAMPO-PROAGRO deforestó en los 15 años del análisis uno 258 ha más o 14.6 ha anuales más que los ejidos sin subsidios. Sin embargo, muchos otros factores pueden estar afectando esta diferencia en deforestación además de recibir los subsidios de PROCAMPO-PROAGRO.

Por otro lado, las cifras de pérdida de cobertura forestal son mucho mayor en predios de propiedad privada que suman a 4,837 y que son destinados a usos de suelo más diversos y no solo agropecuarios. En total, durante el periodo del análisis (2004 a 2018) hubo 1,387,726 ha deforestadas en propiedad privada sin subsidios. En comparación los 596 predios de propiedad privada que recibieron los apoyos de PROCAMPO-PROAGRO deforestaron un total de 695,242 ha, pero hubo una mucha mayor pérdida de cobertura arbórea por predio de propiedad privada con subsidios PROCAMPO (1,167 ha) en comparación a predios privados sin subsidios (287 ha). Esto se refleja en 64.8 ha deforestadas al año en predios privados subsidiados (similar a los ejidos) y 15.9 ha anuales por predio de propiedad privada sin los subsidios de PROCAMPO. Como el caso de los ejidos, una mayor población se concentra en los predios privados agropecuarios con subsidios que en otros predios privados, reflejando una mayor pérdida forestal per cápita en predios privados sin subsidios (53.4 ha) que los predios privados con apoyos PROCAMPO-PROAGRO (10.2 ha). Una comparación directa refleja que las propiedades privadas con apoyos PROCAMPO deforestaron 880 ha más o 49 ha al año adicionales que los predios privados no subsidiados. las pérdidas de cobertura forestal en los predios ejidales y privados durante los periodos de 2004-2010 y 2011-2018 indican una mayor deforestación en los predios con subsidios (PROCAMPO-PROAGRO) y particularmente durante el periodo más reciente (*Figura 4 y Figura 5*).

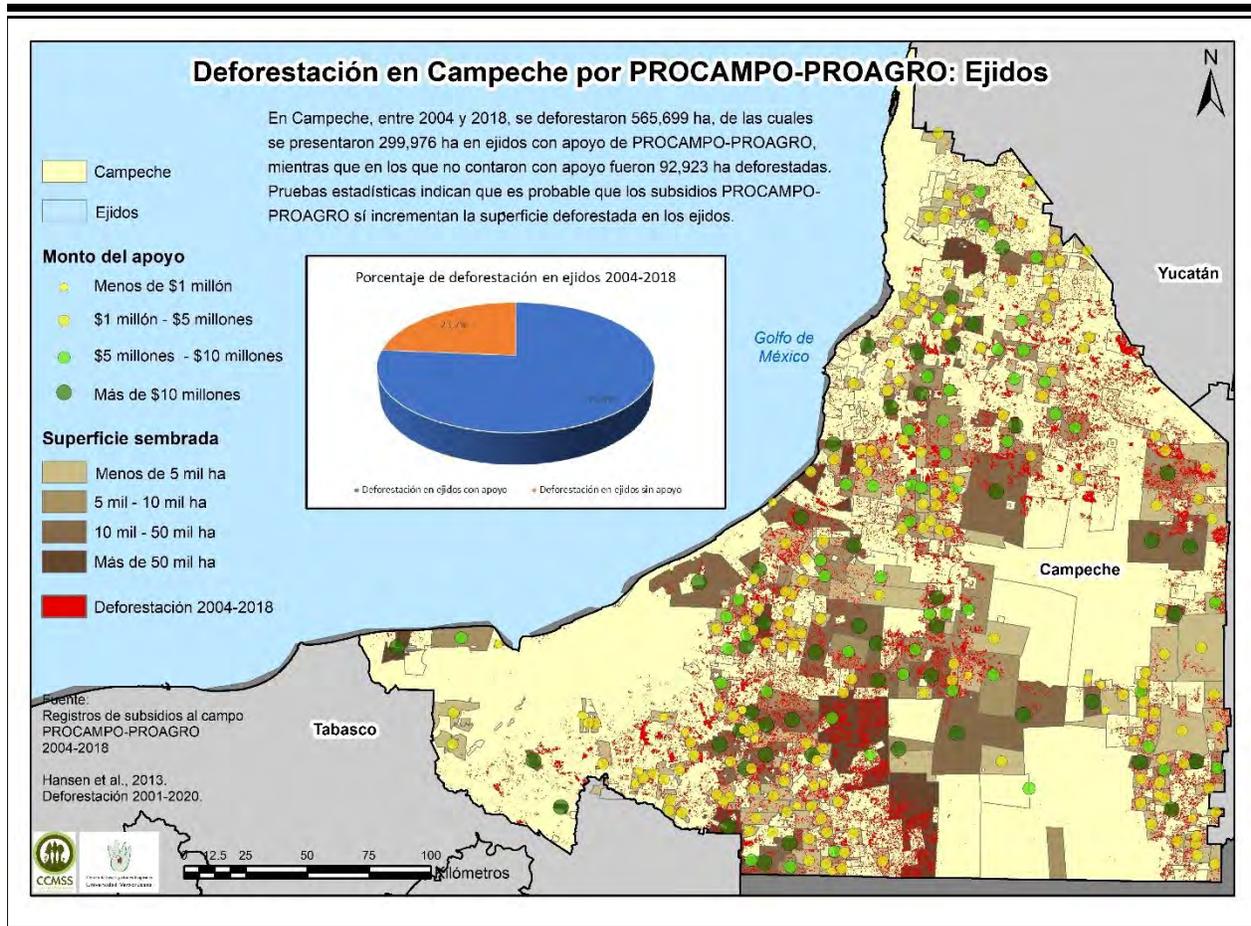


Figura 4. Deforestación en Campeche por PROCAMPO-PROAGRO: Ejidos.

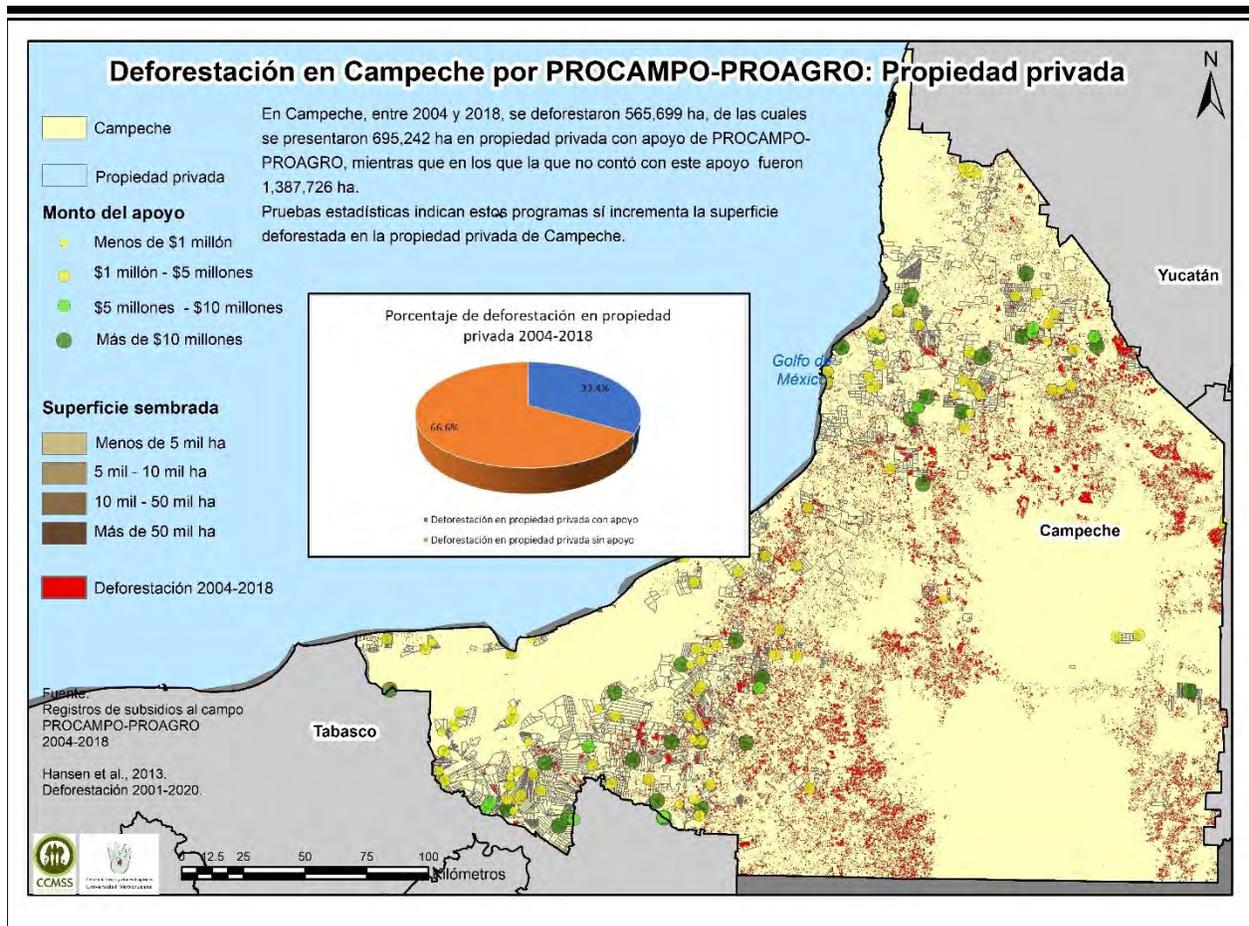


Figura 5. Deforestación en Campeche por PROCAMPO-PROAGRO: Propiedad privada.

La prueba ATT hace una comparación estadística más idónea para determinar el impacto específico en la deforestación asociado con los programas PROCAMPO-PROAGRO, usando como control los predios ejidales o privados sin subsidio, y como tratamiento, los predios con subsidios. El modelo estadístico integro un conjunto de covariables que caracterizan las condiciones socioeconómicas y ambientales en los predios para comparar muestras similares del control con los del tratamiento. Los resultados mostraron una alta probabilidad que los programas PROCAMPO-PROAGRO entre 2004 y 2018 tuvieron un efecto significativo ($p = 0.01$) en aumentar la deforestación en ejidos subsidiados por un promedio de 339.10 ha y con un rango de confianza de 95% de entre 78.5 y 587.28 ha adicionales. El programa originalmente tuvo entre sus objetivos el de frenar los impactos de deforestación y fomentando la agricultura sostenible sin cambio de uso de suelo, evidentemente, esto no fue el caso en los ejidos de Campeche. La prueba de ATT también indicó una diferencia significativa entre los predios privados con y sin los apoyos PROCAMPO-PROAGRO, demostrando un incremento en la deforestación en los predios privados de 155.8 ha (entre 70 y 238 ha). Sin embargo, la variación entre las características socioeconómicas y geográficas de la propiedad privada (e.g. superficie, elevación, distancia a áreas urbanas y caminos, y población) es más extrema comparado a los ejidos, reduciendo la fuerza o probabilidad de la prueba estadística.

Campeche PROGAN

Los datos de PROGAN (2011 a 2018) para el estado de Campeche indican un mayor número de apoyos para ejidos (29,113 o 123 apoyos por ejidos) comparado a la propiedad privada (19,372 o 22 por predio). Un mayor número de predios de propiedad privada (891) es apoyada con PROGAN en comparación a ejidos (237). Adicionalmente, el monto total de subsidios en el periodo de análisis es mayor en los ejidos (137.8 millones) que en la propiedad privada (95.5 millones), pero los montos para cada beneficiario por predio son similares, \$4,925 en propiedad privada y \$4,729 en ejidos (*Tabla 1*). La pérdida de cobertura forestal (2011 a 2018) en los ejidos con apoyos PROGAN fue de 130,890 ha y 118,417 ha en ejidos sin PROGAN. La deforestación total y anual en ejidos con y sin apoyos PROGAN no fue tan contrastante como se observó en el caso de PROCAMPO. Por otro lado, los datos indican una mayor deforestación por predio ejidal en la muestra sin PROGAN (817 ha) que los ejidos con PROGAN (552 ha; *Figura 6 y Figura 7*).

Tabla 1. Apoyos, superficie y montos del Programa PROGAN en Campeche (2011-2018)

PROGAN	EJIDO	PRIVADO
<i>Predios</i>	237	891
<i>Apoyos (2011-2018)</i>	29,113	19,372
<i>Apoyos por Predio</i>	123	22
<i>Apoyos Anual</i>	3,636	2,241
<i>Monto de Apoyos (2011-2018)</i>	137,861,470	96,548,740
<i>Monto por Predio Total</i>	581,693	108,359
<i>Monto Promedio por Benef.</i>	4,729	4,925
<i>Monto por Anual por Predio</i>	72,711	74,960
<i>Monto Anual</i>	17,232,683	12,068,592

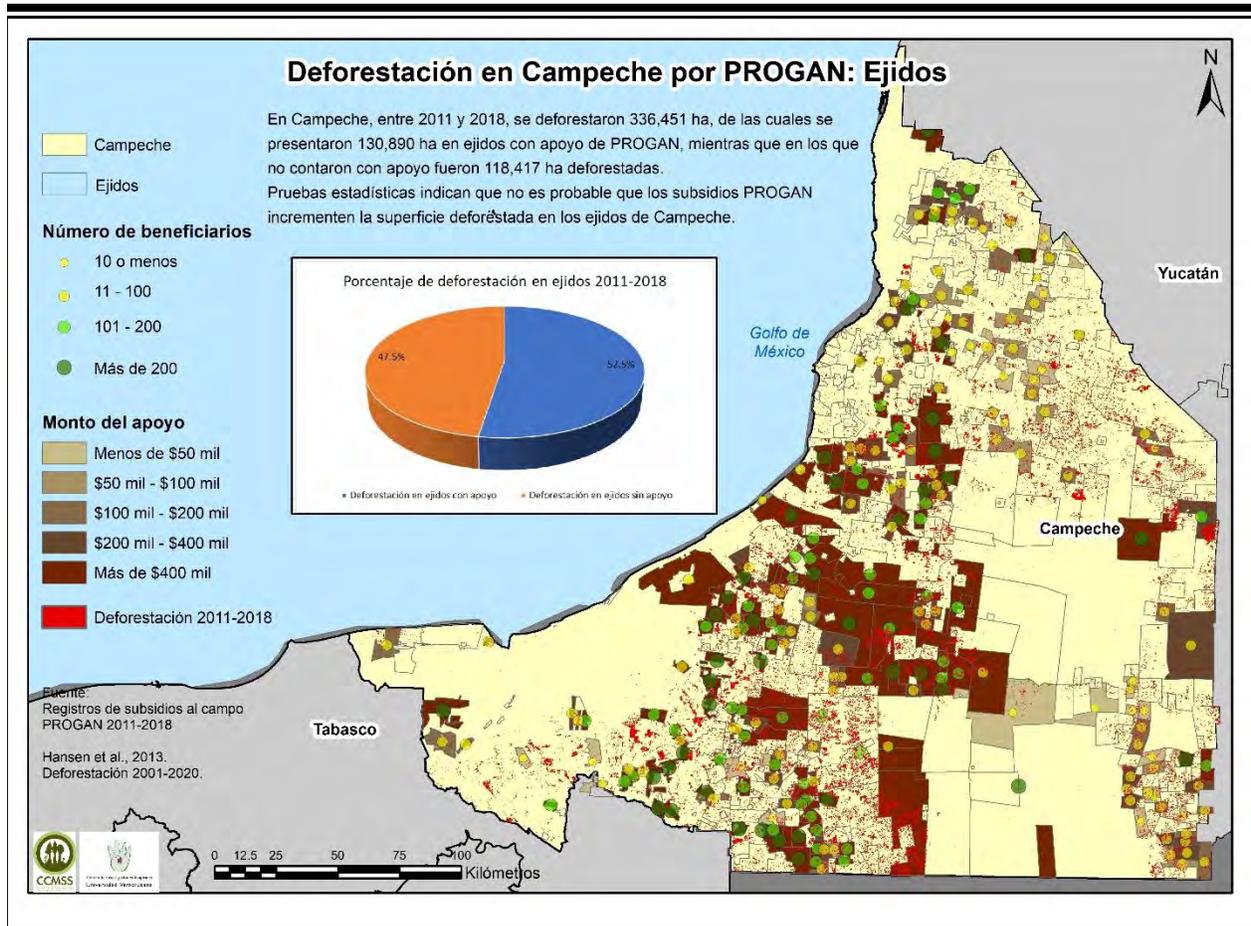


Figura 6. Deforestación en Campeche por PROGAN: Ejidos.

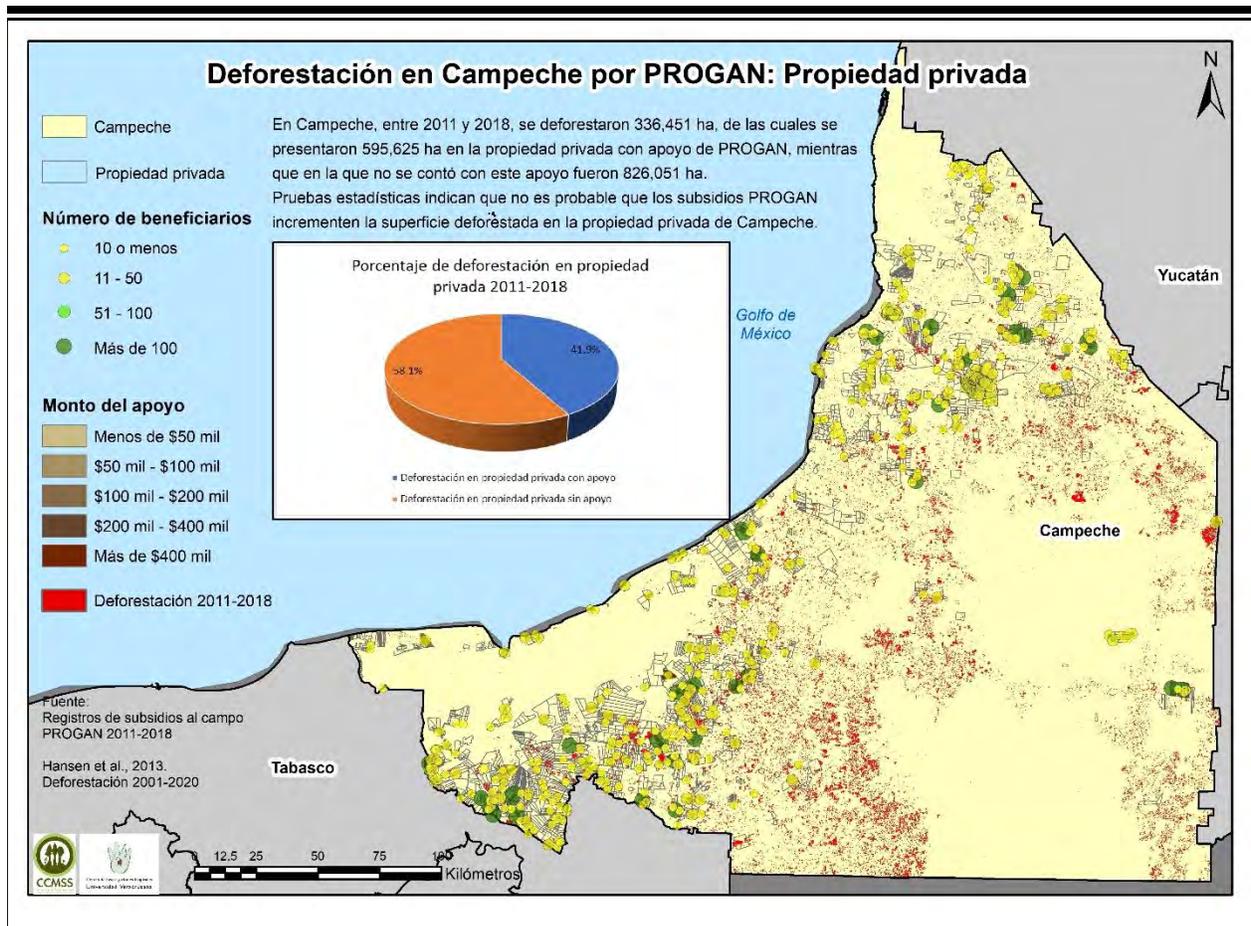


Figura 7. Deforestación en Campeche por PROGAN: Propiedad privada.

En propiedad privada con apoyos PROGAN hubo una pérdida total de cobertura arbórea de 595,625 ha, casi el quintuple que en los ejidos. Los predios privados sin apoyos PROGAN (4,542), deforestaron un total de 826,051 ha. La deforestación por predio privado con los subsidios de PROGAN era de 3,693 ha, mucho mayor que en los ejidos, y en la propiedad privada sin apoyos solo se perdieron 182 ha por predio, considerando la mayor cantidad de predios privados sin apoyos y en gran parte debido a que no tienen usos pecuarios para bovinos. La deforestación por predio anual en propiedad privada con PROGAN también fue mayor (461 ha) comparado a parcelas privadas sin PROGAN (23 ha). En resumen, se observa una mayor deforestación en ejidos sin apoyos PROGAN que en ejidos con PROGAN, pero una mucha mayor deforestación en propiedad privada con PROGAN comparado a parcelas privadas sin PROGAN.

Las pruebas estadísticas confirman que no hay diferencias significativas en la deforestación en los ejidos con PROGAN comparado al control. La prueba ATT solo indica una pequeña superficie de 4 ha menos deforestadas en ejidos con PROGAN que varía entre -246 y 246 ha, siendo inconcluso, y de la misma manera la prueba ATE muestra un rango entre -324 y 694 ha que demuestra que no hay ninguna consistencia o resultado conclusivo sobre el impacto del PROGAN en ejidos de Campeche. Sin embargo, es importante notar que el efecto de la co-variable de superficie apoyada con PROCAMPO resultó ser fuertemente correlacionado con el aumento de la deforestación de los ejidos en Campeche, lo cual puede estar contrarrestando el efecto de los apoyos de PROGAN y demostrando que los subsidios PROCAMPO fueron mucho más impactantes que los de PROGAN en los ejidos. La comparación de

propiedad privada con y sin subsidios de PROGAN también arroja resultados inconclusos, mostrando pocas diferencias estadísticas. Considerando que entre los objetivos del PROGAN es reducir y frenar el cambio de uso de suelo por la ganadería extensiva poca tecnificada, esta meta del programa se queda corto en la propiedad privada del estado de Campeche debido a que los resultados están lejos de mostrar una reducción en los predios subsidiados por el programa ganadero.

Yucatán PROCAMPO-PROAGRO

En Yucatán, un mayor número de apoyos se destina a los ejidos (285) que propiedades privadas (63). Los apoyos PROCAMPO-PROAGRO para la propiedad privada también son mucho menor que en el caso de Campeche (596). La superficie apoyada por PROCAMPO en ejidos de Yucatán (532,218 ha) es casi la mitad que en el estado de Campeche y también mucho menor en la propiedad privada (98,979 ha). En Yucatán se apoyó un promedio de 1,881 ha por predio ejidal con subsidios de PROCAMPO, más de la mitad de lo que se apoya en Campeche, y se apoyó una superficie similar por predio privado en Yucatán (1,807 ha). La superficie promedio anual por ejido apoyado por PROCAMPO en Yucatán es de 125 ha y en propiedad privada 105 ha. Los montos destinados a los apoyos en ejidos de Yucatán entre 2011 y 2018 fue de \$637,168,651 millones de pesos comparado a \$124,292,026 pesos en propiedad privada. Aunque el monto total y monto total por predio son similares. El monto de subsidios PROCAMPO en Yucatán suman a la mitad de lo otorgado a ejidos en Campeche y casi nueve veces menos en propiedad privada.

La deforestación en los ejidos con apoyos PROCAMPO (91,370 ha) es menor que aquellos sin los subsidios agrícolas (126,230.57). Pera en contraste con Campeche, se apoya a un menor número de ejidos (285) que los que no tienen el subsidio (398). De igual forma, esta tendencia se refleja en una menor deforestación anual (6091 ha vs. 8415 ha). No obstante, la deforestación total y anual por predio son muy similares entre ejidos con (321 y 21 ha) y sin (317 y 21 ha) PROCAMPO. Debido a la diferencia abismal de predios privados con PROCAMPO (63) y sin PROCAMPO (9546) en el estado de Yucatán, se refleja una deforestación mucho mayor en las parcelas privadas sin PROCAMPO (100,411 ha) que los pocos con el subsidio (2,284 ha). Sin embargo, la deforestación por predio en parcelas privadas agrícolas subsidiadas por PROCAMPO es mayor (36 ha) que en propiedad privada sin subsidios (10.5 ha). La prueba ATE que evalúa cual sería el impacto de los apoyos PROCAMPO-PROAGRO si este fuera aplicado a la población entera de los ejidos arroja una diferencia significativa ($p=0.06$) indicando un aumento promedio en la pérdida forestal de 334 ha y un rango con 95% de confianza de -10 a 679 ha. Esto indica que los subsidios de apoyos PROCAMPO podrían por sí solos podrían aumentar la deforestación en ejidos de Yucatán. Por otro lado, las pruebas estadísticas no mostraron diferencias significativas entre la pérdida de cobertura forestal de los predios privados subsidiados vs los predios privados sin apoyos PROCAMPO, señalando que en la propiedad privada los apoyos PROCAMPO no tuvieron ningún efecto en reducir o aumentar la deforestación (*Figura 8 y Figura 9*).

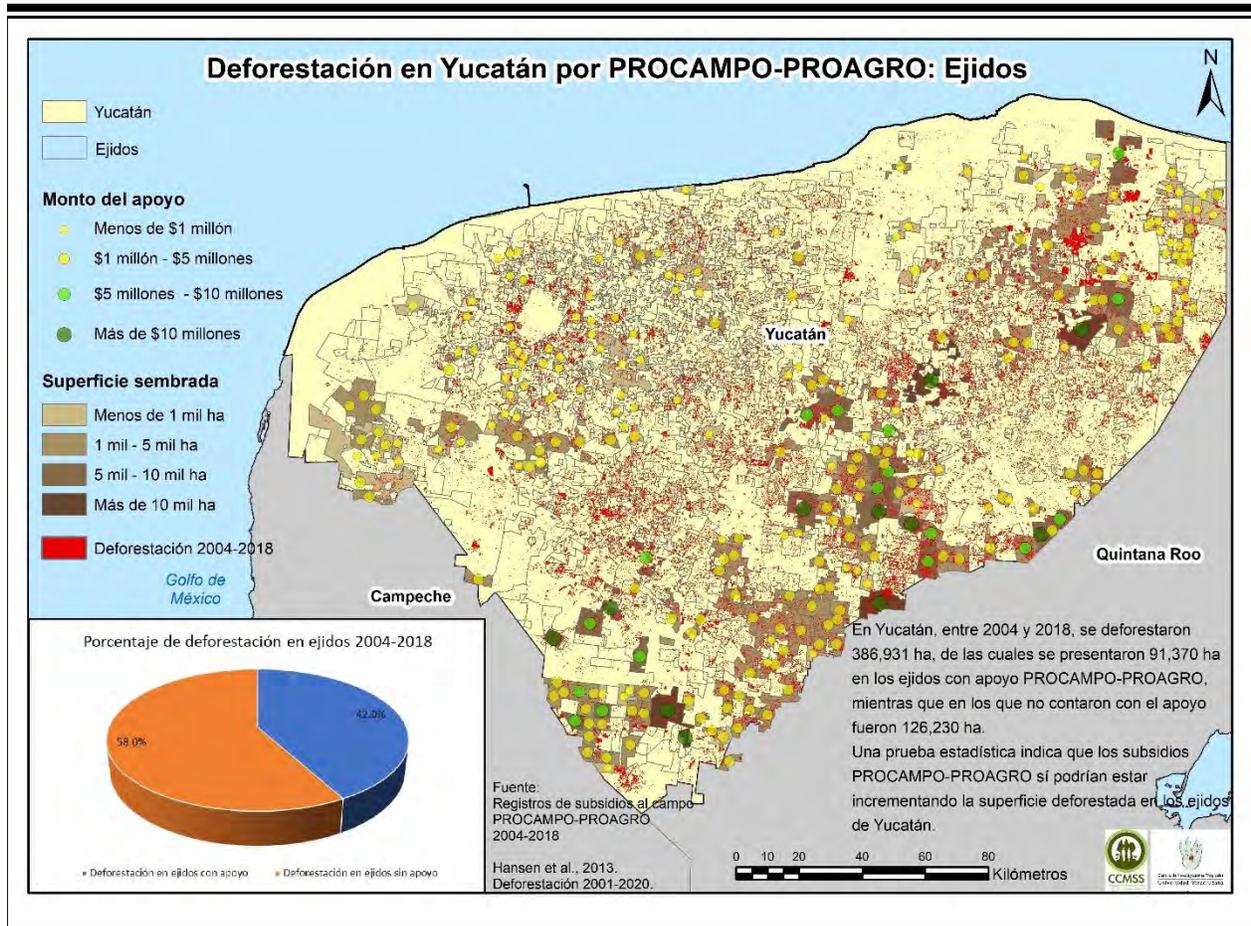


Figura 8. Deforestación en Yucatán por PROCAMPO-PROAGRO: Ejidos.

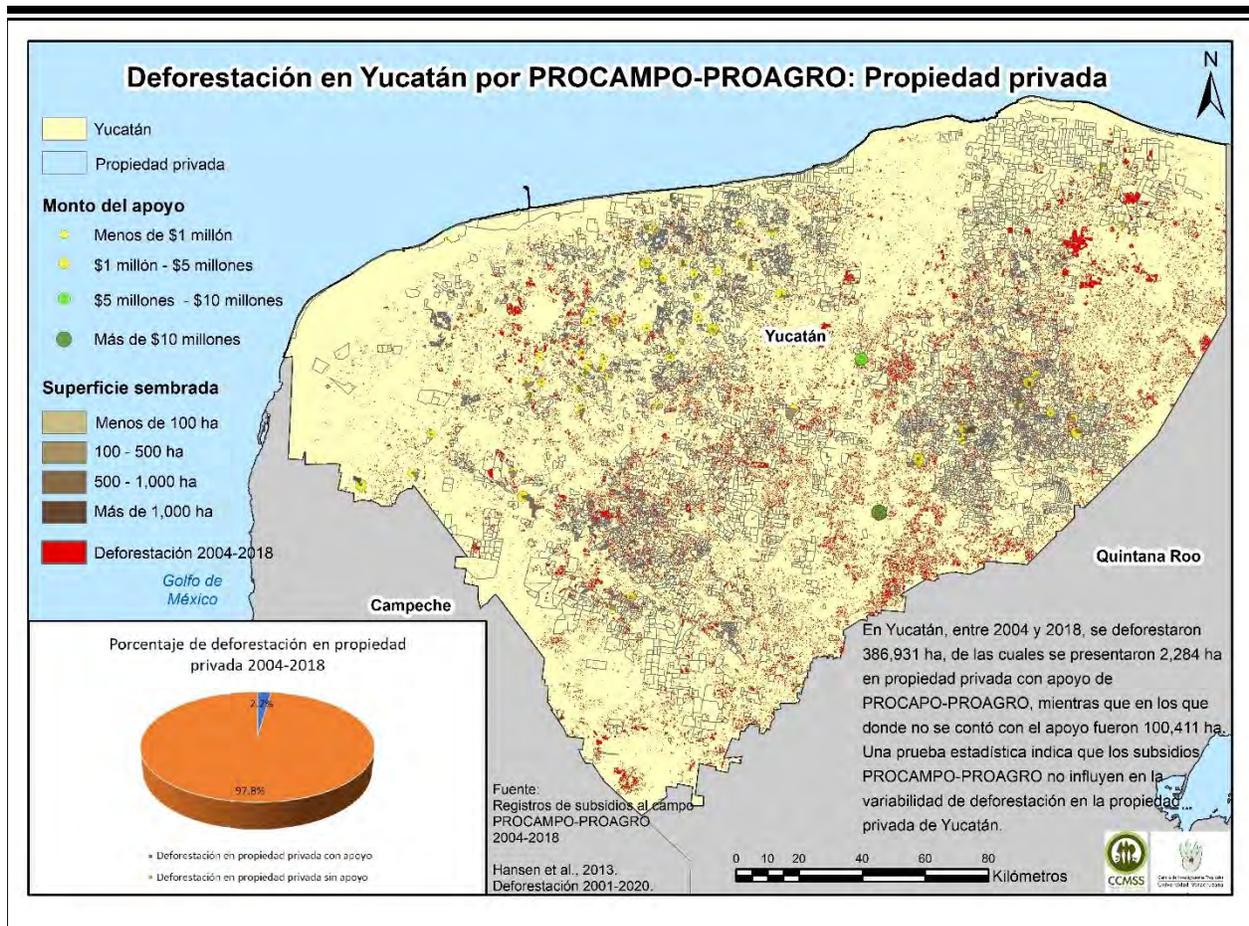


Figura 9. Deforestación en Yucatán por PROCAMPO-PROAGRO: Propiedad privada.

Yucatán PROGAN

En Yucatán hubo un mayor número de apoyos del PROGAN en propiedad privada (14,021 total o 133 apoyos por predio) comparado a los ejidos (7,750 total o 33 por ejido). Esto es lo opuesto de lo que se describe sobre los apoyos PROGAN otorgados a ejidos y propiedad privada en el estado de Campeche. En total, se beneficiaron a 234 ejidos y 104 predios privados en Yucatán. Además, hay un mayor número de ejidos sin apoyos PROGAN en Yucatán (449) de lo que se reporta para Campeche (110). El monto total de subsidios PROGAN para la propiedad privada es mayor (136.2 millones) que los subsidios de PROGAN entregado a los ejidos (28.6 millones) entre 2011 y 2018. Esto es contrario a lo que se observó en Campeche. Debido al mayor número de apoyos y monto total de subsidios PROGAN para propiedad privada, el monto por predio y monto anual por predio también es mayor (\$162,218 y \$9,719 respectivamente) comparado a los ejidos (\$15,270 y \$3,688 respectivamente) en el estado de Yucatán.

La pérdida de cobertura forestal entre 2011 y 2018 en los predios privados con PROGAN fue de 1,624.26 ha en comparación a 47,817 ha en los ejidos con apoyos PROGAN. Más aún, debido al mayor número de ejidos sin subsidios PROGAN en Yucatán, se observa en ellos una mayor deforestación total (60,983 ha). Sin embargo, la pérdida de cobertura arbórea total por predio y la deforestación anual por predio es mayor en los ejidos subsidiados por PROGAN (201.7 y 25.2 ha respectivamente) comparado a ejidos sin los subsidios (135.8 y 16.8 ha respectivamente). Por otro lado, hay 9,504 predios de propiedad privada sin

apoyos PROGAN que abarcan una pérdida de cobertura forestal de 44,586 ha, pero la deforestación por predio y la pérdida arbórea anual por predio en propiedad privada con apoyos PROGAN es mayor (15.5 y 1.9 ha respectivamente) que parcelas privadas sin los subsidios (4.7 y 0.6 ha respectivamente). En gran parte, esto se debe a muchos predios de propiedad privada no son destinados para usos agropecuarios y estos también tienden a ser más pequeños en superficie. Los datos muestran que el tamaño promedio de una propiedad privada recibiendo subsidios PROGAN es casi el triple (270 ha) que los predios privados sin apoyo PROGAN (102.65 ha; *Figura 10 y Figura 11*).

La prueba ATT resulta estadísticamente significativa, mostrando una diferencia promedio de 47 ha más de superficie deforestada en ejidos con apoyos PROGAN, con un rango de confianza de 95% entre 11 y 82 ha. Los resultados confirman que el efecto deseado del subsidio PROGAN de reducir y frenar la deforestación no es logrado en los ejidos de Yucatán. En propiedad privada, la prueba ATT falla demostrar una diferencia significativa entre predios con y sin subsidios PROGAN. Estos resultados confirman que no se puede atribuir que los subsidios PROGAN fueron efectivos en frenar la deforestación por la expansión de uso de suelo ganadero en el estado de Yucatán. Por ejemplo, a escala municipal, se observa una muy fuerte correlación entre la deforestación y los apoyos totales de PROGAN por municipio. Una regresión lineal indicó que los montos de PROGAN era la variable más significativa en explicar la deforestación en los municipios del estado, explicando hasta un 67% de la variación entre los municipios (*Figura 12*).

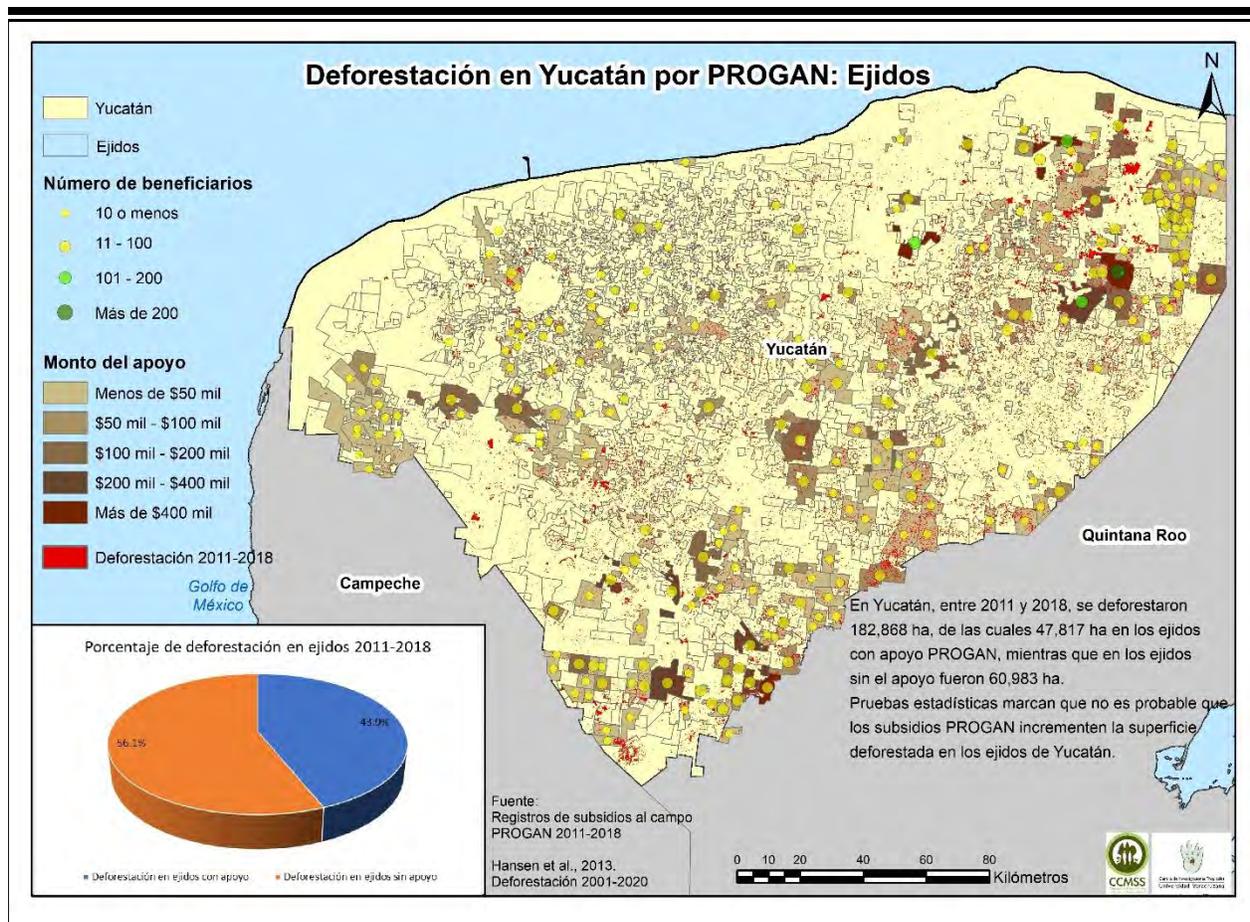


Figura 10. Deforestación en Yucatán por PROGAN: Ejidos.

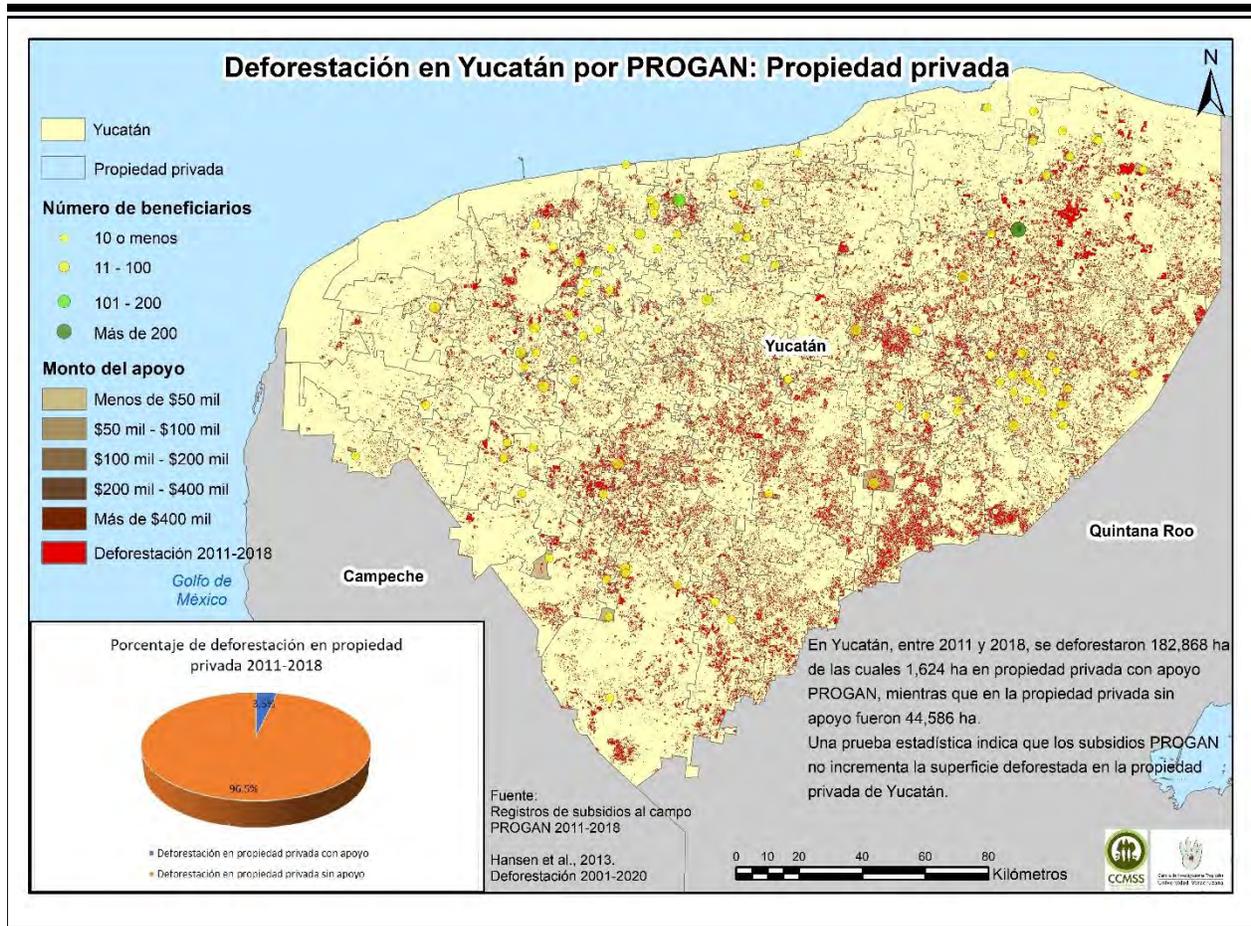


Figura 11. Deforestación en Yucatán por PROGAN: Propiedad privada.

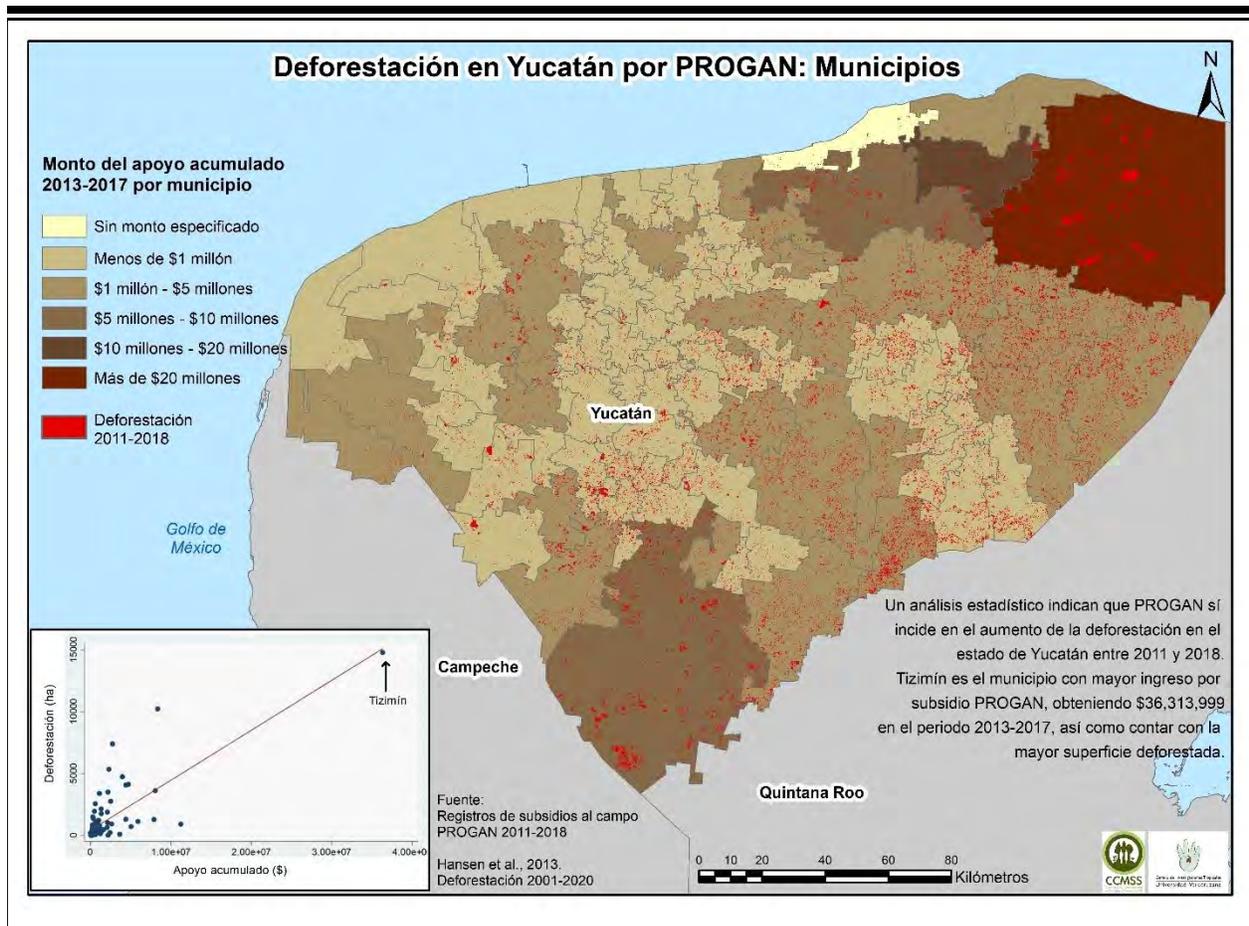


Figura 12. Deforestación en Yucatán por PROGAN: Municipios.

Quintana Roo PROCAMPO-PROAGRO

En Quintana Roo, en total se apoyaron a 227 predios ejidales con subsidios de PROCAMPO-PROAGRO del 2004 al 2018 de un total de 283 (80%). Se calcula una superficie de hasta 891,191 ha, 59,413 ha anuales, intervenidas por los subsidios agrícolas durante este periodo de 15 años. Estas superficies representan un promedio de 3,925 ha por ejido o 261.73 ha anuales. En términos monetarios, se calcularon hasta 1,049 millones de pesos distribuidos en 286,449 apoyos entre los beneficiados del programa durante el periodo de análisis. Por predio ejidal, se traduce a un ingreso del subsidio agrícola de \$3.8 millones o \$257,219 peso al año. El monto promedio por beneficiario al año es de \$3,057 pesos para una superficie promedio de 3.1 ha.

En los 227 ejidos con subsidios hay una pérdida de cobertura arbórea de 89,250 ha comparado a 32,169 ha en los 55 ejidos sin subsidios. En promedio, 17,850 ha y 6,434 ha anuales se deforestaron anualmente en los ejidos con y sin subsidios agrícolas respectivamente. Sin embargo, por ejido, la deforestación total de 393 ha en ejidos con PROCAMPO-PROAGRO es menor que en los ejidos sin subsidios con 585 ha, lo que equivale a 79 ha y 117 ha anuales en ejidos con subsidios y sin subsidios respectivamente. Adicionalmente, se observa que los ejidos con subsidios coinciden con una mucha mayor población que los ejidos sin subsidios (596,934 vs. 145,225), indicando la influencia de áreas urbanas en estos ejidos, así como la deforestación por otras causas no agropecuarias, y gran parte, justificando el análisis PSM aplicado para

determinar la relación de los subsidios en la pérdida de cobertura forestal de los ejidos de manera más precisa (*Figura 13*).

La prueba estadística indica que en promedio hay una tendencia de menor deforestación en los ejidos con subsidios comparado a los que no los recibieron. La diferencia con el ajuste PSM se calcula en 484.85 ha menos de superficie arbórea perdida en los ejidos sin apoyos PROCAMPO-PROAGRO. Sin embargo, la prueba ATT no mostro una diferencia entre el control y tratamiento por lo que el modelo no era fuerte o significativo, reflejado en el alto valor del error estándar de 415.7 ha.

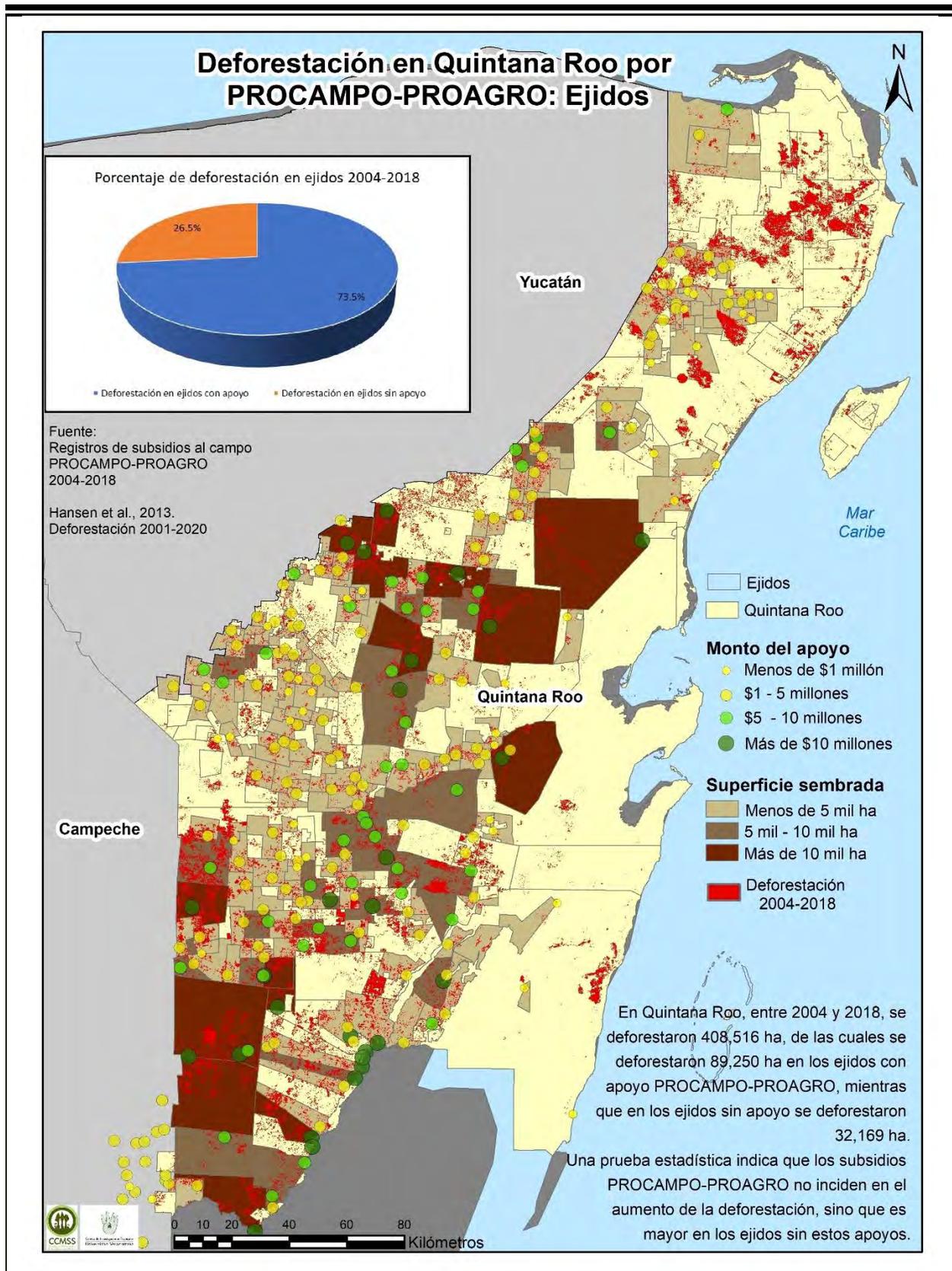


Figura 13. Deforestación en Quintana Roo por PROCAMPO-PROAGRO: Ejidos.

Quintana Roo PROGAN

Solo se pudieron obtener datos útiles y completos sobre los beneficiarios y montos del PROGAN en Quintana Roo para los años 2014, 2015 y 2016. Sin embargo, se analiza la relación entre los subsidios otorgados durante esos tres años con la deforestación entre el periodo 2013 al 2017. Consideramos un año antes y después del periodo de análisis y capturando la posibilidad de que algunos beneficiarios deforestan en anticipación, o posteriormente de recibir el apoyo ganadero.

En Quintana Roo, se apoyaron a 221 ejidos (78%) con los subsidios de PROGAN entre el 2014 y 2016. No se reportaron datos de la superficie apoyada por beneficiario, pero se reportaron los datos del importe de subsidios a beneficiarios. El monto total de subsidios PROGAN en el estado entre 2014 y 2016 era de \$32,446,957 y \$10,815,652 pesos anuales repartidos entre un total de 4,985 beneficiados. Por ejido se distribuyeron en promedio \$146,819 pesos en subsidios PROGAN, \$48,939 pesos anuales. En cada ejido hay un promedio de 23 beneficiarios PROGAN; recibiendo un promedio de \$2,128 pesos al año.

En los 221 ejidos con subsidios hay una pérdida de cobertura arbórea de 109,040 ha comparado a 12,380 ha en los 62 ejidos sin subsidios. Por otro lado, la superficie deforestada por ejido con apoyos PROGAN era de 11,093 ha comparado a 8,282 ha en aquellos sin los subsidios ganaderos. Con respecto a la deforestación por predio ejidal, los ejidos con subsidios del PROGAN deforestaron 493 ha, comparado a 199 ha en ejidos sin subsidios PROGAN, o 99 ha por año en ejidos subsidios y 40 ha anuales en ejidos sin subsidios PROGAN. Por otro lado, la población es mucho mayor en ejidos con apoyos del programa ganadero (715,196) comparado aquellos sin apoyos (26,963), no obstante, la deforestación per cápita en ejidos subsidiados es menor (0.15 ha por habitante) que en ejidos sin subsidios (0.46 ha por habitante; *Figura 14*).

El modelo de estadístico (PSM) indica como hay otras variables de importancia que influyen en la deforestación en ejidos. Por ejemplo, una mayor superficie del ejido o cercanía a caminos son influyentes en la superficie deforestada. Adicionalmente, una mayor población de migrantes o menor población indígena (Maya) se refleja en más pérdida arbórea, y se observa que covariables de pobreza pueden influir en la deforestación, por ejemplo, un mayor número de viviendas con piso de tierra. Por otro lado, la prueba ATT comprueba una diferencia significativa entre los ejidos con subsidios PROGAN y aquellos sin subsidios. El modelo estadístico confirma que el impacto del subsidio del PROGAN se refleja en una diferencia promedio de 136 ha deforestadas adicionales comparado al control, con rango de diferencia entre 83 y 189 ha adicionales con 95% de confianza. La prueba ATE corrobora aun una mayor deforestación en ejidos relacionado al subsidio del PROGAN en Quintana Roo, indicando 245 ha adicionales de deforestación en los ejidos del estado con el subsidio ganadero, con un intervalo de confianza de 95% de entre 174 a 316 ha deforestadas por el PROGAN en los ejidos subsidiados. Los datos indican, que entre los 10 ejidos con mayor deforestación en el estado entre 2013 y 2017, cuatro de ellos fueron entre los mayores 10 con subsidios PROGAN: Miguel Alemán, Laguna Om, Kantunilkín y Caoba. De manera similar que en el Estado de Yucatán, en Quintana Roo se detecta que el PROGAN no obtuvo la meta establecida de reducir la deforestación por la expansión ganadera. Al contrario, las investigaciones sobre los impulsores de deforestación han demostrado que la ganadería bovina destaca entre los principales impulsores de la deforestación en la Península de Yucatán.

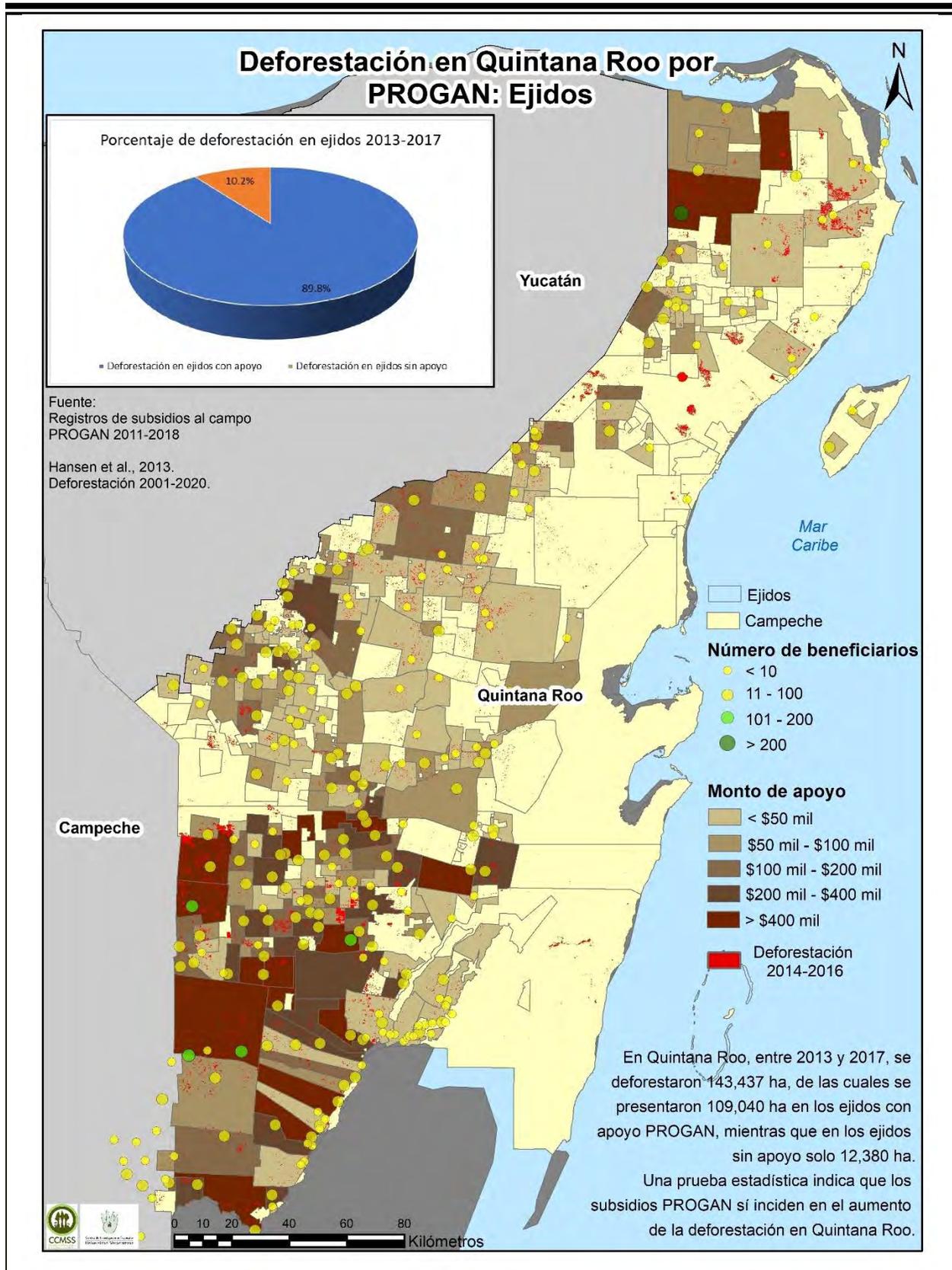


Figura 14. Deforestación en Quintana Roo por PROGAN: Ejidos.

LEYES DE DESARROLLO TURÍSTICO

El turismo es una de las actividades clave en la península de Yucatán, sobresaliendo en el estado de Quintana Roo, donde se promociona el turismo de sol y playa en Cancún y la Riviera Maya. Estos centros turísticos reciben a más de 10 millones de visitantes anualmente y el aeropuerto de Cancún registra el 17% de las llegadas extranjeras (Secretaría de Turismo, 2018). Recientemente se ha promocionado ampliamente el turismo sustentable, ecológico y comunitario, expandiendo hacia las zonas rurales y naturales de la Península de Yucatán. En algunos casos, el turismo comunitario en la Península de Yucatán ha mostrado potencial para los turistas internacionales como experiencia extra en sus vacaciones de sol y playa, donde los principales atractivos son los vestigios y arte prehispánicos, además los recursos y áreas naturales (Babinger y Ayala, 2016).

El sector turístico ha tenido un papel importante en la economía tanto nacional como mundial de las últimas décadas, por lo que las políticas públicas lo han adoptado como un eje importante para el desarrollo económico sostenible a través de su regulación mediante diversas leyes y normas, así como su promoción y apoyo con programas públicos. No obstante, existen diversas Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que también se han enfocado en su desarrollo para el beneficio de las comunidades locales, actuando en escalas tanto macro como microeconómica (OCDE, 2017). El peso del turismo en la economía mexicana es tal, que en el año 2014 representó el 8.5% del PIB, el 5.8% de del empleo remunerado y el 77.2% de las exportaciones de servicios. Así mismo, implicó una derrama económica de 246,100 millones de pesos con el arribo de 32.1 millones de turistas internacionales (OCDE, 2017).

En el año 2003 se reformó el Art. 73 constitucional para dar facultades al congreso para expedir leyes en materia de turismo. Posteriormente la federación y varios estados contaron con leyes en materia de turismo. El turismo fue incluido en el PND 2007-2012 (descrito arriba) y designado como una prioridad del Estado para promover el desarrollo económico y social. En el periodo destaca los programas Agenda 21 para el Turismo Mexicano, Certificación de Competencia Laboral, Modernización para las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas Turísticas, México Limpio y Querido, y Manejo Higiénico de los Alimentos. En el PND 2013-2018 otra vez fue considerado como un objetivo central, orientándolo al crecimiento verde y preservación del patrimonio natural. Para ello se coordinaron programas federales con enfoque transversal; consecuentemente, se impulsó la planeación integral del territorio enfocado en el combate al cambio climático y conservando los bienes y servicios ambientales. Ante el panorama actual, para el año 2040, el gobierno federal propone cinco objetivos: 1) incrementar la seguridad de los sitios turísticos, 2) llegar a ser el quinto país más visitado del mundo, 3) aumentar la competitividad, 4) mejorar la calidad de vida de los pobladores de las zonas turísticas y 5) desarrollar el turismo sosteniblemente (Secretaría de Turismo, 2018).

FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO (FONATUR)

El Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), fue creado en 1974 como una institución gubernamental responsable de la planeación y desarrollo de proyectos turísticos a nivel nacional. Para que la FONATUR colabore con los destinos turísticos propuestos por los gobiernos estatales y municipales (e.g. como programas especiales de desarrollo turístico, programas regionales de desarrollo turístico, programas subregionales de desarrollo turístico y programas de desarrollo turístico de centros de población), es necesario que la dependencia federal realice visitas al sitio para evaluarlo y determinar si existe potencial turístico; entonces puede aprobarlo según la disponibilidad de presupuesto. Por otro lado,

la asistencia técnica brindada reside en identificar sitios con desarrollo potencial turístico, proponer reservas territoriales, identificar rutas y circuitos turísticos, orientar el desarrollo turístico con base en aspectos económicos, ambientales, sociales y urbanos, identificar rezagos de infraestructura, elaborar programas multianuales e intersectoriales con visión a largo plazo, identificar posibles proyectos de inversión privada, proponer acciones de mejora de imagen urbana y proponer leyes turísticas locales (Fondo Nacional de Fomento al Turismo, 2021).

LEY GENERAL DE TURISMO

Esta Ley fue publicada el 17 de junio de 2009, con su última reforma el 31 de julio de 2019. El Artículo 1° de esta Ley señala que es de orden público e interés social, aplicando en toda la República en materia turística, siendo aplicada por conducto de la Secretaría de Turismo (SECTUR).

En su Artículo 2° se señala que se deberán establecer las bases para la política, planeación y programación de la actividad turística en todo el territorio nacional, bajo criterios de beneficio social, sustentabilidad, competitividad y desarrollo equilibrado de los Estados, Municipios y la Ciudad de México, a corto, mediano y largo plazo. Así mismo como la determinación de mecanismos para el desarrollo turístico preservando el patrimonio natural, cultural y el equilibrio ecológico.

Por su parte, el Artículo 22 señala que la SECTUR elaborará el Programa Sectorial que se sujetará a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo, por lo que se establece "La Secretaría al especificar en el Programa las políticas, objetivos y prioridades que regirán a la actividad turística, procurará investigar las características de la demanda y los atractivos turísticos naturales y culturales con que cuenta cada ruta o región".

De igual manera, el artículo 22 dispone que "El Programa Sectorial de Turismo podrá contener entre otros elementos metodológicos de la planificación, un diagnóstico y un pronóstico de la situación del turismo en el país, el ordenamiento turístico del territorio, y las políticas, objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo de esta actividad, con observancia a lo que establezcan los instrumentos jurídicos, administrativos y de política económica que sean aplicables". Para lo anterior, la SECTUR generará un Ordenamiento Turístico del Territorio con el fin de incidir en la ordenación, promover los planes y programas de desarrollo urbano, y preservación de los recursos naturales.

El Programa Sectorial de Turismo 2020-2024 es el documento rector de la política turística que atiende los ordenamientos jurídicos que conforman el Sistema Nacional de Planeación Democrática para el Desarrollo Nacional, establecido en el siguiente marco normativo: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley de Planeación, Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Ley General de Turismo, Reglamento de la Ley General de Turismo, Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

Este Programa Sectorial incluye acciones puntuales dirigidos a mejorar las condiciones y oportunidades de poblaciones más vulnerables impulsando un turismo social, equilibrado e incluyente. Por otro lado, también incluye el impulso de proyectos de infraestructura para el desarrollo turístico integral y sostenible que pueden resultar relevantes en el ámbito de la deforestación y cambio de la cobertura de uso del suelo. Por ejemplo, se mencionan las siguientes acciones: promover ante las autoridades competentes la construcción de un sistema ferroviario para transporte de pasajeros y de carga, bajo criterios de sustentabilidad; promover la participación de comunidades, pueblos indígenas y afromexicanos para contribuir al desarrollo del Proyecto Integral Tren Maya; promover ante las autoridades competentes la construcción, mejoramiento o modernización de los sistemas de transporte aéreo, terrestre y marítimo

que favorezcan la conectividad de las regiones turísticas del país, integrando criterios de cambio climático; impulsar el desarrollo de polígonos turísticos conforme a la implementación de planes maestros, considerando los diseños urbanos y arquitectónicos del lugar, así como Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio y escenarios de cambio climático; e impulsar y/o gestionar ante las autoridades competentes el Proyecto Integral Tren Maya para mejorar la conectividad y movilidad de bienes y personas, bajo criterios de sostenibilidad.

No obstante, el programa incluye acciones dirigidas a la protección del medio ambiente: impulsar la conservación y restauración de los ecosistemas y el fortalecimiento de la capacidad de adaptación ante el cambio climático en los destinos turísticos; impulsar la participación del sector público y privado en la inversión y financiamiento de proyectos turísticos comprometidos con la sostenibilidad y con el uso de infraestructura verde que considere criterios de cambio climático; determinar parámetros de capacidad de carga para los destinos turísticos sujetos a una mayor presión, o que se encuentran en zonas ambientalmente frágiles y vulnerables al cambio climático; fortalecer las capacidades técnicas del sector turístico para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales a partir del diseño e implementación de medidas de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE); y promover la incorporación de criterios de biodiversidad y de cambio climático en los marcos institucionales, regulatorios y de política pública para fomentar el desarrollo turístico sostenible. Adicionalmente incluye una meta de alcanzar 6,000 ha para el 2024 de ecosistemas conservados por el sector turístico.

LEY PARA EL FOMENTO Y DESARROLLO DEL TURISMO EN YUCATÁN

Esta Ley fue publicada el 26 de julio de 2011, siendo de orden social e interés público, de observancia obligatoria en el estado de Yucatán. Es aplicable por el Poder Ejecutivo del Estado a través de la Secretaría de Fomento Turístico y los ayuntamientos de los municipios. El objeto de esta Ley es: integrar el Plan Rector de las actividades turísticas en el Estado, con las bases normativas que permitan aprovechar las potencialidades de los atractivos naturales, históricos y culturales, con fomento en el Principio de la Sustentabilidad; dar cumplimiento a las obligaciones normativas establecidas en la Ley General de Turismo; regular la participación, responsabilidad, derechos y obligaciones del sector privado en el fomento, desarrollo y ejercicio de la Actividad turística en el Estado; y definir los criterios en los que se basarán el poder Ejecutivo y los Ayuntamientos, para cumplir con la obligación de impulsar y fomentar las actividades turísticas en el Estado.

La ley marca que los prestadores de servicios turísticos, autoridades en materia de turismo y cualquier persona relacionada con el sector debe respetar el principio de sustentabilidad en las actividades turísticas. Con base en lo anterior, las autoridades deben implementar el Plan Estatal de Desarrollo objetivos a corto, mediano y largo plazo, impulsando el desarrollo de las zonas turísticas con el fin de satisfacer la demanda turística. La Secretaría de Turismo administra programas de capacitación para prestadores de servicios turísticos en el ámbito ecoturístico, así como en la preservación y protección del medio ambiente en donde se llevan a cabo las actividades ecoturísticas. Por otro lado, los prestadores de servicios en este rubro están obligados a preservar los recursos naturales, y no alterar los procesos biológicos y ecológicos.

LEY DE TURISMO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

Esta Ley fue expedida el 04 de marzo de 2011, siendo de orden social e interés público, de observancia obligatoria en el estado de Quintana Roo. Es aplicable a través de la Secretaría de Turismo de la

administración pública del Estado de Quintana Roo y de los ayuntamientos de los municipios. La ley atiende las bases generales de coordinación de las facultades concurrentes establecidas en la Ley General de Turismo, dictadas para el Ejecutivo Federal, el Ejecutivo del Estado y los Ayuntamientos del Estado, así como la participación de los sectores social y privado. Adicionalmente incluye determinar los mecanismos para la conservación, mejoramiento, protección, promoción, y aprovechamiento de los recursos y atractivos turísticos nacionales, preservando el patrimonio natural, cultural, y el equilibrio ecológico con base en los criterios determinados por las leyes en la materia, así como contribuir a la creación o desarrollo de nuevos atractivos turísticos, en apego al marco jurídico vigente.

En el ámbito del desarrollo sostenible y preservación de los recursos naturales y ecosistemas, la ley dispone de atribuciones a la secretaría para coordinarse con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente para la instrumentación de los programas y medidas para la preservación de los recursos naturales y evitar la contaminación. Mas aún, el Programa Sectorial de Turismo para el estado debe de especificar política pública enfocada a la actividad turística que resalte los atractivos naturales y culturales, según con el seguimiento del turismo alternativo. De acuerdo con esto se expedirán Programas de Ordenamiento, los cuales tendrán por objeto el determinar el área a ordenar describiendo sus recursos turísticos; proponer criterios de determinación de los programas para preservar los recursos naturales y aprovechar sosteniblemente los recursos turísticos; y definir los lineamientos para su ejecución, seguimiento, evaluación y modificación. Además, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) no podrán formar parte de las Zonas de Desarrollo Turístico Sustentable y marca que los prestadores de servicios y turistas tienen entre sus deberes el participar de forma responsable en el manejo de los recursos naturales.

LEY DE TURISMO DEL ESTADO DE CAMPECHE

Esta Ley fue expedida el 04 de marzo de 2011, siendo de orden social e interés público, de observancia obligatoria en el estado de Campeche. Es aplicable a través de la Secretaría de Turismo de la administración pública del Estado de Campeche y de sus municipios. El objeto de la Ley es: regular y establecer las bases generales de competencia y coordinación de las facultades concurrentes establecidas en la Ley General de Turismo, dictadas por el Ejecutivo Federal, el Estado y los Municipios del Estado, así como la participación de los sectores social y privado, para el ordenamiento del sector turístico de Campeche; y establecer las bases para los mecanismos e instrumentos de la planeación, promoción, fomento, desarrollo y profesionalización de la actividad turística.

En el rubro ambiental, la Ley marca que a la Secretaría de Turismo estatal corresponde la planeación y el desarrollo turístico, priorizando el turismo en zonas arqueológicas, artísticas, históricas y naturales; rescatar, proteger, promover, desarrollar y preservar las tradiciones, costumbres y lenguas indígenas; y formar asociaciones, comités y fideicomisos de carácter público, privado o mixto. Por otro lado, se establece que la Secretaría brindará asesoría al inversionista o al prestador de servicios para aprovechar de manera sostenible los recursos naturales, salvaguardando los recursos naturales y el equilibrio ecológico en las ANP con actividad turística.

Adicionalmente, promueve la coordinación de la secretaría con la Secretaría de Educación del Estado para el diseño y aplicación de programas de Educación Ambiental tanto para prestadores de servicios como para turistas con el fin de desarrollar el turismo de naturaleza profesionalmente. La Ley estatal propone que en el suelo con destino turístico se deberá proteger el carácter natural, evitando la degradación y destrucción de los ecosistemas, evitar conductas ambientalmente irresponsables, preservar los recursos naturales y evitar la contaminación.

Para garantizar el desarrollo sostenible con la conservación de los recursos naturales, se establece que se fomentará la inversión, el empleo y el ordenamiento territorial, lo cual establecerá medidas para evitar la deforestación, como proteger los recursos naturales en las zonas turísticas alternativas, en las que destaca el turismo de naturaleza (turismo de aventura, ecoturismo y turismo rural), turismo cultural, turismo social, turismo náutico, turismo cinegético, turismo de negocios, turismo de salud y turismo gastronómico.

PROGRAMAS Y APOYOS PARA EL DESARROLLO TURÍSTICO

Programa Mundo Maya (1993-2023)

El Programa Mundo Maya fue impulsado por el gobierno federal para el desarrollo regional y consolidar el turismo en los 241,784 km² comprendidos en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán. En conjunto con los países centroamericanos de Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras, se pretende consolidar el turismo en el territorio que otrora ocupó la civilización prehispánica.

El objetivo del programa es “Impulsar el fortalecimiento de la región Mundo Maya, a través de estrategias y acciones orientadas al desarrollo de nuevos productos y a la consolidación de la oferta existente, en el marco del desarrollo turístico sustentable, con la participación de los sectores público y privado e incorporando a las comunidades locales”. Con éste se pretende incrementar el turismo nacional como internacional en el ámbito de Sol y playa, cultura, ecoturismo y aventura, buceo, cruceros, negocios y convenciones. Para ello se plantean la estrategia de fortalecer la integración del producto turístico regional fomentando la sustentabilidad y desarrollo de la región. Esta estrategia incluye las acciones de coordinar acciones interinstitucionales de facilitación y desarrollo de infraestructura y servicios en la región, fomentar el desarrollo y la inversión de productos turísticos buscando la disponibilidad de oferta de financiamiento accesible, apoyar a los operadores mayoristas para la promoción del producto regional.

El Programa Mundo Maya implementado en parte en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán fue considerado para complementar y consolidar el desarrollo turístico de sol y playa que se había establecido en Cancún y la Riviera Maya. El programa buscó establecer nuevas alternativas como actividades ecoturísticas y arqueológicas mediante una economía social. No obstante, a pesar de buscar un rubro en pro de la conservación de los recursos naturales, al prescindir de una zonificación que marque la aptitud turística de los sitios beneficiados por el programa, esta situación puede incidir en zonas deforestadas o degradadas por la implementación de infraestructura para los sitios turísticos y que finalmente no generen suficiente demanda que genere ingresos para implementar en la recuperación de espacios selváticos, alcanzando el rubro de la sostenibilidad pretendida en el concepto de “ecoturismo”.

Programas y apoyos federales para el desarrollo del turismo durante el periodo 2013-2018

Entre los programas implementados en la administración 2013-2018 se encuentran diversos apoyos y subsidios que han promovido el desarrollo del sector turismo en la Península de Yucatán. Algunos programas y apoyos pueden vincularse con los procesos de deforestación y cambio de uso del suelo a través del aumento de la infraestructura turística, o apoyo a la conservación de los recursos naturales para el ecoturismo y turismo de aventura. El Programa de Desarrollo Regional Turístico Sustentable y Pueblos Mágicos (PRODEMÁGICO) por la Secretaría de Turismo tuvo como objetivo fortalecer las ventajas de la oferta turística para alcanzar un desarrollo turístico sustentable. Para ello daba apoyos a los gobiernos estatales para la ejecución de infraestructura de proyectos turísticos que mejore la movilidad de los turistas. Los montos de apoyo varían en el rubro de inversión: Infraestructura y servicios por un monto máximo de 250 millones de pesos, creación o fortalecimiento de rutas y corredores por un monto máximo

de 50 millones, creación de sitios de interés turístico por 50 millones, asistencia técnica en obras por 25 millones, impulso al patrimonio natural y cultural por 8 millones, transferencia de tecnología por 3 millones, seguridad y protección por 20 millones, estudios, diagnóstico e investigación por 1.5 millones, planes y programas de movilidad turística por 10 millones y equipamiento turístico por un máximo de 100 millones.

El Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES) por la CONANP asigna apoyo a propietarios de recursos naturales en las áreas naturales protegidas para la conservación y preservación de los ecosistemas y estos apoyos pueden ser relacionados con aquellos sitios reforestados y restaurados en donde se lleva a cabo ecoturismo. Su apoyo tiene un monto máximo de 800 mil pesos. Adicionalmente el Programa de Financiamiento a PYMES Turismo, se dedica a apoyar empresas o personas físicas con actividad empresarial para aumentar su infraestructura y competitividad en el sector turismo, y de manera similar el Programa “Mejora tu Hotel” apoyó a empresas o personas físicas con actividad empresarial para mejorar y ampliar la infraestructura turística del país. El monto de financiamiento varía desde 100 mil a 60 millones de pesos.

Programas y apoyos federales para el desarrollo del turismo durante el periodo 2019-2024

En el sexenio del 2019 a 2024, han mantenido programas de sexenios anteriores; así mismo se han creado algunos otros que han incurrido en la promoción y fortalecimiento del sector turístico tanto de forma directa como indirecta. Existen dos programas actuales que inciden directamente en la promoción y desarrollo del turismo. El Programa de Asistencia Técnica a Estados y Municipios, llevado a cabo por FONATUR asesora a gobiernos estatales y municipales para la planeación turística de regiones y sitios con potencial, así como apoyo a destinos turísticos consolidados que requieran un nuevo impulso, y el Programa de Financiamiento para el Turismo Rural emitido por el Banco de México a través de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) cuál se encarga de dar financiamiento en localidades rurales, con un presupuesto de 1,100 millones de pesos para beneficio de 135 proyectos. Se diversifica en dos ramas 1) Orgullo Rural enfocado a hoteles, restaurantes, actividades turísticas en comunidades rurales para la construcción y ampliación de la infraestructura de la empresa, mobiliario y equipo, equipo de transporte, arrendamiento de equipo y vehículos, compra de materia prima y factoraje de clientes y 2) Del Campo al plato que beneficia las mismas vertientes, pero en el ámbito de proveeduría de alimentos para la industria turística.

Tren Maya

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 se publicó el 12 de julio de 2019 en el Diario Oficial de la Federación. Conformó el Instrumento para enunciar las prioridades nacionales, los ejes y estrategias que seguirá la presente Administración Pública Federal. En su apartado de “Economía” se expone la detonación del crecimiento económico a través de proyectos regionales como el Tren Maya, el Programa de Desarrollo del Istmo de Tehuantepec, el Aeropuerto Felipe Ángeles, entre otros para alcanzar un mayor bienestar para el país a través del fomento del turismo inclusivo y sostenible. Para la Península de Yucatán se presenta el denominado “Tren Maya”, el cual es uno de los principales proyectos de infraestructura, desarrollo económico y turismo en la presente administración. Éste constituirá 525 km que conectarán los principales sitios turísticos de los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

El proyecto consta de dos fases en su construcción, siendo la primera la perteneciente de los tramos 1, 2 y 3, actualmente en construcción con Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) aceptada por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA); mientras que la segunda fase, perteneciente a los tramos

4, 5, 6 y 7 se encuentra actualmente en planeación, con una MIA bajo elaboración (FONATUR, 2021a). Cabe destacar que debido a la premura con la que se ha planificado el proyecto, se han presentado múltiples inconsistencias sobre los permisos de construcción, principalmente por carecer de una ruta definida con permisos de construcción en los terrenos proyectados. Por ejemplo, en junio de 2019 FONATUR consideró modificar el trazo del Tren Maya, precisamente el Tramo 4 y Tramo 5, creando una nueva ruta para acortar el camino entre Valladolid y Tulum (De la Rosa y Vázquez, 2019). No obstante, esta proyección de modificación fue descartada en marzo de 2020 debido, según las fuentes oficiales, por la presencia de múltiples cenotes y zonas de valor arqueológico en la zona proyectada (Tolentino-Morales, 2020). Por otro lado, en múltiples comunidades se han negado a la construcción del Tren Maya en su territorio, por lo que FONATUR ha desplazado su trazo con el fin de mantener la ruta entre ciudades turísticas. Ejemplo de esto es San Francisco de Campeche y, donde la estación será construida en la periferia de la ciudad y no dentro de ella como se proyectó (Escobar, 2021; FONATUR, 2021b). Otro caso similar es en Mérida, Yucatán, donde la población se negó a la construcción dentro del municipio (El Financiero, 2021). Finalmente, a inicios del 2022 volvió a modificarse el trazo del Tramo 5 con el fin de acelerar su construcción y sea operante a final del año 2023; pese a que éste ya había desmontado parte de su trayecto (Carrillo, 2022).

Tomando en cuenta experiencias con los programas de desarrollo rural antes mencionados, es complejo y difícil de determinar cuál será el impacto del actual impulso y política pública para el desarrollo del turismo, particularmente considerando los proyectos de gran magnitud como el Tren Maya. Este estudio ha demostrado en diferentes casos del pasado como las estrategias y acciones integradas en los programas de desarrollo agropecuario y encaminados en evitar el cambio de uso de suelo y reducir la deforestación simplemente no se han dado durante su implementación. El proyecto Tren Maya sin duda va a implicar un impacto directo en vegetación arbórea por la construcción de su infraestructura; sin embargo, son los impulsores socioambientales subyacentes que acompañan el proyecto que determinarán su impacto real en términos de pérdida o ganancia de cobertura forestal. Por ejemplo, un aumento en el empleo y de la economía del turismo comunitario y de naturaleza puede estimular la recuperación y conservación de selvas, o contrariamente, una mayor demanda de alimentos y productos agropecuarios puede ocasionar mayor deforestación para la ganadería y agricultura comercial. En ese sentido, es importante implementar medidas de evaluación y monitoreo del impacto de proyecto de manera multi disciplinaria y largo plazo.

LEYES DE DESARROLLO INMOBILIARIO

El Instituto de Estadística y Geografía (INEGI) menciona que para el primer trimestre del 2020 el sector inmobiliario y de alquiler de inmuebles aportó el 10% al Producto Interno Bruto (PIB) nacional, lo que equivale a 2.4 billones de pesos, representando un factor importante de recuperación económica. Por otro lado, los servicios inmobiliarios se encuentran catalogados dentro de las actividades terciarias, las cuales en total aportaron 14.5 billones de pesos, es decir el 64.7% del PIB nacional reportado entre enero y marzo del 2020 (INEGI-ENVI 2020). Además, la Secretaría de Economía (SE) informó que, al primer trimestre de 2020, los servicios inmobiliarios habilitaron más de 111 mil establecimientos, captando así una inversión directa de 14.2 millones de dólares. En el 2018, INEGI menciona que el sector inmobiliario, de alquiler de bienes muebles, tangibles y servicios financieros generó 2.2 millones de plazas de trabajo. En México, el sector inmobiliario, ha sido un detonador de la economía y una fuente importante de empleo y generador de capital económico (SEDATU, 2020; INEGI-ENVI, 2020).

La política pública enfocada a la vivienda tomó auge a lo largo de los sexenios de Vicente Fox y Felipe Calderón (Mellado, 2013). En el sexenio del expresidente Vicente Fox se generaron cambios en el instituto

encargado de garantizar el derecho a una vivienda digna denominado INFONAVIT, así que se encomendó la administración del Instituto a un grupo de funcionarios del sector hipotecario privado. En este periodo el Infonavit planteó tres objetivos principales: aumentar el número de créditos otorgados por el Instituto, atender las necesidades de los derechohabientes y fortalecer las finanzas de la organización (reduciendo deudores). Además, en el 2001 se creó la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), encargada de incrementar los financiamientos hipotecarios, y se instaló el Consejo Nacional de Vivienda (CONAVI) con la finalidad de crear la participación del gobierno con la sociedad (Arteaga, 2015). Al siguiente sexenio, durante la administración de Felipe Calderón, el Infonavit propuso facilitar los créditos hipotecarios a la población de acuerdo a su capacidad de pago y estimular la construcción de vivienda; de tal manera que, para las personas de bajos ingresos se creó el Programa de Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para Vivienda, encargado de entregar subsidios a las personas con menos de cuatro salarios mínimos, destinados a financiar construcción o remodelación de vivienda (Arteaga, 2015).

La Ley de Vivienda, expedida en 2006, estipula que el Programa Nacional de Vivienda será el encargado de contener y regular la estrategia habitacional, los programas y mecanismos de coordinación en materia de vivienda, las tipologías y modalidades de producción habitacional, el fomento del desarrollo del mercado secundario y de arrendamiento de viviendas. En materia de desarrollo inmobiliario, Ley General de Asentamientos Humanos, expedida en 2016 señala que la densificación es de interés metropolitano y debe contener un uso eficiente del territorio, con espacios públicos seguros y de calidad, además de ser impulsada para los centros urbanos en deterioro y dejar bajo el gobierno municipal la responsabilidad de integrar medidas en los planes de desarrollo urbano.

Recientemente en el Programa Nacional de Vivienda 2019-2024, se señaló que el desarrollo de vivienda conforma un sistema complejo que incide en las esferas de lo económico, político, social, territorial y ambiental, siendo además una práctica que trasciende lo local, pues los modelos de vivienda responden a las tendencias mundiales en el mercado inmobiliario. Dicho programa señala que, en sexenios anteriores, la iniciativa privada y las organizaciones sociales han jugado un papel esencial en la atención a los retos del sector de la vivienda, sobre todo aquella para los grupos en mayor pobreza y condición de vulnerabilidad. Dentro de las estrategias prioritarias establecidas en este programa se propone, “Aplicar los mecanismos de gestión del suelo establecidos por la Secretaría de Desarrollo Territorial y Urbano (SEDATU) en el desarrollo de vivienda, para con ello garantizar un desarrollo sustentable del suelo habitacional” y promover los procesos de conformación de inmobiliarias ejidales y sociales, así como convenios que sirvan para incorporar suelo a proyectos urbanos y rurales de manera sustentable, siendo el Instituto Nacional del Suelo Sustentable (INSUS) la dependencia responsable de instrumentar dicha acción.

LEYES ESTATALES SOBRE EL DESARROLLO INMOBILIARIO

Quintana Roo

De acuerdo con la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo en su última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado el 7 de octubre de 2021, especifica que, en materia de vivienda, “Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa”, y que la Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo, en concordancia y coordinación con las leyes federales sobre la materia. El estado dispone con la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Quintana Roo (Decreto 194 publicada en el Periódico Oficial del Estado el 16 de agosto de 2018), que en materia inmobiliaria señala que el ordenamiento territorial y

el desarrollo urbano de los asentamientos humanos tenderá a mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural, así como propiciar la sustentabilidad socio ambiental.

La Ley de Prestación de Servicios Inmobiliarios del Estado de Quintana Roo fue aprobada por los diputados de la XIV Legislatura del Congreso del Estado de Quintana Roo el 29 de mayo del año 2014, y se encarga de regular cualquier transacción del sector inmobiliario del estado a través de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI). En cuanto a su relación con el potencial cambio de uso de suelo destaca la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo (última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado el 15 de diciembre de 2011); esta Ley aplica a las personas físicas o morales, públicas y privadas, que pretendan dividir o transformar terrenos en lotes y fracciones, ya sea para venta en lotes, o bien para construcciones habitacionales, hoteleras, comerciales, industriales, granjas de explotación agropecuaria, y demás aprovechamientos y usos.

Campeche

De acuerdo con la Constitución Política del estado de Campeche (ÚLTIMA REFORMA: DECRETO 215, P.O. 16/MAR/2021) en relación al desarrollo de viviendas, se señala que para abatir las carencias y rezagos que afectan a los pueblos y comunidades indígenas las autoridades tienen la obligación (entre otras) de mejorar las condiciones de las comunidades indígenas y de sus espacios para la convivencia y recreación, mediante acciones que faciliten el acceso al financiamiento público y privado para la construcción y mejoramiento de vivienda con pertinencia cultural, así como ampliar la cobertura de los servicios sociales básicos.

La Ley de Desarrollo Social establecido el 26 de marzo de 2018 menciona de forma específica que la vivienda es un factor prioritario para el desarrollo económico y un elemento básico para el bienestar de los habitantes del Estado de Campeche, esta ley reconoce el derecho universal a una vivienda adecuada, digna y decorosa. La Política de Vivienda en el Estado considera la vivienda como factor de ordenamiento territorial, de desarrollo urbano y preservación de los recursos naturales y el medio ambiente, para asegurar la congruencia de las acciones de vivienda con los programas de desarrollo urbano y ambiental, así como con los de desarrollo regional, económico y social. Al mismo tiempo, promueve la ampliación de acceso a la vivienda a un mayor número de personas, equilibrando y considerando las distintas regiones del Estado, reconociendo y concertando la participación de los diferentes productores de vivienda: personas, instituciones y organismos de los sectores público, social y privado, y facilitando la producción de vivienda mediante la simplificación, reducción de trámites y requisitos en su gestión.

Yucatán

Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán Publicación en el Diario Oficial del Gobierno del Estado el 7 de diciembre de 2010 y reformado el 21 de octubre de 2014 señala: todos los desarrollos inmobiliarios de tipo fraccionamiento contarán con áreas de destino para la Infraestructura, el equipamiento urbano y área verde, cuyo porcentaje se determinará conforme lo señale esta Ley, los programas de desarrollo urbano, los reglamentos municipales, y a falta de éstos últimos, el Reglamento de esta Ley. Adicionalmente, el desarrollador inmobiliario presentará a la autoridad municipal su propuesta de la urbanización para las áreas de destino, quien podrá aprobar o rechazar esta propuesta o en su caso modificarla con base en las disposiciones aplicables. El Área de destino a que se refiere el párrafo anterior, nunca podrá ser menor al 10% del Área bruta. Dentro del área de donación, el 30% será destinado a área verde y se privilegiará el uso de esta área. Las áreas de destino a que se refiere este

artículo no pueden ser residuales ni estar ubicadas en zonas inundables o de riesgos, o presentar condiciones topológicas más complicadas que el promedio del fraccionamiento o conjunto urbano.

A diferencia de los estados de Campeche y Quintana Roo, la Constitución Política del estado de Yucatán en su Última Reforma D.O: 20/Junio/2014 no señala claramente el aspecto de vivienda o inmobiliario en alguno de sus artículos. La Ley de Vivienda del estado de Yucatán (Última Reforma D.O. 31-julio-2019) señala claramente que “En la adquisición de suelo o constitución de reservas territoriales para uso habitacional deberá de observarse lo dispuesto en los programas estatal y municipal de vivienda, programa de desarrollo urbano, programa de medio ambiente, la Ley de Asentamientos Humanos y Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán, así como las demás disposiciones vigentes en materia ambiental y agraria.” Aunque sí reconoce que se realizará estudios que determinen los requerimientos de tierra urbana para vivienda, y tomará en consideración las necesidades actuales y futuras de la población del Estado y conforme a estas previsiones, se ejecutarán los programas de adquisición determinados.

La Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán tiene por objeto: establecer las normas conforme a las cuales el Estado y los municipios participarán en la ordenación y regulación de los asentamientos humanos; fijar las normas a las que se sujetará la planeación, fundación, mejoramiento, conservación y crecimiento de los centros de población de la Entidad; y definir las normas conforme a las cuales el Gobernador del Estado, la Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vivienda y los ayuntamientos ejercerán sus atribuciones para determinar las correspondientes provisiones, usos, destinos y reservas de áreas, zonas y predios, que regulen la propiedad en el territorio del Estado. El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano tenderán a mejorar las condiciones de vida de la población mediante.

PROGRAMAS Y APOYOS DE DESARROLLO INMOBILIARIO

El Programa Nacional de vivienda para el periodo 2014 –2018 (Diario Oficial de la Federación, 2014a) apela en sus objetivos la necesidad de densificar, comenzando por el incentivo al incremento ordenado; la consolidación de ciudades compactas, productivas y competitivas, y el acceso a la vivienda en zonas bien ubicadas (de las áreas centrales). De estos objetivos generales se desprenden una serie de iniciativas, como esquemas de créditos y subsidios, vivienda nueva vertical, vivienda usada, vivienda en renta, desarrollos certificados, todas siguiendo un discurso para implementar acciones destinadas a contener la mancha urbana (SEDATU y CONAVI, 2016). También, por medio de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), se genera el Programa Sectorial de Desarrollo Agrario y Territorial y Urbano 2013-2018 (Diario Oficial de la Federación, 2013b), que se encuentra alineado con las metas del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (Diario Oficial de la Federación, 2013a), y donde se plantean objetivos y estrategias para impulsar el crecimiento ordenado de las ciudades. La SEDATU, a través del Programa de Ordenamiento Territorial (Diario Oficial de la Federación, 2014c), que se aplica en todo el territorio, complementa esta visión al conjugar programas estatales, regionales y municipales. De igual manera, el Programa de Consolidación de Reservas Urbanas (Diario Oficial de la Federación, 2013c) se constituye como instrumento de apoyo a la Política Nacional de Vivienda, que implementa una serie de mecanismos e instrumentos locales, por medio de apoyos presupuestarios al suelo intraurbano, para edificar vivienda económica con base en los perímetros de contención urbana.

El nuevo Programa Nacional de Vivienda (PNV) 2019-2024 propone un conjunto de objetivos y estrategias que incentivarán y alinearán la participación de los diferentes actores del sistema de la vivienda, el cual comprende a todos los actores que tienen una relación con el desarrollo, la entrega y el acceso a la vivienda, para en conjunto impulsar acciones que permitan garantizar el ejercicio del derecho a la vivienda

adecuada, donde continúa siendo la SEDATU la responsable del sector. En este sentido, el PNV 2019-2024 plantea reformas al diseño y operación de los marcos institucionales, normativos y financieros que orientan al sector, para que, desde un enfoque integral y sostenible del territorio, se priorice la atención a las necesidades de los grupos en condición de vulnerabilidad. El PNV declara que el mercado no sustituye al Estado, al promover la participación del sector privado y social bajo un marco institucional de certeza y claridad, que lo convierta en aliado corresponsable en el desarrollo de vivienda adecuada en el país.

Para lograr lo anterior, se tienen cinco objetivos prioritarios a partir de los principales problemas públicos identificados y su efecto en el bienestar de la población, sin embargo, se hace énfasis en dos objetivos para fines de este estudio: fomentar conjuntamente con el sector social y privado, condiciones que propicien el ejercicio del derecho a la vivienda, identificando mecanismos para incrementar las oportunidades de colaboración estratégica con empresas, cooperativas y ciudadanos; y establecer un modelo de ordenamiento territorial y gestión del suelo que considere la vivienda adecuada como elemento central de planeación de territorio, articulando programas y proyectos habitacionales sostenibles diferentes a la compra tales como renta, cooperativas, entre otras, asegurando su congruencia con las características ecológicas y urbanas del suelo, así como su acceso a oportunidades de empleo, equipamiento, servicios y seguridad pública.

PROGRAMAS DE DESARROLLO INMOBILIARIO EN LOS ESTADOS

Quintana Roo

En 2006 se publica el Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Complejo Sur de la ciudad de Cancún en una zona fuera del PDU de 2005 y donde ejidatarios de Alfredo V. Bonfil acceden a comercializar sus parcelas de manera ordenada con base en un instrumento de planeación.

Otro programa de desarrollo inmobiliario es el Programa Financiamiento Empresarial, mediante el respaldo de Nacional Financiera (Nafin), la banca comercial ofrece diversos productos de financiamiento para las micro, pequeñas y medianas empresas mexicanas, con un monto máximo de 20 millones de pesos a pagar en un plazo de cinco años, beneficiando a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas mexicanas de los sectores industria, comercio y servicios (consultado en <https://www.nafin.com/portalnf/content/financiamiento/empresarial.html>).

Yucatán

El Fondo Integral para el Desarrollo Económico de Yucatán (Fidey; Microyuc Empresarial) tiene como función principal brindar financiamiento en los 106 municipios de las MiPYMES industriales, comerciales y de servicios con potencial para fortalecer su planta laboral existente, además de generar empleos, incrementar la producción, distribución y comercialización de bienes y servicios, contribuyendo con ello al desarrollo de la actividad económica del estado. Este programa ofrece financiamiento con montos que van desde \$50,000 hasta \$400,000 y puede ser otorgado a empresas constructoras u otras relacionadas con el sector inmobiliario. Adicionalmente el programa MICROYUC es un sistema de financiamiento con tasas preferenciales y fácil accesibilidad a emprendedores y micro y pequeñas empresas, que tengan la mayoría de sus actividades en el interior del Estado. Los montos van desde los 20 mil hasta los 100 mil pesos y pueden ser también para comprar insumos, inmobiliario, materia prima, inventario, equipos, remodelación de inmuebles, hacer procesos de certificación, entre otros (consultado en <http://iyem.yucatan.gob.mx/microyuc/>).

EVALUACIÓN DE PLANES ESTATALES DE DESARROLLO Y SUS IMPLICACIONES EN EL CAMBIO DE USO DE SUELO

Los PED son los instrumentos de planeación general de las administraciones estatales durante su periodo de gobierno. Ofrecen un panorama general de sus discursos y prioridades a lo largo de todos los temas de gobierno. Los PED de manera genérica incluyen tanto la visión general del gobierno, ejes prioritarios para los que se establece un diagnóstico, un plan con estrategias generales, además de que implican un compromiso político, con ramificaciones en inversiones económicas específicas. En los últimos años los PED incluyen elementos de participación ciudadana y de evaluación para el cumplimiento del plan.

Dentro de los PED la actividad agropecuaria estuvo incluida como parte de ejes relacionados con temas económicos, sociales, y ambientales (*Tabla 2*). Este fue el caso de los PED de Quintana Roo (2005 y 2011, 2016). Bajo títulos distintos y en distinta medida, para los PED de Yucatán (2007, 2012, 2018) la actividad agropecuaria también es parte del diagnóstico y la estrategia de estos tres temas. En contraste los PED del estado de Campeche (2009, 2015) incluyen a la actividad agropecuaria solamente en los ejes relacionados con el desarrollo económico.

Tabla 2. Ejes de los Planes Estatales de Desarrollo de los tres estados de la Península de Yucatán en el periodo 2010-2020.

ESTADO	CAMPECHE (EJES)	QUINTANA ROO	YUCATÁN
Sexenio 1	<ul style="list-style-type: none"> • Educación para el Progreso • Crecimiento Económico • Desarrollo Social y Bienestar • Gobierno responsable y Moderno (2009-2015) 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo Institucional • Desarrollo Ambiental Sustentable • Desarrollo Económico Sostenible • Desarrollo Social Incluyente (2005-2011) 	<ul style="list-style-type: none"> • Política Social Activa • Desarrollo Regional para el Crecimiento Equilibrado • Fomento Económico Moderno • Inversión en Capital Humano • Legalidad y Fortalecimiento de la Seguridad • Gobierno de Calidad (2007-2012)
Sexenio 2	<ul style="list-style-type: none"> • Igualdad de Oportunidades • Fortaleza Económica • Aprovechamiento de la Riqueza • Sociedad Fuerte y Protegida • <u>Ejes transversales:</u> • Perspectiva de género • Derechos Humanos (2015-2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • Quintana Roo Solidario • Quintana Roo competitivo • Quintana Roo Verde (2011-2016) 	<ul style="list-style-type: none"> • Yucatán Competitivo • Yucatán Incluyente • Yucatán con Educación de Calidad • Yucatán con Crecimiento Ordenado • Yucatán Seguro • <u>Ejes transversales:</u> • Gestión y Administración Pública • Enfoque para el Desarrollo Regional (2012-2018)
Sexenio 3		<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos • Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho • Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente • Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad • Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental (2016-2022) 	<ul style="list-style-type: none"> • Yucatán con Economía Inclusiva • Yucatán con Calidad de Vida y Bienestar Social • Yucatán Cultural con Identidad para el Desarrollo • Yucatán Verde y Sustentable • <u>Ejes transversales:</u> • Igualdad de Género, Oportunidades y No Discriminación • Innovación, Conocimiento y Tecnología • Paz, Justicia y Gobernabilidad • Gobierno Abierto, Eficiente y con Finanzas Sanas • Ciudades y Comunidades Sostenibles (2018-2024)

Los temas ambientales han estado presentes en diferente medida como ejes de los PED de los tres estados (*Tabla 3*). En Quintana Roo ha estado presente como eje de los tres planes revisados (Quintana Roo). Por el contrario, el tema ambiental ha tenido una menor preminencia en los PED de Campeche y no han llegado a estar a nivel de eje. En Yucatán por su parte en ha sido en el último sexenio cuando los temas ambientales adquirieron la preminencia como ejes de plan.

En los PED de los tres estados está presente la visión de generar y apoyar a los agronegocios. Bajo esta premisa la agricultura está dedicada al mercado y su fin último es la rentabilidad económica. Con esta visión se plantean como estrategias principales la intensificación y tecnificación de la producción, y la consolidación de cadenas de valor; para ello se propone la inversión en infraestructura, el financiamiento y la generación de capacidades. Este enfoque se propone extenderse a una diversidad de actores, en algunos casos se habla explícitamente de impulsar la agroindustria. La visión de agronegocios tiene algunas particularidades entre estados, no solamente en términos de los productos prioritarios como de algunas estrategias que pueden tener impacto en cómo se articulan las cadenas productivas. Por ejemplo, el PED de Yucatán (2012) explícitamente se propone impulsar la agricultura por contrato.

Como parte de la visión de los agronegocios, en algunos PED (Quintana Roo 2005, 2011; Yucatán 2012) se propone a la reconversión productiva, como una estrategia para incrementar rendimientos en áreas con poca producción, en la cual implica intensificación y tecnificación de la producción, en algunos casos esto explícitamente los PED se refieren a la reconversión de áreas bajo producción tradicional a esquemas de manejo comercial intensificado que incluyen los invernaderos, el riego, y mecanización entre otros. Si bien en todos los PED de estos estados se parte de esta visión de impulso a los agronegocios, esta visión es la única incluida en los PED de Campeche. En los PED de este estado no se incluye de manera explícita otras formas o visiones de producción. En contraste en Yucatán, particularmente en el último sexenio (2018-2024), además de impulsar a los agronegocios, en el PED reconoce la importancia de la agricultura de pequeña escala en el estado, e incluye también estrategias alternativas hacia los pequeños productores y grupos vulnerables. Se busca integrar a estos sectores al mercado mediante el impulso productos a nativos representativos (2012), y el consumo local y responsable (2018), y en algunos casos el apoyo a la producción de subsistencia (2018).

La deforestación (y términos equivalentes) ha tenido una preminencia creciente en los PED de los últimos sexenios (*Tabla 4*); sin embargo, este tema no ha sido tratado con la misma frecuencia en estos estados. Mientras que en los PED de Quintana Roo y de Yucatán la deforestación es un tema cada vez más mencionado, en los PED de Campeche la deforestación está casi ausente.

Tabla 3. Indicadores agropecuarios y ambientales incluidos en Planes Estatales de Desarrollo de la Península de Yucatán para el periodo 2010 - 2020.

SEXENIO	TIPO DE INDICADOR	CAMPECHE	QUINTANA ROO	YUCATÁN
Sexenio 1	Agropecuario	2009-2015 • Sin detalles	2005-2011 • Sin detalles	2007-2012 • Sin detalles
	Ambiental	2009-2015 • Sin detalles	2005-2011 • Sin detalles	2007-2012 Sin detalles
Sexenio 2	Agropecuario	2015-2021 • Valor de la producción agrícola, millones de pesos. • Valor de la Producción Pecuaria, millones de pesos.	2011-2016 • Sin detalles	2012-2018 • Variación porcentual del PIB de sector primario • Variación porcentual del valor de la producción agropecuaria • Número de hectáreas modernizadas • Variación porcentual del PIB de la industria alimentaria Variación porcentual del PIB per cápita del productor rural
	Ambiental	2015-2021 • Superficies reforestadas en hectáreas	2011-2016 • Sin detalles	2012-2018 • Porcentaje de aguas residuales tratadas • Porcentaje de residuos sólidos confinados en sitios de disposición final adecuados • Porcentaje de superficie estatal protegida Porcentaje del Producto Interno Bruto Estatal reducido por pérdidas derivadas de eventos climáticos extremos
Sexenio 3	Agropecuario		2016-2022 • Sin detalles	2018-2024 • Tasa de Crecimiento del Valor de la Producción Agrícola en el estado • Tasa de Crecimiento del Valor de la Producción Pecuaria en el estado • Tasa de Crecimiento de las Actividades Primarias en el estado

SEXENIO	TIPO DE INDICADOR	CAMPECHE	QUINTANA ROO	YUCATÁN
	Ambiental		<p>2016-2022</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejo Sustentable de Medio Ambiente. Posición 22, Puntaje 52, 2016 • Superficie conservada por medio de áreas naturales protegidas y otras modalidades de conservación, 73% 	<p>2018-2024</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lugar que ocupa Yucatán en el Subíndice Manejo Sustentable de Medio Ambiente • Porcentaje de Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal que cuentan con Programa de Manejo actualizado y publicado • Lugar de Yucatán en el Índice de Competitividad Forestal • Lugar de Yucatán en el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de la producción forrajera ante estrés hídrico • Lugar de Yucatán en Contaminación del aire PM2.5 microgramos por metro cúbico • Lugar de Yucatán en Volumen tratado de Aguas Residuales por cada mil personas • Porcentaje de Agua Suministrada y Desinfectada para consumo humano en litros • Porcentaje de Residuos Sólidos confinados en sitios de disposición final • Lugar de Yucatán en Volumen de Residuos Sólidos generados • Variación Porcentual de Energía Limpia generada (GWh/a) • Lugar de Yucatán en Intensidad Energética de la economía • Calidad Bacteriológica del agua del mar de Yucatán • Lugar de Yucatán en la Tasa de Transporte Público por cada 10 mil vehículos en circulación • Índice de Movilidad Urbana

Los diagnósticos que presentan los PED sobre las causas de deforestación en general reconocen a la expansión de la frontera agrícola y urbana (Quintana Roo 2011, Yucatán 2012) como los factores más importantes de cambio de uso de suelo forestal; sin embargo, éstos no siempre distinguen explícitamente a la producción agropecuaria comercial de formas menos intensivas de producción. Y cuando lo hacen es la agricultura tradicional la que es colocada como principal causa de deforestación (Yucatán 2007). Así mismo, son mencionados “la tala clandestina” (Quintana Roo 2016) o “la explotación forestal desmedida”) como factores importantes de deforestación. Cabe notar que un PED indica la necesidad de reforzar la normatividad y regular el cambio de uso de suelo (Yucatán 2018), mientras que otro PED habla de una supuesta falta de normas que regulen la deforestación (Quintana Roo 2016).

En términos generales los últimos PED describen con mayor detalle su estrategia de evaluación, esto es particularmente notorio para el estado de Yucatán en donde una mayor cantidad de indicadores son incluidos en los PED (*Tabla 4*). Los indicadores del sector agropecuario están centrados principalmente en medidas relacionadas al valor de la producción (Campeche 2015, Yucatán 2012, 2018). Cabe mencionarse que explícitamente en el PED de Yucatán (2012) se coloca como indicador de desempeño del PED el “Número de hectáreas modernizadas”. Por su parte, los indicadores ambientales son diversos (e.g. superficie reforestada, porcentaje de aguas residuales tratadas, ANP con programa de manejo actualizado) pero ninguno refleja alguna métrica de deforestación o cambio de uso de suelo. Cabe aclarar que, aunque el PED de Yucatán (2018) incluye como indicador al Índice de Competitividad Forestal, el cual es un índice agregado que incluye un subíndice de “Permanencia de los bosques”, éste incluye indicadores de calidad y degradación del bosque, pero no incluye métricas de cambio de uso de suelo (IMCO-RM, 2014).

Tabla 4. Aparición de la palabra deforestación (y términos relacionados*) en los Planes Estratégicos de Desarrollo Estatal de la Península de Yucatán (2010-2024).

SEXENIO	TIPO DE INDICADOR	CAMPECHE	QUINTANA ROO	YUCATÁN
Sexenio 1	Diagnóstico	2009-2015 (N=1) <ul style="list-style-type: none"> Superficie territorial y en ANP hacen de Campeche clave para mecanismos REDD. 	2005-2011 <ul style="list-style-type: none"> No aparece 	2007-2012 (N=2) <ul style="list-style-type: none"> Se diagnostica a la deforestación como el “principal problema que afronta el territorio”. Y sus principales factores que contribuyen a ésta son: “la explotación forestal desmedida de maderas preciosas”, la agricultura tradicional y las quemadas.
	Estrategia	2009-2015 <ul style="list-style-type: none"> No aparece 	2005-2011 <ul style="list-style-type: none"> No aparece 	2007-2012 Sin detalles
Sexenio 2	Diagnóstico	2015-2021 <ul style="list-style-type: none"> No aparece 	2011-2016 (N=3) <ul style="list-style-type: none"> Crecimiento urbano es factor de deforestación. Alta tasa de deforestación ocasionada principalmente por cambios de uso de suelo. QRoo tiene un papel destacado en REDD+ (calidad de asesoría técnica y coordinación interestatal). 	2012-2018 (N=1) <ul style="list-style-type: none"> Deforestación como riesgo a la deforestación, está asociada a la expansión de la frontera agropecuaria y urbana
	Estrategia	2015-2021 <ul style="list-style-type: none"> No aparece 	2011-2016 (N=1) <ul style="list-style-type: none"> REDD+ principal estrategia contra deforestación (N=1) 	2012-2018 (N=2) <ul style="list-style-type: none"> Implementar acciones que reduzcan la deforestación y degradación forestal PSA en áreas marginadas como estrategia para reducir deforestación
Sexenio 3	Diagnóstico		2016-2022 (N=4) <ul style="list-style-type: none"> “Sobreexplotación y tala clandestina e inmoderada de árboles” son graves problemas. Necesidad de concientización y capacitación de las personas dedicadas a esta actividad debe ser una prioridad, a fin de controlar la deforestación e implementar proyectos de producción sustentable. “en los últimos cuatro años el problema de destrucción de manglares y deforestación de selva se ha aumentado y no existen normas que regulen este proceso.” Se resalta el trabajo del GT interinstitucional REDD+: avances en la determinación de causas de deforestación y degradación forestal (con asesoría del CCMSS), 1ra etapa 	2018-2024 (N=1) <ul style="list-style-type: none"> Crecimiento urbano es factor de deforestación.



SEXENIO	TIPO DE INDICADOR	CAMPECHE	QUINTANA ROO	YUCATÁN
			del Programa Especial de la PY recursos a propietarios pasa acciones tempranas REDD+, coordinación interestatal.	
	Estrategia		2016-2022 (N=1) Dar seguimiento a la Estrategia Estatal de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+).	2018-2024 (N=5) <ul style="list-style-type: none"> • Regular el cambio de uso • Reforzar la normatividad legal • Implementar programas

e.g.: cambio de uso de suelo, conversión de selvas, pérdida de selvas, expansión de la frontera agrícola. "N" se refiere al número de menciones en el documento.

¿COMO INTERVIENE EL MARCO NORMATIVO Y PROGRAMAS DE GOBIERNO EN EL CAMBIO DE USO DE SUELO?

Históricamente, las políticas públicas en México enfocadas al desarrollo rural, inmobiliario y turístico han respondido a una demanda nacional e internacional (como la firma del TLCAN y el aumento del turismo tras la guerra fría) y se han enfocado en el desarrollo económico, representando conflictos ambientales, como la deforestación en la Península de Yucatán. Se han deforestado grandes extensiones de selva a causa de programas derivados del INAES y FONATUR en el ámbito turístico, de INFONAVIT en el inmobiliario, y de los apoyos de PROCAMPO, PROAGRO y PROGAN en el sector agropecuario. Los PND, los programas sectoriales, los subsidios y los PED se han enfocado en rubros del desarrollo económico y bienestar social; y aunque se han retomado en aspectos medioambientales como prioridad en la planeación nacional, no han sido constantes entre las administraciones ni han coincidido en la ejecución de política pública de los estados ni en los programas implementados. Ejemplo de esto han sido la baja visión de los problemas ambientales en los PND de los sexenios 2013-2018 y 2019-2024, así como la falta de indicadores meta a alcanzar por las políticas públicas para reducir la deforestación de forma jerárquica entre los niveles de gobierno federal, estatal y municipal.

Comúnmente se reportan conflictos sectoriales entre proyectos gubernamentales y metas de las secretarías en el rubro inmobiliario, turístico y agropecuario con el ambiental son comunes, produciendo deforestación para la creación de hoteles, centros comerciales y recreativos, fraccionamientos y plantaciones comerciales de productos agrícolas y agostaderos. Como ejemplo del grado de incidencia de la política pública en el proceso de deforestación en la Península de Yucatán, puede destacarse la relación del monto de apoyo PROGAN por municipio y las hectáreas deforestadas en el estado de Yucatán, explicando hasta el 67% de la variación entre municipios. En dicho caso se observa que el municipio de Tizimín fue el que mayor deforestación presentó, así como un mayor monto del apoyo de PROGAN.

En la política rectora de los estados, los PED se han enfocado en el crecimiento de la producción agropecuaria, pero en las últimas administraciones de Quintana Roo y Yucatán han mantenido consideraciones ambientales sin indicadores de deforestación como metas sólidas más allá de la implementación del programa REDD+ y los ordenamientos territoriales. Por ello es necesario desarrollar PED con enfoques ambientales dedicados a combatir el cambio de uso de suelo en la Selva Maya con el uso de indicadores de extensión, fragmentación y conexión de la vegetación existente en la Península de Yucatán.

El enfoque debería cambiar con la finalidad de implementar leyes que estén en contra de deforestar zonas arboladas, dando pie a mejorar los estudios ecológicos enfocados en ocupar todas aquellas zonas que tienen mínima cobertura arbórea e incentivando a reforestar o destinar mayor superficie arbolada en los nuevos centros de desarrollo urbano como lo menciona Arteaga (2015).

¿SE PUEDEN NORMATR LA SOSTENIBILIDAD DEL DESARROLLO AGROPECUARIO, TURÍSTICO E INMOBILIARIO?

El gobierno mexicano tiene funciones para cumplir con los tratados internacionales en los que forma parte. Entre éstos se encuentran los Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible promovidos por la ONU, entre los cuales se encuentran el Objetivo 13 Acción por el Clima, el Objetivo 14 Vida Submarina y el Objetivo 15 Vida de Ecosistemas Terrestres; los cuales presentan metas tales como incorporar medidas

relativas al cambio climático en las políticas públicas, estrategias y planes nacionales; gestionar y proteger los ecosistemas y costeros; conservar las zonas costeras de conformidad con leyes nacionales y derecho internacional; conservar y reestablecer el uso sostenible de los recursos naturales en los ecosistemas terrestres (principalmente en bosques); así como la gestión de bosques para poner fin a la degradación y deforestación (Naciones Unidas, 2022). Así mismo, la Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés) ha implementado en los últimos años la promoción de la Incorporación de la Biodiversidad (*Biodiversity Mainstreaming*) en la planeación y ejecución de la política pública en sus países miembro. La Incorporación de la Biodiversidad consiste en la inclusión de acciones relacionadas con la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en cada nivel de política pública, planes, programas y proyectos orquestados por organizaciones civiles, empresas y gobiernos. Su objetivo es la reducción de los impactos negativos producidos por el sector productivo, el desarrollo y cualquier actividad humana que repercute en la biodiversidad de la que depende el bienestar humano y desarrollo socioeconómico (CDB, 2022).

Un gran problema entre el desarrollo y la conservación de los recursos naturales se debe a que cada ley se aplica una independiente de la otra, sin que exista una sinergia, el problema radica por una parte, que el desarrollo y crecimiento agropecuario, de turismo y hasta inmobiliario tienen en común el crecimiento económico sin importar la conservación de los recursos y por otro lado existen leyes que se enfocan en la conservación dándole un sinónimo de prohibición, lo cual no ha funcionado de todo. Aquí lo importante debería estar enfocado en encajar o combinar las leyes de desarrollo con conservación. Por ejemplo: actualmente en el Estado de Quintana Roo se ha planteado en los nuevos desarrollos urbano que contengan vegetación arbórea solo deforestar del 15 al 20 % y dejar lo demás para la conservación; esto demuestra que el desarrollo y la conservación pueden ser empáticos y quizá aplicable para un futuro.

¿QUÉ ESTRATEGIAS SON NECESARIAS PARA LA CREACIÓN DE LEYES Y PROGRAMAS EFECTIVAS QUE IMPIDAN EL CAMBIO USO DE SUELO SIN REGULIZACIÓN E IMPACTOS NEGATIVOS EN LA COBERTURA FORESTAL?

Actualmente se utilizan diferentes estrategias de conservación en todo el mundo con el fin de frenar la deforestación, preservar la biodiversidad y mitigar el calentamiento global. Las investigaciones y reportes señalan la necesidad de tener mejores evaluaciones sobre la efectividad de las iniciativas de conservación con el fin de determinar qué funciona realmente y qué no.

Entre las estrategias que mayor impacto tienen y han funcionado en la conservación de los bosques y selvas son las denominadas áreas destinadas a conservación comunal o en su caso gubernamental como lo menciona (Börner et al., 2016; Ellis y Porter-Bolland, 2008), ambos casos de estudio demostraron que áreas decretadas a conservación tanto comunales como gubernamentales han influido positivamente en la conservación del recurso arbóreo y ecológico.

Otra actividad que ha demostrado y empatizado con el desarrollo económico de las localidades en México es el Manejo Forestal Comunitario, el cual tanto en Quintana Roo, Campeche, Yucatán Chiapas, Oaxaca y Chihuahua han demostrado conservar la cobertura arbórea y un crecimiento económico local como lo menciona Ellis *et al.*, (2015b) en su reporte de emisiones de carbono por el manejo forestal en la Quintana Roo y la CONAFOR (2015).

Por otro lado, garantizar la incorporación de aspectos de la conservación biológica en la normatividad mexicana en todos los niveles puede encaminar a que las Secretarías y dependencias gubernamentales

opten posturas ante la conservación en lugar de delegar toda la supervisión de este ámbito a la SEMARNAT, CONANP y otras afines. Mediante establecimiento de indicadores clave como tasas de crecimiento, conexión de la vegetación, biomasa forestal y otros pueden ser cruciales para la creación de programas enfocados en el monitoreo y fiscalización de las actividades y proyectos que derivan en el cambio de uso de suelo, repercutiendo en el aumento de la deforestación y degradación de los bosques y selvas nacionales.

Desarrollo agroindustrial

En México, las políticas públicas implementadas en el ámbito de desarrollo rural, inmobiliario y turístico han sido detonantes de desarrollo económico; no obstante, pueden representar conflictos ambientales, sobre todo en zonas conservadas de bosques y selvas como en el caso de los tres estados de la Península de Yucatán. El aumento del turismo tanto por demanda como por programas gubernamentales, desde la década de 1970 (Araújo-Santana *et al.*, 2013; Jouault, 2018), ha traído consigo deforestación de grandes extensiones de selva, no solo por la expansión de infraestructura turística (con programas derivados del Instituto Nacional de Economía Social y Solidaria [INAES] y del Fondo Nacional de Turismo [FONATUR]), sino también por la demanda de productos y servicios que se integraron en el creciente sector inmobiliario (como el INFONAVIT) y agropecuario (como PROCAMPO, PROAGRO y PROGAN).

En los tres estados ha dominado una visión productivista para el sector agropecuario, en donde consideraciones ambientales y sociales se reflejan de manera dispar entre estados. En particular es en los PED de Campeche donde los temas ambientales y consideraciones sociales están prácticamente ausentes, mientras que para los PED de Quintana Roo y Yucatán, estos toman preminencia. A pesar de que estos dos estados en sus diagnósticos reconocen la heterogeneidad de condiciones y proponen estrategias más adaptadas a distintos actores, e incorporan consideraciones ambientales, es notorio el enfoque limitado de los indicadores para la evaluación de los PED. Para el sector agropecuario los indicadores se centran sobre todo en el valor de la producción agropecuaria, mientras que dentro de los indicadores ambientales no existe ninguna métrica de deforestación, este contraste podría interpretarse como una muestra del peso relativo y el nivel de compromiso que se asume para los distintos objetivos. Como estrategias para reducir la deforestación los PED citan a REDD+, y de manera implícita a los ordenamientos territoriales, sólo en los PED de Yucatán se incluyen la reducción de la deforestación más allá de estos dos programas.

El análisis estadístico aplicando PSM permitió evaluar el efecto de los subsidios PROCAMPO-PROAGRO y PROGAN en el cambio de uso de suelo y cobertura forestal de la Península de Yucatán, así como para sus estados. Las políticas y los programas de gobierno relacionados con el desarrollo rural y estatal en la Península de Yucatán tienen fuertes implicaciones en los procesos de deforestación. En particular, se ha reconocido que los programas de subsidios al campo se relacionan con el cambio de uso de suelo y pérdida de la cobertura de selvas.

Turismo

En la Península de Yucatán, la población se ha dedicado a las actividades de agricultura de subsistencia, apicultura, ganadería y silvicultura; sin embargo, desde la década de 1970 han incrementado sus ingresos y su calidad de vida al adoptar actividades turísticas de sol y playa, así como de turismo alternativo desde de década del 2000 (Araújo-Santana *et al.*, 2013). Esto se debe principalmente a la intervención del Programa Mundo Maya, convirtiendo a pueblos y comunidades mayas en focos para la promoción turística, siendo ofertado el turismo rural, sustentable y de aventuras (Babinger y Ayala, 2016). No

obstante, dichos programas enfocados al sector turismo afectan directa o indirectamente en la deforestación; ya sea mediante la promoción, la capacitación técnica, apoyo económico o en especie para las actividades turísticas o en las estrategias en la política pública que detonan nuevos centros y corredores turísticos. En contraparte, recientemente se le ha dado mayor énfasis en el desarrollo del turismo alternativo (ecoturismo, turismo rural y turismo arqueológico) con menor impacto ambiental que los de sol y playa (hoteles, zonas residenciales y campos deportivos). No obstante, se requieren estudios holísticos que puedan apoyar en el desarrollo de políticas públicas adecuadas para el desarrollo turístico contemplando estudios de mercado y la capacidad de carga de los ecosistemas de la península en este ámbito.

A pesar de ser presentado como una vía para la reducción de la deforestación, el turismo alternativo no ha presentado los resultados esperados, resaltando la degradación de los ecosistemas y la alteración de la cultura y estilos de vida locales (Daltabuit *et al.*, 2000). No obstante, dichas afectaciones no han sido resultado directo de la actividad turística, sino de otras políticas públicas en el sector ambiental, económico y social que acompañan al sector turístico. Por ejemplo, la conservación de los ecosistemas se enfrentó con la pobreza, ante lo cual se promovió la utilización de los recursos naturales de forma sustentable para reforzar la identidad cultural de los pueblos, según lo dictado en el Programa para el Desarrollo Sustentable de Regiones Marginadas e Indígenas (PRODERS) y el Programa de Empleo Temporal (PET). En el ámbito social, los destinos turísticos detonaron alternativas de crecimiento económico para las localidades rurales con muy alta marginación; por ello se desempeñaron en el ámbito turístico instituciones como el Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad (FONAES), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y el Instituto Nacional Indigenista (INI), canalizando grupos rurales con relevancia ambiental y cultural para convertirlos en destinos turísticos.

La actual ruta en la política pública federal sobre la conexión de las urbes de la Península de Yucatán a través del Tren Maya puede desencadenar diversos impactos sinérgicos. Por ejemplo, la expansión de las zonas hoteleras a lo largo de la Riviera Maya, mayor afluencia de turistas en zonas arqueológicas, nuevos centros turísticos y también una mayor urbanización por fraccionamientos e instalaciones industriales, tanto para vivienda de la población, mayores campos agrícolas y ganaderos.

Para mejorar el escenario turístico tanto en el ámbito económico, social y ambiental, Babinger y Ayala (2016) mencionan que es indispensable crear una zonificación en toda la Península de Yucatán para diferenciar zonas aptas para el turismo nacional e internacional que involucre aspectos del patrimonio tanto natural como cultural, y evitar así la disposición de zonas turísticas sin vocación turística. Así mismo, es necesario ampliar los estudios de deforestación detonada por distintos sectores en la Península de Yucatán que ayuden en la generación de política pública regulatoria de programas que incidan en el cambio de cobertura uso de suelo (e.g. El Tren Maya).

Inmobiliaria

Actualmente el sector inmobiliario ha ido evolucionando a la par de las necesidades de la sociedad moderna. Una entrevista de Jorge Yarza, inversionista de la construcción, hotelería y bienes raíces de Deloitte México, mencionó que para 2022 el sector inmobiliario debe enfocarse en la tecnología que coadyuvé en soluciones inmobiliarias sustentables. Hasta ahora, el desarrollo inmobiliario sustentable en México se enfoca en la creación de nuevos inmuebles con implementación de celdas solares, mayor recurso arbóreo, plantas de tratamiento de agua entre otros. Sin embargo, todas estas implementaciones debe ser un trabajo en conjunto tanto con del sector privado, como de gobierno de tal manera que impulsen la construcción de inmuebles sustentables.

Es importante mencionar que para que el desarrollo inmobiliario contribuya con un enfoque ecológico, ya no es suficiente acatar las leyes y programas para su edificación y la incorporación de criterios y mecanismos de sustentabilidad. Además, es indispensable involucrar a la sociedad y su desarrollo, contemplando aspectos de la vida cotidiana de la población y sus necesidades. Se trata de realizar inversiones con el fin de mejorar el impacto y rendimiento de los proyectos urbano-ambientales, que cuiden por una parte el ambiente y por otra que contribuyan con el rescate de los espacios públicos, pero, sobre todo, apoyando los objetivos personales, familiares y comunitarios.

La falta de planeación para el desarrollo de centros urbanos e industriales trae consigo múltiples problemas (Lamundi, 2020) en los que destacan: falta de servicios (agua entubada, luz, calles pavimentadas, recolección de basura), de tal manera que la falta de estos servicios en estos desarrollos urbanos a futuro se vuelve un gran problema, ya que son olvidados por el gobierno propiciando la dificultad de acceder a los servicios ya mencionados. Además, la falta de planeación trae consigo riesgo de deslaves e inundaciones en los nuevos centros urbanos, y en su caso caos vial por la falta de vías urbanas o alternas (Lawrence *et al.*, 2019).

4. IMPACTO DE LOS SECTORES AGROPECUARIO, TURISMO E INMOBILIARIO EN LA DEFORESTACIÓN DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

TENDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN Y MERCADOS AGROPECUARIOS

Las evaluaciones de las políticas públicas y los análisis geoestadísticos de los programas agropecuarios han sido claves en señalarlos como impulsores importantes en el cambio de uso de suelo de la Península de Yucatán. No obstante, no toda la deforestación se puede atribuir a las acciones de desarrollo rural por el gobierno; los análisis de impactos de programas siempre dejan ver que hay otros impulsores que actúan simultáneamente. Como ejemplo, los mercados agropecuarios pueden ser influyentes en el cambio de cobertura y uso de suelo, ocasionando que la demanda, los precios de cultivos comerciales, así como la accesibilidad a centros de procesamiento, pueden relacionarse con la deforestación (López, 2012). Por otro lado, las políticas de desarrollo agropecuario pueden influir en los mercados y viceversa (López, 2012).

Tomando en cuenta los estudios pasados, en el caso de la región Calakmul, Schmook y Vance (2009) no encontraron un efecto del precio de maíz y chile jalapeño en la pérdida forestal entre 1997 y 2003; lamentablemente, los estudios recientes que han explorado el impacto de los mercados y producción de cultivos comerciales en la deforestación de la Península de Yucatán son escasos. Una excepción es el reciente análisis por el CCMSS de los procesos de deforestación en Quintana Roo, que atribuye el incremento del precio de la caña a una mayor deforestación en el sur del estado (CCMSS, 2021). Por otro lado, Lawrence *et al.*, (2019), aplicando un modelo de geoestadístico, comprueban la relación de mercados agropecuarios nacionales e internacionales con el proceso de privatización de tierras ejidales y mayor deforestación en ejidos del estado de Yucatán.

A nivel global, los modelos econométricos demuestran una fuerte correlación con los precios de productos agroindustriales y la deforestación en bosques tropicales, templados y boreales (Berman *et al.*, 2020). En particular, los modelos estadísticos econométricos han demostrado que los precios de productos agroindustriales y de carne son directamente relacionado con la deforestación masiva en la Amazonía Brasileira (Branganca, 2018; Verburg *et al.*, 2014). Tal es la relevancia de los mercados agropecuarios en los procesos de deforestación, que, en México, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

(INECC) utiliza el precio del maíz, como uno de los indicadores principales para determinar el riesgo de la deforestación a escala nacional (Instituto Nacional de Ecología, 2001).

En este apartado se documenta la producción agropecuaria de los últimos 20 años en la Península de Yucatán, enfocado a cultivos comerciales y ganadería bovina. Posteriormente en este capítulo, se analiza estadísticamente la relación de factores como producción y precios agropecuarios en los procesos de deforestación en la Península de Yucatán. Para estos fines se desarrollaron datos de panel, integrados por datos de cultivos comerciales del SIAP, de deforestación anual del 2003 al 2020 de Global Forest Change (Hansen *et al.*, 2013), y socioeconómicos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021). Los modelos econométricos fueron empleados para evaluar cómo la producción, precio y valor de productos agropecuarios influye en la superficie deforestada de los municipios de la Península de Yucatán.

PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

De acuerdo con los datos del SIAP de 2003 a 2020 (SIAP, 2021), los cultivos agrícolas comerciales de la Península de Yucatán en orden de superficie total sembrada comprenden del maíz en grano, caña de azúcar, soya, naranja y sorgo; cabe señalar que el cultivo de pastos para ganado, reportado solo para el estado de Yucatán, comprende de la mitad de la superficie agrícola total sembrada (50%; SIAP, 2021; *Figura 15*). El valor de producción agrícola del 2003 al 2020, indica los cultivos anuales de maíz, caña y soya entre las principales, acompañados por cultivos frutales como naranja, limón y papaya (SIAP; *Figura 16*). Para el análisis sobre el impacto de la producción y los precios de los cultivos comerciales en la deforestación, seleccionamos los cultivos anuales de maíz en grano, caña de azúcar, soya y sorgo, considerando su mayor extensión en superficie sembrada.

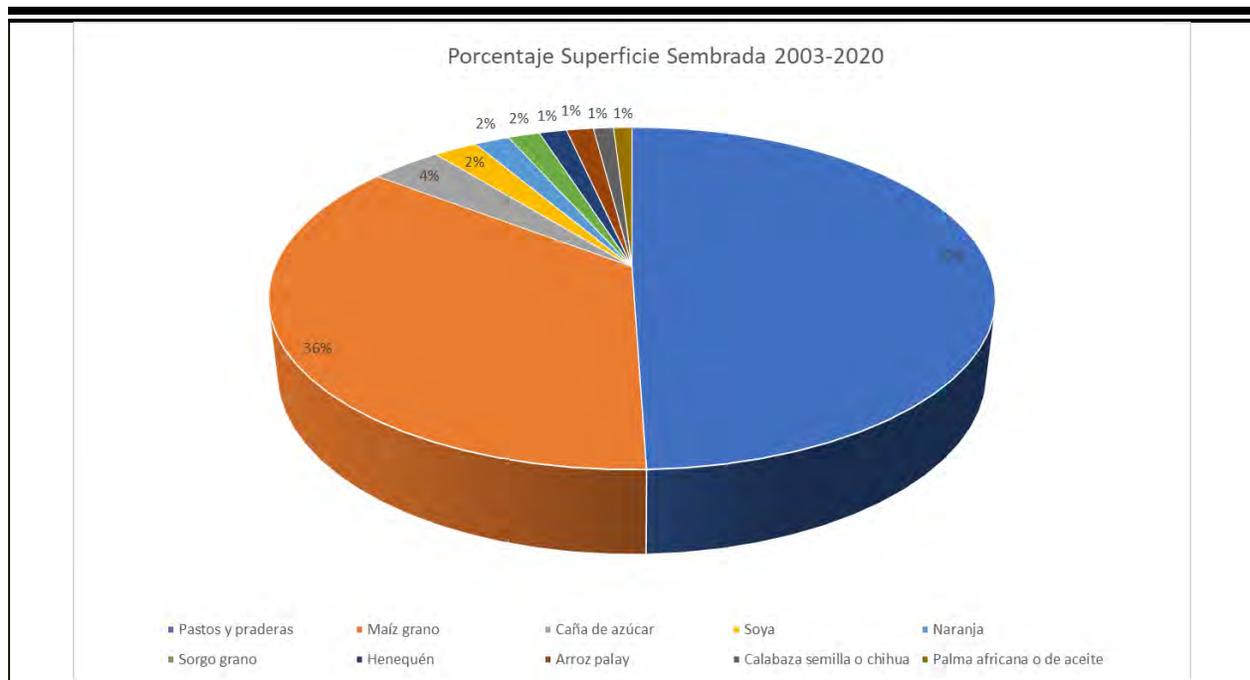


Figura 15. Porcentaje de superficie sembrada por cultivo en la Península de Yucatán (SIAP, 2003-2020).

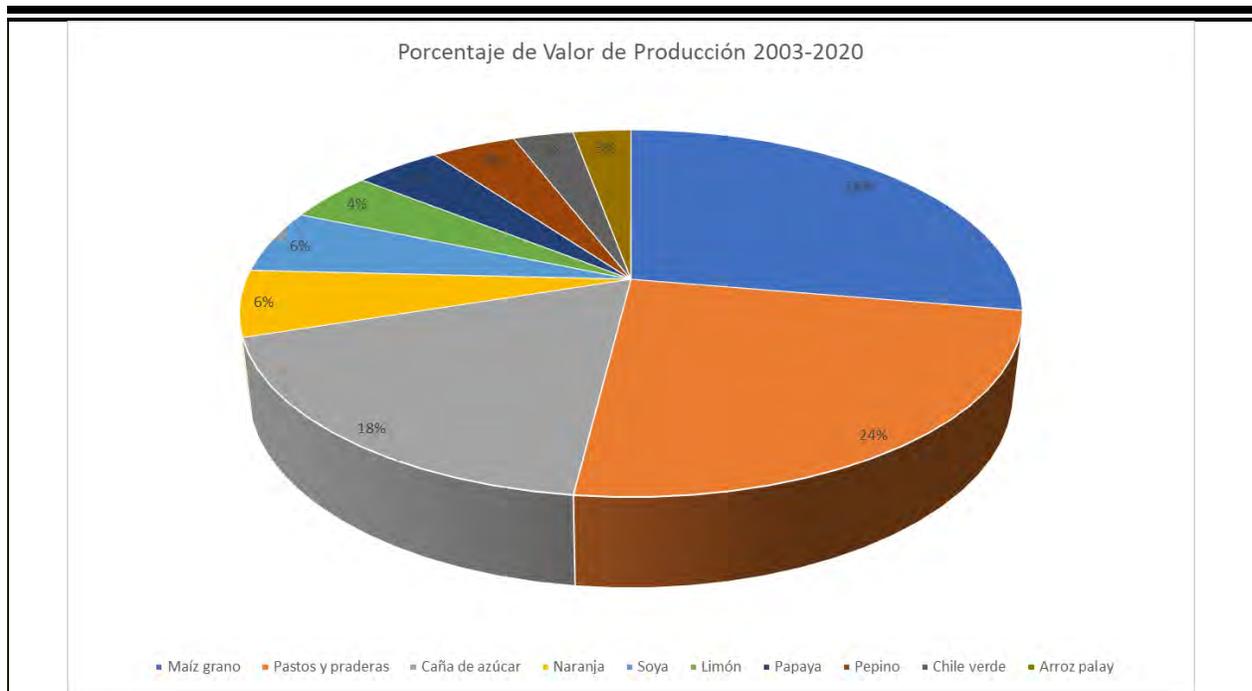


Figura 16. Porcentaje del valor de producción por cultivo en la Península de Yucatán (SIAP, 2003-2020).

Los datos recientes del SIAP indican que la superficie anual sembrada del 2015 al 2020 se dedica mayormente al maíz de grano, y esta se cultiva mayormente en Campeche, seguido por Yucatán y Quintana Roo (185,078 ha, 113,355 ha y 68,035 ha anuales respectivamente; *Figura 17*). El maíz es sembrado en todas las entidades municipales de la Península de Yucatán, con la excepción de dos (Seybaplaya, Campeche y Puerto Morelos, Quintana Roo). La caña se siembra en dos municipios en Campeche (Campeche y Champotón), 16,237 ha anuales, y dos municipios en Quintana Roo (Othón P. Blanco y Bacalar), 32,642 ha anuales. La soya se cultiva mayormente en Campeche en nueve municipios, 40,175 ha anuales, resaltando Hopelchén como el mayor productor de la península. En Yucatán, se siembran 9,716 ha anuales de soya en cuatro municipios, donde Tizimín destaca entre los mayores productores. En Quintana Roo se siembra soya en los cuatro municipios del sur y predomina en Bacalar. El sorgo ocupa un menor lugar con superficie sembrada, y se siembra mayormente en Campeche, 26,739 ha anuales, seguido por Yucatán, 4,100 ha anuales y Quintana Roo, 648 ha anuales. La *Figura 17* presenta la superficie anual sembrada de los cultivos anuales considerados por estado.

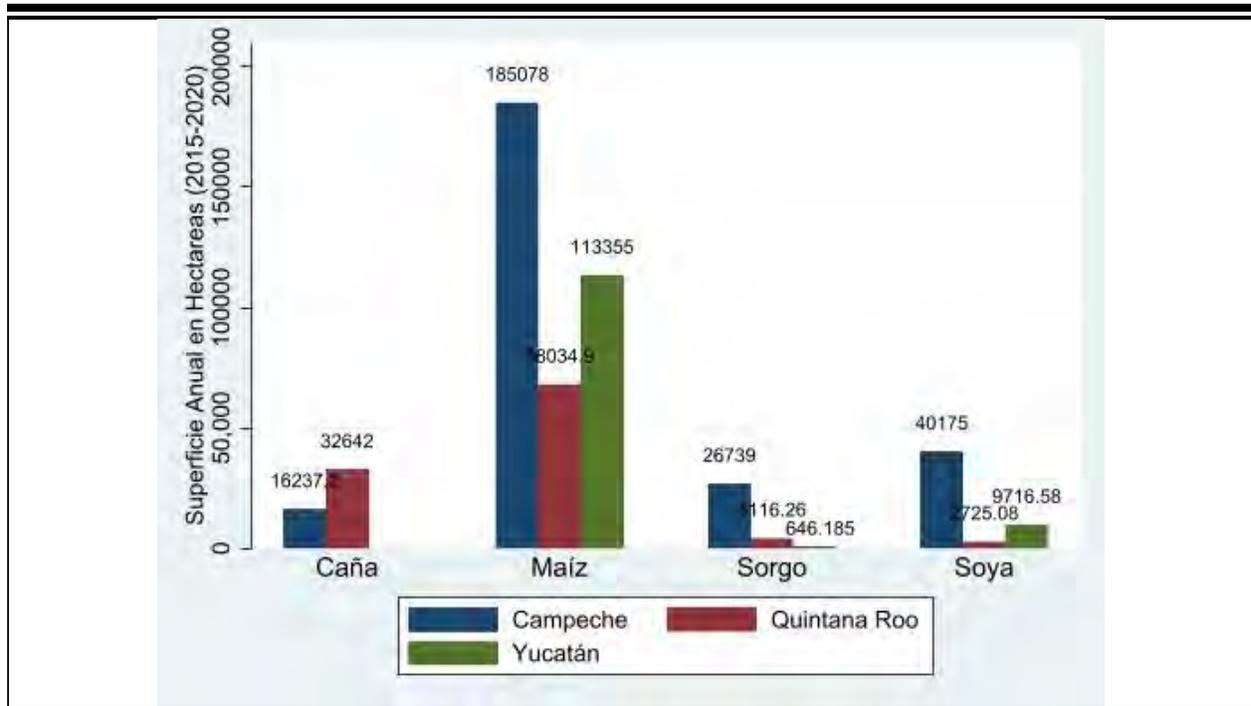


Figura 17. Promedio de superficie anual sembrada (ha) entre 2015 y 2020 por cultivo y estado en la Península de Yucatán.

El valor de la producción agrícola de los principales cultivos comerciales también es mayor en Campeche, específicamente de maíz, soya y sorgo (1,723 millones, 473 millones y 208 millones de pesos anuales respectivamente) con un total de 3,249 millones de pesos anuales (*Figura 18*). Sin embargo, Quintana Roo produce un mayor valor de caña de azúcar (991 millones de pesos anuales) comparado a Campeche, y el cultivo se ubica en segundo lugar en valor total productivo (1,266 millones de pesos) de la Península de Yucatán. Yucatán supera a Quintana Roo en la producción de maíz (474 millones de pesos anuales) y soya (126 millones de pesos anuales), pero en total su valor de producción agrícola de los cultivos comerciales considerados es la menor de los tres estados (604 millones de pesos anuales). Los precios de estos productos agrícolas del 2015 al 2020 no varían mucho por estado, siendo alrededor de \$700 pesos por tonelada de caña, \$4,500 pesos por tonelada de maíz, \$3,500 por tonelada de sorgo y \$6,000 pesos por tonelada de soya. La *Figura 19* detalla los precios promedios (2015-2020) de los principales cultivos comerciales.

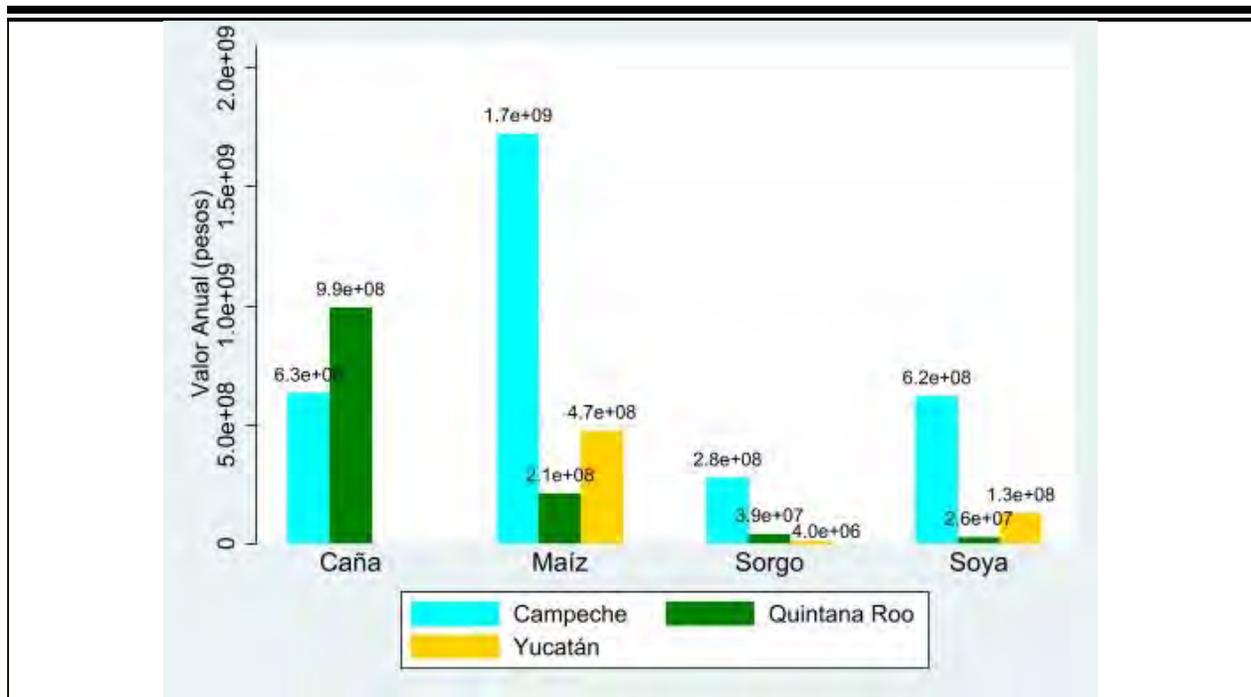


Figura 18. Valor anual promedio entre 2015 y 2020 por cultivo y estado en la Península de Yucatán.

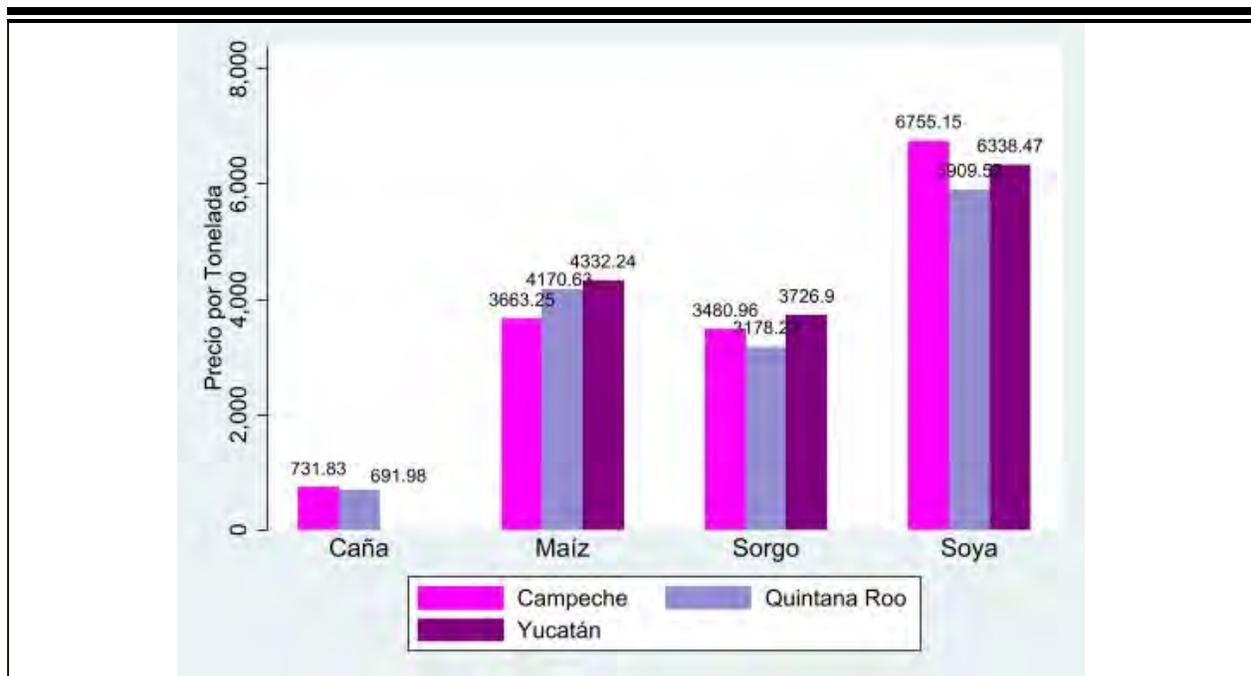


Figura 19. Precio promedio entre 2015 y 2020 por cultivo y estado en la Península de Yucatán.

Maíz en Grano

La tendencia general de la superficie sembrada de maíz en grano en la Península de Yucatán es que se va disminuyendo, de 180,000 a 100,000 ha anuales en los últimos 20 años, aunque en el caso de Campeche hay un incremento ligero de maíz cultivado, 185 mil ha anuales. No obstante, el volumen y valor de producción de maíz en grano en la Península de Yucatán va en aumento, de 40 a 60 mil toneladas anuales y de 500 a 2,500 millones de pesos anuales respectivamente. Sin embargo, esto se debe en gran parte por el incremento productivo notable en el estado de Campeche que domina el mercado comercial del cultivo en la Península de Yucatán. En el caso de Yucatán y Quintana Roo, la producción de maíz (entre 50 y 100 mil toneladas anuales) y su valor (entre 250 y 500 millones de pesos anuales) es mucho menor y estable comparado a Campeche. Adicionalmente, los rendimientos son mucho menores (0.5 a 1 tonelada por hectárea) en comparación a Campeche que ha incrementado su rendimiento de 1.5 hasta 3 toneladas por hectárea. Una probable razón por estos contrastes es que una mayor parte de la producción de maíz en Quintana Roo y Yucatán es para la subsistencia alimentaria. Por otro lado, el precio ha triplicado desde alrededor de \$2,000 pesos la tonelada a los \$6,000 pesos por tonelada entre 2003 y 2020. La *Figura 20* presenta las tendencias en la producción, valor, precio y rendimiento de maíz en grano en la Península de Yucatán (*Figura 21*).

Caña

La caña es de los principales cultivos agroindustriales de la Península de Yucatán. La producción y los mercados de caña han fluctuado anualmente en los últimos 20 años. En total, se observa un aumento en superficie sembrada cada año de alrededor de 3,000 hectáreas entre 2003 y 2014 y hasta arriba de 5,000 ha anuales actualmente. Los estados de Quintana Roo y Campeche tienen una superficie sembrada de 32 mil ha y 16 mil ha anuales respectivamente. El valor de la producción de caña ha mostrado altos y bajos, especialmente en Quintana Roo, pero en general ha aumentado (500 a 2,000 millones de peso anuales) en los últimos 20 años, y particularmente desde el 2014. El precio de la caña ha mostrado mayor inestabilidad con caídas grandes en los años 2007-2008 y 2013-2014; no obstante, ha aumentado de \$500 a cerca de \$2,000 pesos la tonelada en promedio para la región. De igual manera, los rendimientos de caña han variado considerablemente en las últimas dos décadas. En Campeche, se observa un aumento de 40 a 140 toneladas por hectárea, pero en Quintana Roo oscila entre 80 y 180 toneladas por hectárea. En el caso de Quintana Roo, se observa una baja precipitada en el rendimiento y valor de producción después del 2017 de la cual no se ha recuperado. La *Figura 22* presenta las tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de la caña de azúcar en la Península de Yucatán (*Figura 23*).

Soya

La soya ocupa un lugar importante entre los cultivos agroindustriales de la región y recientemente ha estado metido en polémica por su rápido avance e impactos en la deforestación de la Península de Yucatán (Echánove-Huacuja, 2020). Por otro lado, el cultivo ha sido protagonista en la lucha territorial de algunos poblados mayas en contra a la producción de soya transgénica que interfiere con su actividad apícola y medio ambiente (e.g. vegetación, suelos y agua) debido al alto insumo de agroquímicos que requiere, y la destrucción de las selvas que propicia (Reynoso-Martínez *et al.*, 2017). A pesar de su oposición por comunidades indígenas y ambientalistas, la superficie sembrada de soya ha aumentado de prácticamente decenas de hectáreas en 2003 hasta 50,000 hectáreas en 2020. El crecimiento en superficie y valor de producción es revelador aumentando de \$2 millones de pesos anuales en 2003 a cerca de \$900 millones anuales en 2020. En el caso de soya, Campeche abarca entre 80 y 90% de la producción y valor económico

en la Península de Yucatán, y en Yucatán también se ve una tendencia de crecimiento del cultivo. El precio de la soya se ha cuadruplicado en los últimos 20 años de \$3,000 a \$12,000 pesos la tonelada, obteniendo mayores precios en Quintana Roo de hasta \$20,000 pesos la tonelada. El rendimiento de la soya en la Península de Yucatán varía por año (entre 1 y 4 toneladas por hectárea), tendiendo a ser mayor en Campeche. En Quintana Roo se observa que la soya inicia desde el 2011 y aumenta considerablemente su rendimiento, coincidiendo con la llegada de poblados Menonitas al municipio de Bacalar y trayendo su actividad de cultivo de soya. La *Figura 24* presenta las tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de la soya en la Península de Yucatán (*Figura 25*).

Sorgo

Después de la soya, el sorgo tiene un lugar importante en la actividad agroindustrial de la Península de Yucatán. Su crecimiento en superficie sembrada ha sido intenso, iniciando con menos de 5,000 ha en 2003 y alcanzando 35,000 ha en 2020. Como en el caso de la soya, actualmente Campeche domina la producción y el mercado del cultivo en la región, abarcando más del 80%. El valor de su producción en la región también se incrementa de manera acelerada, y predominantemente en Campeche, desde los 6 millones de pesos al año en 2003 a los 350 millones anuales en el 2020. En Quintana Roo se observa una tendencia creciente en el cultivo y valor de producción del sorgo. El precio del sorgo aumenta considerablemente en los últimos dos décadas, y este aumento es mucho mayor en Campeche; se observa el incremento en precio de \$5,000 a \$30,000 pesos por tonelada. La superficie sembrada, valor de producción y precio es mucho menor del promedio en los estados de Quintana Roo y Yucatán. El rendimiento del sorgo ha sido muy variado en la Península de Yucatán en las últimas dos décadas, siendo menor y similar en Campeche y Quintana Roo, entre 1 y 4 toneladas por hectárea, comparado a Yucatán, que varía del 8 a 14 toneladas por hectárea. La *Figura 26* presenta las tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento del sorgo en la Península de Yucatán (*Figura 27*).

Ganadería Bovina

La deforestación por la actividad ganadera ha sido notable en la Península de Yucatán durante los últimos 20 años, como se describe en la mayoría de la literatura y reportes técnicos sobre el tema (Busch y Geoghegan, 2010; Ellis *et al.*, 2015b; Radel, 2010; Rueda, 2010; Warren, 2018). Curiosamente, el volumen total de producción bovina en la región y sus tres estados ha sido básicamente estable del 2006 al 2020. Campeche y Yucatán son similares, produciendo alrededor de 100,000 toneladas al año en ganado bovino, mientras que Quintana Roo produce unas 20,000 toneladas. El valor de producción ganadera de bovinos aumenta en los tres estados, de un total regional de cerca 3.5 mil millones de pesos en 2006 a cerca de 7 mil millones de pesos en 2020. Mientras que Campeche y Yucatán compartían valores similares en su valor de producción bovina entre 2006 y 2015, Yucatán ha aumentado y superado su valor de producción ganadera bovina en los últimos cinco años, destacando como el mayor productor de la Península de Yucatán. Por otro lado, el estado está mucho más desarrollado en cuanto a su integración vertical en el mercado de productos de carnes de la ganadería. Su producción de carne en canal (65,000 kg anuales) es 5 veces más de lo que se procesa en Quintana Roo y Campeche (8,000 kg anuales). El precio de carne en canal ha ido en aumento desde el 2006 hasta el presente (18 a 42 pesos/kg), y un mayor aumento y precio se observa en los estados de Yucatán y Quintana Roo, comparado a Campeche. La *Figura 28* presenta las tendencias en volumen y valor de la producción de ganadería bovina, y el peso y precio de la producción de carne en canal, precio de carne en canal en la Península de Yucatán (*Figura 29*).

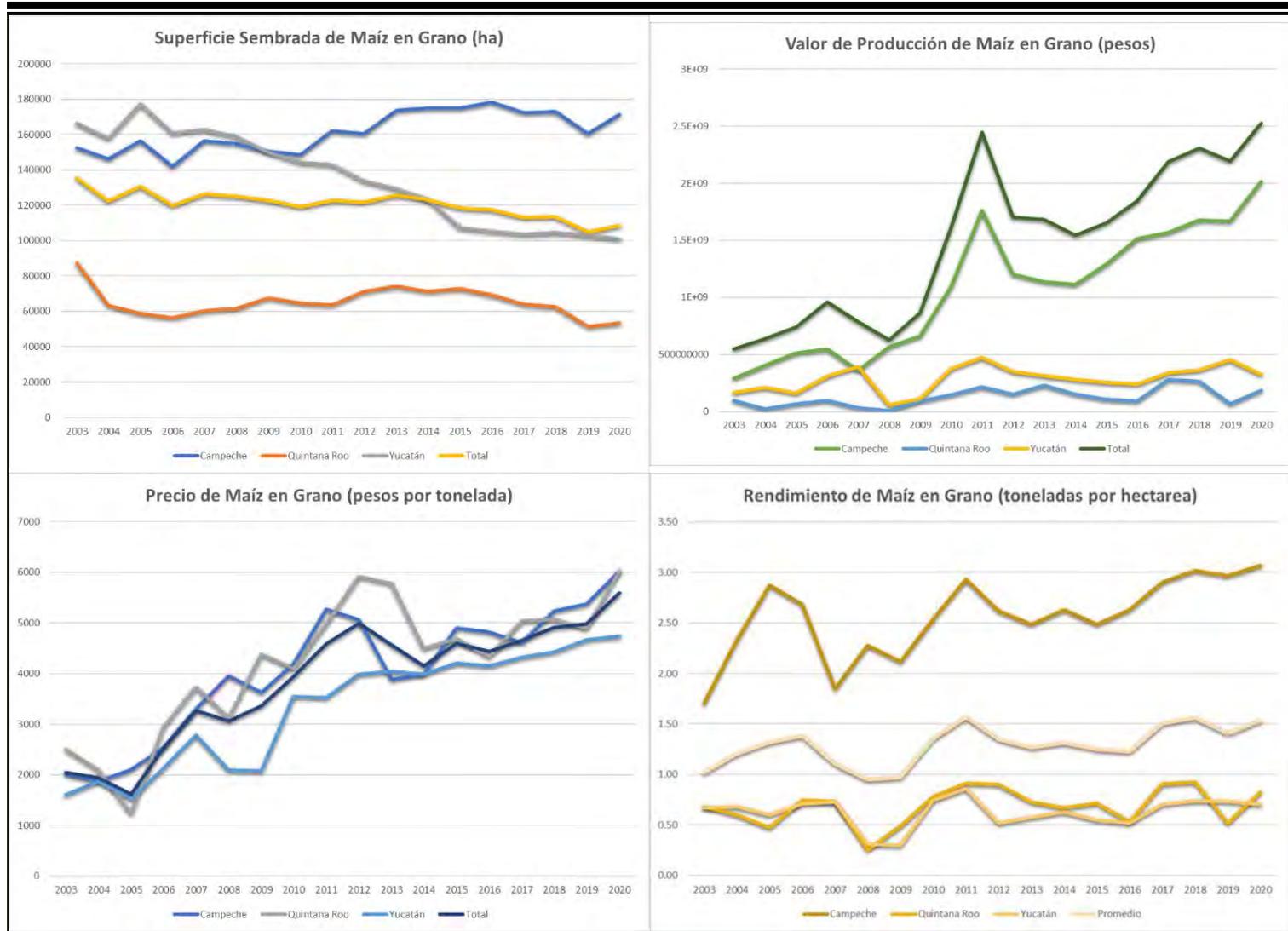


Figura 20. Tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de maíz en grano por estado en la Península de Yucatán.

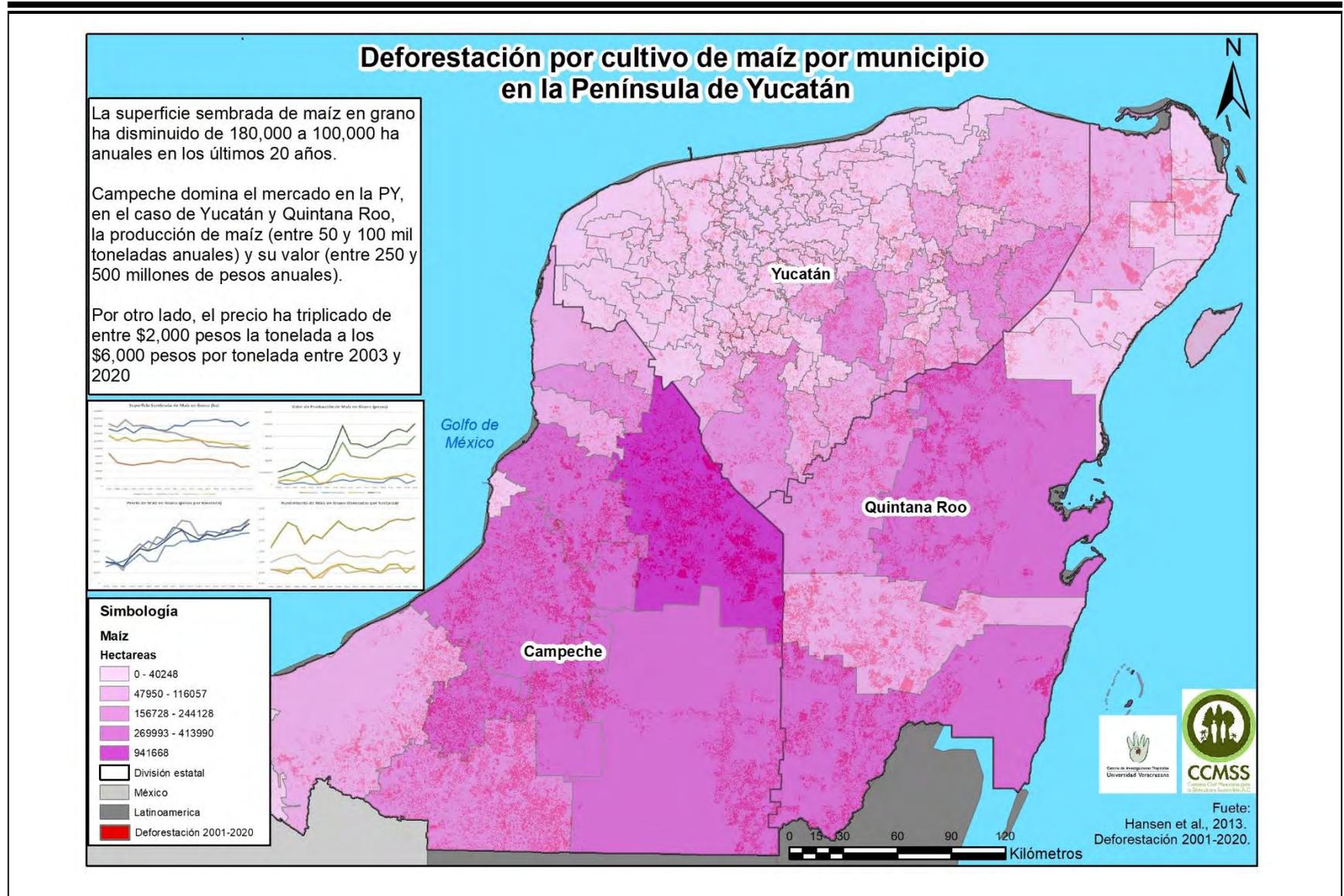


Figura 21. Deforestación por cultivo de maíz por municipio en la Península de Yucatán.

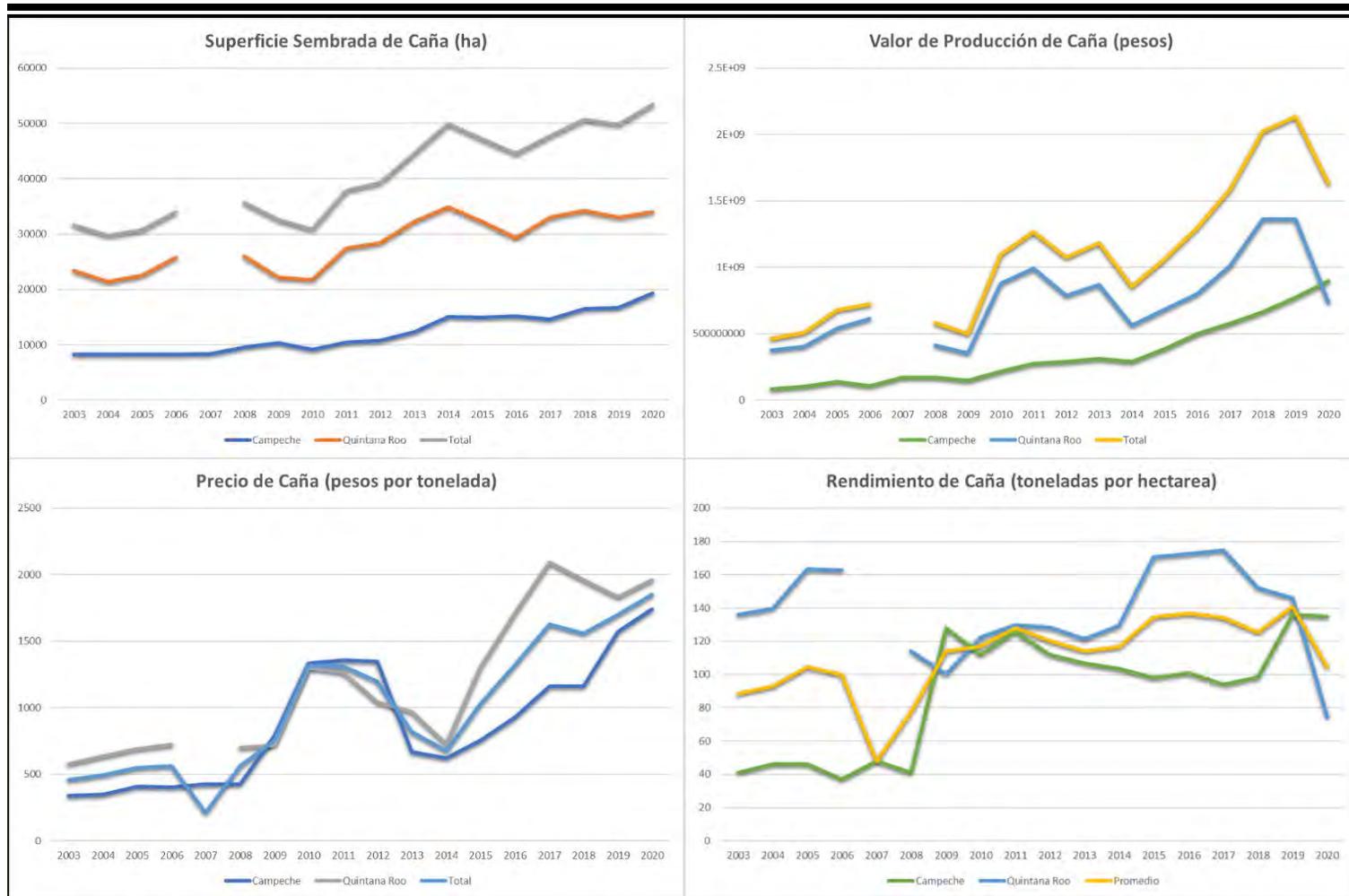


Figura 22. Tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de caña de azúcar por estado en la Península de Yucatán.

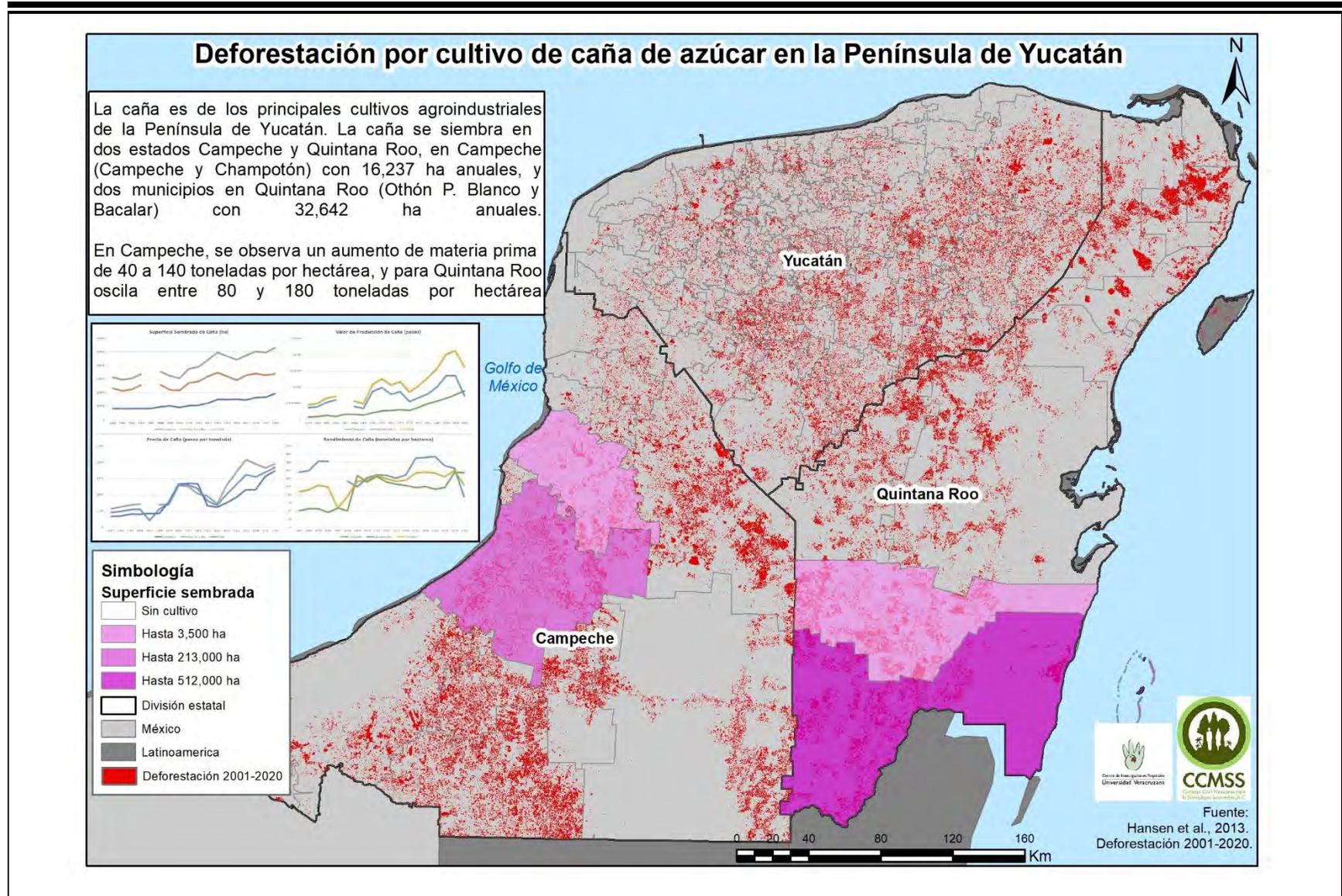


Figura 23. Deforestación por el cultivo de caña de azúcar en la Península de Yucatán.

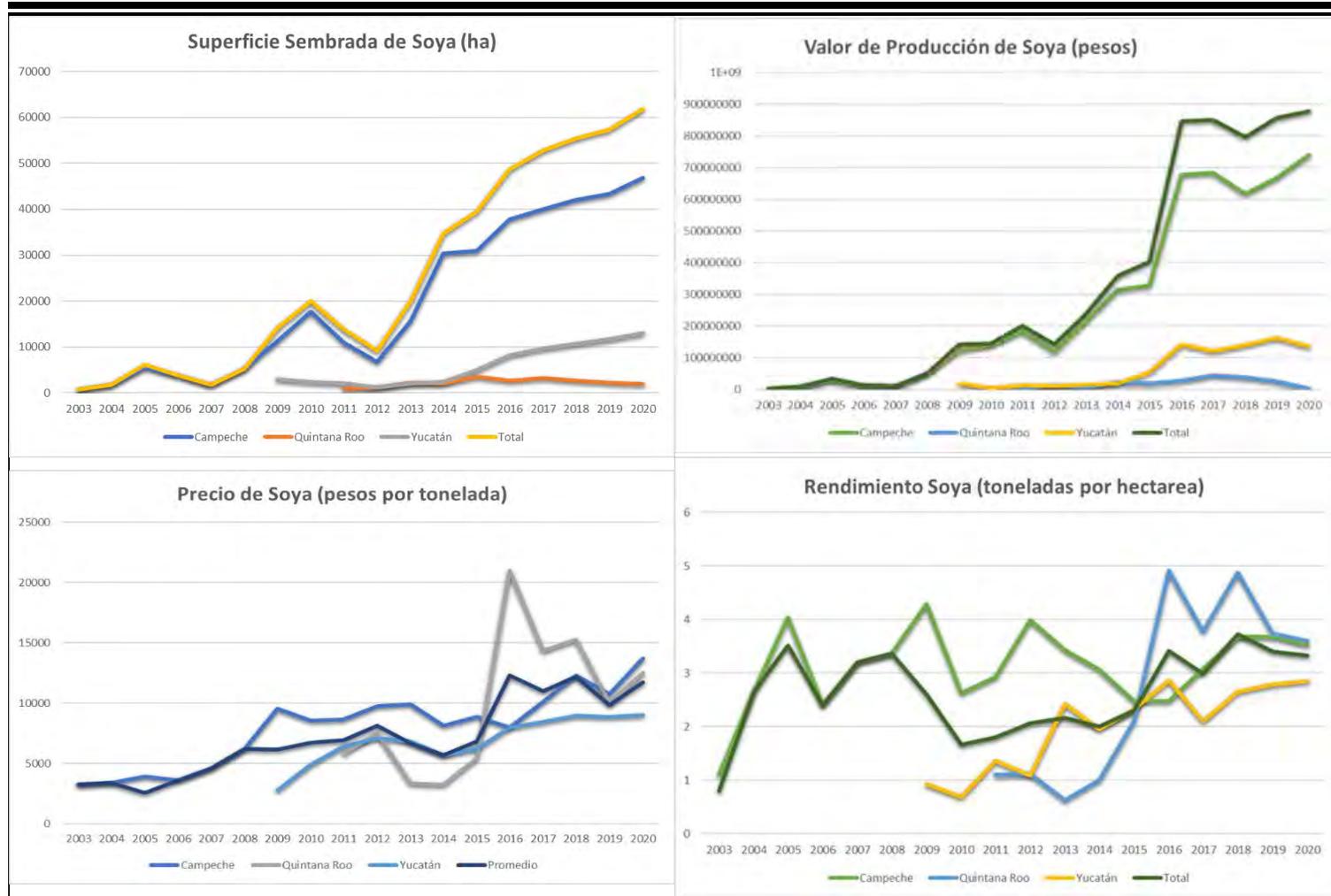


Figura 24. Tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de la soya por estado en la Península de Yucatán.

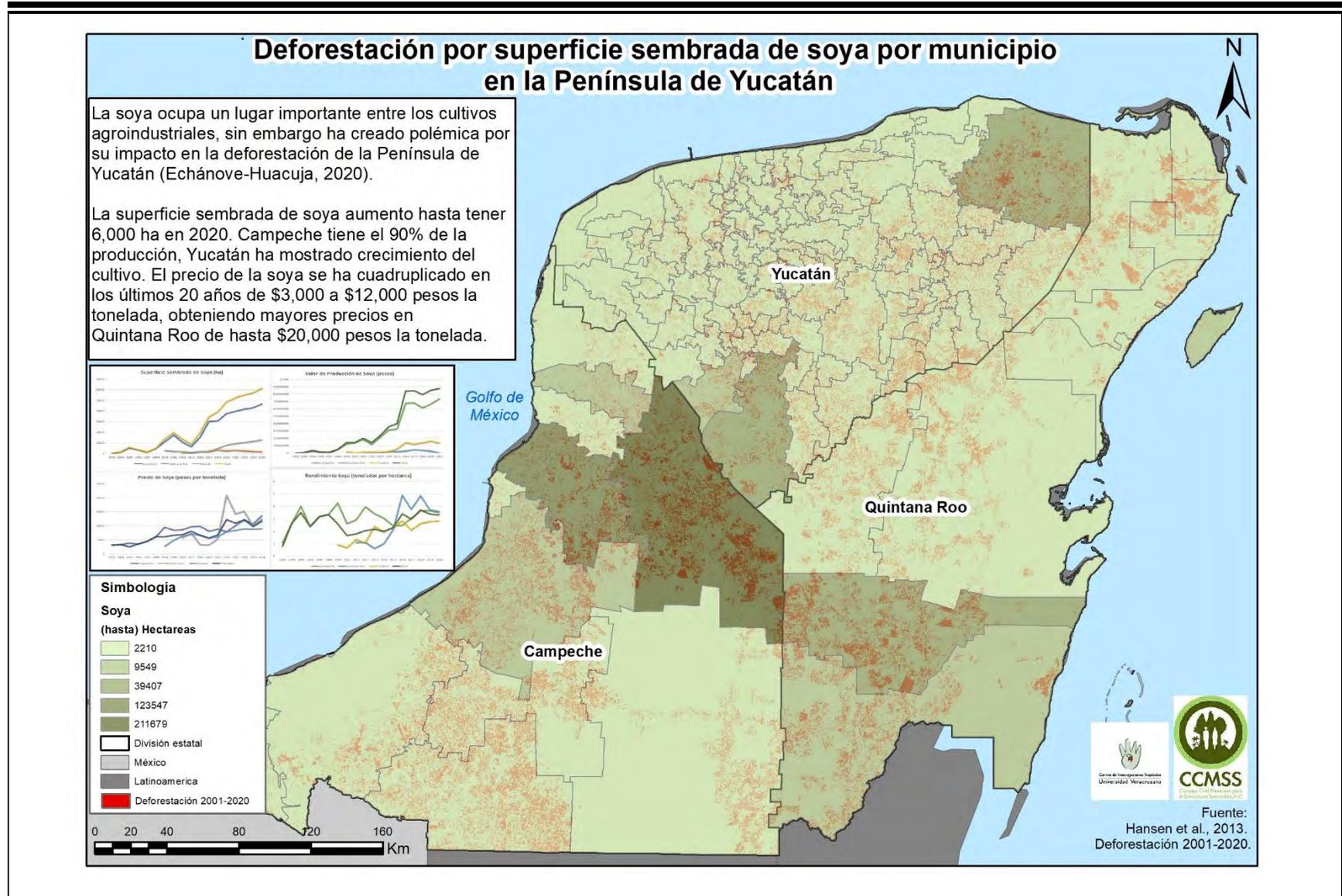


Figura 25. Deforestación por superficie sembrada de soya por municipio en la Península de Yucatán.

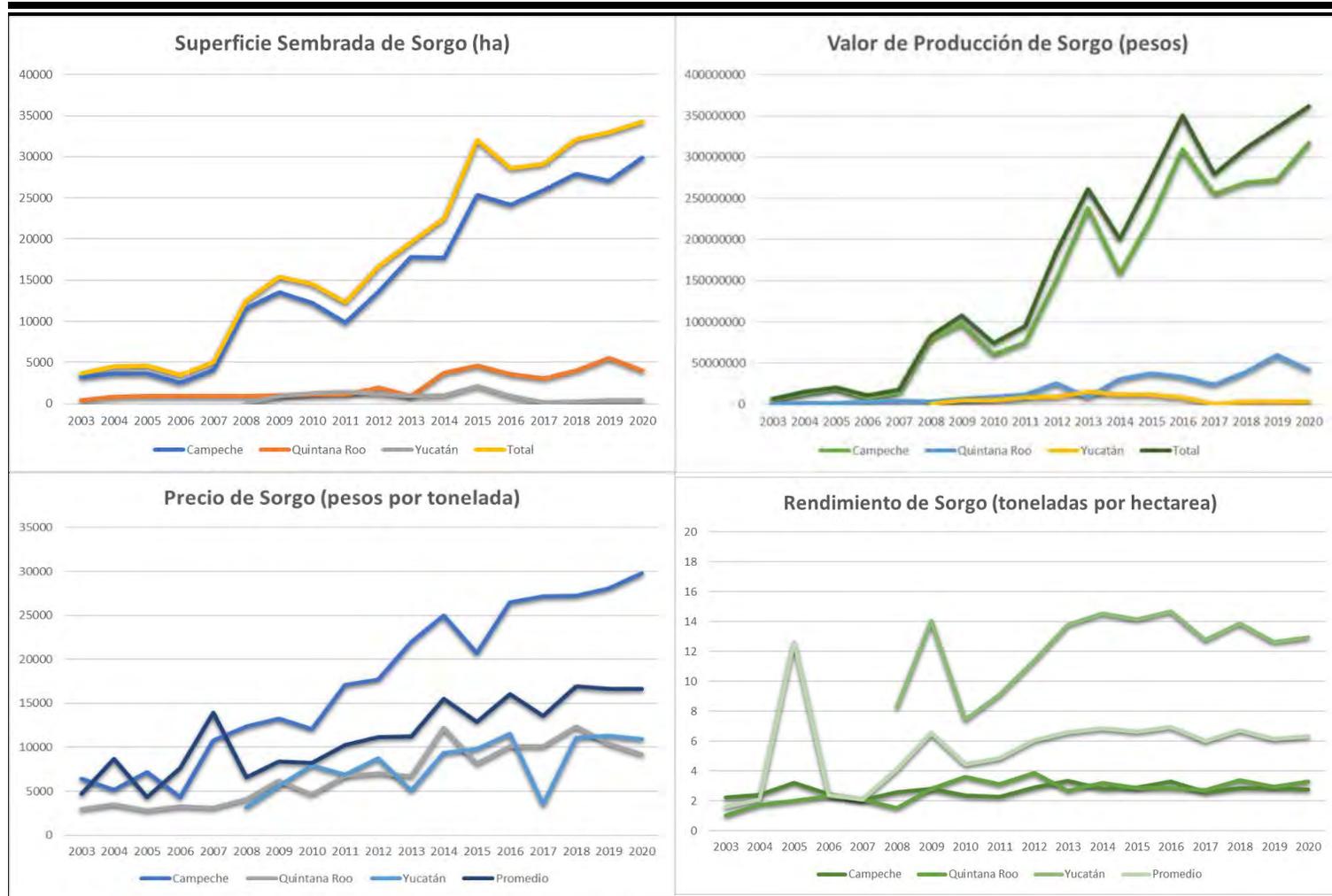


Figura 26. Tendencias en la superficie sembrada, valor de producción, precio y rendimiento de sorgo por estado en la Península de Yucatán.

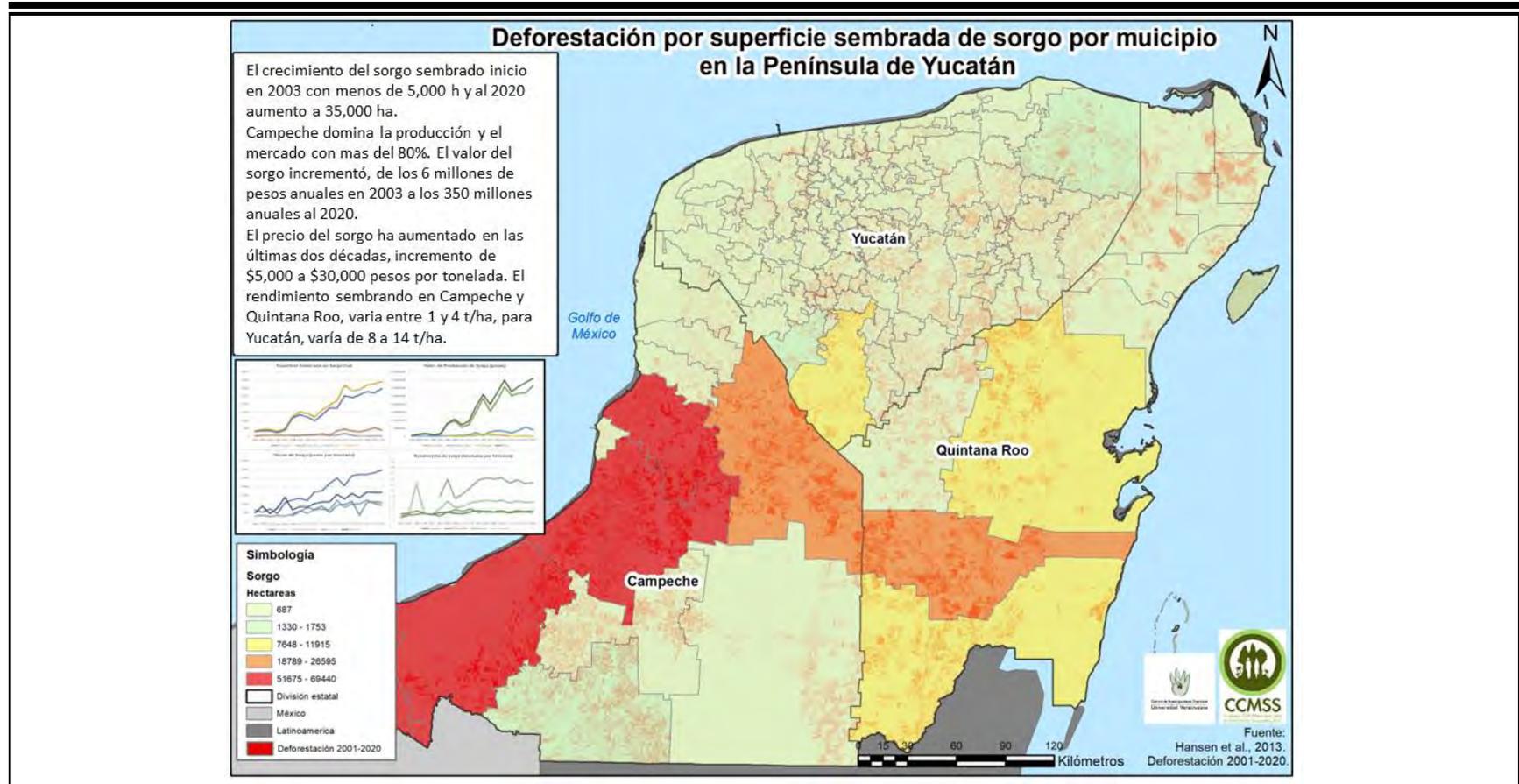


Figura 27. Deforestación por superficie sembrada de sorgo por municipio en la Península de Yucatán.

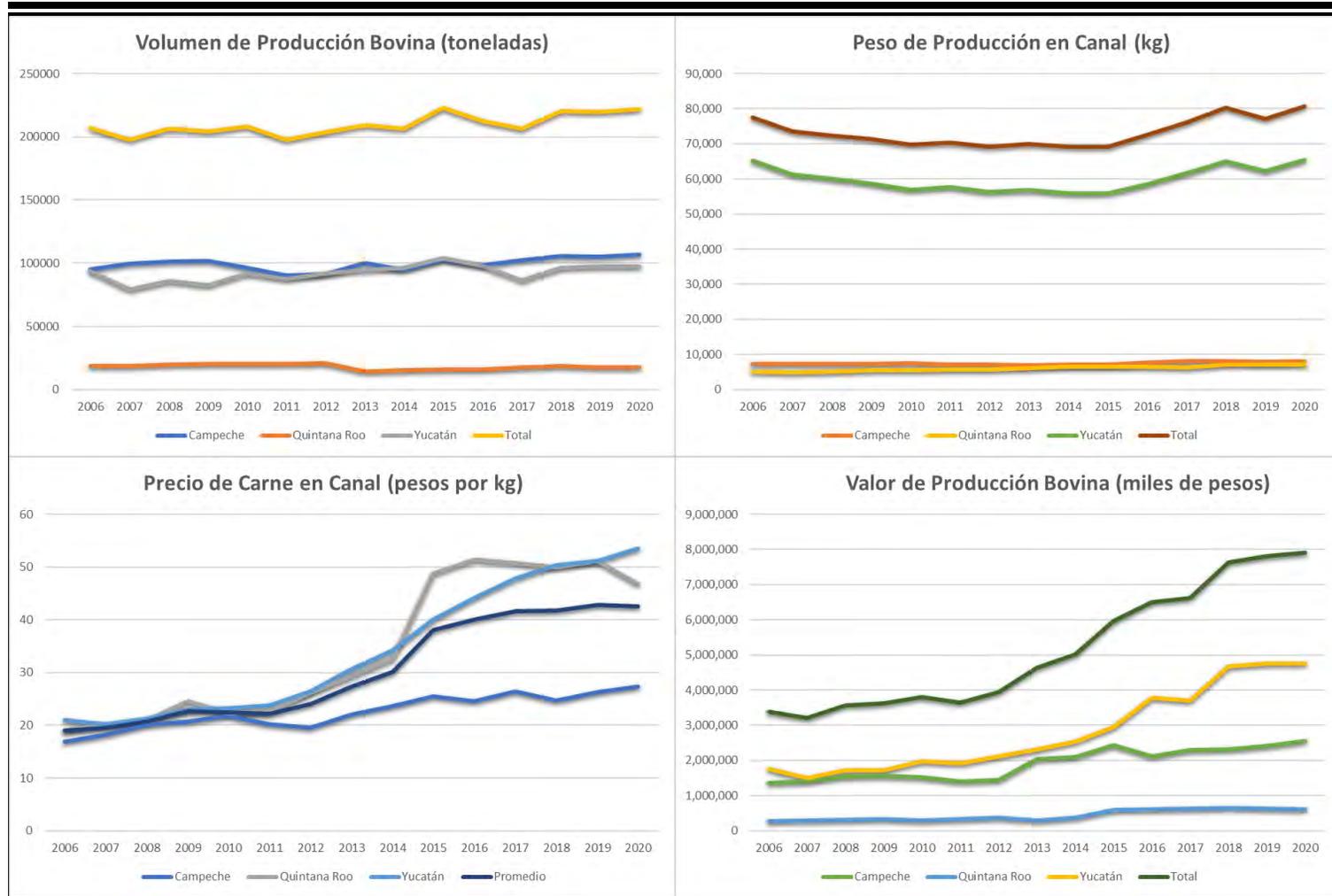


Figura 28. Tendencias en volumen y valor de la producción de ganadería bovina y peso y precio de carne en canal en la Península de Yucatán.

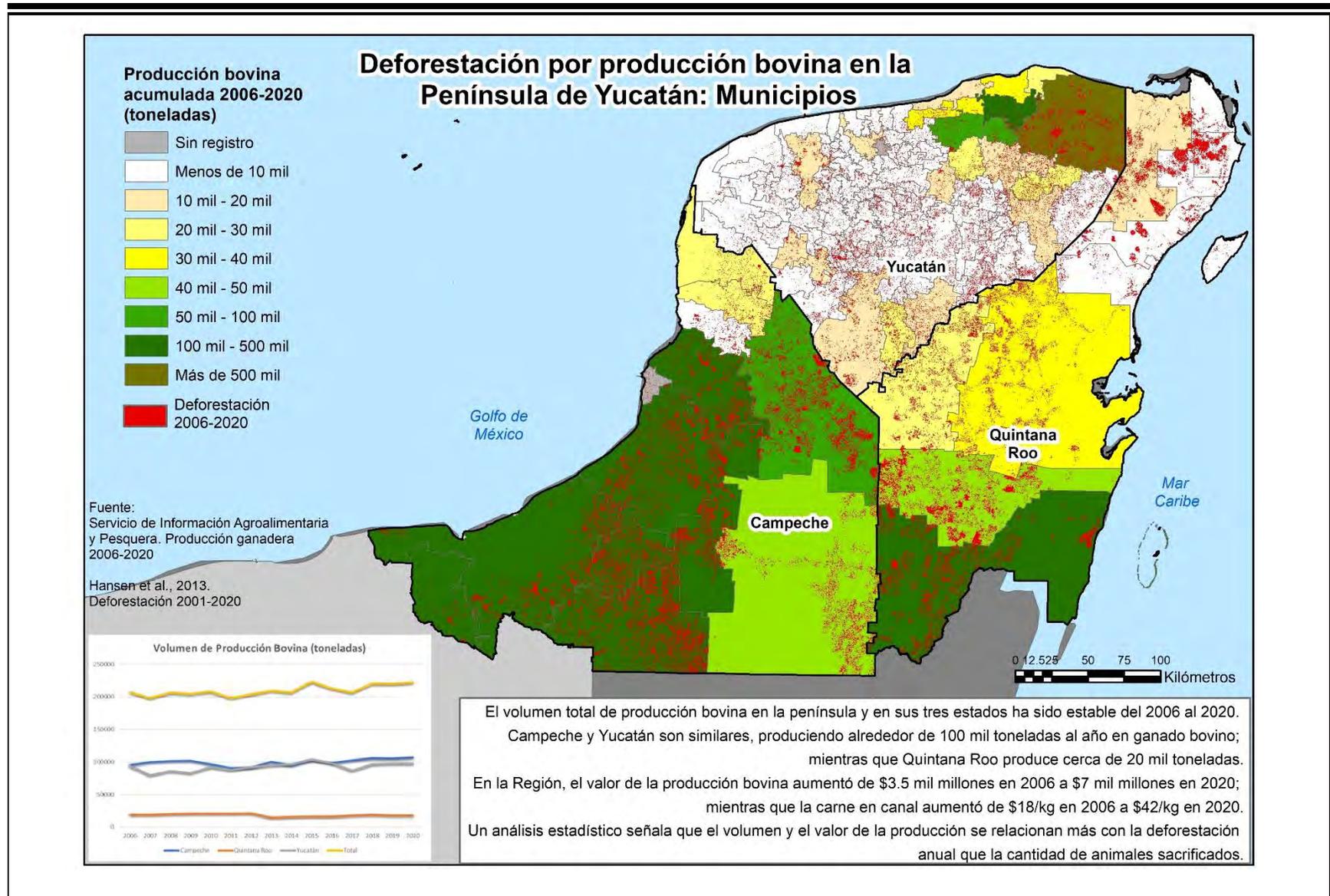


Figura 29. Deforestación por producción bovina en la Península de Yucatán.

RELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y PRECIOS AGROPECUARIOS CON LA DEFORESTACIÓN

MODELOS DE EFECTOS FIJOS Y ALEATORIOS CON DATOS DE PANEL

Los fenómenos sociales, como la deforestación por el cambio de uso de suelo, suelen ser muy complejos, impulsados por una interacción de múltiples factores, que pueden variar geográficamente y a través del tiempo. Esta complejidad con múltiples dimensiones espaciotemporales trae en sí muchos retos para identificar y evaluar los impulsores socioeconómicos de la deforestación, como son la producción y el mercado agropecuario. En cuanto a la aplicación de métodos estadísticos para evaluar los impulsores de la deforestación, esto se traduce en el reto y dificultad de controlar la varianza y covarianza que puede existir entre múltiples variables, a lo largo del tiempo y entre distintos casos o unidades observados. Los típicos modelos de regresión (e.g. OLS) que determinan las variaciones y relaciones de las variables en un solo tiempo (o periodo), pueden quedarse corto en no capturar los cambios temporales en general o las diferencias temporales entre los casos específicos observados en el modelo.

Consecuentemente, entre los métodos estadísticos más recomendados para evaluar fenómenos complejos sociales son las técnicas con datos de panel o estudios longitudinales, que comprenden de observaciones de casos individuales a través de una serie tiempo. En ese sentido, los datos de panel se caracterizan como una muestra de unidades o casos (e.g. pacientes, municipios o empresas) que cuentan con varias observaciones o datos correspondientes a distintos tiempos (e.g. años, días, segundos). Con la aplicación de modelos de regresión de efectos fijos y aleatorios usando datos de panel (y mejores computadoras), hoy en día investigadores pueden evaluar variables relacionados con fenómenos sociales complejos, integrando las distinciones entre los casos y a lo largo del tiempo, y ofreciendo análisis más robustos.

El uso de las técnicas de datos de panel, particularmente los modelos de efectos fijos y aleatorios, trae varias ventajas sobre los modelos de regresión tradicionales. Los modelos de efectos fijos capturan los efectos de las características individuales de cada caso, que en muchas ocasiones son correlacionados con los variables explicativas y de respuesta. Por ejemplo, hay muchas cualidades de un municipio que se pueden relacionar con la pérdida de cobertura forestal, como la superficie sembrada de soya o el precio de ganado, y algunas que no se consideran o se desconocen en un modelo de deforestación. La técnica del modelo de efectos fijos con datos de panel permite controlar las variaciones individuales, y eliminar la incertidumbre y error introducido por otras variables que caracterizan los casos (efectos específicos individuales), así concentrándose en evaluar el efecto de las variables de interés (e.g. precio o producción) que cambian temporalmente. De tal manera, se utiliza el modelo de efectos fijos cuando se está interesado en analizar el impacto de las variables que varían con el tiempo y como estos causan los cambios en los casos observados. Por consecuencia, los modelos de efecto fijo omiten las variables de las características individuales que son invariantes en el tiempo, eliminando algún sesgo que puedan introducir al modelo.

Los modelos de efectos aleatorios permiten evaluar las características de los casos individuales que impactan la variable de respuesta en la población en general y en el periodo de tiempo total considerado. Estos modelos son útiles cuando no hay relaciones o variaciones fuertes entre el tiempo o se quiere conocer que factores influyen en el fenómeno en promedio (por ejemplo, deforestación en los municipios) durante el periodo de interés. Si hay motivos para creer que las diferencias entre los municipios tienen alguna influencia la pérdida de la cobertura arbórea, entonces el modelo de efectos aleatorios es ideal para evaluar estos impulsores. En ese sentido, la ventaja del modelo de efectos aleatorios es que puede incluir variables invariantes en el tiempo (por ejemplo, superficie del municipio), algo que se elimina en el modelo de efecto fijo. Para evaluar cuál es el modelo idóneo, fijo, aleatoria o los dos, se realiza la prueba

Hausman que determina si la varianza entre la muestra se representa de manera aleatoria o al azar entre los casos. En otras palabras, indica si las características variantes o invariantes en el tiempo son más importantes en explicar la variable de respuesta o deforestación en este caso.

La utilidad y las ventajas de las técnicas estadísticas de modelos de efectos fijos y aleatorios con datos de panel, sobre todo para las investigaciones sociales y económicas, ha sido demostrada y explicada por varios autores (Gil-García y Puron, Cid, 2014; Hsiao, 2007; Gujarati, 2003; Baltagi, 2008). Se identifican varias ventajas de estos modelos desarrollados con datos de panel sobre métodos tradicionales de regresión como OLS que consideran un solo tiempo de referencia: 1) los modelos con datos de panel toman en cuenta el tiempo y los casos simultáneamente, mientras que otros modelos tienen la limitación de solo expresar estas heterogeneidades entre unidades o en el tiempo; 2) los modelos de efectos fijos y aleatorios proporcionan más información, más variación, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad, y más eficiencia al combinar series de tiempo y con las observaciones de cada caso; 3) los modelos con datos de panel expresan mejor la dinámica del cambio de un fenómeno social; 4) los modelos con datos de panel detectan y miden mejor la mezcla y los efectos puros de las variables en todos los casos y en el tiempo; 5) los modelos con datos de panel proporcionan mejores representaciones de problemas sociales complejos; y 6) los modelos con datos de panel minimizan el sesgo de agregar casos en categorías más amplias.

Para el análisis estadístico de la relación entre la producción y mercado agropecuario en la deforestación municipal de la Península de Yucatán, se desarrollaron una serie de tablas en formato de panel integrando los siguientes bases de datos: 1) producción agropecuaria anual de SIAP para los años 2003 al 2020 (SIAP, 2021); 2) pérdida de cobertura forestal anual entre 2003 y 2020 en cada municipio (129 en total) de Global Forest Change (Hansen *et al.*, 2013); y 3) características socioeconómicas de los municipios del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021). Debido a que los datos agropecuarios en México solo son accesibles por municipio, se limitó el análisis estadístico a escala municipal; cada municipio representa una unidad (i) con observaciones anuales entre 2003 y 2020 (t). Para evaluar los efectos de la producción agropecuaria, se concentraron los análisis estadísticos en los cultivos económicos principales de maíz en grano, caña de azúcar, soya y sorgo, y la producción bovina en la Península de Yucatán. En el caso del análisis de producción bovina los años disponibles se limitaron entre 2006 y 2020. La variable dependiente o de respuesta es la superficie anual deforestada en hectáreas. Las variables explicativas evaluadas y variantes en el tiempo incluyen la superficie sembrada (ha), el volumen de producción (toneladas), el rendimiento (toneladas por hectárea), el valor de la producción (pesos) y el precio (pesos por tonelada) de los cuatro cultivos analizados, y adicionalmente el volumen de producción bovina (toneladas), peso de carne en canal (kg), valor de producción (pesos), precio de carne en canal (kg) y número de animales sacrificados. Se integraron covariables fijos o invariantes en el tiempo para controlar características socioeconómicas importantes de los municipios que pueden estar correlacionados con la deforestación, por ejemplo: superficie del municipio (ha), población total, población nacida en otra entidad (migración), población con lengua indígena, índice de grado escolar, y población económicamente activa (PEA) del censo 2020. Aunque estos covariables socioeconómicos pueden variar en el tiempo (e.g. hay censos del 2000, 2010 y 2020), el análisis se concentra en evaluar la relación de los cambios temporales o las variables variantes de producción y mercados agropecuarios con la deforestación. Adicionalmente, se evalúan variables socioeconómicas que se aplican de manera invariante en el tiempo con el propósito de distinguir entre los municipios y determinar el papel de las características municipales individuales en los procesos de deforestación.

Para guiar el análisis estadístico sobre las relaciones entre la producción y mercados agropecuarios (y otros impulsores) en la deforestación de los municipios de la Península de Yucatán, hacemos las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la relación entre la superficie sembrada, el valor productivo, el precio, y los rendimientos de los principales cultivos económicos y la ganadería en la deforestación municipal a través del tiempo?
- ¿Qué características municipales se relacionan con la deforestación general de la Península de Yucatán?
- ¿Qué diferencias hay entre los cultivos y ganadería en su relación con la deforestación en la Península de Yucatán?

RESULTADOS DE LOS MODELOS CON DATOS DE PANEL

Maíz en Grano

La muestra de observaciones por municipio y año de la producción y economía de maíz en grano sumaron a 2,244 en un total de 127 municipios (*i*) y para un periodo de 18 años (*t*). Se asume que el modelo de efecto fijo será el ideal ya que se espera un alto contraste entre los 127 municipios (98% del total en la Península de Yucatán) con respecto a su población, superficie, nivel de desarrollo y otras características no previstas que puedan estar correlacionados con la deforestación. El modelo fijo nos permite controlar o fijar las diferencias entre municipios para determinar la relación entre superficie sembrada, producción, rendimiento, precio y valor del maíz temporal en la deforestación a través del tiempo. La prueba Hausman confirma la idoneidad del Modelo de Efectos Fijos ($\text{Chi}^2 = 224.21$, $p < 0.0001$) afirmando que no se observan efectos aleatorios entre los municipios y que la prueba de efecto aleatorio es inconsistente y no recomendable para interpretar el efecto y significancia de las variables en el tiempo. Los resultados del Modelo de Efecto Fijo muestran que el valor total del cultivo es la mejor variable explicativa de la deforestación y que el rendimiento, el volumen o superficie sembrada no se asocian con valores altos de deforestación en los municipios durante el periodo de análisis (2003-2020).

Aunque el Modelo de Efecto Aleatorio no es óptimo para determinar el impacto de la producción, valor y precios del maíz en la deforestación a través del tiempo, permite señalar las características de los municipios que se asocian con una mayor superficie deforestada; entre ellas destacan los covariables invariantes en el tiempo que fueron incluidos en el modelo, por ejemplo, mayor superficie del municipio, mayor población total, mayor población nacida en otras entidades, menor población económicamente activa y grado escolar se relacionan con mayor deforestación.

Caña

La muestra de datos de panel para la caña de azúcar es mucho más reducida comparado al maíz, sumando a 46 observaciones. Esto se debe en que solo hay cuatro casos o municipios (dos en Campeche y dos en Quintana Roo) en el modelo representando la producción de caña en la región. El número de años integrado a los modelos sigue idéntico, analizando las tendencias en la producción de caña y su relación en la deforestación en los últimos 18 años (2003 al 2020). Debido a la muestra mucho más pequeña de municipios, así como una mayor similitud entre sus características (e.g. superficie, población, etc.), no es sorprendente que el Modelo de Efecto Aleatorio fuera válido, y así también el Modelo de Efecto fijo, para la interpretación de sus resultados. La prueba Huasman valida la consistencia y utilidad del Modelo de Efecto Aleatorio ($\text{Chi}^2 = 1.89$, $p < \text{Chi}^2 = 0.59$), y, por ende, también en el Modelo de Efecto Fijo. Las variables más significativas que se relacionan con la deforestación anual es el mayor precio de la caña y un menor

rendimiento. Se demuestra que los picos en precios altos entre 2009 al 2012 y 2017 al 2020 se asocian con una mayor deforestación en los cuatro municipios observados, aunque estos periodos también coinciden con bajos rendimientos. Esto demuestra una pobre eficiencia en la producción de caña en la región en respuesta a los mercados del azúcar. Un mejor precio y valor de la caña estimula un aumento la superficie deforestada y sembrada, aunque también resulte en peores rendimientos por algunos productores.

Soya

La soya ocupa el tercer lugar entre los cultivos anuales para fines agroindustriales considerando los datos de superficie sembrada y volumen producido en la Península de Yucatán. Se extrajeron del SIAP un total de 141 observaciones sobre cultivo de soya en un total de 17 municipios en la región (cuatro en Quintana Roo, cuatro en Yucatán y nueve en Campeche). Como en el caso anterior del análisis de la caña de azúcar, el número limitado de municipios reduce los efectos de sus características específicas, así como su variabilidad. Sin embargo, la prueba Hausman sale significativo al nivel de $P < 0.1$ (90%) indicando que, aunque los efectos al azar no se ven con una presencia fuerte, tampoco son muy significativos, los dos modelos, fijo y aleatoria, se pueden usar para la interpretación de las relaciones entre la producción y mercado de soya y la deforestación en los 17 municipios. El Modelo de Efecto Fijo es significativo y señala una relación positiva entre la superficie sembrada y el valor de la producción de soya con la deforestación anual en los 17 municipios. Como en otros casos, se encuentra una relación negativa entre el volumen producido y la deforestación anual. Por otro lado, el Modelo de Efectos Aleatorios nos indica las características importantes de estos municipios que también se asocian con la deforestación durante el periodo en general, por ejemplo, una mayor superficie del municipio y un menor población indígena y grado escolar se asociaron con mayor deforestación en los municipios con producción de soya.

Sorgo

La muestra de observaciones anuales de los municipios cultivando sorgo suman a 207 dentro de 21 municipios (cuatro en Quintana Roo, nueve en Campeche y ocho en Yucatán). Como el caso del cultivo de caña, la prueba Huasman indica la consistencia y utilidad del Modelo de Efecto Aleatorio ($\text{Chi}^2 = 5.58$, $p < \text{Chi}^2 = 0.32$) sobre el modelo fijo, aunque los dos son muy similares y válidos para su interpretación. Los modelos señalan que las variables más significativas sobre el sorgo que se relacionan con la deforestación anual es un menor volumen producido, pero un mayor valor de la producción en los 21 municipios. Adicionalmente el Modelo de Efecto aleatorio muestra que una mayor superficie municipal y menor grado escolar se asocian con la deforestación general de los municipios.

Ganadería Bovina

La muestra municipal de producción de ganadería bovina entre los años 2006 y 2020 suma a 1,883 observaciones en 127 municipios de los 129 municipios en la Península de Yucatán. El periodo analizado es de los 15 años entre el 2006 y 2020. El análisis estadístico mediante los datos de panel revela que el volumen y valor del ganado producido, antes de su procesamiento en canal, se asocia con una mayor deforestación en los municipios. La prueba Hausman confirma la utilidad y validez del Modelo de Efecto Fijo, debido a la gran variación entre los municipios y las debilidades que implica interpretar el Modelo de Efecto Aleatorio. El modelo de efectos fijos indica que las variables significativas que se relacionan con la deforestación anual es un mayor volumen y valor de producción. Sin embargo, una menor cantidad de animales sacrificados para procesamiento o un menor grado de integración vertical de la producción ganadera se asocia con mayor deforestación. Implicando que el valor agregado de la producción bovina no aumenta la deforestación. El Modelo de Efecto Aleatorio no fue adecuado en el análisis de los datos de

producción bovina, pero sí indica la relación entre tamaño de municipio en la superficie general deforestada.

PAPEL DEL SECTOR TURISMO EN LA DEFORESTACIÓN

El turismo en la Península de Yucatán aumentó desde la década de 1970 con el Plan Maestro de Cancún en 1972 para impulsar el turismo internacional. Posteriormente en las décadas de 1980 y 1990 se consolidó el turismo con el desarrollo de la Riviera Maya bajo la implementación del Programa Mundo Maya en la que se involucró la conservación de las áreas naturales con el esquema de Desarrollo Sostenible. En las últimas dos décadas de 2000 y 2010 la política pública del turismo se enfocó en el desarrollo del turismo alternativo a sol y playa, como el ecoturismo, turismo arqueológico, turismo cultural, entre otros. En la presente administración 2019-2024, se incorporó el programa Tren Maya, el cual consiste en la conexión de los principales centros poblacionales y turísticos en la Península de Yucatán mediante la construcción y rehabilitación de vías férreas.

Estas políticas públicas han determinado la expansión turística, desencadenando el cambio de uso de suelo y la deforestación; no solo en el ámbito turístico, sino en aspecto de infraestructura carretera, generación de energía, producción de alimentos y urbanístico debido a la sinergia que poseen estas políticas y programas en con otros sectores que afectan la conservación de los recursos forestales. Es necesario implementar estudios de capacidad de carga de los espacios y recursos naturales para la instalación de servicios turísticos, así como de demanda de dichos servicios y afectaciones al medio ambiente.

En este apartado presentamos un análisis geográfico sobre la deforestación entre 2001 y 2020 asociada o cercana a la actividad turística en la Península de Yucatán: hoteles e infraestructura turística (e.g. parques recreativos, resorts de playa y campos de golf). Sin embargo, hay que reconocer que la superficie deforestada en la década de 1980 y 1990 pudo ser mayor y también relacionado con el sector turismo. En el caso de este análisis, los datos de INEGI (DENUE) y otros marcan que la mayoría de los hoteles puntuales ya estaban registrados desde el 2010. Por otro lado, en los hoteles y otra infraestructura turística registradas por el DENUE y SECTUR se deforestó más a su alrededor entre 2001 y 2010.

Así mismo, debe tenerse a consideración que todos aquellos elementos turísticos que no se integraron por no estar dados de alta en los registros de SECTUR o el DENUE, sea por omisión o por clausura de la obra por daños ambientales (e.g. Tajamar en Cancún o la reciente deforestación en Xcabel-Xcabelito en Chemuyil), de ser analizados podrían generar nuevas cifras que reflejen un indicador del nivel de fiscalización ante los cambios de uso de suelo no autorizados o que infrinjan la normatividad aplicable.

ANÁLISIS GEOGRÁFICO DEL IMPACTO DE DEFORESTACIÓN

Para el análisis del aumento de la infraestructura y deforestación relacionada con el desarrollo hotelero se utilizaron datos geográficos de Hoteles en la Península de Yucatán (provenientes del DENUE de INEGI; 2019) y de Hoteles en México (provenientes de registros de SECTUR; 2019). El primero contiene información sobre el nombre del establecimiento, número de personal y fecha de alta del hotel, yendo del 2010 a 2020; mientras que el segundo solo posee el nombre del establecimiento y categoría del hotel (número de estrellas). Se implementaron tres áreas de influencia (100 m, 250 m y 500 m) sobre cada hotel, las cuales se combinaron con el área deforestada registrada por los datos de Global Forest Change (2001-2020; Hansen 2013). Finalmente se compararon las cifras obtenidas entre ambos casos. Para el caso de

los datos provenientes del DENUE, se calculó el área deforestada promedio a 100 y 500 m de los hoteles de forma individual en los municipios de Campeche, Cozumel, Benito Juárez, Tulum, Solidaridad y Mérida.

En el caso de la infraestructura turística como parques de diversión, campos de golf y resorts de playa todo incluido, se utilizaron los datos sobre el desarrollo turístico del acervo de GeoComunes (2019). Este archivo contiene información poligonal de la expansión turística con fecha de corte en 1985, 1990, 2000, 2010, 2018 y 2020. Estos fueron combinados con la superficie deforestada por Hansen, calculando el área acumulada en cada año. Este mismo análisis se hace para los polígonos asociados con campo de golf.

Desarrollo Hotelero

Respecto al número de “Principales Hoteles de México” en la Península de Yucatán se enumeran 1,366 hoteles (57 en Campeche, 1,126 en Quintana Roo y 183 en Yucatán). No obstante, el dato de “Hoteles en la Península de Yucatán” posee la fecha de alta de los 1,515 hoteles (304 en Campeche, 810 en Quintana Roo y 401 en Yucatán); con base en esto puede observarse la cantidad de hoteles registrados desde el año 2010 en el Directorio de Estadísticos Nacional de Unidades Económicas del INEGI (Figura 30). De los 1,515 hoteles registrados, en el año 2010 ya se encontraban 1,043, por lo que el alta en años posteriores corresponde a 466 hoteles y seis sin fecha registrada.

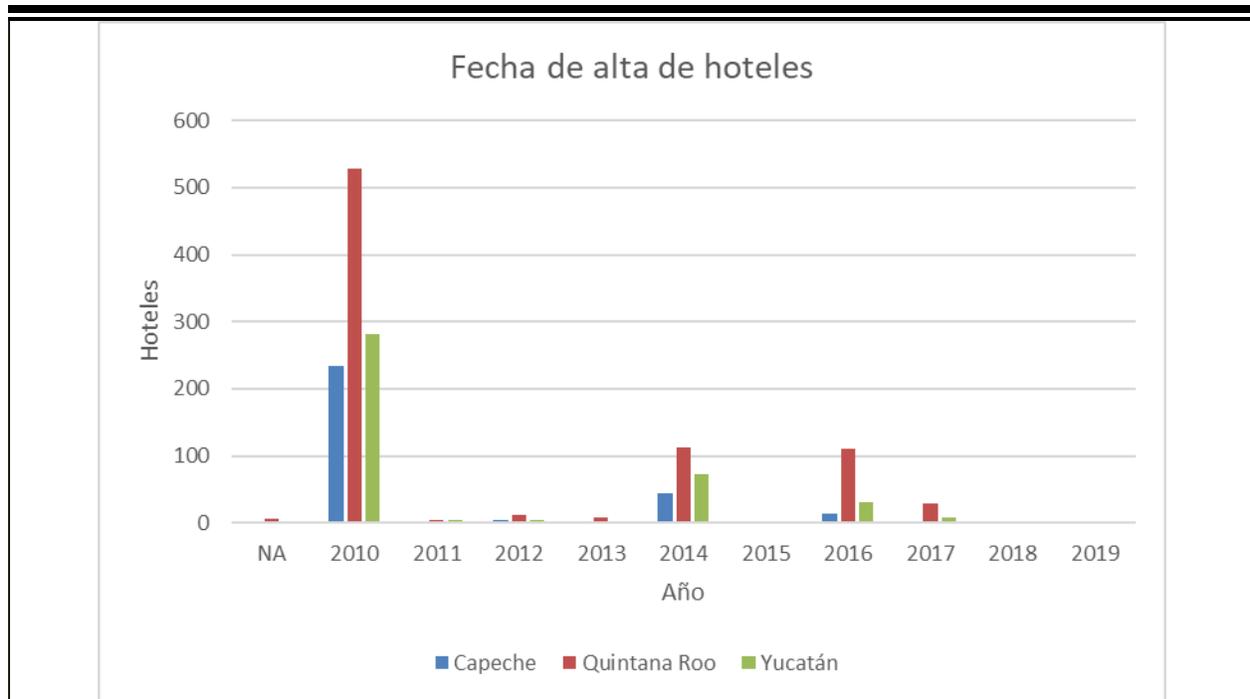


Figura 30. Fecha de alta de Hoteles en la Península de Yucatán.

Es difícil calcular el área que ocupan los hoteles puntualmente en la Península de Yucatán; sin embargo, con el uso de los sitios puntuales con áreas de influencias a distintos radios, puede calcularse un aproximado. En la Península de Yucatán, el área de influencia de 100 m a los principales hoteles de México comprende un total de 2,307.98 ha deforestadas, a 250 m de influencia suma 8,607.87 ha deforestadas y a 500 m suma 20,827.48 ha deforestadas. En Campeche, la superficie deforestada a 100 m es de 144.56 ha, a 250 m un área de 646.80 ha y a 500 m de 1,920.35 ha deforestadas. En Quintana Roo el área de los hoteles bajo un área de influencia de 100 m comprende de 1,783.74 ha deforestadas, a 250 m presentan

6,454.29 ha y a 500 m es de 14,859.49 ha deforestadas. Por otro lado, en Yucatán los hoteles presentan una superficie a 100 m un total de 379.66 ha de pérdida forestal, a 250 m una superficie de 1,506.76 ha y a 500 m es de 4,047.64 ha deforestadas. Se observa que los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Tulum son los que presentan una mayor deforestación por hotel en el periodo 2001-2020. Las mayores extensiones deforestadas se presentan mayormente antes del 2010.

Para el caso de los Hoteles registrados por Geocomunes para la Península de Yucatán (derivados del DENUÉ de INEGI), tenemos que el área de influencia de 100 m registra un área deforestada de 3,169.27 ha (23.30% en Campeche, 47.54% en Quintana Roo y 29.15% en Yucatán), a 250 m es de 12,932.55 ha (23.76% en Campeche, 46.06% en Quintana Roo y 30.18% en Yucatán) y a 500 m presenta una superficie de 34,556.18 ha (22.39% en Campeche, 44.15% en Quintana Roo y 33.46% en Yucatán).

La deforestación identificada por Hansen para este caso de hoteles registrados en el DENUÉ, también se presenta mayormente entre 2000 y 2010. A pesar de que la deforestación se presentó mayormente en el estado de Quintana Roo, los registros presentan en Yucatán una superficie mayor que en el caso de los registros de SECTUR. Los municipios con mayor presencia de hoteles en la Península de Yucatán son Campeche en el estado de Campeche, Mérida en Yucatán y los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Tulum en Quintana Roo.

En el municipio de Campeche, los hoteles se han establecido en zonas urbanas, en consecuencia, su deforestación es baja, siendo solo presente en aquellos casos de la periferia de la ciudad. En el municipio de Benito Juárez, se ha presentado una mayor deforestación alrededor de hoteles concentrado al sureste de la ciudad de Cancún y en los alrededores del Aeropuerto Internacional de Cancún, donde se han instalado tanto hoteles como zonas residenciales. También se ha identificado deforestación del manglar en la zona del malecón de Tajamar, al este de Cancún, frente al Centro Comercial Plaza Las Américas; sin embargo, no se han construido hoteles en esa zona hasta la fecha gracias a la presión social suscitada ante la remoción del mangle por parte de FONATUR (Entorno Turístico, 2016). En la isla de Cozumel la zona deforestada resalta en la expansión urbana al este de Cozumel (Hacienda Ixtlán) y en la zona de hoteles como Secrets Aura Cozumel, Iberostar Cozumel y Hotel Fiesta Americana All Inclusive, así como la zona portuaria de Fonatur. La deforestación en el municipio de Solidaridad ha sido la más intensa de los polos turísticos con hoteles. Esta deforestación se presentó alrededor de Puerto Aventuras y al noreste de Playa del Carmen donde se han desarrollado fuertemente el sector inmobiliario, grandes hoteles y una zona de fabricación de materiales para la construcción de la empresa ABC. En Tulum se ha observado un crecimiento rápido en la ocupación y los servicios turísticos. La deforestación alrededor de los hoteles ocurrió principalmente en la periferia de la ciudad de Tulum y en los accesos a las playas Coba y Chemuyil. La superficie deforestada alrededor de los hoteles en Mérida es menor a la reportada en los municipios de auge turístico de Quintana Roo debido a que se han instalado en zonas de uso urbano o agropecuario y no en zonas selváticas o de manglar; sin embargo, debe destacarse que la mayor parte de la superficie deforestada en este ámbito se dio alrededor del Hotel Misión Express Mérida Altabrisa y del Hotel Mesón de la Luna al noreste de la ciudad de Mérida entre el año 2001 y 2010.

Infraestructura Turística

La expansión turística en la Península de Yucatán se vincula a la creación de nuevos espacios de actividades recreativas en la índole de sol y playa, así como en las alternativas como ecoturismo, turismo rural, turismo arqueológico y turismo cultural. Ante este escenario, se han registrado zonas dedicadas a estos ámbitos desde 1985 enfocadas a zonas hoteleras, parques recreativos, campos de golf, áreas deportivas y zonas residenciales (GeoComunes, 2019). GeoComunes marca 2,089 polígonos distribuidos en dos de los tres estados de la Península de Yucatán, con un área total de 7,151.11 ha (6,559 ha en Quintana Roo y 591.26

ha en Yucatán). En la *Tabla 5* se observa la superficie de expansión turística reportada en cada año reportada, siendo el año 2010 aquel con más hectáreas registradas.

Tabla 5. Expansión turística por año de registro y estado.

ESTADO	FECHA DE REGISTRO	EXPANSIÓN TURÍSTICA (HA)
Quintana Roo	1985	274.48
	1990	0
	2000	1834.37
	2010	2856.82
	2018	1061.14
	2020	533.04
Yucatán	1985	0
	1990	162.18
	2000	0
	2010	316.59
	2018	112.49
	2020	0

La deforestación relacionada a las zonas con expansión turística entre el año 2001 y 2020 registrada por Hansen *et al.*, (2013) es de 1,765.07 ha, representando el 24.68% de expansión turística registrada entre 1985 y 2020, y 77.72% de la expansión turística registrada entre 2010 y 2020 (*Figura 31*). Esto implica que las zonas turísticas establecidas tras el año 2000 se establecieron mayormente en zonas que Hansen *et al.*, (2013) identificó sin cambios, atribuyendo que ya se encontraban bajo un uso no forestal; sin embargo, la deforestación generada en Quintana Roo por esta expansión turística asciende a 1,520.70 ha y en Yucatán a 244.37 ha entre 2001 y 2020. En la *Figura 32* se puede observar que en las zonas de expansión de actividades turísticas presentan una elevada deforestación en el periodo 2004-2009 para Quintana Roo, mientras que Yucatán presenta su deforestación en estas zonas en el año 2007. Los municipios que presentan mayor presencia de expansión turística son Benito Juárez, Solidaridad y Tulum en Quintana Roo; es por ello por lo que, a continuación, se destacan datos clave de la deforestación llevada a cabo entre el año 2001 y 2020.

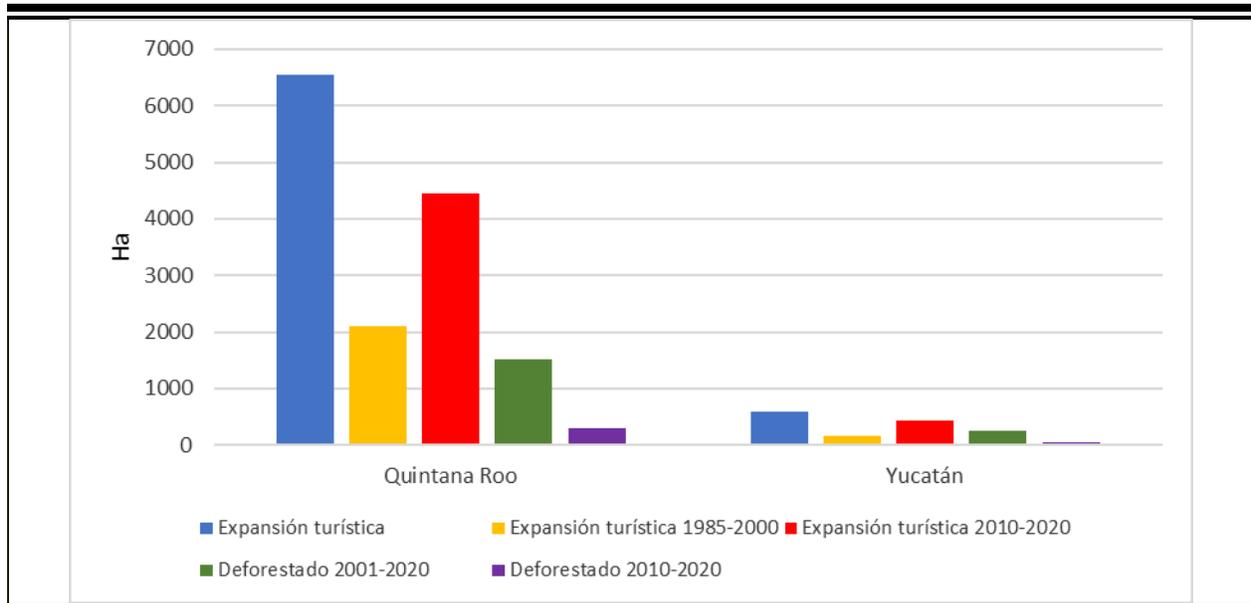


Figura 31. Superficie de la expansión turística y deforestación por estado

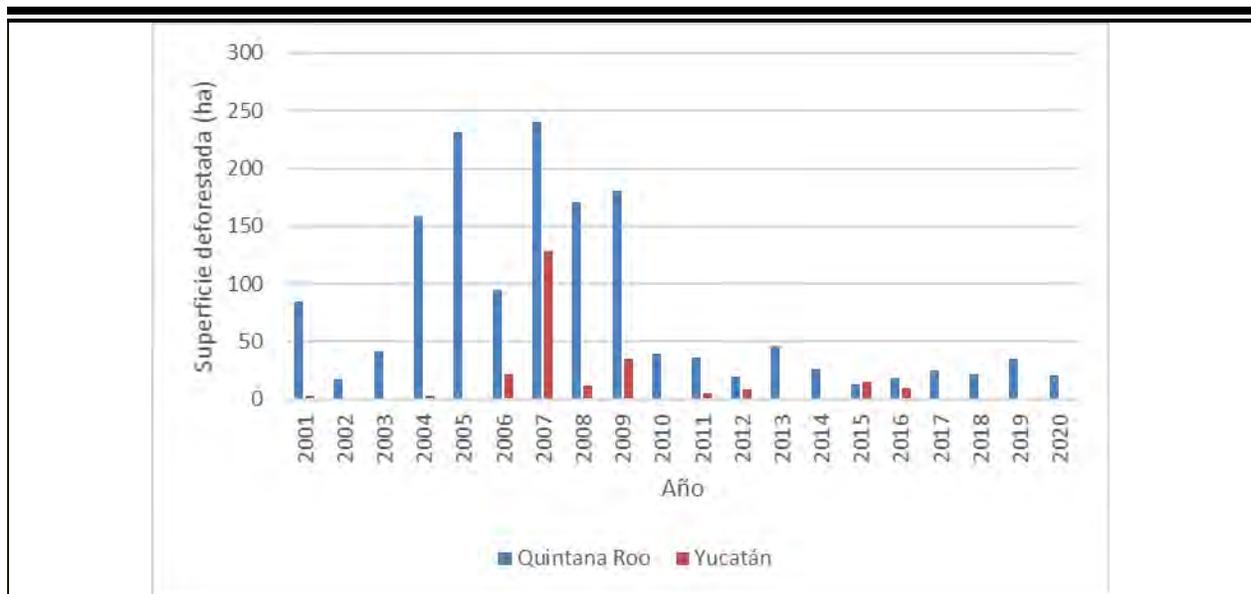


Figura 32. Superficie deforestada en 2001-2020 por año en zonas de expansión turística.

Benito Juárez, Quintana Roo. La expansión de infraestructura y uso del suelo con fines turísticos desde 1985 fue de 1940.53 ha, de las cuales se deforestó entre 2001-2020 un total de 443.58 ha, siendo el 22.86%. Los años más deforestados en este municipio son 2005 (76.06 ha), 2007 (50.67 ha), 2008 (61.40 ha) y 2009 (67.46 ha). Esta deforestación se centra en hoteles, zonas residenciales, campos de golf y zonas deportivas a lo largo de la playa. Los elementos turísticos identificados en las zonas con mayor deforestación son los campos de golf El Tinto Golf Course Cancún (Cancún Country Club) y el identificado como Moon Place Pro Shop, así como el hotel Courtyard Marriott Cancún, todos alrededor del Aeropuerto

Internacional de Cancún (Figura 33). Cabe destacar que, al no ser construido y dado de alta en el DENU, esta zona ha sido exenta del cálculo de deforestación.

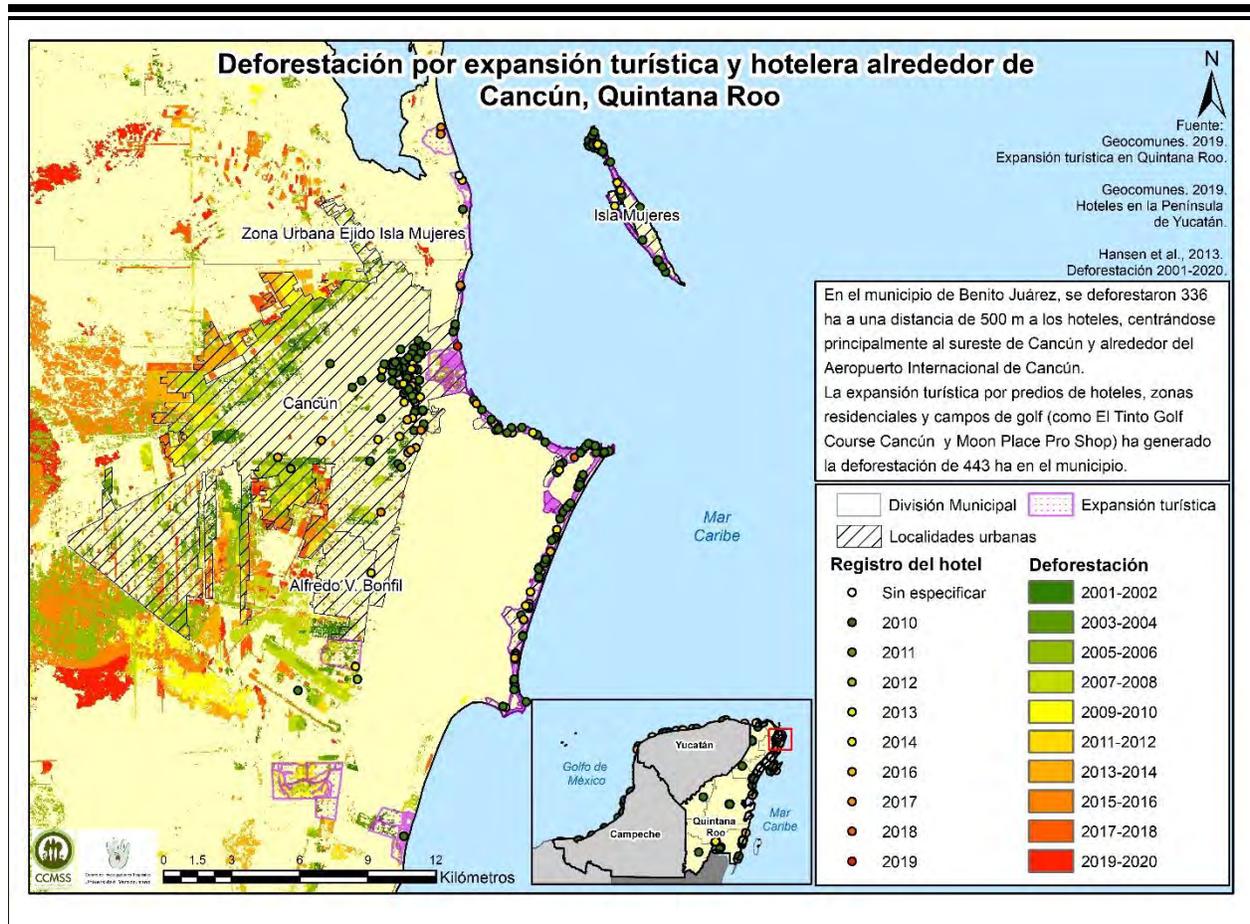


Figura 33. Deforestación por expansión turística y hotelera alrededor de Cancún, Quintana Roo.

Cozumel, Quintana Roo. La expansión turística en este municipio ha sido de 475.03 ha, de las cuales 27.58 ha han sido identificadas como deforestación entre 2001-2020, representando el 5.81% (Figura 34). Dado que esta expansión turística más antigua data del año 1985, es posible que la mayoría haya asentado en la zona previo al 2000, causando más deforestación de la señalada por los registros de Hansen. Los años con mayor deforestación fueron 2005 (5.30 ha), 2006 (4.34 ha), 2008 (5.57 ha) y 2009 (5.30 ha). Estos cambios se dieron principalmente a lo largo de la playa Oeste de la isla, a la orilla de la ciudad de Cozumel. Destacan en las zonas deforestadas el Hotel Secrets Aura Cozumel y Sunscape Sabor Cozumel Resorts & Spay el Hotel Iberostar Cozumel; así como el Puerto deportivo Marina Fonatur Cozumel Qroo.

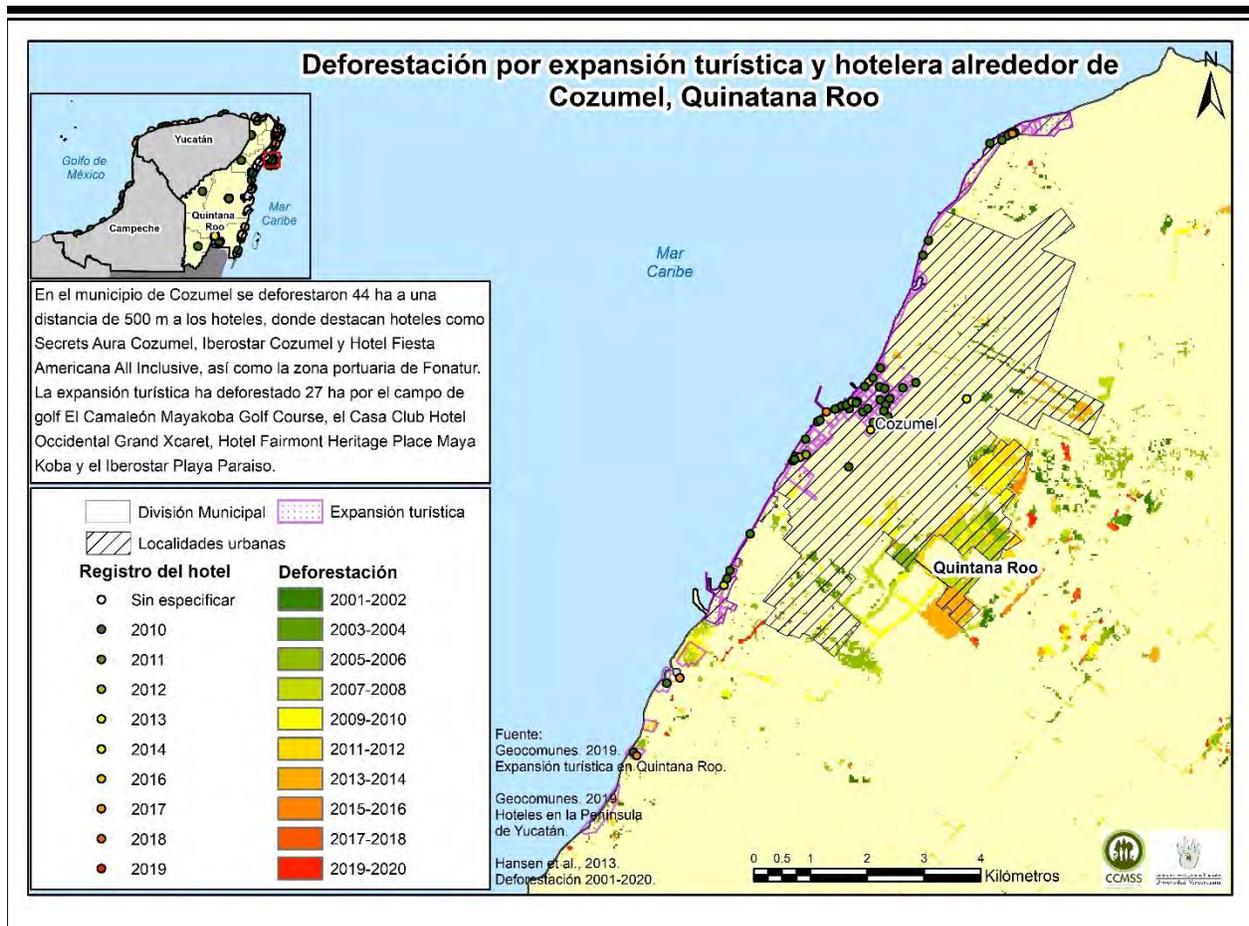


Figura 34. Deforestación por expansión turística y hotelera alrededor de Cozumel, Quintana Roo.

Solidaridad, Quintana Roo. En el municipio de Solidaridad, la expansión turística tiene desde 1985 a 2020 ha presentado una superficie de 2,593.91 ha, de las cuales 731.03 ha presentan deforestación entre 2001 y 2020, representando el 28.18% de su superficie de enfocada al turismo. En este municipio, los años en que más se deforestó para la incorporación de actividades turísticas fue en 2004 (119.51 ha), 2005 (128.13 ha) y 2007 (97.41 ha). Al igual que en otros municipios, estas actividades se centraron en la a lo largo de la playa, representando ampliación de la Riviera Maya. Los elementos encontrados en estas zonas deforestadas son los campos de golf El Camaleón Mayakoba Golf Course, el Casa Club Hotel Occidental Grand Xcaret, Hotel Fairmont Heritage Place Maya Kobay el Iberostar Playa Paraiso; así mismo de identifican los hoteles Sandos Caracol, The Royal Haciendas Riviera Maya, Azul Fives, Hotel Riviera Maya, Hotel Petit Laffite y el Hotel Grand Sirenis Riviera Maya (Figura 35).

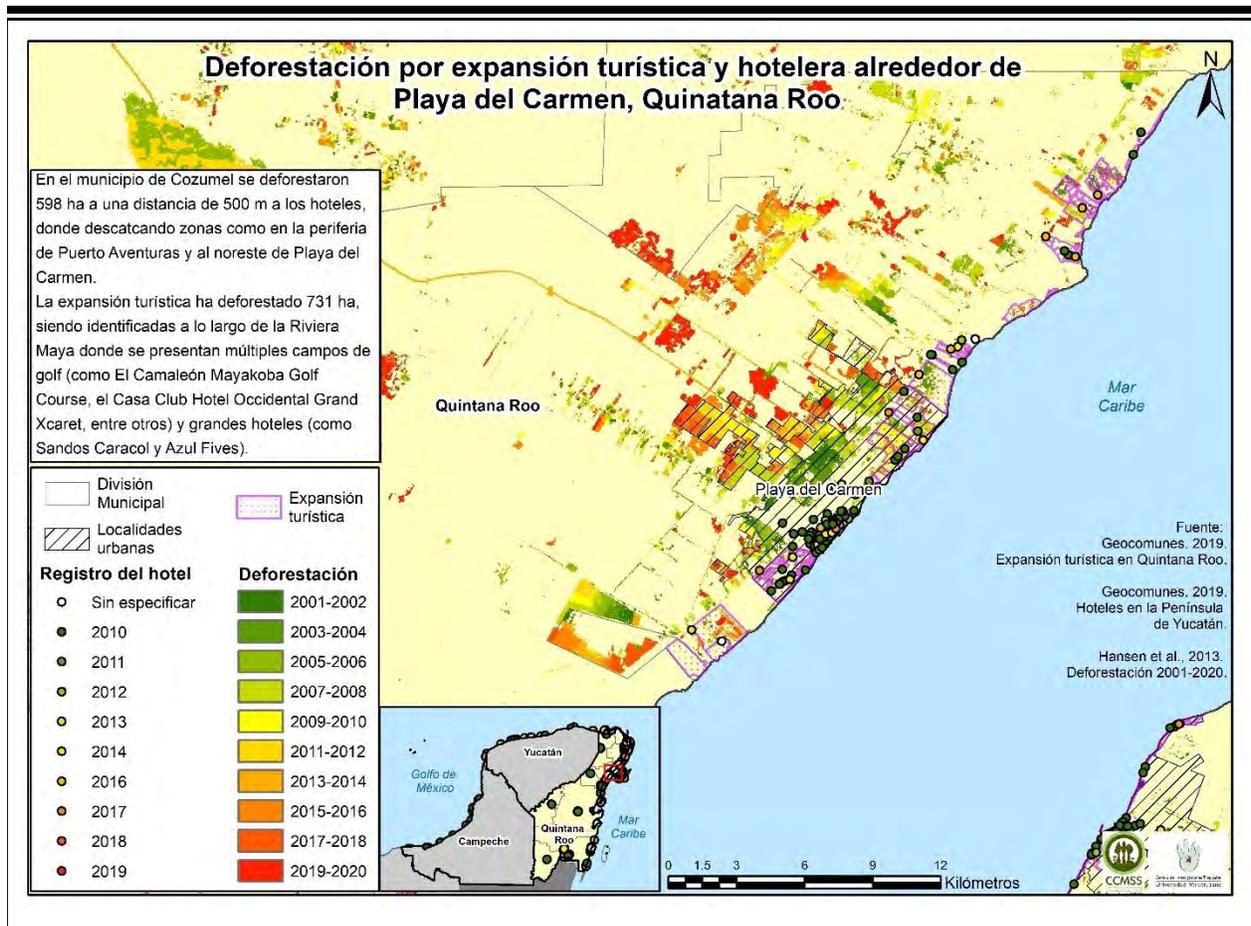


Figura 35. Deforestación por expansión turística y hotelera alrededor de Playa del Carmen, Quintana Roo.

Tulum, Quintana Roo. En Tulum, la expansión turística abarcó 917.03 ha, de las cuales se deforestaron 244.26 ha, reflejando el 26.6% de dicha área turística. Fueron 2007 (73.47 ha) y 2008 (51.95 ha) los años en que se presentó la mayor superficie deforestada para el municipio. Estas zonas turísticas complementan la Riviera Maya, aunque en menor medida en los otros municipios. En las zonas deforestadas destaca el campo de golf Servicios Generales BP Investments; así como los hoteles Condo In Paradise, Xio Akumal, Anah Suites, Bahía Príncipe Vacation Rentals y Papaya Playa Project (Figura 36).

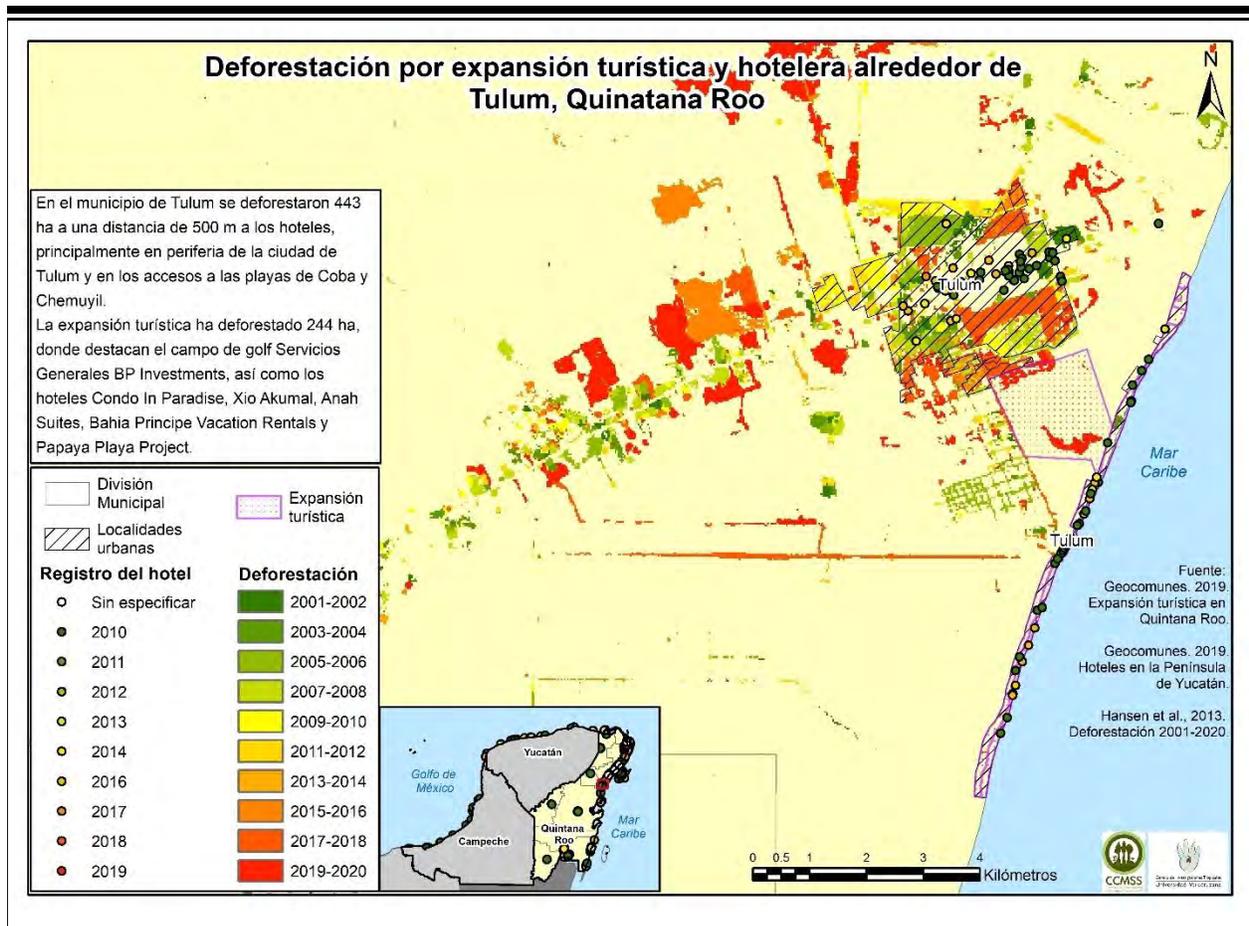


Figura 36. Deforestación por expansión turística y hotelera alrededor de Tulum, Quintana Roo.

Campos de Golf

Los 16 campos de golf identificados de las zonas de expansión turística en la Península de Yucatán tienen una superficie de 2,092.68 ha (1,613.90 ha en Quintana Roo y 478.78 ha en Yucatán). Esta superficie, dentro de la información de expansión turística identificada por GeoComunes, se reportó con 10.64 ha en 1985, 162.18 ha en 1990, 319.83 ha en el 2000, 1,185.76 ha en 2010, 365.15 ha en 2018 y 49.10 ha en 2020 (Tabla 6). La deforestación registrada entre los años 2001 y 2020 en las zonas de campos de golf es de 826.04 ha (626.02 ha en Quintana Roo y 200.01 ha en Yucatán). Puede observarse el mismo patrón que en la expansión turística, teniendo las mayores extensiones deforestadas entre 2004 y 2009 en Quintana Roo, mientras que en Yucatán fue en 2007 (Figura 37).

Tabla 6. Superficie de campos de golf en la expansión turística por año de alta.

ESTADO	AÑO DE ALTA	SUPERFICIE
Quintana Roo	1985	10.64
	2000	319.83
	2010	869.17
	2018	365.15

	2020	49.10
Yucatán	1990	162.18
	2010	316.59

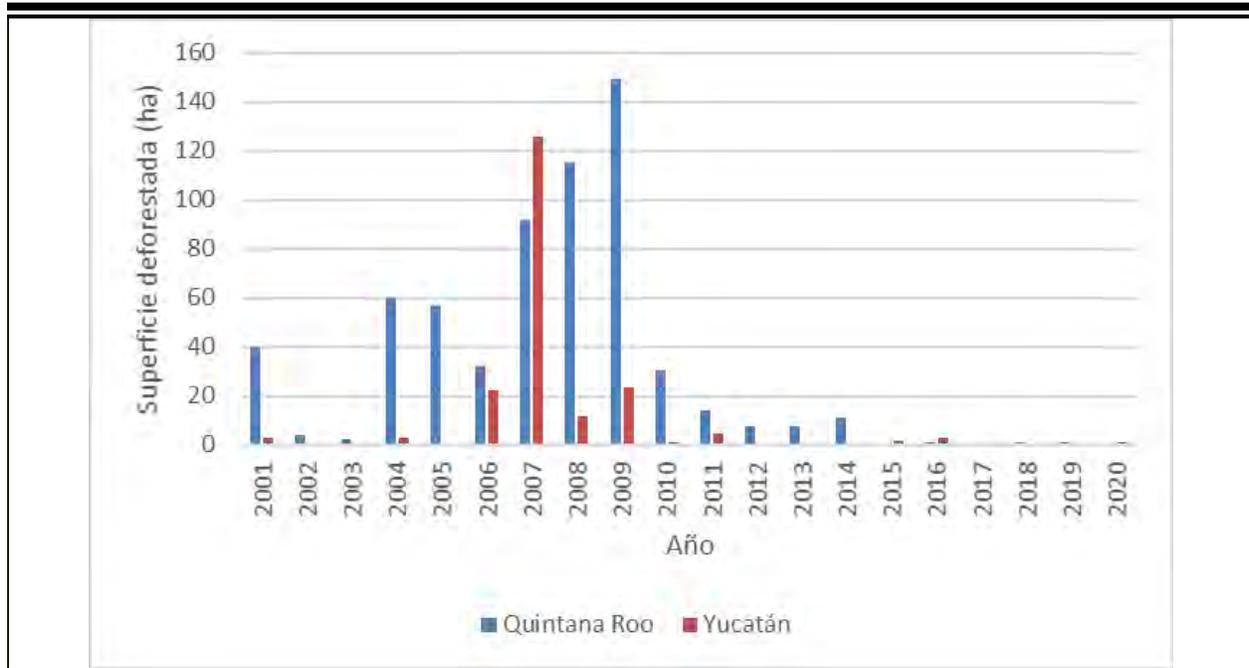


Figura 37. Superficie deforestada en 2001-2020 por año en zonas de expansión turística dedicadas al golf.

PAPEL DEL SECTOR INMOBILIARIO EN LA DEFORESTACIÓN

El mercado inmobiliario es de los sectores económicos más importantes en México y se tenía previsto un crecimiento del 4% durante el 2020 en el sector inmobiliario a nivel nacional; sin embargo, este crecimiento se vio afectado por la pandemia COVID-19, por lo que esta previsión muy posible se retrasará en los próximos años (García-Lima, 2021). A pesar de la crisis económica global, se está viviendo un boom inmobiliario en muchos países del mundo. Debido a este incremento de demanda de viviendas, a su vez se tiene un alza en los precios de las viviendas. Un análisis elaborado por la firma Global Property Guide, hizo un ranking respecto al aumento en el valor de las viviendas, en el cual México ocupa el lugar 15 a nivel mundial y es el primero en América Latina. Es una muy buena oportunidad en el mercado para los agentes inmobiliarios y todos los involucrados en ventas en el sector.

En la Península de Yucatán, se ha presentado el crecimiento de las manchas urbanas principales de Santa Fé de Campeche en Campeche, Mérida y Valladolid en Yucatán, y Chetumal, Playa del Carmen y Cancún en Quintana Roo; las últimas dos asociadas con el desarrollo turístico del estado. Esta expansión urbana viene sin pausa desde hace varias décadas; sin embargo, su relación con la superficie deforestada y el sector inmobiliario no ha sido evaluado. En este apartado evaluamos con métodos de SIG y análisis estadísticos el impacto del sector inmobiliario en el cambio de uso de suelo de la Península de Yucatán.

ANÁLISIS GEOGRÁFICO DEL IMPACTO DE DEFORESTACIÓN

Para el análisis del crecimiento de la mancha urbana se utilizó la información de Geocomunes disponible en formato shapefile de 1985 al 2019 (<http://geocomunes.org>). Mediante Arcgis 10.5 se calcularon las superficies correspondientes al crecimiento de la mancha urbana vs. la superficie deforestada documentada por Hansen 2013 (2001 a 2020). Para el análisis de la deforestación propiciados por los fraccionamientos se utilizó la capa (Shapefile) de fraccionamientos disponible en Geocomunes.org (2019), y los datos de pérdida de cobertura arbórea del 2001 al 2020 de Hansen (2013): Por último, para el análisis de la deforestación de los polígonos industriales se utilizó la capa (Shapefile) de parques industriales disponible en Geocomunes.org (2019), y los datos de pérdida de cobertura arbórea del 2001 al 2020 de Hansen *et al.*, (2013) disponibles en: <https://data.globalforestwatch.org/documents/14228e6347c44f5691572169e9e107ad/explore>

Crecimiento de la Mancha Urbana

En la *Figura 38* se muestran los municipios principales y con mayor crecimiento urbano en la Península de Yucatán, tal crecimiento ha sido impulsado por el capital inmobiliario específicamente en las zonas turísticas como: Cancún y Playa del Carmen y del norte de Mérida, además se puede ver que los municipios de Benito Juárez y Mérida concentran el 31.5% de la urbanización que ocurre en la Península.

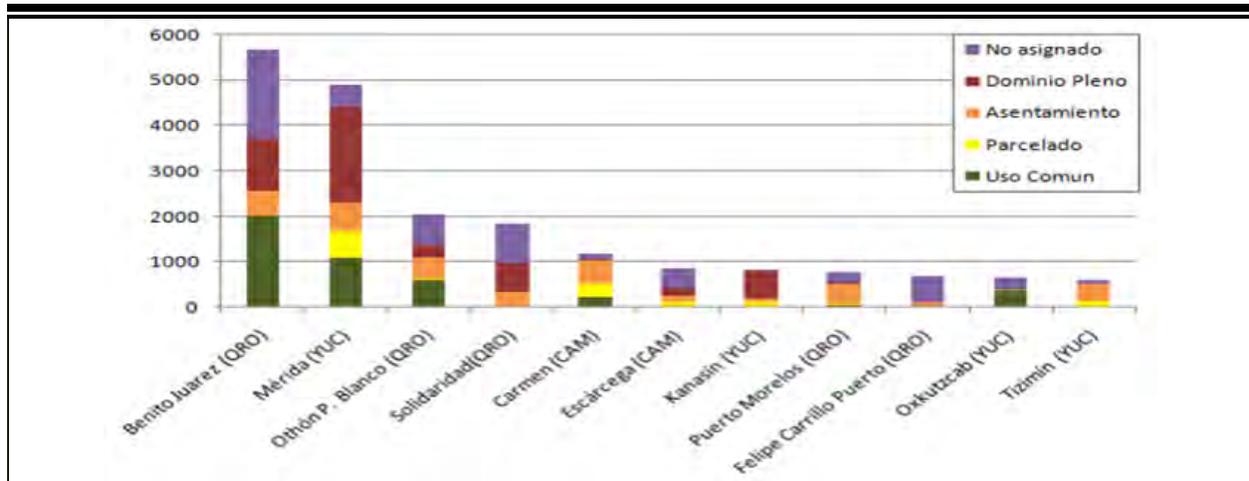


Figura 38. Municipios con mayor expansión urbana sobre la propiedad social de 1990 a 2020 (hectáreas). Fuente: Torres-Mazuera 2020.

La *Tabla 7* muestra la superficie urbana a nivel estatal destacando el estado de Quintana Roo en donde en 1985 tenía 5,264 ha y pasó a tener 32,977 ha de superficie urbana en el 2018 incrementando su superficie 500%, principalmente en los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Tulum; para el estado de Yucatán se tenían 21,671 ha de superficie urbana en 1985 y pasó a tener 65,709 ha en el 2018 más de tres veces su superficie inicial; sin embargo, la distribución de sus áreas urbanas esta esparcida por todo el estado con un mayor desarrollo a las periferias del municipio de Mérida. Por último, el estado de Campeche tenía en 1985 6,805 ha de superficie urbana pasando a tener 21,682 ha un poco más de tres veces su superficie inicial; no obstante, sus áreas urbanas se distribuyen al noroeste y sureste del estado (*Figura 39*).

Tabla 7. Muestra el crecimiento de la mancha urbana de 1985 al 2018.

ESTADO	1985	2000	2010	2018
Campeche	6805.35	6396.84	6317.64	2173.14
Yucatán	21671.46	31488.93	9386.55	3162.51
Quintana Roo	5264.91	8929.44	11069.73	7713

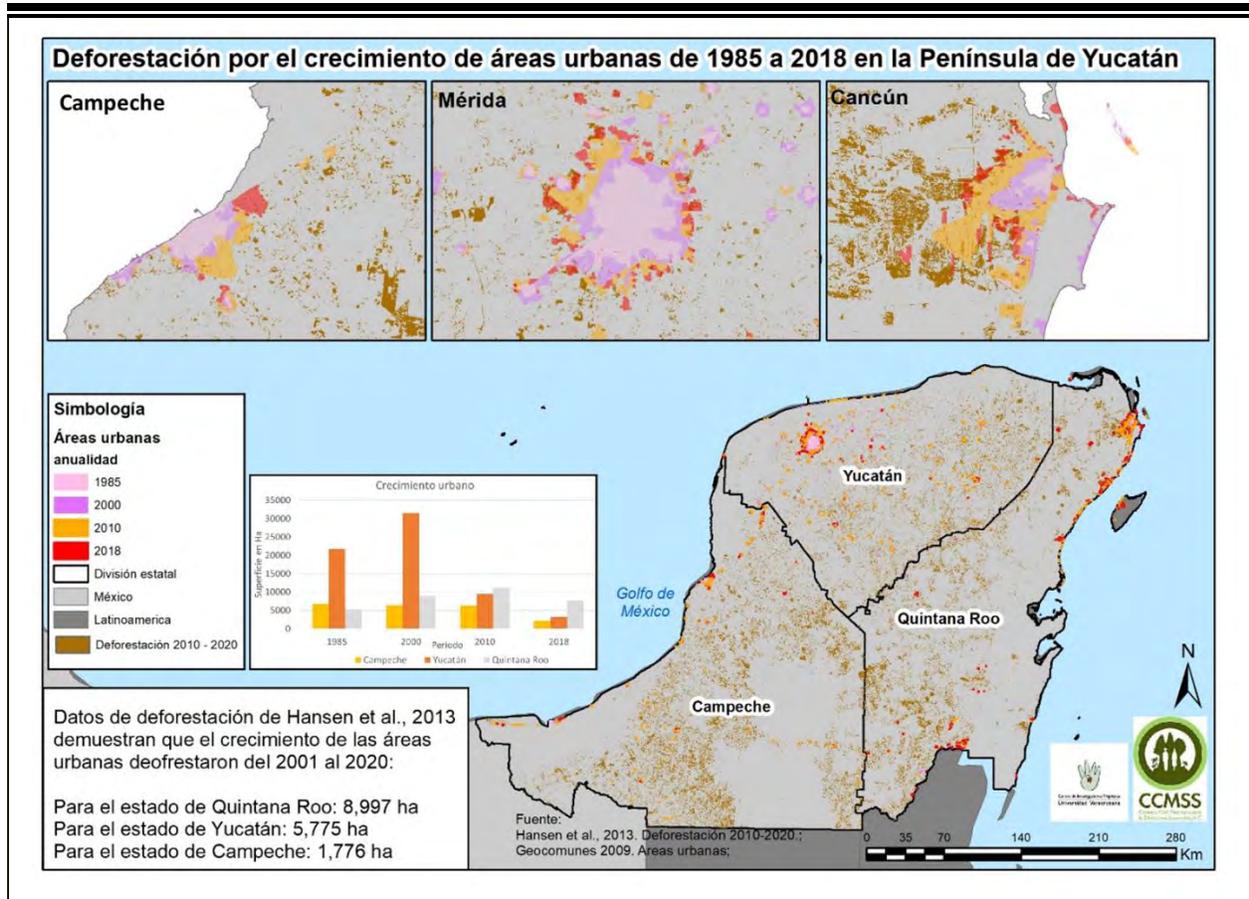


Figura 39. Crecimiento de las áreas urbanas de 1985 a 2018 en la Península de Yucatán.

En cuanto a los resultados de los polígonos de las áreas urbanas 1985 a 2018 y la deforestación de Hansen (2001 a 2020) se encontró que: para el estado de Quintana Roo se deforestaron 8,997 ha de cobertura arbórea del 2001 al 2020 teniendo en cuenta que los años con mayor pérdida de vegetación para Quintana Roo fueron en el 2007 con 1,101 ha, en el 2008 con 996 ha, en el 2005 con 853 ha. Seguido del estado de Yucatán con 5,775.73 ha, donde los años con mayor pérdida de vegetación son 2009 con 955 ha, 2007 con 804 ha y 2004 con 487 ha. Y por último el estado de Campeche registro una pérdida de vegetación arbórea de 1,766.82 ha concentrándose la deforestación en los años 2008 con 195 ha, 2005 con 372 ha y 2004 con 117 ha (Figura 40).

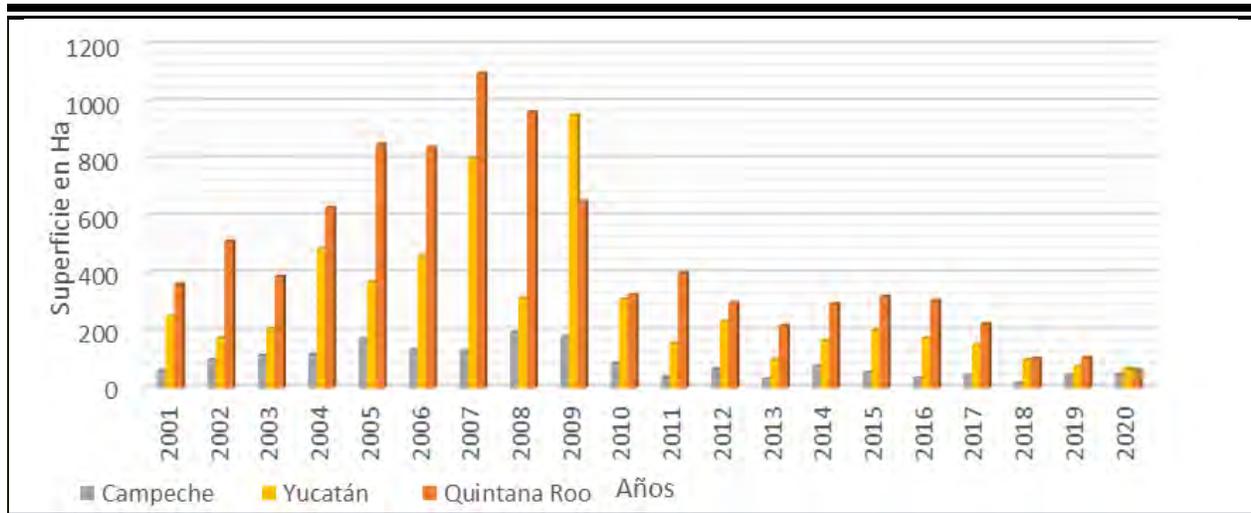


Figura 40. Deforestación de las áreas urbanas de la Península de Yucatán para el periodo 2001 a 2020.

Fraccionamientos

La superficie fraccionada de la Península de Yucatán era de 4,213.23 ha en el 2000 e incrementó su superficie a 18,337.50 al 2018. A nivel estatal, Yucatán en el 2000 tenía 2,904 ha ocupadas con fraccionamientos mientras que para el 2018 esta cifra incremento a 12,704.75 ha. Para el estado de Quintana Roo en el 2000 se tenían 962.4 ha de superficie con fraccionamientos y para el 2018 aumentó a 5,281.93 ha. Por último, el estado de campeche tenía 346.63 ha con fraccionamientos en el 2000; sin embargo, después de 18 años, al ser el estado con menor crecimiento urbano, solo duplicó su superficie con 350.8 ha más destinada a fraccionamientos, por lo tanto, la urbanización por fraccionamientos del estado de Yucatán representa el 48% del total de la península; Quintana Roo representa el 35%, y Campeche el 17%.

En la *Figura 41* y *Figura 42* se muestra la superficie de fraccionamientos para los estados de la Península de Yucatán (22,614.10 ha en total) vs. la superficie deforestada del 2001 al 2020 por la creación de estos fraccionamientos en los tres estados (8,167.4 ha). Además, se puede apreciar que la superficie fraccionada es mayor que la superficie deforestada resaltando Yucatán con 15,608.93 ha de fraccionamientos vs 3,227.75 ha de perdida de cobertura arbórea, seguida de Quintana Roo con 6,274.87 ha de fraccionamientos vs 4,722.20 ha de perdida de cobertura arbórea, y por último en menor escala el estado de Campeche 730.30 ha con fraccionamientos vs 217.50 ha de perdida de cobertura arbórea. Aunque la creación de fraccionamientos lleva consigo deforestación en algunos casos los predios, estos ya tienen un cierto porcentaje sin cobertura arbórea.

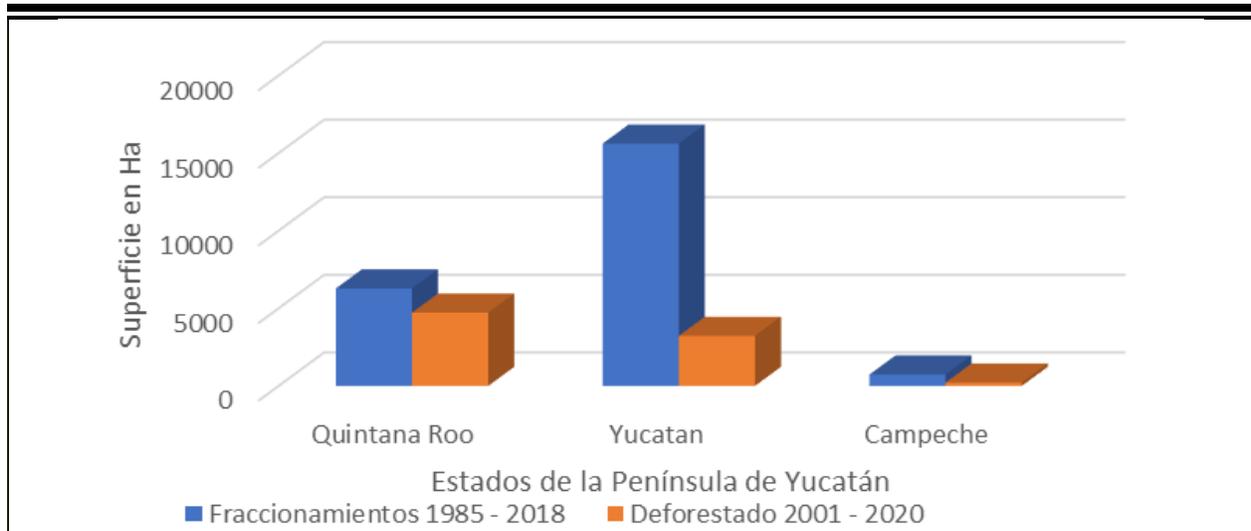


Figura 41. Superficie de los fraccionamientos por estado vs la superficie deforestada 2001 al 2020 dentro de los fraccionamientos. Fuente: Elaboración propia con datos de GeoComunes (2019) y Hansen et al., (2013).

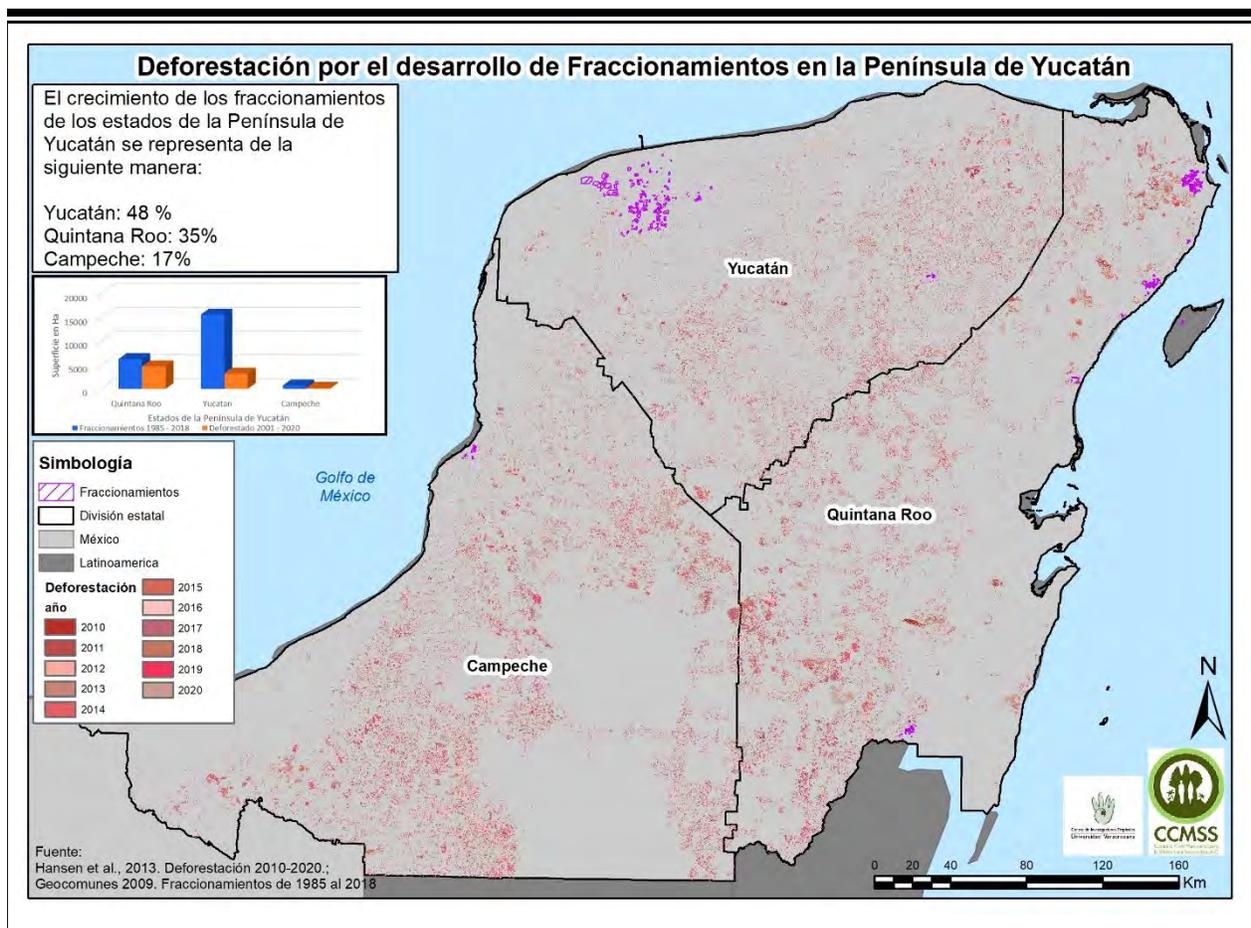


Figura 42. Deforestación por el desarrollo de fraccionamientos en la Península de Yucatán.

Mérida. Utilizando el mapeo de deforestación de Hansen (2013) para el periodo 2001 a 2020 en el municipio de Mérida, dio como resultado una pérdida de cobertura arbórea de 12,501.8 ha deforestadas en un periodo de 20 años. Los años con mayor pérdida de vegetación a nivel municipal fueron 2009 con 2,518.3 ha, 2007 con 1,620.7 ha, y 2004 con 1,254 ha. Justamente en el año 2010 se crearon 14 nuevos fraccionamientos, siendo Ciudad Caucel (721 ha), Las Américas (161 ha), y Tixcacal con (119 ha) los que mayor superficie fraccionada tienen para ese periodo.

Actualmente se tienen alrededor de 101 fraccionamientos con una superficie de 6,422.62 ha dentro del municipio de Mérida, los cuales del 2001 al 2020 han deforestado 2,096 ha. Los fraccionamientos que mayor remoción de cobertura arbórea han tenido antes de su creación son: Ciudad Caucel (2010) con 579.9 ha del 2004 al 2012, seguido de Los héroes (2018) con 169.8 ha del 2005 al 2016, Las Américas (2010) con 141 ha del 2003 al 2007 y Las Américas II (2018) con 133 ha del 2009 al 2018. Cabe mencionar que después de la creación de los Fraccionamientos en Mérida no se registró remoción de cobertura arbórea (Figura 43).

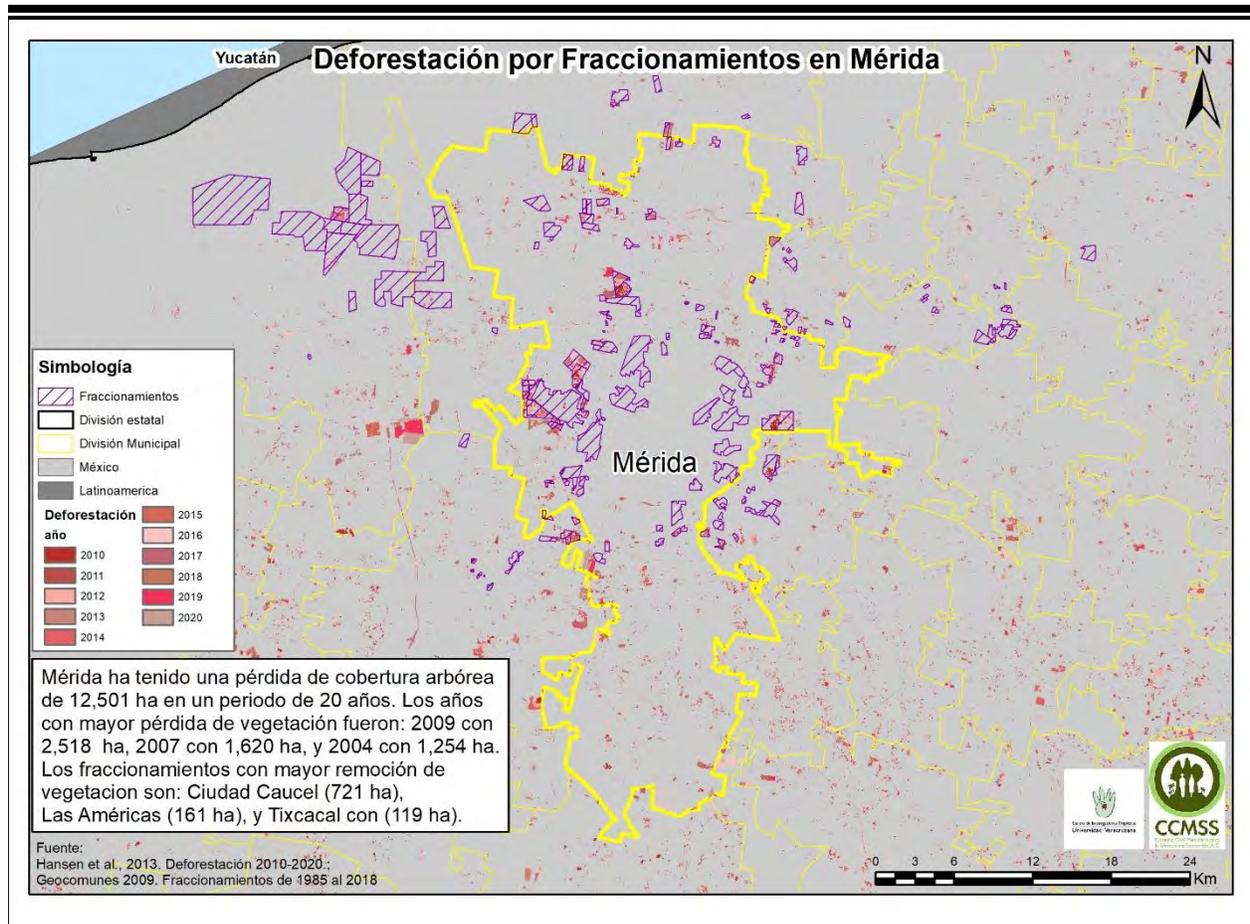


Figura 43. Deforestación por fraccionamientos en Mérida.

Cancún. El municipio de Benito Juárez tiene una superficie de 208,992 ha de las cuales 158,871 ha corresponden a vegetación arbórea y 51,829 ha han sido deforestadas en un periodo de 20 años (2001 - 2020), teniendo en cuenta que los años con mayor superficie deforestada fueron: 2006 con 17,223 ha, 2009 con 6,396 ha, 2015 con 5,921 ha, 2011 con 5,274 ha, y el último año 2020 mostró una deforestación

de 3,358 ha. El área urbana de Cancún contempla 82 fraccionamientos los cuales ocupan una superficie de 3,864 ha, de estos fraccionamientos los que tiene mayor superficie son: Villa del mar (2010) con 276 ha, Prado norte (2011) con 160 ha, Paseo del mar (2015) con 147 ha, dentro de los más recientes se tiene Acqua residencial (2018) con 66 ha y Gran Santa Fe (2016) con 49 ha.

En cuanto a superficie deforestada propiciada por los fraccionamientos se encontró que 2,578 ha de vegetación arbórea fueron deforestadas debido a la creación de fraccionamientos lo que equivale a 66% de la superficie fraccionada. Entre los fraccionamientos con mayor superficie deforestada resaltan: Villa del mar (2010) con 259 ha, Prado norte (2011) con 151 ha, Paseo del mar (2015) con 131 ha, Villas de Morelos y la Playa (2002) con 117 ha, de los fraccionamientos más recientes resaltan, Acqua residencial (2018) ubicado a un costado del aeropuerto con 60 ha, Gran Santa Fe (2016) con 47 ha (Figura 44). Los resultados indican una mucha mayor superficie deforestada con poca proporción de áreas verdes en los fraccionamientos.

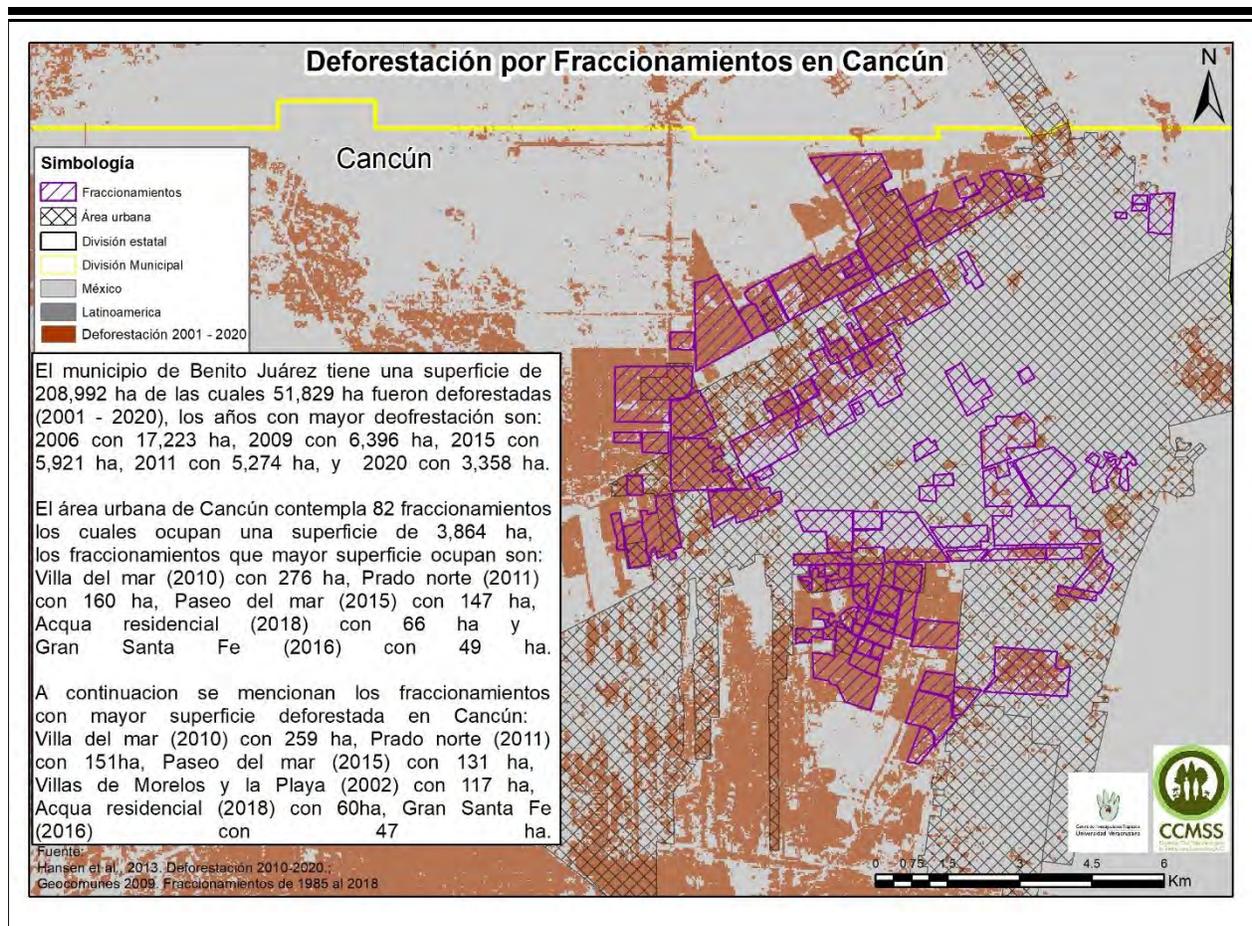


Figura 44. Deforestación por fraccionamientos en Cancún.

Playa del Carmen. La zona turística de Playa del Carmen se encuentra ubicada al este del municipio de Solidaridad con una superficie de 211,370 ha de las cuales 186,134 ha se mantienen aún con cobertura arbórea. En el municipio, 25,236 ha han sido deforestadas por el crecimiento urbano del 2001 al 2020, para este periodo los años con mayor deforestación fueron: 2016 con 6,144 ha, 2010 con 3,243 ha, y 2020 con 2,886 ha. Playa de Carmen contenía hasta el 2018 1,464.81 ha de superficie fraccionada, de las cuales

1,394.5 ha tuvieron pérdida de cobertura arbórea para ser convertidas en casas o departamentos (fraccionamientos). Los fraccionamientos con mayor pérdida de cobertura arbórea son: Villas del Sol (2011) con 314 ha, Las Palmas (2010) con 128.35 ha, Villas Riviera (2004) con 63 ha, entre los fraccionamientos de reciente creación se tiene Balam Tun (2018) con 23 ha y Selvanova (2017) con 23 ha deforestadas (Figura 45).

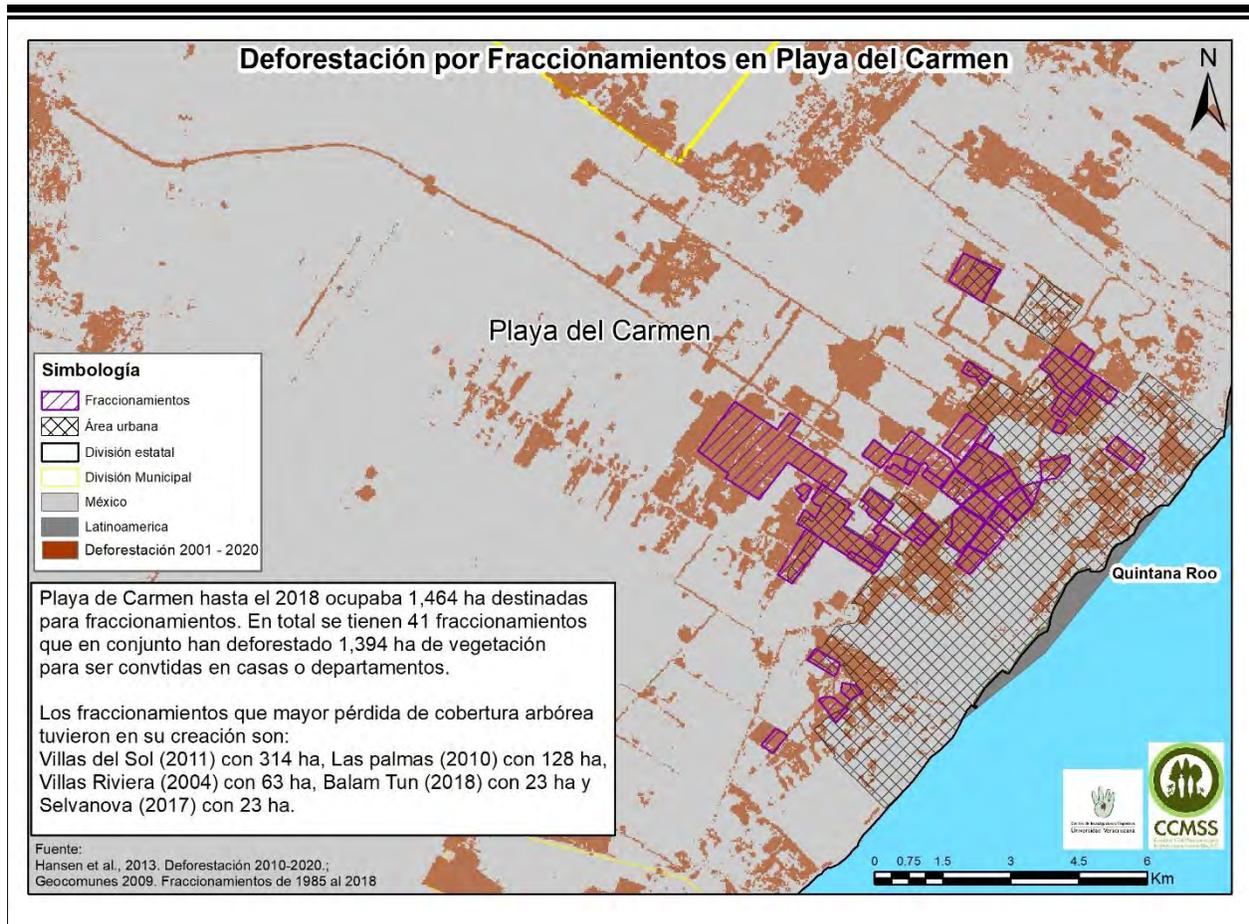


Figura 45. Deforestación por fraccionamientos en Playa del Carmen.

Santa Fe de Campeche. El municipio de Campeche tiene una superficie de 322,359.34 ha, donde del 2001 al 2020 se ha deforestado el 17% (55,391 ha), los años con mayor deforestación son: 2010 con 5,577.2 ha, 2018 con 3348 ha y aumentando a 8156 ha en 2020. La superficie fraccionada de la zona urbana de Campeche en el 2018 era de 542.01 ha, la creación de los fraccionamientos en la zona tiene etapas muy marcadas 1985, 2000 y 2010 (con 6 fraccionamientos para cada fecha), y 2018 con un fraccionamiento pequeño denominado Monte Carlo etapa de 5 ha, aunque son pocos los fraccionamientos (19) de esta zona urbana, su deforestación en un periodo de 20 años 2001 a 2020 es de 145 ha, en donde los fraccionamientos con mayor deforestación son: Villas de Kala (2010) removió 56.8 ha de cobertura arbórea, Carabela (2010) con 18 ha, seguido de Kala (2000) con 14 ha y Vivah (2010) con 11 ha (Figura 46).

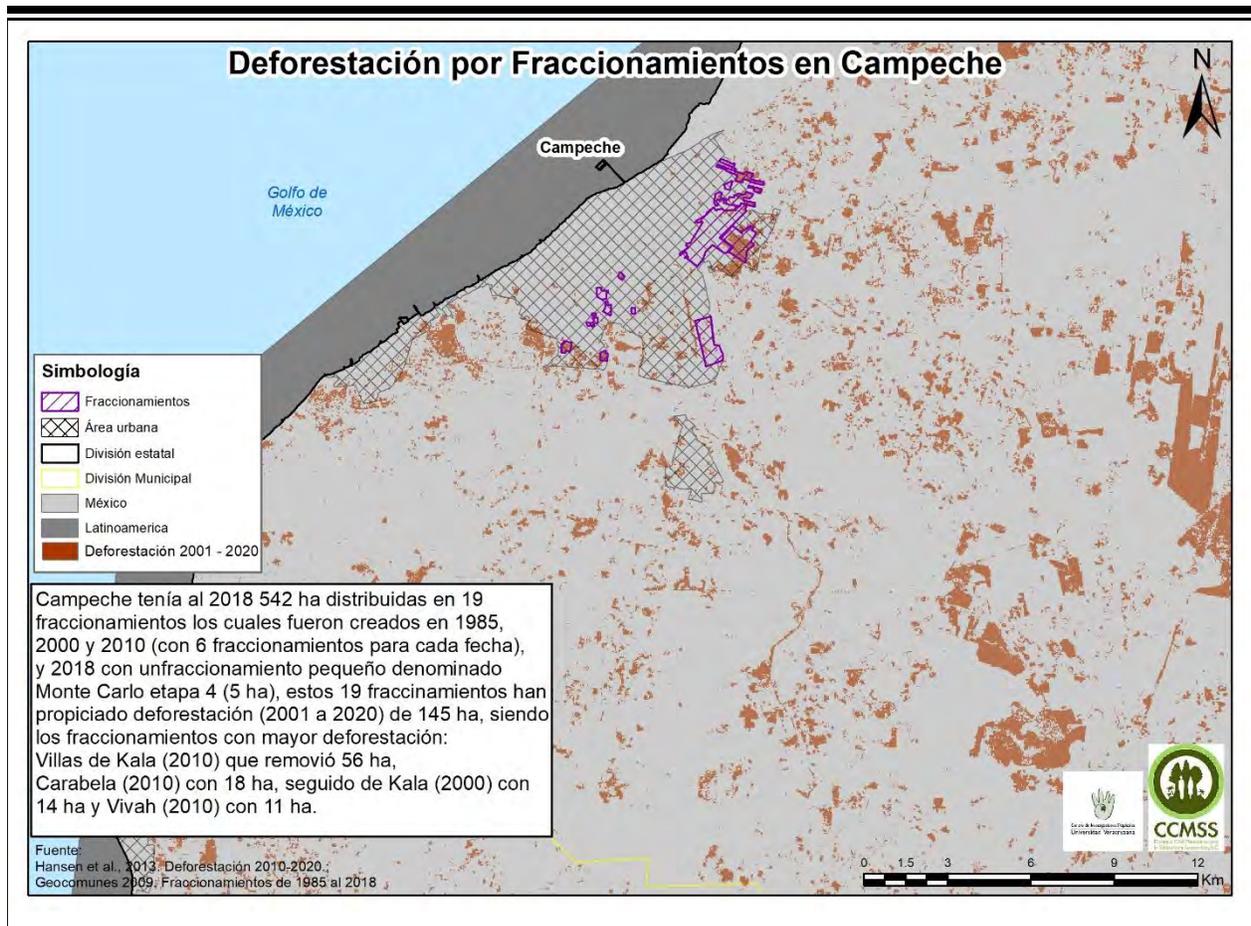


Figura 46. Deforestación por fraccionamientos en Campeche.

Parques Industriales

Este apartado abarca parques industriales y bodegas de almacenamientos variados como: paquetería, alimentos, bebidas, materiales para la construcción, maquiladoras, solventes, metales, entre otros. La superficie ocupada por bodegas en la Península de Yucatán, según información de GeoComunes (2019), es de 6,459.11 ha, de las cuales el estado de Yucatán alberga 4,675.78 ha equivalentes a 188 bodegas; Quintana Roo tiene 1,107.70 ha, equivalente a 16 bodegas; y para Campeche se tienen 675.61 ha destinadas a bodegas distribuidas en 40 bodegas.

Por lo regular, las bodegas se localizan en áreas destinadas a la industria en las periferias de las áreas urbanas; sin embargo, la construcción e instalación de estas bodegas ha propiciado remoción de la cobertura vegetal. Yucatán es el estado con mayor remoción de vegetación debido a la creación de bodegas en 840 ha en un periodo de 20 años (2001 –2021), siendo los últimos 6 años (a partir del 2015) donde ha incrementado la deforestación. En este estado los parques industriales son destinados maquilas, bodegas de alimentos, bodegas de materiales para la construcción y bodegas de paqueterías (Figura 47).

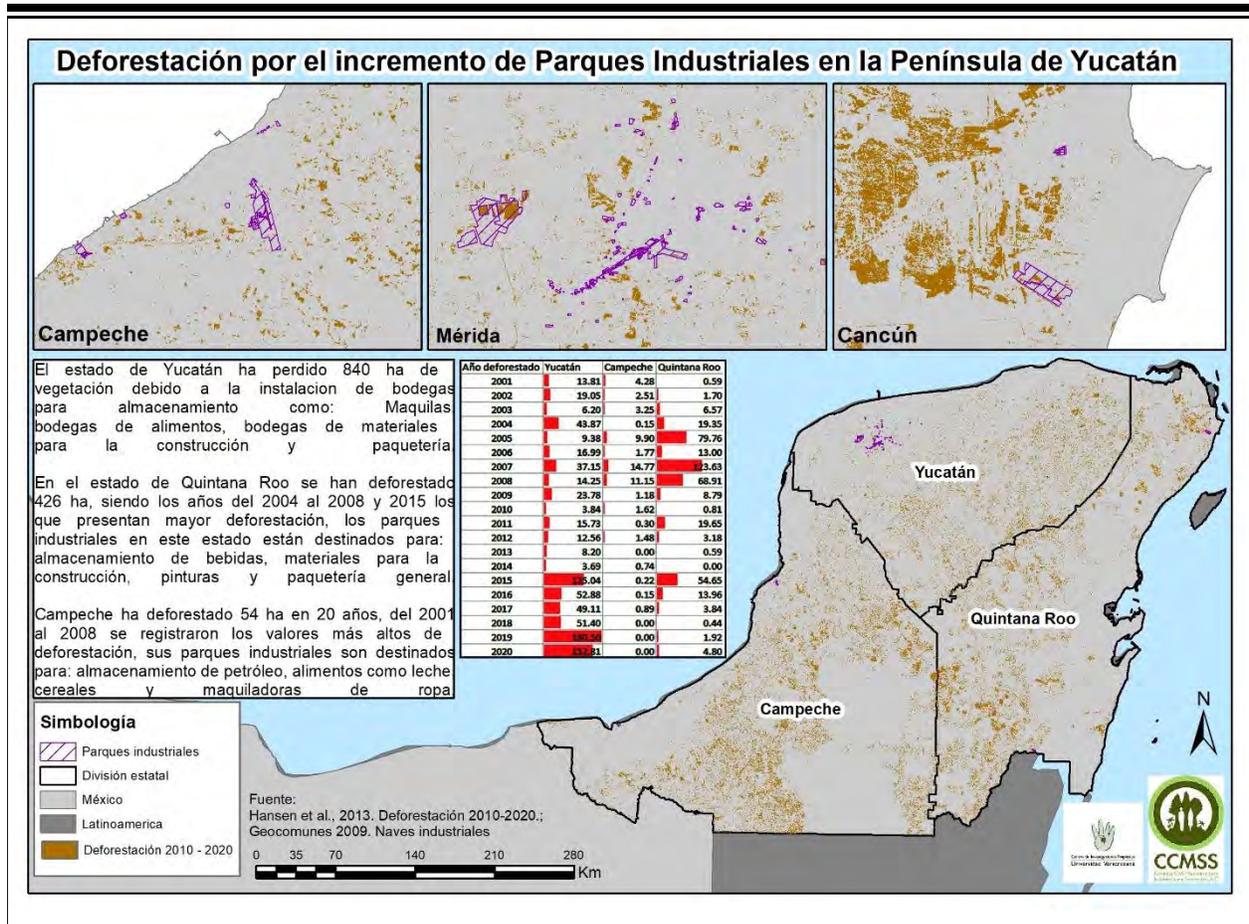


Figura 47. Deforestación por el incremento de parques industriales en la Península de Yucatán.

En segundo lugar, se tiene el estado de Quintana Roo con 426 ha de pérdida de cobertura arbórea, siendo los años del 2004 al 2008 y 2015 los que presentan la mayor deforestación, en este estado los parques industriales están destinados a bodegas de almacenamientos de bebidas, almacenamientos de materiales para la construcción y pintura y paquetería. Por último, en menor grado de deforestación debido a la instalación de parques industriales se encuentra Campeche con 54 ha deforestadas en 20 años, siendo el periodo del 2001 al 2008 donde se tuvieron los valores más altos de deforestación, en el caso de campeche sus parques industriales están destinados a almacenamiento de petróleos, bodegas de alimentos como leche, y maquiladoras de ropa.

RELACIÓN DE DESARROLLO TURÍSTICO E INMOBILIARIO CON LA DEFORESTACIÓN EN ZONAS URBANAS

El turismo de la Península de Yucatán figura como una de las industrias de mayor crecimiento a nivel nacional y global, además de ser uno de los procesos que mayor desarrollo económico generan. Sin embargo, la demanda turística tiene una tendencia directa en la incidencia del crecimiento urbano, en los patrones de ocupación espacial, en los procesos de conservación ambiental, en los cambios de uso de suelo, en las dinámicas del desarrollo social, así como en las formas de interacción y representación sociocultural (Marín Guardado *et al.*, 2012).

El objetivo de este apartado es la de evaluar el papel de los sectores del turismo e inmobiliario en la deforestación y transformación del territorio del estado de Quintana Roo en los últimos 20 años. Se aplican pruebas estadísticas integrando datos de superficie deforestada en las principales áreas urbanas (e.g. fraccionamientos, campos de golf, hoteles) así como datos de crecimiento de población, visitantes al estado, ocupación hotelera e ingresos por turismo. Los análisis integran datos anuales en formato de panel, permitiendo el análisis de métodos estadísticos y determinar cuáles variables y en que destinos turísticos se ha propiciado mayor deforestación e incremento de infraestructura por los sectores del turismo y desarrollo inmobiliario.

PRUEBAS ESTADÍSTICAS CON DATOS DE PANEL

Para determinar los impulsores de la deforestación en zonas urbanas de Quintana Roo y evaluar el impacto de los sectores turísticos e inmobiliarios se integraron los datos geográficos de: once polígonos urbanos (INEGI, 2020) del estado; ubicaciones de hoteles (puntos), campos de golf (polígonos), desarrollos turísticos (e.g. polígonos de parques y resorts todo incluido), y fraccionamientos (Geocomunes, 2019); pérdida de cobertura anual entre 2001 y 2020 de Global Forest Change (30 m; Hansen *et al.*, 2013); y datos socioeconómicos de Censo de Población y Vivienda (ITER 2000, 2010 y 2020) de las once zonas urbanas en Quintana Roo. Adicionalmente, se integraron indicadores del sector turístico (e.g. número de turistas y derrama económica) para cinco zonas urbanas con mayor turismo en el estado: Cancún, Chetumal, Cozumel, Isla Mujeres y Riviera Maya (Playa del Carmen y Tulum). Los datos de indicadores del sector turístico en la Península de Yucatán solo estaban disponibles a escala urbana para el estado de Quintana Roo en las cinco localidades mencionadas, limitando la escala geográfica del análisis y la información disponible sobre el desarrollo turístico en la Península de Yucatán.

Aplicamos el uso de datos de panel (series de tiempo) y un estudio longitudinal para evaluar los variables que influyen en la deforestación urbana, y el papel de los sectores turismo e inmobiliario. Las técnicas estadísticas con datos de panel empleados fueron los modelos de efectos fijos y aleatorios, así como la prueba Hausman para determinar la certeza de las dos pruebas. Las virtudes de los datos de panel y estudios longitudinales para evaluar estadísticamente los fenómenos complejos sociales, como la deforestación urbana, se describen a mayor detalle arriba en la sección: Relación de la producción y mercados de productos agropecuarios con la deforestación.

En resumen, al combinar las diferencias entre los casos analizados (e.g. ciudades o hoteles) y las dinámicas temporales de los individuos, se pueden hacer inferencias más precisas de los parámetros analizadas en los modelos. Los estudios longitudinales tienen una mayor capacidad de capturar las complejidades de las relaciones socioeconómicas o socioambientales por su capacidad de controlar variables omitidas o desconocidas que son influyentes en el fenómeno estudiado, y así evaluar la dinámica de variables temporales y su influencia en el fenómeno (Hsiao, 2007). Por otro lado, permiten determinar con mayor precisión cuales características entre los casos estudiados son relacionados con la variable de respuesta (e.g. deforestación).

En el estudio longitudinal sobre los impulsores de la deforestación urbana en Quintana Roo, la variable de respuesta o dependiente fue la deforestación anual entre 2000 y 2020, y 2010 a 2020 dependiendo del análisis estadístico. La deforestación anual fue calculada para los siguientes polígonos: a) 200 m de los puntos de hoteles en las zonas urbanas y alrededores, b) dentro de los polígonos de campo de golf con un buffer de 200 m, c) dentro de los polígonos de desarrollos turísticos con un buffer de 200 m, d) dentro de los polígonos de fraccionamientos con un buffer de 200 m y e) el total de las cuatro actividades anteriores de desarrollo urbano. Debido a algunos traslapes entre los polígonos analizados y los buffers de 200 m, los

valores de deforestación utilizados para el análisis están sobre estimados y deben usarse como indicadores y no cifras actuales. Sin embargo, la sobreestimación no afecta la evaluación estadística de los impulsores de la deforestación.

En cuanto a las variables explicativas para la deforestación utilizados en los modelos estadísticos, estas incluyeron: a) la categoría de desarrollo urbano (i.e. hotel = 1, campo de golf = 2, desarrollo turístico = 3 o fraccionamiento = 4); b) el año que inicia el desarrollo urbano; c) el periodo de tiempo (2000-2005 = 1, 2006 a 2010 = 2, 2011 a 2015 = 3 y 2016 a 2020 = 4); d) categoría de turismo (Alta = 1, Mediano = 2 y Bajo = 3); e) población total da la zona urbana (2000, 2010 y 2020); f) tasa de crecimiento poblacional (2000 a 2010 y 2010 a 2020); g) población nacida en otra entidad (2000, 2010 y 2020); h) población de habla indígena (2000, 2010 y 2020); i) población económicamente activa (2000, 2010 y 2020); j) viviendas sin electricidad; k) viviendas con automóvil; l) número de turistas (2008 al 2020) en cinco zonas turísticas (Cancún, Chetumal, Cozumel, Isla Mujeres y Riviera Maya; m) derrama económica por turismo (millones de dólares) en las 5 zonas turísticas; y n) porcentaje de ocupación hotelera en las 5 zonas turísticas. Las categorías de turismo (variable d) fueron derivados de los indicadores de turismo y donde categoría 1 (alto) incluye las zonas urbanas de Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Tulum y Cozumel; categoría 2 (mediano) incluye las zonas urbanas Isla Mujeres, Chetumal y Bacalar; y categoría 3 (bajo) incluye las ciudades de José María Morelos, Kantanulkin y Felipe Carrillo Puerto.

Se hacen una serie de pruebas estadísticas para obtener las respuestas de las siguientes preguntas principales:

- ¿Cuáles son los principales impulsores de la deforestación en zonas urbanas de Quintana Roo?
- ¿Cómo interviene la actividad turística en los procesos de deforestación en zonas urbanas de Quintana Roo?
- ¿Cuál ha sido el impacto del sector inmobiliario en los procesos de deforestación en zonas urbanas de Quintana Roo?

Se emplearon regresiones factoriales para evaluar el impacto relativo de cuatro categorías de desarrollo urbano (hoteles, campos de golf, desarrollo turístico y fraccionamientos) y otras variables relacionadas con la deforestación. Por otro lado, considerando las deficiencias de estas regresiones generalizadas, se emplearon las pruebas estadísticas de modelos de efecto fijo y aleatorio para evaluar las variables considerando las variaciones temporales y variaciones entre los casos estudiados. Las pruebas se realizan de manera general abarcando todas las zonas urbanas, 11 en total, y del periodo 2000 a 2020 (excluyendo los indicadores del sector turismo que no abarca la muestra total). Posteriormente se hacen las pruebas dentro de las cinco zonas turísticas y siete áreas urbanas (Cancún, Puerto Morelos, Isla Mujeres, Cozumel, Chetumal, Solidaridad y Tulum) durante el periodo de 2008 a 2020 cuales se podían vincular con los datos disponibles de los indicadores turísticos para el estado de Quintana Roo.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPULSORES

Los datos de panel demuestran como la deforestación urbana ha variado temporalmente, mostrando una deforestación más alta entre 2004 y 2009, y una deforestación más baja que el resto del periodo en los últimos cinco años (2015 a 2020; *Figura 48*). Las zonas urbanas en orden de mayor deforestación son Cancún, Playa del Carmen, Chetumal, Tulum, Cozumel, Puerto Morelos y Bacalar; claramente, Cancún y Playa del Carmen representan la mayoría y más del triple de la deforestación que otras zonas urbanas del

estado. Mas aún, las zonas urbanas rurales sin un mercado turístico importante como José María Morelos, Kantanulkin o Felipe Carrillo Puerto representan muy poco de la deforestación urbana (Figura 49).

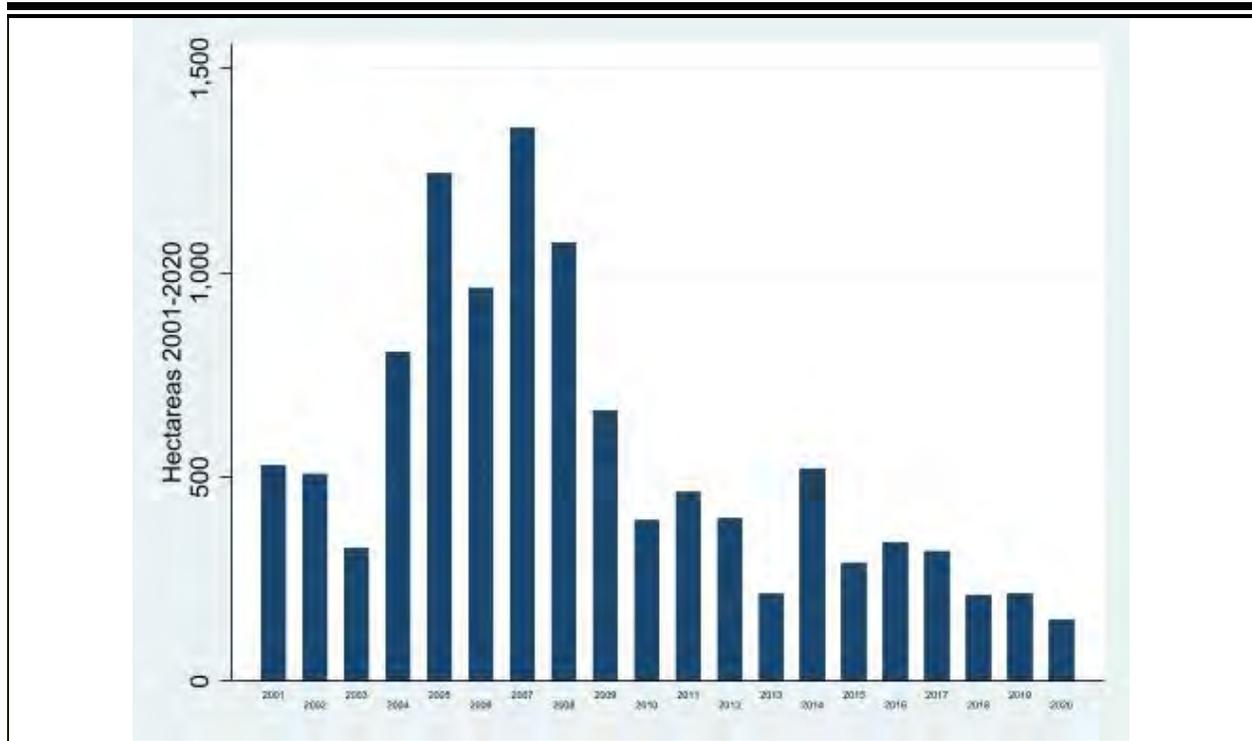


Figura 48. Distribución anual de la deforestación en once zonas urbanas de Quintana Roo.

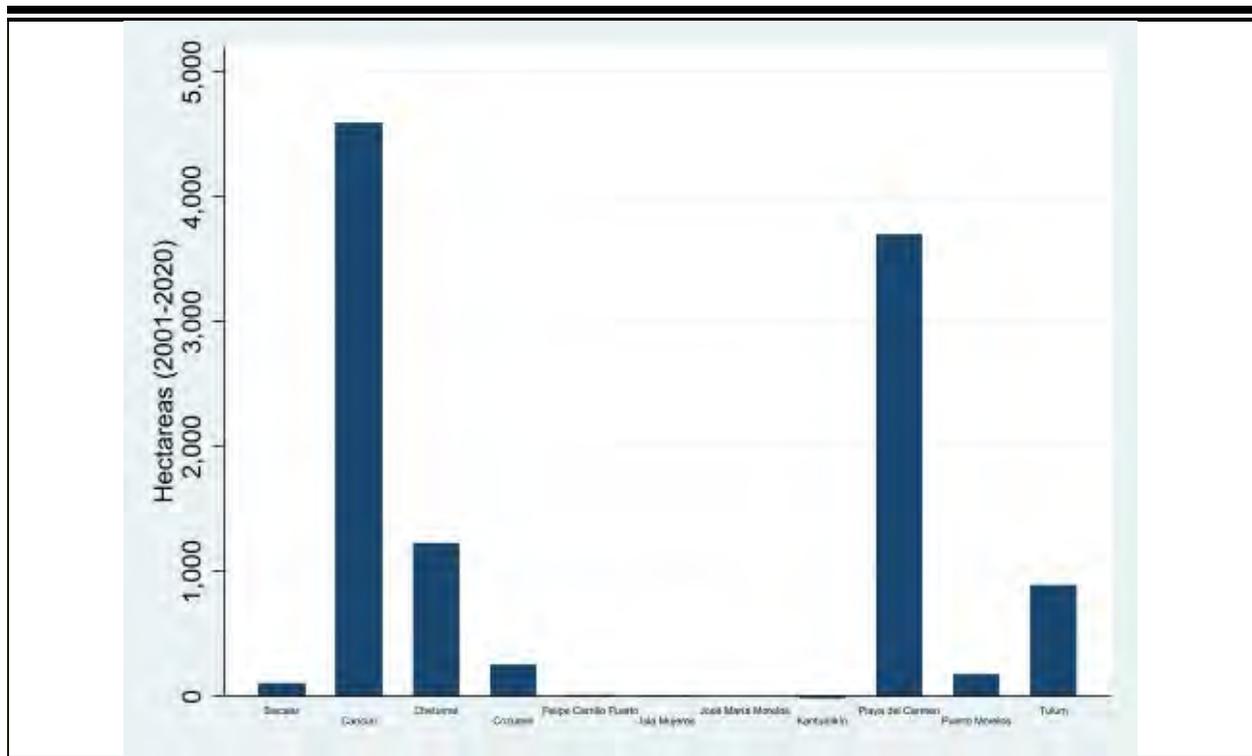


Figura 49. Deforestación total en once zonas urbanas de Quintana Roo.

La mayoría de deforestación urbana se da por el desarrollo de fraccionamientos, seguidos por los desarrollos turísticos (e.g. resorts todo incluido o parques) y campos de golf. La deforestación por la construcción de hoteles aparentemente ha sido mucho menor que las otras actividades de desarrollo (Figura 50). La mayoría de la deforestación por las actividades turísticas de golf y desarrollos de complejos “todo incluido” y parques recreativos se da en los periodos iniciales de 2000 a 2005, y 2006 a 2010. Lo datos reflejan que en el periodo 2006 a 2010, hay un alto repunte de la deforestación por los fraccionamientos. En el último periodo de 2016 a 2020, se observa una disminución en la superficie deforestada en las zonas urbanas del estado de Quintana Roo.

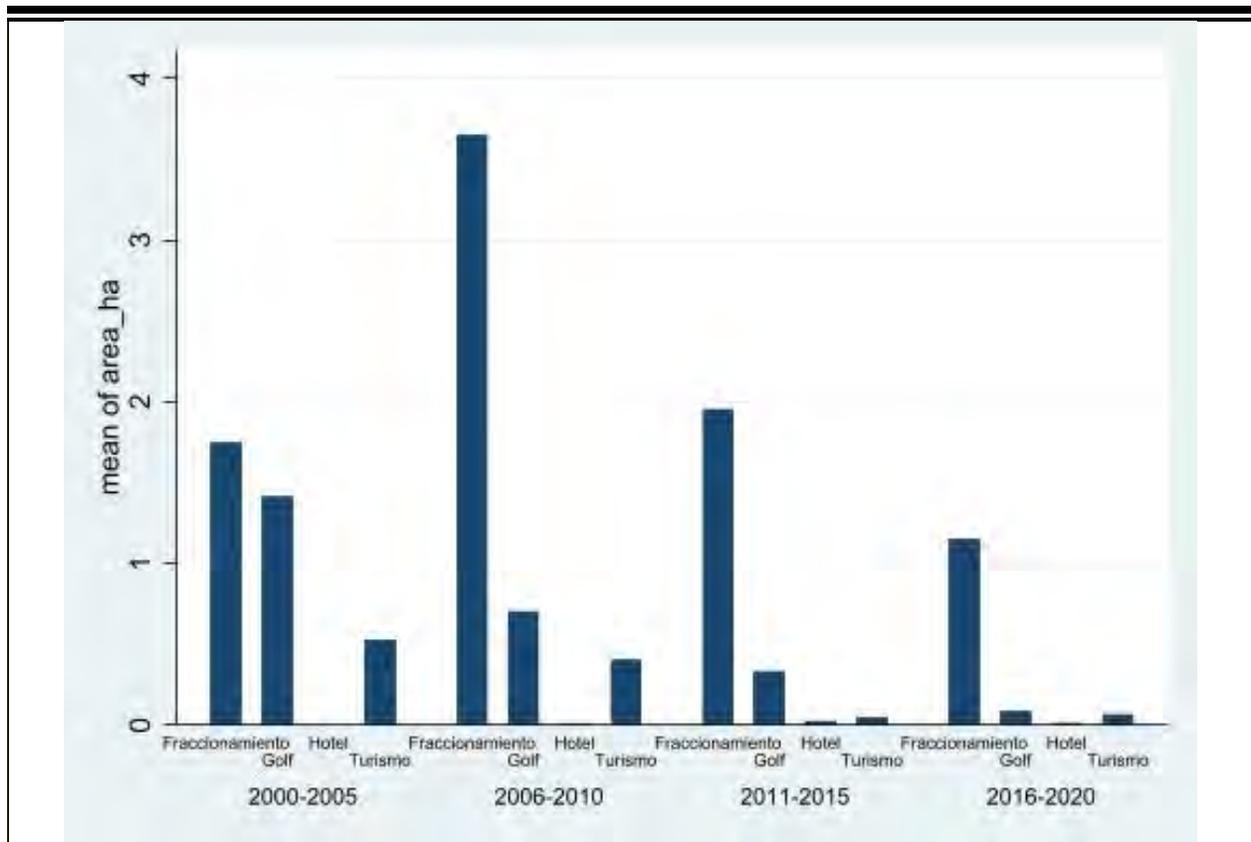


Figura 50. Deforestación promedio por actividad de desarrollo y periodo en once zonas urbanas de Quintana Roo.

Se observa en total una mayor deforestación en los desarrollos posterior al 2010 y con valores más alto entre 2010 y 2013. Finalmente, es muy evidente el contraste de la deforestación por categoría de importancia turística de la zona urbana. Las zonas urbanas con alto turismo (e.g. Cancún, Playa del Carmen y Tulum) tienen una deforestación claramente más alto que las ciudades con un turismo mediano (e.g. Bacalar, Isla Mujeres o Chetumal), y las ciudades rurales de José María Morelos, Felipe Carrillo Puerto y Kantankulkin tienen una menor deforestación.

La muestra total de las once zonas urbanas del estado contaba con 23,577 observaciones de un total de 1,929 casos o actividades individuales de desarrollo en las cuatro categorías analizadas (hotel, campo de golf, desarrollo turístico y fraccionamiento). Los resultados de la regresión factorial comprueban la diferencia significativa entre la deforestación promedio de los hoteles (el menor de todos los factores o categorías) comparado a la deforestación por los campos de golf y desarrollos turísticos, que en promedio deforestan media hectárea más por caso; los fraccionamientos causan la deforestación más alta en zonas urbanas con un promedio de casi dos hectáreas adicionales por caso, comparado a un hotel en promedio. El modelo es significativo en demostrar que las relaciones observadas no son al azar ($F = 129.70$, $p < 0.001$).

Los resultados de la prueba factorial indican cuales de las variables consideradas se relacionan de manera significativa con la deforestación urbana por las cuatro actividades de desarrollo consideradas. Por ejemplo, se detecta una mayor deforestación en desarrollos más recientes entre 2010 y 2020 (Figura 51), en regiones de alto turismo (Figura 52), pero no en periodos más recientes (Figura 50). Adicionalmente, los resultados indican una relación fuerte entre la deforestación y una mayor población total y tasa de

crecimiento poblacional en las zonas urbanas; por otro lado, hay una relación negativa entre la deforestación y la población de habla indígena.

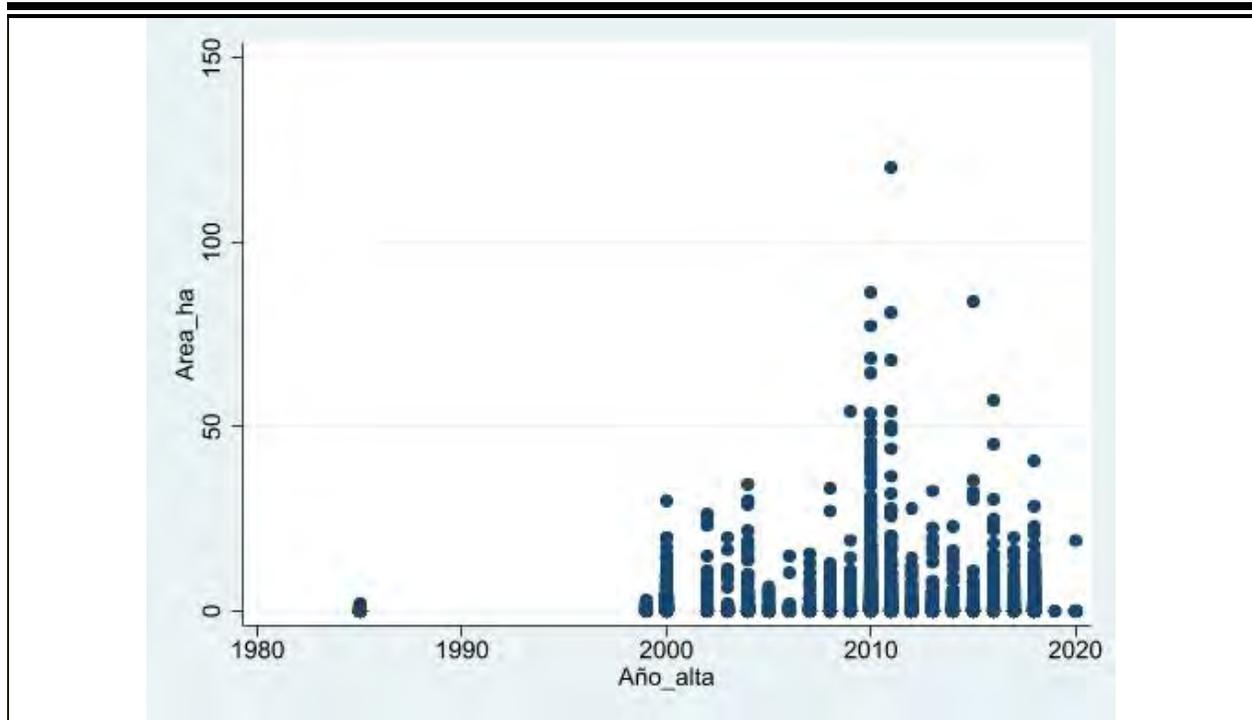


Figura 51. Distribución de los datos de deforestación por año de alta en SECTUR y DENUE en once zonas urbanas de Quintana Roo.

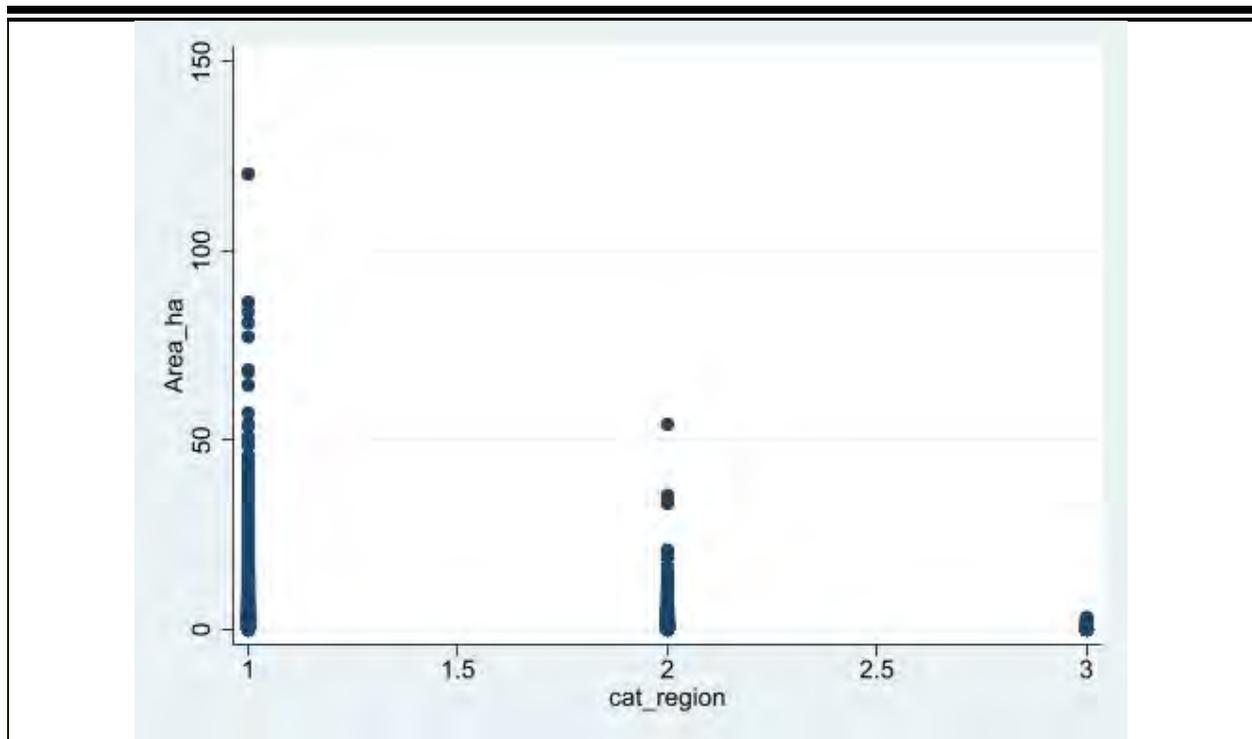


Figura 52. Distribución de los datos de deforestación por categoría de importancia turística en once zonas urbanas de Quintana Roo.

Los modelos de efectos fijos nos ofrecen resultados más fiables en cuanto a integrar la variabilidad temporal o las características individuales de las actividades de desarrollo urbano. Los resultados de la prueba Hausman ($\text{Chi}^2 = 129.70$, $p < 0.001$) corrobora la idoneidad del modelo de efectos fijos, y los resultados del modelo indican las variables significativas en relación con la variabilidad en el tiempo, confirmando que el aumento en el crecimiento poblacional es el impulsor más relacionado con la deforestación anual. Similar a los resultados previos, la población indígena tuvo una relación negativa con la deforestación anual.

En la muestra de datos de panel para los polos de importancia turística durante la última década (2010 al 2020) se sumaron en total 10,400 observaciones de un total de 800 casos de desarrollo urbano en las categorías de hoteles, desarrollo turístico, fraccionamientos y campos de golf. En comparación al impacto de hoteles en general, el análisis de regresión factorial corrobora una diferencia significativa entre la deforestación ocasionado principalmente por los fraccionamientos, seguido por los campos de golf y desarrollos turísticos. Las variables independientes asociadas con la deforestación fueron el año del inicio del desarrollo, entre más reciente más deforestación, y la categoría de importancia turística, entre más importante más deforestación. No se encontraron relaciones significativas entre la deforestación en las zonas urbanas turísticas y los demás indicadores socioeconómicos y de la economía turística integrados en la prueba.

Los resultados del modelo de efectos fijos arrojan una variable explicativa asociada con la deforestación por las actividades de desarrollo urbano en los polos turísticos, siendo el porcentaje de ocupación hotelera. Entre mayor sea la ocupación hotelera y su crecimiento en el tiempo, hay una mayor deforestación.

Desarrollo turístico

Los resultados del modelo de efectos fijos aplicado para evaluar los impulsores de la deforestación por el desarrollo turístico, por ejemplo, los parques y resorts todo incluido, son más reveladores. En total el modelo incluye 5,076 observaciones de 562 casos de desarrollo de infraestructura para el turismo. Como indican los resultados descritos anteriormente, hay una mucha mayor deforestación por estos desarrollos turísticos que los que se observan por el desarrollo hotelero en general, y esta deforestación está positivamente relacionada, y de manera significativa ($p < 0.05$), con el número de turistas visitando anualmente, así como por el porcentaje de ocupación hotelera. Estos indicadores turísticos muestran una relación directa entre el sector turismo y la deforestación urbana en los polos turísticos de Quintana Roo. Sin embargo, el ajuste del modelo es pobre, implicando que existen otros factores, entre las características individuales de las zonas urbanas, así como otros impulsores que se asocian con la deforestación urbana.

Fraccionamiento

El desarrollo de fraccionamientos para viviendas es un impulsor importante que ha incidido directamente en la deforestación urbana. El desarrollo inmobiliario destaca en la economía nacional y existe una fuerte vinculación entre gobierno, empresas inmobiliarias y compañías financieras en implementar el desarrollo de fraccionamientos. Como señalan los resultados obtenidos, los fraccionamientos son la causa principal de la mayoría de superficie deforestada en zonas urbanas. En total el modelo incluye 1,826 observaciones de 166 casos de desarrollo de fraccionamientos. Los resultados del modelo muestran una mayor influencia de los variables socioeconómicos en la deforestación urbana por los fraccionamientos. Se encontró una relación positiva entre la ocupación hotelera y la deforestación urbana; pero además se encontró una relación positiva entre la población total, y una relación negativa entre la población nacida en otras entidades, PEA y viviendas sin electricidad en la deforestación por fraccionamientos. Estos resultados reflejan en parte una deforestación alta en nuevos fraccionamientos en la ciudad de Chetumal, además de las urbes más grandes como Cancún y Playa del Carmen. Por otro lado, como en otros modelos el ajuste del modelo es pobre, y no logra explicar la totalidad de los impulsores que inciden en la deforestación urbana.

RELACIÓN DE LA TENENCIA DE LA TIERRA CON LOS PROCESOS DE DEFORESTACIÓN

Las políticas y programas de desarrollo regional y el impacto los sectores agropecuarios, de turismo e inmobiliario no son los únicos impulsores relevantes en la deforestación de la Península de Yucatán. Por otro lado, el cambio de uso de suelo se asocia con la tenencia de tierra y sus cambios históricos ocasionados por las políticas agrarias y el desarrollo económico. A nivel global, se describe un impacto negativo en la cobertura forestal debido a la inseguridad de la tenencia de tierra de poblaciones rurales, mayormente migrantes, que tienden a talar la selva en las fronteras forestales para establecer derechos de uso y propiedad de la tierra (Robinson *et al.*, 2014; Kissinger *et al.*, 2012; Geist y Lambin, 2001). Diferentes estudios han demostrado este fenómeno en Brasil (Baragwanath y Bayi, 2020), Haití (Dolisca *et al.*, 2007), Ghana (Damnyag *et al.*, 2012), Ecuador (Holland *et al.*, 2014), entre otros países de los trópicos (Barkman *et al.*, 2010; Megevand *et al.*, 2013). De manera contraria, otros trabajos han sido claves para comprobar que cuando existen títulos reconocidos legalmente y hay derechos de acceso y uso a la propiedad, se reduce la deforestación en las fronteras forestales de los trópicos (Blackman *et al.*, 2017; Robinson *et al.*, 2014). No obstante, se reportan casos en Ecuador (Buntaine *et al.*, 2015) y Colombia (Rincón Ruíz, 2013) en donde la otorgación de títulos y reconocimiento legal de la propiedad no redujo la deforestación. En el caso de Ecuador, los títulos se otorgaron en una zona donde las tasas de deforestación

ya eran bajas por su menor aptitud agrícola; y en Colombia, el mercado ilícito del cultivo de la coca ocasionó una desintegración de la gobernanza comunitaria ocasionando una mayor deforestación.

En ese sentido, se ha deducido que la organización y tenencia comunitaria es importante para frenar la deforestación de las selvas tropicales. Sin embargo, un metaanálisis pan tropical notó mediante una evaluación de publicaciones científicas que la propiedad comunal reduce los procesos de deforestación en algunas áreas, pero en otras se observaban procesos de deforestación (Busch y Ferretti-Gallon, 2017). Por otro lado, el metaanálisis de Porter-Bolland *et al.*, (2012) comprueban que cuando se integra el manejo forestal dentro de la propiedad común, hay una mayor efectividad en reducir la deforestación en los trópicos que en las áreas protegidas.

La tenencia comunitaria y su papel en reducir la deforestación se sigue demostrando en Investigaciones recientes en Brasil (Baragwanath y Bayi, 2020), Bolivia (Bottazi y Dao, 2013) y Colombia (Romero y Saavedra, 2020) en donde la propiedad común se relaciona con menor deforestación. México, en particular, ha sido un ejemplo global del potencial del manejo forestal comunitario en la conservación de sus bosques y selvas (Bray *et al.*, 2004; Ellis y Porter-Bolland, 2008; Barsimantov y Kendall, 2012; Durán-Medina *et al.*, 2007). México se distingue por tener un sistema de tenencia segura para productores rurales y comunidades indígenas en zonas boscosas mediante un sistema de propiedad social implementada desde 1917 por la Reforma Agraria, producto de la Revolución Mexicana (1910-1917; Braña Varela y Martínez Cruz, 2005; Di Giano *et al.*, 2013). La dotación de tierras, “ejidos” y “comunidades” otorgadas desde 1917 hasta 1990, dispuso a las comunidades rurales e indígenas el usufructo de tierras bajo un esquema de propiedad y gobernanza comunal con derechos de acceso y uso legalmente reconocidos.

No obstante, México se convirtió en un “laboratorio” para investigar los impactos socioambientales de la tenencia de la tierra, y en particular sobre los procesos de deforestación en propiedad comunitaria y privada (Barsimantov y Kendall, 2012; Bonilla-Moheno *et al.*, 2013; Ellis *et al.*, 2017b; Miteva *et al.*, 2019). Particularmente, a raíz de una serie de modificaciones a la ley de reforma agraria en 1992, la institución de la tenencia de la tierra en México sufrió cambios drásticos, principalmente dirigidos a debilitar la gobernanza y propiedad comunal de los núcleos agrarios, permitiendo por primera vez la transferencia de tierras de régimen comunal a privada mediante la parcelación interna entre ejidatarios y posesionarios (PROCEDE), así como la transferencia a dominio pleno de tierras (Braña Varela y Martínez Cruz, 2005; Torres-Mazuera *et al.*, 2021). Las reformas de 1992 finalmente facilitaron a los ejidatarios y posesionarios en recibir títulos de propiedad individuales y privados, con la intención de fomentar mayor inversión y nuevas tecnologías, y mejorar la producción de las tierras (Colectivo GeoComunes, Torres-Mazuera y Gómez Godoy, 2020; Braña Varela y Martínez Cruz, 2005; Di Giano *et al.*, 2013). Como resultado, se estableció la coexistencia de la propiedad privada, social y pública en los núcleos agrarios.

Naturalmente, se detonó una preocupación sobre el impacto en la deforestación ocasionado por los cambios en la institución de la tenencia a partir de las reformas que iniciaron desde 1992. Por un lado, se argumentaba que la privatización y decisión individual del propietario, así como la debilitación de la gobernanza comunal del núcleo agrario, era conducente a una mayor deforestación (Braña Varela y Martínez Cruz, 2005; Di Giano *et al.*, 2013). Adicionalmente, aunque la parcelación y privatización de tierras excluye zonas forestales, se predecía una mayor deforestación en zonas forestales comunitarias con el propósito de poder incorporar más tierras dentro de los programas de transferencia de tierras (e.g. PROCEDE y dominio pleno). A su vez, también se debate que la deforestación es un fenómeno más prevalente en la propiedad común, por un uso ineficiente y de baja productividad del suelo, y que la privatización de tierras conduce a una mejor producción y conservación de recursos naturales (Quiadri de la Torre, s.f.).

Los estudios que han investigado la relación de la tenencia de la tierra y la deforestación en México señalan resultados que varían por escala de análisis y contextos regionales y locales. El estudio de Di Giano *et al.*, (2013) fue de los primeros en evaluar los cambios en la tenencia de tierra ocasionados por Ley de la Reforma Agraria de 1992 en la Península de Yucatán, específicamente Quintana Roo; aunque muy pocos núcleos agrarios en el estado entraron formalmente a un proceso de privatización de parcelas productivas con el Programa de Certificación de Derecho Ejidales y Titulación de Solares (PROCEDE); los ejidos estudiados que privatizaron y vendieron terrenos informalmente tuvieron mucho mayor deforestación que aquellos que mantuvieron sus áreas agrícolas de forma colectiva. Contrariamente, un estudio a escala nacional y a nivel municipal determinó que la deforestación en propiedad privada era menor en propiedad ejidal pero no en las comunidades (Bonilla-Moheno *et al.*, 2013). Aunque este estudio llamó la atención a los proponentes de la privatización de tierras en el país, Skutsch *et al.*, (2014) cuestionó la interpretación de los resultados por su uso de datos de cobertura forestal de resolución muy gruesa (MODIS, 250 m) y la unidad de análisis municipal del estudio.

En contraste a los resultados de Bonilla-Moheno *et al.*, (2013), otros estudios han demostrado como la tenencia de tierra cambia en áreas con desarrollo agroindustrial mediante la reducción de tierras ejidales bajo el régimen de propiedad común y aumento de tierras cultivadas bajo régimen de propiedad privada (Ellis *et al.*, 2017b; Lawrence *et al.*, 2019). En el centro de la Península de Yucatán (Municipio Hopelchén, Campeche), Ellis *et al.*, (2017b) demuestran una mayor deforestación por la expansión de cultivos de soya, sorgo y maíz comercial en propiedad privada y federal en comparación a la propiedad ejidal, indicando la importancia de evaluar los contextos regionales. Lawrence *et al.*, (2019) comprueban el vínculo entre el crecimiento de los mercados agrícolas y de exportación con los procesos de privatización de parcelas en ejidos asociado con un proceso de deforestación en el estado de Yucatán. Miteva *et al.*, (2019) desarrollaron un modelo cuasi-experimental estadístico que analizó la deforestación en la Península de Yucatán y detectaron una mayor deforestación en los ejidos que en la propiedad privada, pero que la tenencia ejidal era más efectiva que la propiedad privada en reducir la deforestación en las áreas de influencia de las áreas protegidas.

La *Tabla 8* describe los tipos de tenencia en la Península de Yucatán y sus respectivos paquetes de derecho que los distinguen y pueden influir en los procesos deforestación. Las tierras ejidales comprenden de zonas comunitarias donde los ejidatarios tienen acceso, derecho de uso comunal, y permanencia, pero no es transferible. Es decir, no incluye el derecho de enajenación que permite vender o transferir a otro propietario o persona afuera del ejido. Las zonas parceladas de ejidos son aquellos que fueron zonificados internamente como propiedad privada y uso individual pero su venta depende de la decisión de la asamblea ejidal, mientras que las zonas de dominio pleno representan el conjunto de derechos total al propietario de la propiedad, incluyendo enajenación mediante su venta o cambio de propietario. Actualmente, se describe una tendencia y proceso dirigido a despojar las tierras ejidales comunales y transferirlas a zonas parceladas y de dominio pleno estimulado por los mercados e intereses de los sectores agroindustrial, inmobiliario y turístico (Torres-Mazuera *et al.*, 2021). Se ha visto como el proceso de privatización de tierras dentro de las tierras nacionales incrementa el proceso de deforestación; por ejemplo, en el municipio de Hopelchén en Campeche (Ellis *et al.*, 2017b) y en el Estado de Yucatán (Lawrence *et al.*, 2019). Aun así, a pesar de los cambios sustanciales en la institución de la tenencia de la tierra desde las reformas políticas de 1992, no se ha evaluado de manera cualitativa y estadística, la relación de la deforestación más reciente con la gama de regímenes de tenencia de tierra en la Península de Yucatán y cómo se compara la deforestación en propiedad de uso común, con los esquemas de propiedad privada y tierras nacionales donde se observan tendencias de privatización de tierra.

Tabla 8. Tipo de tenencia, descripción, paquete de derechos y características dentro de la Península de Yucatán y sus estados.

TIPO DE TENENCIA	DESCRIPCIÓN	PAQUETES DE DERECHOS*	CARACTERÍSTICAS REGIONALES
Zona parcelada	Son los terrenos que han sido fraccionados y repartidos entre sus miembros y que se pueden explotar en forma individual, en grupo o colectivamente. Corresponde a los ejidatarios o comuneros el derecho de aprovechamiento, uso y usufructo de ellos.	Retiro o uso Exclusión Debido Proceso y compensación Duración	La zona parcelada de los ejidos se encuentra en mayor medida en los estados de Campeche y Yucatán, mientras que en Quintana Roo son pocas las extensiones que han sido parceladas. En Campeche se encuentran en la zona Oeste del estado (Campeche, Champotón, Escárcega, Candelaria y Carmen). En Yucatán en casi todos los municipios de la parte norte; mientras que en la parte sur se concentran en Peto, Tzucacab y Tekax. En Quintana Roo en zonas cercanas a la Riviera maya de Benito Juárez, Solidaridad, Tulum y Felipe Carrillo Puerto.
Dominio pleno	El dominio pleno es el acto a través del cual la Asamblea Ejidal o los ejidatarios, poseionarios y vecindados en su calidad de sujetos de derechos agrarios obtienen además del uso y aprovechamiento de las tierras ejidales que les fueron asignadas o de las cuales hayan obtenido derechos parcelarios, la propiedad total de las mismas.	Retiro o uso Enajenable Exclusión	Se concentran en polígonos de pequeña extensión alrededor de las zonas urbanas y zonas parceladas ejidales. En Campeche se concentran en los municipios de Campeche, Champotón, Escárcega y Carmen. En Yucatán se concentran alrededor del municipio de Mérida. En Quintana Roo se encuentran al Norte de Cancún y cerca de las zonas urbanas de los centros poblacionales de Solidaridad y Tulum.
Terreno baldío (nacional)	Son baldíos todos los terrenos que, estando dentro de los límites de la República, no sean ejidos ni propiedad particular ni pertenezcan legítimamente a corporaciones o personas jurídicas (Art. 157 de la Ley Agraria).	Acceso	Quintana Roo carece de la presencia de este tipo de tenencia. En Yucatán se encuentran pocos polígonos de mediana extensión cerca de la zona costera. En Campeche se encuentran más polígonos de mayor extensión, estando los más grandes en los municipios de Calakmul y Hopelchén.
Zona federal	Territorio sometido por circunstancias especiales a un régimen de vigilancia especial por parte de Federación.	Exclusión	Se encuentran en pequeñas extensiones al Suroeste de Campeche, en todo el estado de Yucatán, pero resaltando la ciudad de Mérida y la zona costera Oeste; por otro lado, en Quintana Roo se concentra en la parte Sureste del estado.
Zona comunitaria ejidal	En estricto sentido un ejido o comunidad es una persona moral integrada por un mínimo de veinte ciudadanos mexicanos, propietarios de tierra rural, encuadrados en un régimen social, regulado por la fracción séptima del artículo veintisiete constitucional, mediante su ley reglamentaria denominada Ley Agraria. El Artículo 73 de	Manejo Retiro o uso Acceso Debido Proceso y compensación Duración	Esta es el tipo de tenencia más extenso en la Península de Yucatán. En Campeche, los polígonos de mayor extensión se encuentran en la parte Este del estado; en Yucatán son de menor extensión a lo largo del estado con excepción de la zona costera; y, por otro lado, en Quintana Roo son polígonos de grandes y pequeñas

TIPO DE TENENCIA	DESCRIPCIÓN	PAQUETES DE DERECHOS*	CARACTERÍSTICAS REGIONALES
	la Ley Agraria lo define como las tierras que constituyen el sustento económico del ejido que no son tierras destinadas al asentamiento humano ni zonas parceladas. El Artículo 59 define que no pueden destinarse como parcelas en zonas de bosque o selvas.		extensiones en todo el estado con excepción de la zona costera.
Propiedad privada	Son tierras con título de derechos a personas físicas o morales fuera del Estado. Los poseedores del título tienen los beneficios que emanen de estas tierras bajo las limitaciones que indique la Ley.	Enajenables Exclusión Retiro o uso Acceso	Se encuentra distribuida mayormente a lo largo de la extensión del estado de Yucatán, así como en la parte Oeste de Campeche. En cambio, Quintana Roo presenta una menor extensión focalizada en Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Benito Juárez, Solidaridad y Cozumel, así como algunos polígonos inmersos entre los ejidos de los municipios del Sur; no obstante, la extensión de los polígonos es mayor individualmente que en los otros estados.
Terrenos nacionales	Son los terrenos baldíos deslindados y medidos por parte de la Federación, así como los que recobre la Nación por la nulidad de los títulos que a ellos se les hubiese otorgado (Art. 158 de la Ley Agraria).	Acceso	Se concentran contados polígonos de grandes extensiones en la parte Este de Campeche, así como al Noreste de Quintana Roo. En Yucatán solo se presenta un polígono de poca extensión al Norte de la ciudad de Mérida.
Asentamientos humanos	De acuerdo con la Ley Agraria, son las tierras necesarias para el desarrollo de la vida comunitaria del ejido, reservada para el crecimiento urbano y disposición de servicios.	Acceso Duración	Estos se encuentran en la zona urbanizada de los ejidos, presentando una superficie casi imperceptible en Campeche, y Quintana Roo; sin embargo, en Yucatán se concentran en mayor superficie alrededor de la ciudad de Mérida.

*Derechos enlistados en Segura-Warnholtz et al., (2017)

En este estudio aportamos al conocimiento sobre la relación de diferentes regímenes de tenencia de la tierra en México y su relación con la pérdida de cobertura forestal. Integrando los datos de cobertura de ocho tipos de tenencia de la tierra distribuidas en la Península de Yucatán en el 2013 (RAN) con los datos de deforestación del 2010 al 2019 (Hansen *et al.*, 2013), controlando por factores geográficos, ambientales y sociales en la región, y usando análisis de regresión factorial, determinamos la relación del tipo de tenencia en la deforestación peninsular y por estado. Se distinguen las diferencias entre la propiedad ejidal (núcleos agrarios) comparado a propiedad privada y terrenos nacionales.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RELACIÓN DE TENENCIA DE LA TIERRA CON LA DEFORESTACIÓN

Para el análisis de la relación de la tenencia de tierra con los procesos de deforestación en la Península de Yucatán, se utilizó la cobertura de polígonos de tipos de tenencia: 1) terrenos nacionales (TN), 2) terrenos baldíos (TB), 3) zonas federales (ZF), 4) asentamientos humanos (AH), 5) tierras ejidales en dominio pleno (EDP), 6) zonas parceladas y privadas en ejidos (EPA), 7) tierras comunitarias ejidales (ETC) y 8) propiedad

privada (PP; *Figura 53*). Los datos geográficos de la cobertura de tenencia de tierra fueron solicitados al Registro Agrario Nacional en el 2015, y corresponden hasta al 2013. Se integraron los datos de pérdida de cobertura arbórea del 2010 al 2019 (Hansen *et al.*, 2013), cuales son generados y actualizados continuamente por Global Forest Change. Posteriormente se extrajo la superficie de pérdida de cobertura (2010 -2019) y tasa de pérdida anual por polígono, empleados como variables dependientes. Se acotó a la deforestación posterior al 2010, debido a que los datos de polígonos de tipos de tenencia no disponían de fecha y se desconoce sus inicios. Se asume que para el 2010 la mayoría de la muestra (2013) ya fue establecida y se evalúa su relación con la deforestación de la última década.

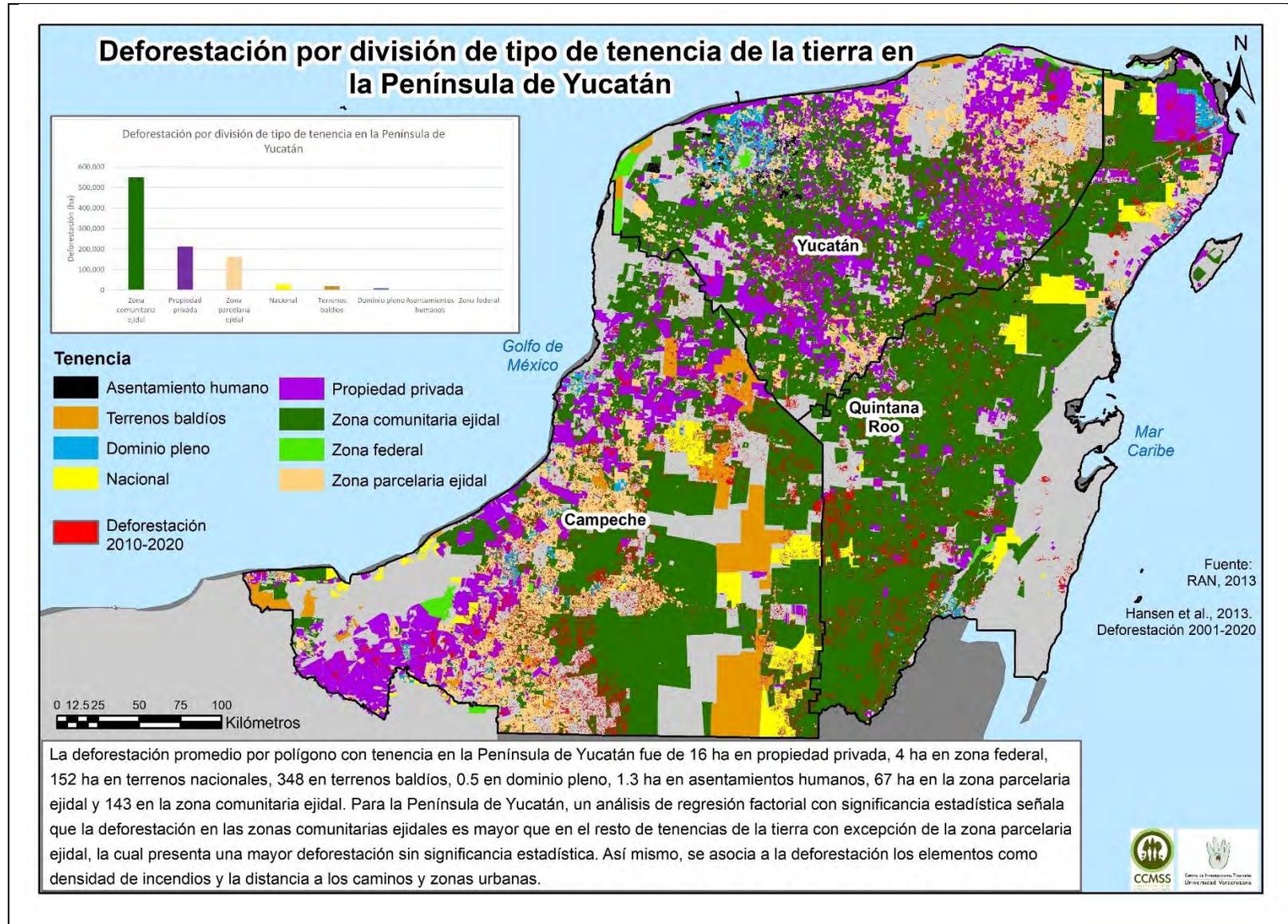


Figura 53. Tenencia de la tierra y deforestación en Yucatán.

Se utilizaron análisis de regresión factorial, donde se evaluó el efecto principal del tipo de tenencia en los procesos de deforestación dentro de los polígonos de tenencia. Adicionalmente, se integran covariables adicionales utilizados para controlar y evaluar los efectos de otros factores ambientales y geográficos que se relacionan con los patrones de deforestación en la Península de Yucatán. En ese sentido, el modelo de regresión factorial evalúa el efecto principal de la variable independiente (i.e. tipo de tenencia) en una variable dependiente (i.e. superficie deforestada), promediado a través de los niveles de cualquier otra variable independiente (covariables). Las covariables incluidas en el modelo de regresión factorial incluyen: 1) elevación (msnm; INEGI), 2) superficie del polígono (ha; RAN), 3) distancia a carreteras (m; INEGI), 4) distancia a áreas urbanas (m; INEGI), 5) densidad de fuegos (2010 a 2019; CONAFOR) y 6) población 2020 (habitantes; INEGI).

Para la evaluación estadística se generaron varios modelos de regresión factorial para determinar el efecto en la superficie y tasa de pérdida de cobertura, y comparar las categorías de tenencia ejidal (EJ), privada (PP) y nacional (NA), usando el ejido como base de comparación. Estos modelos se hicieron a nivel peninsular y para cada estado. Adicionalmente se generaron modelos para comparar la deforestación en los ocho tipos de tenencia indicados arriba (e.g., TB, ZF y ETC), usando las tierras comunitarias de ejidos como punto referencia. Estos modelos también fueron desarrollados para la Península de Yucatán y sus tres estados, Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así determinando las diferencias entre cada estado.

Deforestación por Tipo de Tenencia de Tierra

Las estadísticas descriptivas sobre la pérdida de cobertura arbórea dentro de polígonos con categorías generales de tierras ejidales (EJ), nacionales (NA) y privadas (PP) en la Península de Yucatán (*Tabla 9*) muestra que en los polígonos ejidales, que incluyen las zonas comunitarias (ETC), parceladas (EPA), asentamientos humanos (AH) y áreas en dominio pleno (EDP), se deforesta en promedio 26.36 ha por polígono, sin embargo la variación es grande ($SD = 271.37$), con un amplio rango de 0 a 27,781.84 ha. En comparación, la superficie promedio de pérdida forestal en terrenos nacionales (TN) es mayor, 97.17 ha por polígono y con una alta variación ($SD = 486.81$). La propiedad privada (PP) tiende a tener polígonos de menor tamaño y en promedio se deforesta 16.34 ha ($SD = 70.70$). La tasa anual de pérdida de cobertura arbórea tiene en promedio 0.40 en ejidos, 0.45 en tierras nacionales y más del doble en propiedad privada, con una tasa de 1.04. La varianza y rango de las tasas de deforestación en las tres categorías de tierras eran similares (SD entre 0.91 y 1.60 y rango entre 0 y 11). Los promedios de las categorías generales indica que se deforestó más superficie en tierras nacionales, seguido por los ejidos y la propiedad privada. Sin embargo, la tasa anual de pérdida fue mayor en propiedad privada.

Tabla 9. Estadísticas descriptivas sobre la superficie deforestada (2010-2019) dentro de polígonos con tenencia ejidal, privada y nacional en la Península de Yucatán.

PENÍNSULA DE YUCATÁN (2010-2019)						
Variable	Tenencia	No. De polígonos	Promedio (ha)	SD (ha)	Min (ha)	Max (ha)
Superficie deforestada por polígono	Ejido	27,441	26.36	271.37	0	21,781.84
	Nacional	497	97.17	486.81	0	5,890.44
	Propiedad privada	12,966	16.34	70.70	0	5,022.79

Tasa anual de deforestación por polígono	Ejido	27,441	0.40	1.12	0	10.97
	Nacional	497	0.45	0.91	0	9.32
	Propiedad privada	12,966	1.04	1.60	0	10.73

Se encuentran patrones similares en Campeche y Quintana Roo que los observados en la Península de Yucatán. El promedio de superficie de pérdida forestal es mucho mayor en tierras nacionales, 142.27 ha en Quintana Roo y 192.65 ha en Campeche. El promedio de la superficie deforestada en polígonos de propiedad privada y ejidal es similar, siendo 31.50 y 49.93 ha respectivamente en Campeche, y 41.37 y 55.57 ha respectivamente en Quintana Roo. En Yucatán las superficies promedias son mucho menores comparado a los otros dos estados; 5.28 ha en tierra nacional, 8.41 ha en ejidos y 8.87 ha en propiedad privada. Además, se observan tendencias contrastantes en la tasa anual de pérdida arbórea por estado en las categorías generales de tenencia (*Tabla 10*). Por ejemplo, en Campeche se encontró una tasa de deforestación promedio alta en ejidos (0.80) y propiedad privada (1.47), y mucho menor en terrenos nacionales (0.36). En Quintana Roo, la tasa anual promedio de deforestación en polígonos ejidales y tierra nacional eran idénticas (0.56 y 0.57), pero el doble en la propiedad privada (1.25). En Yucatán, la tasa de pérdida arbórea es más baja en los ejidos (0.20), seguido por tierras nacionales (0.48), y una mayor tasa de deforestación en propiedad privada (0.86).

Tabla 10. Estadísticas descriptivas sobre la superficie deforestada (2010-2019) dentro de polígonos con tenencia ejidal, privada y nacional en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

ESTADO	VARIABLE	TENENCIA	NO. DE POLÍGONOS	PROMEDIO (HA)	SD (HA)	MIN (HA)	MAX (HA)
Campeche	Superficie deforestada por polígono	Ejido	6,446	49.93	457.74.74	0	21,781.84
		Nacional	194	192.65	704.50	0	5,890.43
		Propiedad privada	3,326	31.50	72.10	0	1,348.44
	Tasa anual de deforestación por polígono	Ejido	6,446	0.80	1.53	0	10.30
		Nacional	194	0.36	0.64	0	2.99
		Propiedad privada	3,326	1.47	1.89	0	10.73
Quintana Roo	Superficie deforestada por polígono	Ejido	4,770	55.57	350.34	0	10,420.61
		Nacional	68	142.27	515.68	0	3,509.43
		Propiedad privada	665	41.31	237.44	0	5,022.78
	Tasa anual de deforestación por polígono	Ejido	4,770	0.56	1.40	0	10.96
		Nacional	68	0.57	1.38	0	9.31
		Propiedad privada	665	1.25	1.61	0	9.62
Yucatán		Ejido	16,225	8.41	66.65	0	2,706.70

ESTADO	VARIABLE	TENENCIA	NO. DE POLÍGONOS	PROMEDIO (HA)	SD (HA)	MIN (HA)	MAX (HA)
	Superficie deforestada por polígono	Nacional	235	5.28	14.46	0	160.11
		Propiedad privada	8,975	8.87	30.58	0	1,010.18
	Tasa anual de deforestación por polígono	Ejido	16,225	0.20	0.71	0	10.62
		Nacional	235	0.48	0.92	0	5.02
		Propiedad privada	8,975	0.86	1.43	0	10.31

Las estadísticas descriptivas de la tasa anual deforestada para los ocho tipos de tenencia categorizados por el RAN indican un promedio deforestado en polígonos de asentamientos humanos (AH) de 1.32 ha, y tierras ejidales pasadas a dominio pleno (EDP) de 0.54 ha; siendo los valores menores y las parcelas de superficie más pequeñas entre las categorías. En comparación, las superficies promedio deforestadas en polígonos más grandes dentro del paisaje, como los terrenos baldíos (TB) y nacionales (TN), son de 348.2 y 152.29 ha respectivamente. En las zonas comunitarias de los ejidos (ETC), usados para fines de producción agropecuaria y en algunos casos, para el manejo forestal, la superficie promedio deforestada era de 143.47 ha. La deforestación promedio en las zonas parceladas de los ejidos (EPA) es 67.08 ha y en la propiedad privada (PP) 16.34 ha, que también constituyen polígonos de menor tamaño. En zonas federales (Z), la superficie promedio de pérdida arbórea fue 4.90 ha.

Las tasas de pérdida de cobertura forestal relacionadas con los diferentes tipos de tenencia nos indican su impacto en los procesos de deforestación en la Península de Yucatán. Las tasas anuales promedio del porcentaje del polígono deforestado son menores en las tierras ejidales en dominio pleno (EDP, 0.25), en asentamientos humanos (AH, 0.36), así como en tierras nacionales (TN, 0.37) y zonas federales (ZF, 0.45). Tasas promedio de la superficie deforestada fueron mayores en los terrenos baldíos (TB, 0.66), seguido por las zonas parceladas en ejidos (EPA, 0.84) y zonas comunitarias en ejidos (ETC, 0.89); la propiedad privada tiene la tasa anual promedio de pérdida forestal más elevada (PP, 1.03) de todas las ocho categorías de tenencia.

En Campeche las Tasas anuales promedio bajas de pérdida forestal en Campeche corresponden a los polígonos de zona federal (ZF, 0.06), tierras nacionales (TN, 0.25) y asentamientos humanos (AH, 0.30). Estos representan zonas poco idóneas para la expansión agrícola o en algunos casos el desarrollo urbano, reflejando una menor deforestación. Sin embargo, se observan las tasas de deforestación regionales más altas en la propiedad privada (PP, 1.47) y tierras ejidales parceladas (EPA, 1.21) y zonas ejidales comunitarios (ETC, 1.19) y terrenos baldíos (TB, 0.77).

En Quintana Roo las tasas promedio anuales de pérdida forestal más altas también fueron presentes en la propiedad privada (PP, 1.25), en la zona parcelada (EPA, 1.14) y tierras comunitarias (ETC, 0.97) de los ejidos. Tasas promedio de la pérdida boscosa en los polígonos de zona federal (ZF, 0.21), dominio pleno (EDP, 0.47) y asentamientos humanos (AH, 0.68) fueron más bajas.

Los valores de superficie arbórea perdida en los polígonos de tenencia de la tierra en el estado de Yucatán son mucho menores que en Campeche y Quintana Roo, y la región presenta procesos de deforestación más antigua. Las tasas anuales de pérdida de la cubierta forestal también son muy bajas en los asentamientos humanos (AH, 0.23), terrenos baldíos y nacionales (TB Y TN, 0.01) y en dominio pleno (EDP,

0.09). Las tasas más altas de pérdida arbórea fueron en propiedad privada (PP, 0.83) y zonas parceladas en ejidos (EPA, 0.67), seguidos por tierras ejidales comunitarias (ETC, 0.57) y zona federal (ZF, 0.50).

La variabilidad en las tasas de pérdida arbórea dentro de los polígonos de tenencia es vasta, indicando que hay una multitud de factores que influyen en la deforestación de cada predio o parcela. En algunos casos estos polígonos pudieron estar deforestados antes del 2010, mostrando en esta última década tasas bajas; por ejemplo, predios cerca de áreas urbanas, como tierras en dominio pleno o asentamientos humanos. En otros casos, las zonas federales y tierras nacionales se presentan en humedales y áreas costeras no aptos para la agricultura y el desarrollo de infraestructura. Los terrenos baldíos por otro lado están bajo un proceso de administración y transferencia a propietarios privados, por lo que muestran un mayor proceso de deforestación. Otros factores como la cercanía a mercados y rutas de comunicación, la población y la disponibilidad de tierra también afectan las decisiones sobre la deforestación dentro de los polígonos de tenencia. Es por eso la necesidad de análisis estadísticos más rigurosos, para controlar y evaluar el efecto actual de la tenencia en los procesos de deforestación.

Resultados de Pruebas Estadísticas

Relativo a las tierras ejidales, el modelo de regresión indica que la superficie deforestada tiende ser mucho menor en terrenos nacionales o federales (-62.16 ha), pero solo menor por 5.2 ha en propiedad privada. Estas diferencias resultaron significativas, indicando que la superficie deforestada en tierras ejidales tiende a ser mayor que en tierras nacionales ($p < 0.001$) y propiedad privada ($p = 0.008$). Otros factores también se relacionan de manera significativa con la deforestación en polígonos dentro de las tres categorías de tenencia: ejidal, nacional y privado. Por ejemplo, se deforestaron mayores superficies en polígonos con mayor elevación ($p = 0.065$), con mayor superficie total ($p < 0.001$), más cercano a las carreteras ($p < 0.001$), a mayor distancia de áreas urbanas ($p < 0.001$), y finalmente en áreas con mayor densidad de incendios ($p < 0.001$). No hubo una relación significativa entre población y superficie deforestada dentro de las tres categorías de tenencia y el modelo de regresión explicó hasta el 45% de la variabilidad de superficie deforestada en los polígonos, cual es muy aceptable, pero indica a la vez que otros factores inciden en la deforestación como es de esperarse.

El modelo de regresión factorial, usando como variable dependiente la tasa de cambio anual en la pérdida de la cobertura arbórea, e integrando las covariables para ajustar la variabilidad entre los polígonos de tenencia (e.g. superficie y distancia a áreas urbanas), indica que las relaciones con las variables independientes son significativas, pero no hay una diferencia significativa en la tasa anual de deforestación en tierras nacionales comparado a las tasas en tierras ejidales. Por otro lado, el modelo arroja una diferencia significativa de una mayor tasa anual de deforestación (0.5% adicionales en promedio) en los polígonos de propiedad privada. Más aún, el modelo señala relaciones significativas entre la tasa anual de pérdida arbórea y una mayor elevación de polígonos ($p < 0.001$), mayor distancia de zonas urbanas ($p < 0.001$), mayor densidad de incendio ($p < 0.001$), así como una mayor población ($p < 0.001$).

Para el caso de Campeche, se detecta una tasa anual promedio mayor de deforestación (0.71% adicional) en la propiedad privada ($p < 0.001$) y una tasa menor por 0.31% de pérdida anual en tierras nacionales ($p < 0.05$). Además, tasas mayores de deforestación se asociaron en polígonos con mayor elevación ($p < 0.001$), lejanos de las carreteras ($p < 0.01$) y zonas urbanas ($p < 0.01$), y con mayor densidad de incendios ($p < 0.001$), y menor población ($p < 0.05$). En Quintana Roo, la tasa de pérdida de cobertura arbórea en tierras nacionales fue igual que en las tierras ejidales ($p = 0.92$), pero la tasa de pérdida forestal en propiedad privada fue significativamente mayor, por 0.60% adicional en promedio ($p < 0.001$). Las covariables de elevación, densidad de incendios y población fueron positivamente relacionados con mayores tasas de deforestación ($p < 0.001$), mientras que la cercanía a caminos se asoció con tasas de

pérdida más altas. En Yucatán se observan patrones similares, no hay una diferencia significativa en la tasa de pérdida entre tierras ejidales y nacionales, pero si es significativamente mayor la tasa anual promedio de deforestación en propiedad privada, 0.41% adicional en promedio ($p < 0.001$). Las mismas covariables se relacionan con mayores tasas de deforestación en el estado de Yucatán que en el caso de Quintana Roo.

El modelo de escala peninsular que evalúa los ocho tipos de tenencia (ETC, EPA, EDP, AH, ZF, TN, TB Y PP) arroja que la tasa anual de superficie deforestada es +0.27% más en promedio en propiedad privada que en las zonas comunitarias ejidales ($p < 0.001$) y no hubo diferencia entre la tasa de deforestación en zonas parcelada comparado a zonas comunitarias en los ejidos ($p = 0.70$). Por otro lado, se identifican menores tasas de deforestación en las tierras en dominio pleno (-0.32, $p < 0.001$), asentamientos humanos (-0.43, $p < 0.001$), zonas federales (-0.29, $p < 0.001$) y tierras nacionales baldíos (-0.30, $p = 0.074$). Las covariables del modelo señalan los patrones de mayor elevación ($p < 0.001$), distancia a áreas urbanas ($p < 0.001$), densidad de incendios ($p < 0.001$) y mayor población ($p < 0.001$) se relacionan con significancia con una mayor tasa de deforestación anual.

En el estado de Campeche, no hubo diferencias entre las tasas de pérdida de cobertura arbórea en zonas comunitarias y zonas parceladas ($p = 0.85$) de los ejidos, más aún, no se detectaron diferencias entre terrenos nacionales baldíos y terrenos ejidales en propiedad común ($p = 0.22$). En propiedad privada, sin embargo, hubo una tasa de deforestación mucho mayor ($p < 0.001$), +0.45% adicionales en promedio, comparado a las tierras ejidales comunales. No obstante, el modelo factorial indica que las tasas de deforestación en los tipos de tenencia de dominio pleno (-0.38, $p < 0.001$), asentamientos humanos (-0.85, $p < 0.001$) y zonas federales (-0.63, $p < 0.001$) son significativamente menores que en las zonas comunitarias ejidales. Entre las covariables, mayor elevación ($p < 0.001$), superficie del polígono ($p < 0.05$), distancia a áreas urbanas ($p < 0.05$) y densidad de incendios ($p < 0.001$) eran las más significativas en relación con una mayor tasa de deforestación anual.

El modelo correspondiente al estado de Quintana Roo es similar al de Campeche, mostrando que no hubo diferencias entre la de tasa de deforestación en zonas parceladas ($p = 0.31$) vs. comunitarias, pero si hubo una mayor tasa de deforestación en la propiedad privada (+0.21%, $p < 0.05$). Similarmente, las tasas de pérdida arbórea son significativamente menores en terrenos en dominio pleno (-0.51, $p < 0.001$), asentamientos humanos (-0.38, $p < 0.001$) y zonas federales (-0.35, $p = 0.057$). En Quintana Roo, una mayor elevación ($p < 0.01$), cercanía a carreteras ($p < 0.001$) y áreas urbanas ($p < 0.05$), densidad de incendios ($p < 0.001$) y mayor población ($p < 0.001$) se asociaron de manera significativa con la tasa de deforestación.

En Yucatán, no hubo diferencias entre la tasa de deforestación de zonas comunitarias ejidales con las zonas parceladas ($p = 0.169$), además de zonas federales ($p = 0.28$) y tierras nacionales baldíos ($p = 0.46$) pero como en los otros estados, la tasa de deforestación en propiedad privada lo supera por +0.25% de manera significativa ($p < 0.001$). Igual a los otros estados de la Península de Yucatán, se identifica menores tasas de pérdida arbórea en regímenes de tenencia de dominio pleno (-0.24, $p < 0.001$) y asentamientos humanos (-0.30, $p < 0.001$) comparado a zonas comunitarias ejidales. Las covariables con relaciones significativas con la tasa anual de pérdida forestal en los polígonos de tenencia en Yucatán eran la elevación ($p < 0.001$), cercanía a carreteras ($p < 0.001$) y densidad de fuegos ($p < 0.001$).

Conclusiones

La superficie de los polígonos es positivamente relacionada a la superficie deforestada, y existe una varianza grande dentro y entre las categorías de tenencia; por ejemplo, los ejidos tienden a ser mucho mayor en superficie que la propiedad privada. Por consecuencia, los resultados de la tasa anual de la superficie deforestada en los polígonos nos proporcionan una mejor perspectiva sobre la tendencia y proceso de pérdida forestal en relación con la tenencia. Al respecto, una fuerte conclusión del estudio es

que la tasa anual de pérdida forestal en la última década es mucho mayor en la propiedad privada, 0.5% adicional en promedio, que dentro de los polígonos ejidales. En Campeche, la deforestación en la propiedad privada, designada mayormente para fines agropecuarios, fue mucho mayor que los estados de Quintana Roo y Yucatán, deforestando 7 ha adicionales y con tasa anual de superficie arbórea perdida incrementada por 0.7% en comparación a los terrenos ejidales. En Quintana Roo y Yucatán, los procesos de deforestación también fueron mayores en la propiedad privada, 0.6% y 0.4% en promedio adicionales respectivamente comparado a los ejidos.

Dentro de los resultados destacan las conclusiones relevantes sobre los diversos regímenes de tenencia presentes en la Península de Yucatán y su relación con la deforestación. Entre ellas se observa en Campeche y Yucatán, donde hubo una mayor superficie deforestada en propiedad privada y zonas parceladas en ejidos (64 ha y 4 ha adicionales en promedio respectivamente), comparado a zonas con propiedad de uso común en los ejidos. En Campeche, también se notó una mayor deforestación dentro de las tierras nacionales, indicando procesos de posesión y transferencia a propiedad privada dentro de ellas. En Quintana Roo, hay mucho menor representación de zonas parceladas en ejidos, así como polígonos de propiedad privada, y la superficie deforestada en zonas de uso común es mayor que todos los otros regímenes de tenencia en el estado (e.g. terrenos baldíos, propiedad privada, etc.).

Los procesos de pérdida forestal tienden a ser menores en los polígonos de asentamientos humanos y de dominio pleno dentro de los ejidos. Esta conclusión se debe a la menor superficie y tasa de pérdida anual dentro de sus polígonos. Aunque se esperaba una mayor deforestación en áreas transferidas a dominio pleno y por la expansión de asentamiento humanos, es posible que el uso de suelo no-agropecuario en las zonas con asentamientos humanos, así como el requerimiento legal de que las zonas parceladas y de dominio pleno no pueden ser forestales, pueden estar entre los factores que reducen la tasa de deforestación. Además, muchas áreas en los asentamientos humanos o zonas urbanas pudieron estar deforestadas antes del 2010. En otros casos, es posible que una mayor seguridad de tenencia y derechos individuales para los propietarios de los predios parcelados o en dominio pleno pueden resultar en una deforestación reducida (Di Giano *et al.*, 2013). No obstante, estos son hipótesis que requieren de más investigación sobre el tema. Las tasas de deforestación en terrenos baldíos, nacionales o zonas federales también tienden a ser menores que los terrenos ejidales comunitarios en los tres estados. Sin embargo, la propiedad privada sigue teniendo una tasa anual de pérdida forestal mayor que todos los regímenes de tenencia evaluadas, desde 0.2% adicional en los estados de Yucatán y Quintana Roo, hasta 0.45% adicional en Campeche.

¿CÓMO IMPACTA EL SECTOR AGROPECUARIO, TURISMO E INMOBILIARIO EN LOS PROCESOS DE DEFORESTACIÓN?

Sector Agropecuario

Los análisis estadísticos aplicando datos de panel sobre la producción y economía agropecuaria en la Península de Yucatán a nivel municipal, indican que estos factores tienen una incidencia importante en los procesos de deforestación regional. En el caso de la producción de maíz en grano para fines comerciales, el mercado lo domina el estado de Campeche, mientras que en Yucatán y Quintana Roo gran parte del cultivo de dedica para la subsistencia local. Los resultados estadísticos muestran como el valor de la producción de maíz, principalmente en Campeche, se ha relacionado con una mayor deforestación en sus municipios; un mejor rendimiento o volumen producido no necesariamente se asocia con un mayor

valor o deforestación, lo que refleja que el aumento en deforestación no se traduce a mejores rendimientos y volumen producido.

El incremento de la deforestación en el estado de Yucatán y Campeche se atribuye en gran parte a la transición de la milpa para subsistencia a cultivo de maíz y mecanización para la producción comercial (Sohn *et al.*, 1999). Seguido de la ganadería, el cultivo de maíz es una causa directa importante del cambio de uso de suelo; las primeras zonas en perder su cobertura forestal eran sobre suelos más aptos y profundos para la mecanización de los cultivos comerciales, ocupando tierras en las partes bajas (Cortina-Villar *et al.*, 1999; Geoghegan *et al.*, 2001). Por ejemplo, el caso expansión de áreas deforestadas focalizadas en la región de la Ribera del Río Hondo en Quintana Roo para cultivo de caña y en Campeche en la zona de bajos por El Centenario donde predominan suelos profundos que permiten la mecanización agrícola.

En esta última década aumenta la pérdida de la cobertura arbórea (Hansen *et al.*, 2013) por los cultivos agroindustriales para la producción de maíz, soya y otros granos con fines de mercados comerciales y el procesamiento industrial. Sigue el mismo patrón de políticas de desarrollo regional, acompañados por el crecimiento de áreas urbanas e infraestructura para el turismo. Simultáneamente y de manera desarticulada, ha continuado la implementación de estrategias y programas de conservación, en casos contradiciéndose y ocasionando conflictos socioambientales.

La caña se cultiva netamente para fines agroindustriales en solo cuatro municipios en los estados de Quintana Roo y los resultados estadísticos muestran una fuerte relación entre el precio y la deforestación de los municipios cañeros. Esto resulta corrobora el análisis por CCMSS (2020) sobre impulsores de deforestación en Quintana Roo entre 2003 y 2018. Por otro lado, como el caso del maíz en grano, se asocia un menor rendimiento con una mayor deforestación. El aumento del precio de la caña ocasiona más áreas deforestadas y sembradas, pero en muchos casos muy bajos rendimientos, indicando la ineficiencia productiva para el mercado de azúcar.

El cultivo de soya en la Península de Yucatán se ve relacionado con la deforestación en los municipios productores, mostrando una relación directa entre la superficie sembrada y el valor de la producción y la superficie deforestada. Como en otros cultivos, hay una relación negativa entre el volumen producido y la superficie deforestada, indicando de nuevo ineficiencias productivas relacionados con impactos negativos en el ambiente. Estos mismos patrones y resultados se observaron con la producción de sorgo en la Península de Yucatán. Detrás de la expansión en el cultivo de soya están los subsidios y programas de gobierno (e.g. Agricultura por Contrato y Programa Pro-Oleaginosas) que impulsan este cultivo en México y facilitan los procesos de deforestación, la ampliación en la brecha de ingresos de los productores, privatización de tierras y otros impactos negativos ambientales y socioculturales. Aunque la agroindustria ha generado ingresos para algunos productores, estos solo comprenden de una élite de productores (la mayoría Menonitas en Hopelchén) y agro-empresas han logrado capitalizarse y empezar a contralar y eventualmente adueñarse de tierras y la producción de soya (Echánove-Huacuja, 2016, 2020), siendo dos empresas las que compran la soya de los productores para su procesamiento (Echánove-Huacuja, 2016).

Finalmente, la producción ganadera también se asocia con la deforestación, específicamente con respecto al volumen y valor de la producción ganadera antes de su procesamiento para producción de carne en canal o producción de leche. Se encuentra una relación negativa entre los animales sacrificados para carne en canal y la deforestación, indicando que un menor desarrollo en la actividad ganadera en cuanto al procesamiento para valor agregado se refleja en una mayor deforestación en estos municipios. Estos resultados reflejan que predomina una producción ganadera poco eficiente y con poco valor agregado responsable por grandes superficies de selva deforestadas.

Como se menciona anteriormente, el comercial de maíz está fuertemente ligada con la actividad ganadera, ya que es utilizado para la cría y engorda de animales para el mercado nacional e internacional. El complejo productivo maíz-ganadera en México se relaciona con las reformas neoliberales, el TLCAN y GATT (Galvan-Miyoshi *et al.*, 2015). Ellis, *et al.*, (2017a) identificaron regiones con el complejo maíz-ganadero con altos proceso de deforestación. En Yucatán, las empresas agroindustriales de harina de maíz, Gruma-Maseca, y porcícola, Kekén, han fortalecido la demanda de maíz para el consumo humano y animal (Uzcanga Pérez *et al.*, 2015). Además, se ha demostrado como empresas grandes pecuarias en la Península de Yucatán, como Grupo Kúo, ha implementado un modelo de aparcería con los productores locales para el cultivo y suministro de insumos de alimento animal, a la vez, exacerbando los procesos de privatización y despojo de tierras comunales ejidales (Torres-Mazuera *et al.*, 2021).

Sectores Turismo e Inmobiliario

El turismo en la Península de Yucatán aumentó desde la década de 1970 con el Plan Maestro de Cancún en 1972 para impulsar del turismo internacional. Posteriormente en las dos décadas siguientes se consolidó el turismo con el desarrollo de la Riviera Maya, en la que se involucró la conservación de las áreas naturales con el esquema de Desarrollo Sostenible. En las décadas de 2000 y 2010 la política pública del turismo se enfocó en el desarrollo del ecoturismo, turismo arqueológico, turismo cultural, entre otros. La reciente incorporación del programa Tren Maya, el cual consiste en la conexión de los principales centros poblacionales y turísticos en la Península de Yucatán mediante la construcción y rehabilitación de vías férreas.

Estas políticas públicas han determinado la expansión turística, desencadenando el cambio de uso de suelo y la deforestación; no solo en el ámbito turístico, sino en aspecto de infraestructura carretera, generación de energía, producción de alimentos y urbanístico debido a la sinergia que poseen estas políticas y programas en con otros sectores que afectan la conservación de los recursos forestales. Es necesario implementar estudios de capacidad de carga de los espacios y recursos naturales para la instalación de servicios turísticos, así como de demanda de dichos servicios y afectaciones al medio ambiente.

La expansión turística en la península de Yucatán entre 1985 y 2020, en forma de predios de para hoteles, resorts todo incluido, campos de golf y parques recreativos, tuvieron su mayor expansión en el año 2010 con 2,856.82 ha seguido por los registrados en el año 2000 con 1,836 ha en el estado de Quintana Roo; mientras que en el resto de la península es poco representativo. En los últimos 20 años, el 24% de la superficie que integra la expansión turística ha sido deforestada, encontrándose principalmente en los municipios de Benito Juárez, Cozumel, Solidaridad y Tulum, aledaño a la zona de playa de Cancún y la Riviera Maya.

En los últimos 20 años la Península de Yucatán ha demostrado un incremento masivo turístico de sol y playa y un crecimiento urbano en sus principales polos como son: Cancún, Playa del Carmen, Tulum, Mérida, y en la última década se han dado a conocer otros destinos como Holbox, Bacalar, Mahahual, Puerto Progreso entre otros, propiciando a su vez nuevas valoraciones en el patrimonio tanto natural como cultural. De tal manera que han surgido nuevos patrones de economía local, que están sujetos a procesos de inversión de capital, apropiación territorial, modificación de los recursos naturales, y que influyen de manera decisiva en la reconfiguración del territorio y de la sociedad (López Santillán, 2010; Marín-Guardado, 2010).

En cuanto a la expansión de actividades turísticas, éstas ocupan un área de 7,151.11 ha, de las cuales se deforestaron entre 2001-2020 un total de 1,765.07 ha, ocurriendo principalmente a lo largo de la Riviera Maya en los municipios de Benito Juárez, Solidaridad, Tulum y Cozumel. Las principales experiencias

turísticas relacionadas a la deforestación son los campos de golf, las zonas residenciales, campos deportivos (recreativos) y zonas hoteleras.

Datos de DataTur (2018) mencionan que, los desarrolladores urbanos y turísticos han impactado gravemente la mayor parte de la vegetación forestal a lo largo de toda la costa del Caribe del estado de Quintana Roo. En el estado el número de cuartos para alojamiento ha aumentado 269 % del año 2000 (38,206 cuartos) al año 2018 (102,890 cuartos). La SAMOF (s/f) ha calculado una deforestación de 194,006 ha el estado de Quintana Roo entre el 2003 y 2018. Los municipios que presentan una mayor deforestación bruta en el periodo 2011-2018 son: Bacalar (24,535 ha), Othón P. Blanco (24,452 ha), Felipe Carrillo Puerto (13,402 ha), Lázaro Cárdenas (6,016 ha) y Benito Juárez (5,980 ha) lo que representa el 82% de la deforestación total del 2011-2018. Al norte del estado, la dinámica de la deforestación se debe a causas distintas como: el incremento de infraestructura urbana, y el crecimiento de la infraestructura turística, los cuales han ocasionado la pérdida de 4,027 ha de selvas en el periodo 2011-2018 (CCMSS *et al.*, 2021).

A pesar de los pocos apoyos gubernamentales que existen para el sector inmobiliario en la Península de Yucatán, el “bum inmobiliario” se debe al incremento poblacional nacional y extranjero y a que la mayoría de las constructoras son de capital privado nacional y extranjero por lo que la inversión no viene por parte del gobierno. En cuanto a lo que legislación compete, actualmente se cuenta con leyes que regulan el sector inmobiliario para los estados de Yucatán y Quintana Roo, que son los estados con mayor demanda de zonas para habitar, ya sea por temas turísticos, de inversión o hasta de seguridad familiar.

Como se puede observar en los resultados de las superficies deforestadas mediante el análisis de Hansen *et al.*, (2013) del 2001 al 2010 y los polígonos de fraccionamientos de la Península de Yucatán, se puede decir que el bum inmobiliario de 10 años atrás a la fecha (2021) ha ido incrementando, propiciando con esto demanda de nuevas superficies las cuales en su mayoría tienen cobertura arbórea con alto potencial para ser deforestado debido a la instalación de nuevas zonas habitacionales, y que además, contemplan estar en las cercanías con las vías de comunicación principales.

Por su parte el sector industrial muestra una menor deforestación actual; sin embargo, la mayoría de sus instalaciones fueron creadas del 2001 al 2010 de acuerdo con los datos de Hansen *et al.*, (2013) para los estados de Campeche y Quintana Roo, aunque Yucatán al parecer se presenta un incremento sustancial por la implementación de bodegas industriales ya que los últimos 6 años han deforestado más de 600 ha para un uso de suelo industrial (Bodegas de almacenamiento, maquilas). Como se puede observar en el documento el crecimiento urbano en conjunto con el incremento de demanda de casas y edificios (fraccionamientos) son de las instalaciones que mayor remoción de cobertura arbórea han ocasionado en las periferias de las áreas urbanas: 12,275 ha de pérdida de vegetación en toda la Península de Yucatán, siendo Quintana Roo el que lleva la batuta, este crecimiento y demanda de estas instalaciones se deben principalmente al turismo de la Península de Yucatán.

Con lo analizado en este apartado podemos decir que el estado de Quintana Roo es el que mayor deforestación presentó (7,146 ha) debido al establecimiento de fraccionamientos en los alrededores de las ciudades de Cancún, Playa del Carmen y Tulum preferentemente, seguido por Yucatán con 4,780 ha en donde los fraccionamientos se han establecidos en las zonas conurbadas del municipio de Mérida con mayor predominancia hacia el norte (Sisal), por último el estado de Campeche con 348 ha, este último aunque es un lugar turístico obligado de la Península de Yucatán, su incremento es menor al 10% comparado con Cancún, Mérida y otras ciudad de la Zona Maya, para el periodo 2001 a 2020.

El mercado inmobiliario de Quintana Roo representa un punto clave para las grandes desarrolladoras inmobiliarias a nivel nacional, ya que, el estado de Quintan Roo contiene grandes ventajas como: un

destacable y competitivo mercado turístico y comercial que genera amplias oportunidades de trabajo, además en estado de Quintana Roo permite inversión nacional y extranjera para la creación de infraestructura inmobiliaria (Casas, Departamentos, Hoteles, Centros comerciales). En el caso de Mérida la saturación del boom inmobiliario que se vive ya impactó al municipio conurbado de Conkal, donde las constructoras desarrollan viviendas de clase media alta y residencial, incrementando en 500 por ciento la plusvalía de las tierras, ejidales y privadas, y agotando la reserva territorial del lugar. Aunque los beneficios económicos son grandes, también hay algunos problemas, como el congestionamiento vial y accidentes en el entronque de la carretera Mérida-Tizimín, la vía de entrada a Conkal, ya que es dos carriles y en horas pico se satura, además se ven procesos de deforestación en donde datos Hansen (2013) muestran una pérdida de cobertura vegetal del 2001 al 2020 de 1019.41 ha, siendo 2003, 2007 y 2009 los años con mayor superficie deforestada.

Playa del Carmen no está exento de la problemática ambiental, Camacho-Lomelí (2013) menciona que el crecimiento de Playa del Carmen y su transformación en un centro urbano-turístico de nivel mundial y al ser un atractivo turístico del Corredor Cancún-Tulum ha sido resultado, por un lado, de la construcción e inversión en espacios de consumo dirigido a turistas extranjeros y nacionales. Mientras que por otro lado para la construcción de toda esta infraestructura turística se requirió la inmigración de numerosa mano de obra que se estableció primero en campamentos creados por los inversionistas, después en zonas de autoconstrucción de vivienda como el caso de la colonia Luis Donaldo Colosio, “la Colosio” (como se le llama coloquialmente) y posteriormente por medio de la participación de empresas privadas nacionales en la construcción de vivienda de interés social destinada a estos trabajadores. El rápido proceso de inmigración de población, transformación del paisaje y apropiación privada ha ocasionado problemas como: desigualdad social, basura, alcantarillado y cambio de usos de suelo y deforestación como en los alrededores de la colonia Loltun en donde se piensa construir una universidad privada; Villas del Sol es otro claro ejemplo de deforestación en la zona ya que del 2010 al 2020 han deforestado 413 ha siendo el 2012 el año con mayor remisión de vegetación para convertirse en fraccionamiento.

Torres-Mazuera y Gómez-Godoy (2020) mencionan que la tendencia a futuro será hacia la urbanización de las tierras ejidales. Si bien entre 1990 y el 2000 el crecimiento urbano en los tres estados de la Península de Yucatán se realizó principalmente sobre propiedad privada, a partir del 2000 este proceso se revierte y durante la última década se ha observado que el tsunami inmobiliario en las grandes urbes ocurre principalmente sobre propiedad social. Además, la principal inversión en la urbanización de la Península es la inversión de capital privado mismos que promueven los cambios a dominio pleno y que, en menor medida, opera un proceso de crecimiento urbano en las localidades rurales, es decir, aquel que derivada del crecimiento demográfico local. Por ejemplo, las nuevas urbanizaciones de la zona metropolitana de Mérida ocurren principalmente sobre tierras ejidales que pasaron a dominio pleno lo cual representa el 43% de la expansión urbana sobre tierras ejidales del municipio de Mérida y el 75% del municipio de Kanasín.

El crecimiento urbano en la ciudad de Mérida ocurrió después del año 2000, cuando la ciudad se extendió más allá de los límites del libramiento metropolitano (Periférico M. Berzunza), siendo la infraestructura de transporte una pieza clave para la expansión urbana de Mérida, además se crearon nuevos desarrollos como Ciudad Caucel, la cual se creó por medio de fraccionamientos sobre tierras de uso común y tierras sin uso; hacia el norte de la ciudad, sobre tierras que pasaron a dominio pleno; al oriente, sobre tierras destinadas a asentamientos humanos, dominio pleno y propiedad privada, y finalmente al suroeste (Umán) sobre propiedad privada.

La urbanización de Cancún se realiza sobre tierras de uso común con un 35%, relacionados con el desarrollo turístico de Quintana Roo. La expansión urbana de la ciudad de Cancún se debe al incremento

de la industria hotelera, entre 1990 y 2019, la extensión urbana de Cancún se multiplicó por diez (pasando de 1.2 mil a 13,4 mil ha), además la población creció de 167 mil a 1.3 millones de habitantes. Por tal motivo la concentración demográfica detonó el crecimiento de la industria inmobiliaria enfocada en la construcción de fraccionamientos residenciales y de interés social, desarrollados, principalmente, sobre las tierras ejidales de Isla Mujeres y Alfredo V. Bonfil (72% de la expansión urbana total con 9,680 ha urbanizados en ambos ejidos).

Tenencia de la Tierra

Nuestros resultados corroboran otros estudios que efectivamente señalan que la superficie deforestada en la propiedad común ejidal puede ser mayor que en la propiedad privada, o en tierras privatizadas dentro de los ejidos (i.e. zonas parceladas y dominio pleno). El trabajo de Bonilla-Moheno *et al.*, (2013), por ejemplo, demostró esta asociación a escala nacional usando el municipio como unidad de análisis. Sin embargo, este estudio fue cuestionado por Skutsch *et al.*, (2014) por la resolución de los datos espaciales utilizados (MODIS de 250 m), así por el hecho que se utilizó el municipio como unidad de análisis, y estos fueron designados como muestras de “propiedad privada”, “ejidal” o “comunidades” basado en la proporción de cobertura de cada tenencia, cuando en realidad cada municipio puede contener una variedad de tipos de tenencia.

Por otro lado, Braña-Varela y Martínez Cruz (2005) eran los primeros en explorar los impactos de los cambios en la tenencia de los ejidos por las reformas a la ley agraria iniciadas en 1992, encontrando en su modelo de regresión econométrico, similar a la empleada en este estudio, que no hubo diferencias en la deforestación de núcleos agrarios que parcelaron tierras mediante el programa de PROCEDE comparado a ejidos que no parcelaron. Este trabajo también encuentra poca diferencia entre la superficie deforestada y tasa anual de pérdida entre las zonas parceladas y comunitarias a escala peninsular, con excepción de la superficie deforestada en zonas ejidales parceladas en Campeche y Yucatán, donde la expansión del sector agropecuario y agroindustrial ha sido más agudo y acelerado ocasionando mayor deforestación.

En otros estados de la república también se identificó la relación de los cambios en la tenencia comunitaria con la deforestación por la agricultura comercial; por ejemplo, en Sinaloa (Monjardín-Armenta *et al.*, 2017), Chiapas (Covaleda *et al.*, 2014) y en Michoacán, estimulado por el mercado y producción de aguacate (Barsimantov y Navia Antezana, 2012). En ese sentido, las diferencias regionales socioambientales y socioeconómicas son importantes en influir como la tenencia de la tierra se relaciona con la deforestación. En el caso de Quintana Roo, las zonas parceladas en ejidos son menores en superficie y proporción en el paisaje; los cambios de tenencia ejidal a dominio pleno se vieron principalmente en los núcleos agrarios costeros, urbanos y aledaños a zonas turísticas (Torres-Mazuera *et al.*, 2021) implicando más superficie deforestada por expansión de infraestructura turística, pero principalmente para fraccionamientos (Ellis *et al.*, Esta Consultoría). No obstante, la superficie deforestada y tasa de pérdida en Quintana Roo sigue siendo mayor en zonas comunitarias para usos de suelo agropecuarios.

Se puede concluir de este estudio y otros (Ellis *et al.*, 2017b; Di Giano *et al.*, 2013; Lawrence *et al.*, 2019) que la propiedad privada está relacionada con una mayor de deforestación en la Península de Yucatán. Esta tendencia se ve más pronunciada y acelerada en regiones con desarrollo agroindustrial y expansión agrícola, como en el estado de Campeche (Ellis *et al.*, 2017b) y Yucatán (Lawrence *et al.*, 2019). La propiedad privada se va aumentando mediante su transferencia de tierras nacionales o ejidales. Sin embargo, el presente estudio señala que la propiedad privada transferida de tierras nacionales presenta mayores tasas de pérdida forestal. En ese sentido, los resultados derivados de este estudio de tenencia contribuyen al cuerpo de conocimiento que promueven que la propiedad común es más efectiva en reducir la deforestación, pero la gobernanza y organización dentro los núcleos agrarios (Barsimantov y



Navia Antezana, 2012), así como el manejo y aprovechamiento económico de la selva (Barsimantov y Kendall, 2012; Di Giano *et al.*, 2013; Ellis y Porter-Bolland, 2008; Porter-Bolland *et al.*, 2012) son factores importantes para garantizar esa efectividad.

5. LITERATURA CITADA

- Aboites-Aguilar, L. (2019). La Comisión Nacional de Colonización y la expansión de la pequeña propiedad rural en México, 1947-1963. *Historia Mexicana*, 1165-1204. <https://doi.org/10.24201/hm.v68i3.3813>
- Abrams, J., Pischke, E. C., Mesa-Jurado, M. A., Eastmond, A., Silva, C. A., y Moseley, C. (2019). Between Environmental Change and Neoliberalism: The Effects of Oil Palm Production on Livelihood Resilience. *Society y Natural Resources*, 32(5), 548-565. <https://doi.org/10.1080/08941920.2018.1544678>
- AGRICULTURA, Secretaría de Agricultura y Desarrollo rural (2021). Página web oficial de AGRICULTURA. México. <https://www.gob.mx/produccionparaelbienestar>
- AGRICULTURA, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, (2018). Antecedentes, Programa de Apoyos Directos al Campo. México. <http://www.agricultura.gob.mx/proagro/antecedentes>
- Alcalá-Vázquez. (2007). Cambios en las prestaciones urbano-ambientales de la política habitacional argentina. Reflexiones a partir de cuatro programas orientados a población en situación de pobreza del Gran Resistencia CONICET | Buscador de Institutos y Recursos Humanos. https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=yid=32018ycongresos=yesydetalles=yesycongr_id=469796
- Alonso Velasco, I., y Velásquez Torres, D. (2019). El contexto geopolítico de la explotación forestal en la Península de Yucatán, México. *Perspectiva Geográfica*. <https://doi.org/10.19053/01233769.8427>
- Araújo-Santana, M. R., Parra-Vázquez, M. R., Salvatierra-Izaba, E. B., Arce-Ibarra, A. M., y Montagnini, F. (2013). Políticas turísticas, actores sociales y ecoturismo en la península de Yucatán. *Economía Sociedad y Territorio*, XIII(43), 641–674. <https://doi.org/10.22136/est00201342>
- Arteaga, C. (2015). Cuando el destino es Cancún (Quintana Roo, México). Breve historia de la migración de población guatemalteca *El Cotidiano*, núm. 191, pp. 21-31.
- ASERCA, Agencia de Servicios a la comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios. (2018). Manual de organización de la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación Mercados Agropecuarios. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/389508/mo_aserca.pdf
- ASERCA, Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (1993). Fortaleciendo raíces, PROCAMPO. Claridades Agropecuarias. México. 3, 1-7. <https://info.aserca.gob.mx/claridades/marcos.asp?numero=3>
- ASERCA, Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, (2010). Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN 2008-2012). *Revista Claridades Agropecuarias*. México, 207, 12-18. <https://info.aserca.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207-12.pdf>
- ASERCA, Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, (2011). Informe de Resultados y de Impacto Económico Social del Componente PROCAMPO para Vivir Mejor. *Claridades Agropecuarias*. México. 213, 13-29. <http://www.aserca.gob.mx/Claridades/revistas/213/ca213.pdf>
- Astudillo, M. (1982). El sector agrícola mexicano. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 13(50), Article 50. <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.1982.50.37066>
- Babinger, F., y Ayala, M. (2016). Reflexiones Sobre Los Estudios Del Turismo En La Península De Yucatán. 9° Congreso Internacional de Turismo En El Caribe, Diciembre, 1–14.
- Baltagi, B. H. (2008). Forecasting with Data Panel. *Journal of Forecasting*, 27(2), 153-173.
- Baños, O. B. (1996). Neoliberalismo, reorganización y subsistencia rural: El caso de la zona henequenera de Yucatán, 1980-1992. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Baragwanath, K., y Bayi, E. (2020). Collective property rights reduce deforestation in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(34), 20495–20502. <https://doi.org/10.1073/pnas.1917874117>

- Barkman, J., Burkard, G., Faust, H., Fremerey, M., Koch, S., y Lanini, A. (2010). Land tenure rights, village institutions, and rainforest conversion in Central Sulawesi (Indonesia). In *Tropical Rainforest and Agroforests under Global Change* (pp. 141–160).
- Barreda Marín, A. (2002). El Plan Puebla Panamá. *Revista Biodiversidad*, (33), 1-8
- Barsimantov, J., y Kendall, J. (2012). Community Forestry, Common Property, and Deforestation in Eight Mexican States. *Journal of Environment and Development*, 21(4), 414–437. <https://doi.org/10.1177/1070496512447249>
- Barsimantov, J., y Navia Antezana, J. (2012). Forest cover change and land tenure change in Mexico's avocado region: Is community forestry related to reduced deforestation for high value crops. *Applied Geography*, 32(2), 844–853. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.09.001>
- Bautista-Hernández, M., Bonales-Valencia, J., y Ortiz-Paniagua, C. (2019). Cadena de Valor de los Bovinos Productores de Carne.pdf (Primera). ECORFAN-México. https://www.ecorfan.org/libros/Cadena_de_Valor_de_los_Bovinos_Productores_de_Carne/Cadena_de_Valor_de_los_Bovinos_Productores_de_Carne.pdf
- Bautista-Zúñiga, F., García, J., y Mizrahi, A. (2005). Diagnóstico campesino de la situación agrícola en Hocabá, Yucatán. *Terra Latinoamericana*, 23(4), 571-580.
- Berman, N., Couttenier, M., Leblois, A. y Soubeyran, R. (2020). Is Worldwide Deforestation Associated with Agricultural Commodities Price Fluctuations?. Annual Summer conference of the Association of Environmental and Resource Economists, [session virtual], Association of Environmental and Resource Economists, Francia.
- Blackman, A., Corral, L., Lima, E. S., y Asner, G. P. (2017). Titling indigenous communities protects forests in the Peruvian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(16), 4123–4128. <https://doi.org/10.1073/pnas.1603290114>
- Blackman, A. y Villalobos, L. (2021). Use Forests or Lose Them? Regulated Timber Extration and Tree Cover Loss in Mexico. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 8(1), 125-163. https://econpapers.repec.org/article/ucpjaarec/doi_3a10.1086_2f710837.htm
- Bonilla-Moheno, M., Redo, D. J., Aide, T. M., Clark, M. L. y Grau, H. R. (2013). Vegetation change and land tenure in Mexico: A country-wide analysis. *Land Use Policy*, 30(1), 355-364. <http://sis.cnf.gob.mx/wp-content/plugins/conafor-files/2018/nacional/catalogo/biblioteca/53.pdf>
- Bonilla-Moheno, M., y Aide, T. M. (2020). Beyond deforestation: Land cover transitions in Mexico. *Agricultural Systems*, 178(October 2019), 102734. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102734>
- Börner, J., Baylis, K., Corbera, E., Ezzine-de-Blas, D., Ferraro, P. J., Honey-Rosés, J., ... y Wunder, S. (2016). Emerging Evidence on the Effectiveness of Tropical Forest Conservation. *PloS one*, 11(11), e0159152. doi:10.1371/journal.pone.0159152
- Bos, A.B.; Duchelle, A.E.; Angelsen, A.; Avitabile, V.; De Sy, V.; Herold, M.; Shijo, J.; de Sassi, C.; Sills, E.O.; Sunderlin, W.D. (2017). Comparing methods for assessing the effectiveness of subnational REDD+ initiatives. *Environmental Research Letters*, , 12, 074007, doi:10.1088/1748-9326/aa7032.
- Bottazi, P. y Dao, H. (2013). On the road through the Bolivian Amazon: a multi-level land governance analysis of deforestation. *Land Use Policy*, 30(1), 137-146. doi:10.1016/j.landusepol.2012.03.010
- Bouchard, H. (2017). El proyecto del Mundo Maya: Conceptos del desarrollo entre cultura, identidad nacional y pobreza. 22.
- Braña Varela, J., y Martínez-Cruz, A. L. (2005). El PROCEDE y su impacto en la toma de decisiones sobre los recursos de uso común. *Gaceta Ecologica* , 75, 35–49. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/539/53907503.pdf>
- Bravo, A. P., y Sierra, I. R. (2004). El Plan Puebla-Panamá: una plataforma de desarrollo. *Revista Mexicana de Política Exterior*, 64, 73-99.
- Bravo-Peña, L. C., Matsumoto, O. S. D., Villegas, A. E. C., y Carbajal, I. E. (2010). Políticas rurales y pérdida de cobertura vegetal. Elementos para reformular instrumentos de fomento agropecuario relacionados con la apertura de praderas ganaderas en el noroeste de México. *Región y Sociedad*, XXI(48), 3-35.

- Bray, D. B., Ellis, E. A., Armijo-Canto, N., y Beck, C. T. (2004). The institutional drivers of sustainable landscapes: A case study of the “Mayan Zone” in Quintana Roo, Mexico. *Land Use Policy*, 21(4), 333–346. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.11.001>
- Bray, D. B., y Klepeis, P. (2005). Deforestation, Forest Transitions, and Institutions for Sustainability in Southeastern México, 1900-2000. *Environment and History*, 11(2), 195-223. <https://doi.org/10.3197/096734005774434584>
- Bray, D. B., y Merino-Pérez, L. (2004). La experiencia de las comunidades forestales en México: Veinticinco años de silvicultura y construcción de empresas forestales comunitarias. Instituto Nacional de Ecología.
- Brown, F. D. (2013). Tourists as colonizers in Quintana Roo, Mexico. *The Canadian Geographer*, 57(2). <https://doi.org/10.1111/cag.12008>
- Buntaine, M. T., Hamilton, S. E., Millones, M. (2015). Titling community land to prevent deforestation: An evaluation of a best-case program in Morona-Santiago, Ecuador. *Global Environmental Change*, 33, 32-43.
- Busch, C. (2009). Deforestation in the Southern Yucatán: Recent trends, their causes, and policy implications.
- Busch, C. B., y Vance, C. (2011). The Diffusion of Cattle Ranching and Deforestation: Prospects for a Hollow Frontier in Mexico’s Yucatán. *Land Economics*, 87(4). https://econpapers.repec.org/article/uwplandec/v_3a87_3ay_3a2011_3aiv_3a1_3ap_3a682-698.htm
- Busch, C. y Geoghegan, J. (2010). Changes in Land Use Portfolios in the Southern Yucatan Region: The Role of Constraints and Incentives. *Regional Environmental Change*, 10 (3): 191-204. | LCLUC. (s. f.). <https://lcluc.umd.edu/documents/c-busch-and-j-geoghegan-2010-changes-land-use-portfolios-southern-yucatan-region-role>.
- Busch, G. (2006). Future European agricultural landscapes—What can we learn from existing quantitative land use scenario studies? *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 114(1), 121-140. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.007>
- Busch, J. y Ferreti-Gallon, K. (2017). What drives deforestation and what stops it? A meta-analysis. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(1), 3-23.
- Camacho-Lomelí, R. (2013). Urbanización turístico-costera desigual en Playa del Carmen, Quintana Roo (México). *GeoGraphos* [En línea]. Alicante: Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL) de la Universidad de Alicante, 3 de mayo de 2015, vol. 6, nº 77, p. 107-134. [ISSN: 2173-1276] [DL: A 371-2013] [DOI: 10-14198GEOGRA2015.6.77].
- Caplow, S., Jagger, P., Lawlor, K., y Sills, E. (2011). Evaluating land use and livelihood impacts of early forest carbon projects: Lessons for learning about REDD+. *Environmental Science y Policy*, 14(2), 152-167. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.10.003>
- Carabias, J., y Rabasa, A. (2017). Cien años de políticas y normatividad ambiental. ISBN obra completa: 978-607-02-8670-4 ISBN tomo 3: 978-607-02-8673-5. <http://ru.juridicas.unam.mx:80/xmlui/handle/123456789/37213>
- Carrillo, E. (2022). Cambios al Tren Maya para acelerar construcción y obtener obra a tiempo: AMLO. *Forbes México*. <https://www.forbes.com.mx/politica-cambios-al-tren-maya-para-acelerar-construccion-y-tener-obra-a-tiempo-amlo/>
- CCMSS. (2021). Análisis de los procesos de deforestación en Quintana Roo 2003-2018, CCMSS AC, CONAFOR, Geocentro. <https://www.ccmss.org.mx/acervo/analisis-de-los-procesos-de-deforestacion-en-quintana-roo-2003-2018/>
- CDB. (2022). Biodiversity Mainstreaming. <https://www.cbd.int/mainstreaming/>
- CEDRSSA, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2019). Los apoyos directos a la producción de granos básicos, del PROCAMPO a la producción para el bienestar. Cámara de Diputados, México. http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/57Apoyos_Directos_Granos_PROCAMPO_BIENESTAR.pdf

- CEDRSSA, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2016). Reglas de Operación de Programas Rurales 2016. México. <http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/95Reglas%20de%20Operaci%C3%B3n%20de%20Programas%20rurales%20%202016.pdf>
- Cepeda, C., y Amoroso, A. (2016). Experiences on Sustainable Rural Development and Biodiversity Conservation in the Yucatan Peninsula. México: The Nature Conservancy. http://www.biosakbe.com/desarrollo_rural_sustentable/docs/english/experiencias.pdf.
- CFE. (2020). Ampliación de infraestructura para atender la demanda de energía eléctrica en la Península de Yucatán. <https://directoriopemex.com/images/noticias/CFEnergia.pdf>
- Chaires-Palma, G., Landa-Franco, E., Hernández-Blanco, J. (2013). Evaluación del Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA) 2013, SAGARPA, 279.
- Cho, K., Goldstein, B., Gounaridis, D., y Newell, J. P. (2021). Where does your guacamole come from? Detecting deforestation associated with the export of avocados from Mexico to the United States. *Journal of Environmental Management*, 278, 111482. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111482>
- Chowdhury, R. (2006a). Landscape change in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modeling the driving forces of smallholder deforestation in land parcels. *Applied Geography*, 26(2), 129-152. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2005.11.004>
- Chowdhury, R. (2006b). Driving forces of tropical deforestation: The role of remote sensing and spatial models. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 27(1), 82-101. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9493.2006.00241.x>
- Chowdhury, R. (2007). Household Land Management and Biodiversity: Secondary Succession in a Forest-Agriculture Mosaic in Southern Mexico. *Ecology and Society*, 12(2). <https://doi.org/10.5751/ES-02189-120231>
- Chowdhury, R. (2010). Differentiation and concordance in smallholder land use strategies in southern Mexico's conservation frontier. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(13), 5780-5785. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905892107>
- Colectivo GeoComunes, Torres-Mazuena, G., y Gómez-Godoy, C. (2020). Expansión capitalista y propiedad social en la Península de Yucatán. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, 63 pp. <https://www.ccmss.org.mx/acervo/expansion-capitalista-y-propiedad-social-en-la-peninsula-de-yucatan/>
- CONAFOR. (2015). Aprendiendo a Producir y Conservar, Ejido Chinatú. En: http://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?p=3274
- CONAFOR. (2020a). Comisión Nacional Forestal, Plan de Trabajo 2020. CONAFOR. https://www.conafor.gob.mx/transparencia/docs/PAT_2020_CONAFOR.pdf
- CONAFOR. (2020b). Estimación de la tasa de deforestación en México para el periodo 2001-2018 mediante el método de muestreo, Jalisco, México.
- Correa-Quezada, R., Ramón-Mendieta, M., y Celi Sánchez, K. (2016). MEMORY 13th SUMMER INSTITUTE OF THE PRSCO 2014 «Economía Sociedad y Ambiente: Territorio y Desarrollo Regional» Eje Temático 1. Geografía, Patrimonio y Ambiente.
- Cortina-Villar, S., Macario, P., y Ogneva-Himmelberger, Y. (1999). Cambios en el uso del suelo y deforestación en el sur de los estados de Campeche y Quintana Roo, México. *Investigaciones Geográficas*, 1. <https://doi.org/10.14350/rig.59077>
- Covaleda, S., Aguilar, S., Ranero, A., Marín, I., y Paz, F. (2014). Diagnóstico sobre determinantes de deforestación en Chiapas. Alianza México para la reducción de emisiones por deforestación y degradación.
- Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., y Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361(6407), 1108-1111. <https://doi.org/10.1126/science.aau3445>
- Cuxim Suaste, J, Cesar Tun, J. Ojeda Arana. (2017). Migración y desarrollo económico social de las familias rurales en el estado de Quintana Roo.

- Dalle, S. P., de Blois, S., Caballero, J., y Johns, T. (2006). Integrating analyses of local land-use regulations, cultural perceptions and land-use/land cover data for assessing the success of community-based conservation. *Forest Ecology and Management*, 222(1), 370-383. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.052>
- Daltabuit, M., Cisneros, H., Vázquez, L. M., Santillán, E. (2000). *Ecoturismo y desarrollo sustentable: Impacto en comunidades de la Selva Maya*. Cuernavaca, Morelos. Centro de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM.
- Damnyag, L., Saastamoinen, O., Appiah, M., y Pappinen, A. (2012). Role of tenure insecurity in deforestation in Ghana's high forest zone. *Forest Policy and Economics*, 14(1), 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.08.006>
- Daniels, A. E., Painter, K., y Southworth, J. (2008). Milpa imprint on the tropical dry forest landscape in Yucatan, Mexico: Remote sensing y field measurement of edge vegetation. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 123(4), 293-304. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.07.003>
- De la Rosa, A. y Vázquez, J. (2019). Fonatur modificó el trazo del Tren Maya; prevé ahorrar 7,500 millones de pesos. *El Economista*. 18-junio-2019. <https://www.economista.com.mx/estados/Fonatur-modifico-el-trazo-del-Tren-Maya-preve-ahorrar-7500-millones-de-pesos-20190618-0020.html>
- De la Rosa, A.R.R., y Pech, R.O. (2017). Producción de Soya Transgénica y Miel en Yucatán, México. Impactos en la Sustentabilidad de Productores en Tekax. *Revista de Economía, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán*, 34(88), 45-81.
- de Waroux, Y. (2019). Capital has no homeland: The formation of transnational producer cohorts in South America's commodity frontiers. *Geoforum*, 105, 131-144. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.05.016>
- De-Silva, D. L., Elias, M., Willmott, K., Mallet, J., y Day, J. J. (2016). Diversification of clearwing butterflies with the rise of the Andes. *Journal of Biogeography*, 43(1), 44-58. <https://doi.org/10.1111/jbi.12611>
- Devine, J.A.; Wrathall, D.; Currit, N.; Tellman, B.; Langarica, Y.R. (2020). Narco-cattle ranching in political forests. *Antipode*, 52, 1018-1038, doi:10.1111/anti.12469.
- Di Giano, M., Ellis, E., y Keys, E. (2013). Changing Landscapes for Forest Commons: Linking Land Tenure with Forest Cover Change Following Mexico's 1992 Agrarian Counter-Reforms. *Human Ecology*, 41(5), 707-723. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9581-0>
- Diario Oficial (2019). *Ley de Desarrollo rural sustentable del Estado de Yucatán*. Yucatán, México. <https://www.poderjudicialyucatan.gob.mx/digestum/marcoLegal/02/2013/DIGESTUM02295.pdf>
- Diaz-Gallegos, J. R. D., Acosta, O. C., y Gil, G. G. (2002). Distribución espacial y estructura arbórea de la selva baja subperennifolia en un ejido de la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 18(35), 11-28.
- DOF. (1991). Decreto por el que se establecen el Programa y el Fondo de Apoyo a la Empresas de Solidaridad. México. <https://www.dof.gob.mx/copias.php?fecha=04%2F12%2F1991>
- DOF. (1994). Decreto que regula el programa de Apoyos Directos al Campo denominado PROCAMPO. México. http://dof.gob.mx/index_113.php?year=1994&month=07&day=25
- DOF. (2001). Ley de Capitalización de PROCAMPO. México. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/238.pdf>
- DOF. (2003). REGLAS de Operación del Programa de Estímulos a la Productividad Ganadera (PROGAN). México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=694393&fecha=17/06/2003
- DOF. (2009). Acuerdo por el que se dan a conocer las reglas de operación del Fondo Nacional de Apoyos para Empresas en Solidaridad (FONAES). México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5126827&fecha=30/12/2009
- DOF. (2010). ACUERDO por el que se modifican y adicionan diversas disposiciones de las Reglas de Operación del Programa de Apoyos Directos al Campo, denominado PROCAMPO. México. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5140505&fecha=23/04/2010&print=true

- DOF. (2011). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Continúa en la Decimotercera Sección). México, 65-67. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5228711&fecha=30/12/2011
- DOF. (2012). DECRETO por el que se expide la Ley de la Economía Social y Solidaria, Reglamentaria del Párrafo Séptimo del Artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo referente al sector social de la economía. México. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/less/LESS_orig_23may12.pdf
- DOF. (2013a). Acuerdo por el que se modifican, adicionan y derogan diversas disposiciones de las Reglas de Operación del Programa de Apoyos Directos al Campo, denominado PROCAMPO, Productivo. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5287366&fecha=12/02/2013
- DOF. (2013b). Procedimiento General Operativo del PROCAMPO productivo. México. <https://normateca.agricultura.gob.mx/sites/default/files/normateca/Documentos/Procedimiento%20General%20Operativo%20del%20PROCAMPO%20Productivo.pdf>
- DOF. (2013c). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Fomento a la Agricultura de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5327085&fecha=18/12/2013&print=true
- DOF. (2013d). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Continúa en la Tercera Sección). México. 68-70p. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5287299&fecha=11/02/2013
- DOF. (2014a). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Fomento Ganadero 2014. México. http://www.reglasdeoperacionslp.gob.mx/ro2014/3.%20RO_Programa_Fomento_Ganadero%202014.pdf
- DOF. (2014b). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación de los programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación para el ejercicio fiscal 2015. (Continúa en la Cuarta Sección). México. 39-41p. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5377528&fecha=28/12/2014
- DOF. (2015a). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación para el ejercicio fiscal 2016 (Continúa en la tercera sección). México. 26-29p. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44530/Reglas-Operacion-2016-sagarpa.pdf>
- DOF. (2015b). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación para el ejercicio fiscal 2016 (Continúa en la tercera sección). México. 100-103p. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44530/Reglas-Operacion-2016-sagarpa.pdf>
- DOF. (2016). ACUERDO por el que se dan a conocer las Disposiciones Generales aplicables a las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, para el ejercicio 2017. México. Disponible 26-29 en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5468352&fecha=31/12/2016
- DOF. (2017). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Fomento a la Agricultura de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación para el ejercicio 2018. México. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5509548&fecha=29/12/2017
- DOF. (2018). Procedimiento Operativo del PROAGRO productivo. Aplicable a los ciclos agrícolas Otoño-Invierno 2017/2018 y Primavera-Verano 2018 México. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2018/07/11/1087/180913-pop-version-28agosto2018-final.pdf>

- DOF. (2019a). Acuerdo por el que se emiten las reglas de operación del Programa de Fomento a la Economía Social para el ejercicio fiscal 2019. México. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5551579&fecha=28/02/2019
- DOF. (2019b). ACUERDO por el que se emiten los Lineamientos para la Operación del Programa Producción para el Bienestar para el ejercicio fiscal 2019. México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5548620&fecha=23/01/2019
- DOF. (2020a) ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa Producción para el Bienestar de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural para el ejercicio fiscal 2020. México. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5585830&fecha=07/02/2020
- DOF. (2020b). Acuerdo por el que se dan a conocer las reglas de Operación del Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura para el ejercicio 2021. México. <https://www.gob.mx/agricultura/documentos/convocatorias-avisos-y-documentos-del-programa-de-fomento-a-la-agricultura-ganaderia-pesca-y-acuicultura>
- Dolisca, F., McDaniel, J. M., Teeter, L. D., y Jolly, C. M. (2007). Land tenure, population pressure, and deforestation in Haiti: The case of Forêt des Pins Reserve. *Journal of Forest Economics*, 13(4), 277–289. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2007.02.006>
- Domínguez-Serrano, J. (2019). La construcción de presas en México. Evolución, situación actual y nuevos enfoques para dar viabilidad a la infraestructura hídrica. *Gestión y Política Pública*, 28(1), 3-37. <https://doi.org/10.29265/gypp.v28i1.551>
- Dupuy Rada, J. M., González Iturbe, J. A., Iriarte Vivar, S., Calvo Irabien, L. M., Espadas Manrique, C., Tun Dzul, F., y Dorantes Euán, A. (2007). Cambios de cobertura y uso del suelo (1979-2000) en dos comunidades rurales en el noroeste de Quintana Roo. *Investigaciones Geográficas*, 62, 104-123.
- Durán-Medina, E., Mas, J. F., y Velázquez, A. (2007). Cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y áreas naturales protegidas de México. En D. Bray, L. Merino, y D. Barry (Eds.), *Los Bosques comunitarios de Mexico. Manejo sustentable de paisajes forestales* (pp. 267–299).
- Eastmond, A., y Garcia de Fuentes, A. (2010). Impacto de los sistemas agropecuarios sobre la biodiversidad. CICY, PPDFMAM, CONABIO, SEDUMA. Yucatán, México.
- Echánove-Huacuja, F. (2008). Abriendo fronteras: El auge exportador del aguacate mexicano a Estados Unidos. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 28(1), 9-28.
- Echánove-Huacuja, F. (2016). La expansión del cultivo de la soja en Campeche, México: Problemática y perspectivas. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 36. https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2016.v36.n1.52713
- Echánove-Huacuja, F. (2020). Expansión de la soja en México y exclusión productiva de los pequeños agricultores de la península de Yucatán. *Papeles de Geografía*, 66,(Artículo 66). <https://doi.org/10.6018/geografia.432921>
- El Financiero. (2021). Otro cambio para el Tren Maya: Mérida tampoco tendrá estación. *El Financiero*. 31-agosto-2021. <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/2021/08/31/otro-cambio-para-el-tren-maya-merida-tampoco-tendra-estacion/>
- Ellis, E. A., Kainer, K. A., Sierra-Huelsz, J. A., Negreros-Castillo, P., Rodriguez-Ward, D., y Di Giano, M. (2015a). Endurance and adaptation of community forest management in Quintana Roo, Mexico. *Forests*, 6(11), 4295-4327.
- Ellis, E. A., Montero, J. A. R., y Gómez, I. U. H. (2015b). Evaluación y mapeo de los determinantes de la deforestación en la Península Yucatán. 160.
- Ellis, E. A., Navarro-Martínez, A., y García-Ortega, M. (2021b). Drivers of forest cover transitions in the Selva Maya, México: Integrating regional and community scales for landscape assessment. *Land Degradation y Development*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1002/ldr.3972>

- Ellis, E. A., Romero Montero, J. A., y Hernández Gómez, I. U. (2017a). Deforestation Processes in the State of Quintana Roo, México: The Role of Land Use and Community Forestry. *Tropical Conservation Science*, 10, 1940082917697259. <https://doi.org/10.1177/1940082917697259>
- Ellis, E. A., Romero Montero, J. A., Hernández Gómez, I. U., Porter-Bolland, L., y Ellis, P. W. (2017b). Private property and Mennonites are major drivers of forest cover loss in central Yucatan Peninsula, Mexico. *Land Use Policy*, 69, 474-484. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.09.048>
- Ellis, E. A., Sierra-Huelsz, J. A., Ceballos, G. C. O., Binnqüist, C. L., y Cerdán, C. R. (2020). Mixed Effectiveness of REDD+ Subnational Initiatives after 10 Years of Interventions on the Yucatan Peninsula, Mexico. *Forests*, 11(9), 1005. <https://doi.org/10.3390/f11091005>
- Ellis, E. A., y Porter-Bolland, L. (2008). Is community-based forest management more effective than protected areas?: A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 256(11), 1971-1983. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.036>
- Entorno Turístico. (2016). Ecocidio en Cancún: Destruyen 57 hectáreas de manglar. Entorno Turístico. <https://www.entornoturistico.com/ecocidio-en-cancun-destruyen-57-hectareas-de-manglar/>
- Escobar Nava, A. (1986). Geografía general del Estado de Quintana Roo: Vol. segundo. Fondo de Fomento Editorial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. <https://www.worldcat.org/title/geografia-general-del-estado-de-quintana-roo/oclc/30915192/editions?referer=diyeditionsView=true>
- Escobar, S. (2021). Modifican ruta del Tren Maya, no pasará por el centro de Campeche. Inmobiliare. 26-agosto-2021. <https://inmobiliare.com/modifican-ruta-del-tren-maya-no-pasara-por-el-centro-de-campeche/>
- Esperanza-Olguín, y Martínez-Romero. (2011). Deforestación en Campeche: Causas y efectos, FomixCampeche. Revista. Año 3, no. 10 (octubre-diciembre 2011), p. 6-11. SIBE. <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000051301>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014). Experiencias del PESA en México. México. <http://www.fao.org/3/br098s/br098s.pdf>
- FAO. (2010). Global Forest Resources Assessment 2010: Main Report. FAO. <http://www.fao.org/3/i1757e/i1757e.pdf>
- Ferretti-Gallon, K., y Busch, J. (2014). What Drives Deforestation and What Stops it? A Meta-Analysis of Spatially Explicit Econometric Studies (SSRN Scholarly Paper ID 2458040). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2458040>
- Figueroa, F., Calzada, L., y Meave, J. A. (2020). Integrating pattern-based modelling and political ecology in land-use change research: The case of Mexican dry tropics. *Journal of Land Use Science*, 15(2-3), 252-269. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2019.1681527>
- FIRA, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (2020). Programa Institucional 2020-2024. México. <https://www.fira.gob.mx/Files/resumenPI2020-2024.pdf>
- Flores-Rangel, J. (2015). Infraestructura carretera: Construcción, financiamiento y resistencia en México y América Latina.
- FONATUR. (2021a). Tren Maya. <https://www.trenmaya.gob.mx/>
- FONATUR. (2021b). Fonatur anuncia cambio de ruta de Tren Maya en San Francisco de Campeche. Fondo Nacional de Fomento al Turismo. <https://www.gob.mx/fonatur/prensa/fonatur-anuncia-cambio-de-ruta-de-tren-maya-en-san-francisco-de-campeche?idiom=es>
- Fondo Nacional de Fomento al Turismo. (2021). Fondo Nacional de Fomento al Turismo (pp. 1–12). http://www.asohofrucol.com.co/LeyTransparencia/INFORME_GESTION_FNFH_2016.pdf
- Fox J., Haight L., Merino, M., Maldonado M. y Scott J. (2010). Subsidios para la desigualdad. Las políticas públicas del maíz en México a partir de Libre comercio. Woodrow Wilson International Center for Scholars. México. <https://www.wilsoncenter.org/publication/subsidios-para-la-desigualdad-las-politicas-publicas-del-maiz-en-mexico-partir-del-libre>.

- Galvan-Miyoshi, Y., Walker, R., y Warf, B. (2015). Land change regimes and the evolution of the maize-cattle complex in neoliberal Mexico. *Land*, 4(3), 754-777.
- García Rubio, G., Schmook, B., y Espejel Carvajal, I. (2005). Dinámica en el uso del suelo en tres ejidos cercanos a la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. *Investigaciones geográficas*, 58, 122-139.
- García-Lima, L. (2021). Tendencias inmobiliarias en México para el 2021. *NocNok*. <https://www.nocnok.com/blog-inmobiliario/tendencias-inmobiliarias-mexico-2021>
- Geist, H. J., y Lambin, E. F. (2001). What drives tropical deforestation?: A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB2013200077>
- Geocomunes. (2019). Expansión turística en Quintana Roo. Geocomunes. http://132.248.14.102/layers/CapaBase:3_1_5_exp_turistica_penins
- GeoComunes. (2020). Conjunto de datos relacionados con proyectos de generación de energía (hidrocarburos, gas y energía eólica) en el país http://geocomunes.org/Indices/Index_capas.html
- Geoghegan, J., Villar, S., Klepeis, P., Macario, P., Ogneva-Himmelberger, Y., Roy Chowdhury, R., Turner, B., y Vance, C. (2001). Modeling tropical deforestation in the southern Yucatan peninsular region: Comparing survey and satellite data. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 85, 25-46. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00201-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00201-8)
- Gil-García, J. R. y Puron-Cid, G. (2014). Using panel data techniques for social science research: an illustrative case and some guidelines. *CIENCIA ergo-sum, Revista Mexicana Multidisciplinaria de Prospectiva*, 21(3), 203-216.
- Gómez-González, I. (2016). A Honey-Sealed Alliance: Mayan Beekeepers in the Yucatan Peninsula versus Transgenic Soybeans in Mexico's Last Tropical Forest: Mayan Beekeepers in Yucatan versus Transgenic Soybeans. *Journal of Agrarian Change*, 16. <https://doi.org/10.1111/joac.12160>
- Gómez-Pompa. (2016). Mi vida en las selvas tropicales. Memoria de un botánico, de Arturo Gómez Pompa. <https://filu.uv.mx/programa/mi-vida-en-las-selvas-tropicales-memoria-de-un-bot-nico-de-arturo-gomez-pompa/>
- Guardado, G. M. (2015). Turismo: Espacios y culturas en transformación. *Desacatos. Revista de Ciencias Sociales*, 47, 6-15.
- Gujarati, D. N. (2003). *Econometric analysis* (4ta Ed.). New York, N. Y.: McGraw-Hill.
- Gurri, F. D. (2010). Smallholder land use in the southern Yucatan: How culture and history matter. *Regional Environmental Change*, 10(3), 219-231.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O., y Townshend, J. R. G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342(6160), 850-853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>.
- Hernández-García, H. (2008). El encuentro de dos culturas: Los mayas de la región oriental de las tierras bajas y su tránsito a la modernidad. *Cuicuilco*, 15(43), 185-216.
- Hernández-Gómez, I., Ellis, E., y Gallo, C. (2013). Aplicación de teledetección y sistemas de información geográfica para el análisis de deforestación y deterioro de selvas tropicales en la región Uxpanapa, Veracruz. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 13.
- Herrera-Tapia, F., Lutz-Bachère, B., y Vizcarra-Bordi, I. (2009). La política de desarrollo rural en México y el cambio institucional 2000-2006. *Economía Sociedad y Territorio*. <https://doi.org/10.22136/est002009188>
- Hirales-Cota, M., Espinoza-Avalos, J., Schmook, B., Ruiz-Luna, A., y Ramos-Reyes, R. (2010). Agentes de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, sureste de Ciencias marinas, 36, 147-159.
- Holland, M. B., de Koning, F., Morales, M., Naughton-Treves, L., Robinson, B. E., y Suárez, L. (2014). Complex Tenure and Deforestation: Implications for Conservation Incentives in the Ecuadorian Amazon. *World Development*, 55(March), 21-36. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.01.012>

- Hopkins, A., Gibbes, C., Díaz, A. I., y Rojas, R. (2012). Linking Remote Sensing, Census and Interview Data to Understand Forest Transitions in the Southern Cone of the State of Yucatán, México. *Ethnobotany Research and Applications*, 10(0), 001-013.
- Hosonuma, N., Herold, M., Sy, V. D., Fries, R. S. D., Brockhaus, M., Verchot, L., Angelsen, A., y Romijn, E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7(4), 044009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044009>
- Houghton, R. A., House, J. I., Pongratz, J., van der Werf, G. R., DeFries, R. S., Hansen, M. C., Le Quére, C., y Ramankutty, N. (2012). Carbon emissions from land use and land-cover change. *Biogeosciences*, 9(12), 5125-5142. <https://doi.org/10.5194/bg-9-5125-2012>
- Hsiao, C. (2007). Panel data analysis—advantages and challenges. *Test*, 16(1), 1-22.
- IMCO-RM. (2014). Índice de Competitividad Forestal Estatal. Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.-Reforestamos México. C.D. México, 157 p. Disponible: https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2014/07/Indice_Forestal_2014.pdf
- INAES, Instituto Nacional de la Economía Social y SE, Secretaría de Economía (s.f.). Diagnóstico del programa de fomento a la economía social. Anexo 4, Identificación de programas gubernamentales federales de apoyo al sector social de la economía. México. http://transparencia.inaes.gob.mx/doctos/pdf/transparencia/DiagnosticoPFES/PROGRAMAS_GUBERNAMENTALES_DIAGNOSTICO_INAES.pdf
- INAES, Instituto Nacional de la Economía Social (2016). Blog. Conoce qué es y cómo puede apoyarte el INEAES. México. <https://www.gob.mx/inaes/articulos/conoce-que-es-y-como-puede-apoyarte-el-inaes?idiom=es>
- INAES, Instituto Nacional de la Economía Social (2017). Blog. INAES es un aliado del sector Agrario en México. México. <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/el-inaes-un-aliado-del-sector-agrario-en-mexico?idiom=es>
- INEGI. (2021). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos
- INEGI-ENVI. (2020). Encuesta Nacional de Vivienda (ENVI) 2020.
- Instituto Nacional de Ecología. (2001). Pobreza y degradación Ambiental: un enfoque de acervos. Universidad Iberoamericana, 38 pp.
- 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, e1370-e1370. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1370>
- Jamal, T., Camargo, B., y Wilson, E. (2013). Critical Omissions and New Directions for Sustainable Tourism: A Situated Macro–Micro Approach. *Sustainability*. Open-acces: <http://www.mdpi.com/2071-1050/5/11/4594>, 5, 4594-4613. <https://doi.org/10.3390/su5114594>
- Jiménez-Martínez, A. de J. (2007). La legislación mexicana en torno a la actividad turística. *Teoría y Praxis*, 3(4), 99–111. <https://doi.org/10.22403/uqroomx/typ04/07>
- Jouault, S. (2018). The Mayan milpa in Yucatán: A transition between patrimonialization and turistification?. *Gremium*, 5(10), 9–24.
- Juárez, A. M. (2002). Ongoing Struggles: Mayas and Immigrants in Tourist Era Tulum. *Journal of Latin American Anthropology*, 7(1), 34-67. <https://doi.org/10.1525/jlca.2002.7.1.34>
- Keys, E. (2005). Exploring Market-Based Development: Market Intermediaries and Farmers in Calakmul, Mexico. *Geographical Review*, 95, 24-46. <https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2005.tb00190.x>
- Kissinger, G., Herold, M., y De Sy, V. (2012). Drivers of deforestation and forest degradation: A synthesis report for REDD+ policymakers.
- Klepeis, P. (2003). Development Policies and Tropical Deforestation in the Southern Yucatán Peninsula: Centralized and Decentralized Approaches. *Land Degradation y Development*, 14, 541-561. <https://doi.org/10.1002/ldr.583>

- Klepeis, P., y Vance, C. (2009). Neoliberal Policy and Deforestation in Southeastern Mexico: An Assessment of the PROCAMPO Program. *Economic Geography*, 79, 221-240. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2003.tb00210.x>
- Koleff, P., Urquiza-Haas, T., y Contreras, B. (2012). Prioridades de conservación de los bosques tropicales en México: reflexiones sobre su estado de conservación y manejo. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2).
- Krylov, A., Steininger, M. K., Hansen, M. C., Potapov, P. V., Stehman, S. V., Gost, A., Noel, J., Ramirez, Y. T., Tyukavina, A., Bella, C. M. D., Ellis, E. A., y Ellis, P. (2018). Contrasting tree-cover loss and subsequent land cover in two neotropical forest regions: Sample-based assessment of the Mexican Yucatán and Argentine Chaco. *Journal of Land Use Science*, 13(6), 549-564. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2019.1569169>
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., Coomes, O. T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P. S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E. F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P. S., Richards, J. F., ... Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261-269. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3)
- Lambin, E., Geist, H., y Lepers, E. (2003). Dynamics of Land-use and land-cover change in tropical regions. *Annu. Rev. Environ. Resour*, 20, 49205-49241.
- Lamundi (2020). Reporte del Mercado Inmobiliario. Lamudi. <https://www.lamudi.com.mx/reporte-del-mercado-inmobiliario-2020/>, fecha de revisión 8 de septiembre 2020.
- Lawrence, T. J., Morreale, S. J., y Stedman, R. C. (2019). Distant political-economic forces and global-to-local pathway to impacts on forests of Ejido landscapes across Yucatán, México. *Land Degradation y Development*, 30(17), 2021-2032. <https://doi.org/10.1002/ldr.3400>
- Levy-Tacher, S. I., Ramírez-Marcial, N., Navarrete-Gutiérrez, D. A., y Rodríguez-Sánchez, P. V. (2019). Are Mayan community forest reserves effective in fulfilling people's needs and preserving tree species? *Journal of Environmental Management*, 245(June 2018), 16-27. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.097>
- López, A. (2012). Deforestación en México: Un análisis preliminar. Centro de Investigación y Docencia Económicas, AC México, DF, México, 527, 46.
- López-Pardo, G. (2012). Las empresas comunitarias de turismo naturaleza: factores de éxito y fracaso. IIEc-UNAM.
- López-Sierra, P. (2019) De PROCAMPO a PROAGRO: Transformaciones de la principal política pública para el campo mexicano a partir del libre comercio. Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano. México.
<http://ceccam.org/sites/default/files/Folleto%20De%20Procampo%20a%20Proagro%20color%20digital.pdf>
- Manson, S. M., y Evans, T. (2007). Agent-based modeling of deforestation in southern Yucatán, Mexico, and reforestation in the Midwest United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(52), 20678-20683. <https://doi.org/10.1073/pnas.0705802104>
- Manuel-Navarrete, D., Pelling, M., y Redclift, M. (2011). Critical adaptation to hurricanes in the Mexican Caribbean: Development visions, governance structures, and coping strategies. *Global Environmental Change*, 21(1), 249-258. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.09.009>
- Marín-Guardado, G., García de Fuentes, A., y Daltabuit Godás, M. (2012). Turismo, globalización y sociedades en la Península de Yucatán, México. *Asociación Canaria de Antropología*. <https://www.pasosonline.org/Publicados/pasosoeedita/PSEedita7.pdf>
- Marín-Guardado, G. (2010). Turismo, globalización y mercantilización del espacio y la cultura en la Riviera Maya: un acercamiento a tres escenarios. En López-Santillán (ed.). *Localidades etnicidades y lenguas frente a la globalización. Estudios de caso en la península de Yucatán, Chiapas y Tabasco*, Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales, UNAM, 17-55.
- Marín Marín, A. I., Zizumbo Villarreal, L., Palafox Muñoz, A., y Vargas Martínez, E. E. (2020). Conflictos ambientales del turismo: El caso del ejido José María Pino Suárez, Tulum, Quintana Roo. *Península*, 15(1), Article 1. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/peninsula/article/view/75405>

- Márquez-Morfín, y Hernández-Espinoza. (2013). Márquez Morfín, Lourdes y Patricia Olga Hernández Espinoza 2013 Los mayas del Clásico Tardío y Terminal. Una propuesta acerca de la dinámica demográfica de algunos grupos prehispánicos: Jaina, Palenque y Copán. *Estudios de Cultura Maya*, 42, en prensa. *Estudios de Cultura Maya*, 42.
- Martínez Romero, E. (2010). Factores de impacto directos e indirectos que determinaron el proceso complejo de la deforestación a nivel ejidal, en la región de Calakmul, Campeche, durante el periodo 1976-2008. <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/2759>
- Martínez-Romero, E., y Esparza-Olguín, L. (2010). Estudio de caso: Deforestación en el estado de Campeche. Causas directas e indirectas de la principal amenaza sobre la biodiversidad. En: Villalobos-Zapata G.J., Mendoza-Vega J. (Coords.). *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. CONABIO, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, ECOSUR. México. 730 p. Pp. 573-575.
- Mascorro, V. S., Coops, N. C., Kurz, W. A., y Olguín, M. (2016). Attributing changes in land cover using independent disturbance datasets: A case study of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Regional Environmental Change*, 16(1), 213-228. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0739-0>
- Megevand, C., Mosnier, A., Hourticq, J., Sanders, K., Doetinchem, N., y Streck, C. (2013). *Deforestation Trends in the Congo Basin: Reconciling Economic Growth and Forest Protection*. The World Bank.
- Merino-Pérez, L. (2004). *Conservación o deterioro: El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de uso de los recursos forestales* (1. ed). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Instituto Nacional de Ecología: Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible.
- Miranda-Aragón, L., Garza, E., Pérez, J., Aguirre Calderón, O. A., Tagle, M. A., Pompa-García, M., y Aguirre-Salado, C. (2013). Deforestation rates in San Luis Potosí, México (1993-2007). *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19, 201-215. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.06.044>
- Miteva, D. A., Ellis, P. W., Ellis, E. A., y Griscom, B. W. (2019). The role of property rights in shaping the effectiveness of protected areas and resisting forest loss in the Yucatan Peninsula. *PloS One*, 14(5), e0215820-e0215820. PubMed. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215820>
- Monjardín-Armenta, S. A., Pacheco-Angulo, C. E., Plata-Rocha, W., y Corrales-Barraza, G. (2017). La deforestación and sus factores causales en el estado de Sinaloa, México. *Madera Bosques*, 23(1), 7–22. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311482>
- Montenegro, Cadena, J. L. (2006) *El Plan Puebla Panamá ¿La recolonización de América Latina?*. *Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, vol. 1, núm. 2, pp. 121-155.
- Muñoz, C., Gaspar, Quintana, S. Ó., Desantes, M. N., y May Castillo. (2011). Ciudades ocultas patrimonio arquitectónico maya en riesgo en el noreste de Petén. *imposio 25*, Asociación Tikal. <http://www.asociaciontikal.com/simposio-25-ano-2011/039-munoz-et-al-2-doc/>
- Murray, G. (2007). *Constructing Paradise: The Impacts of Big Tourism in the Mexican Coastal Zone*. *Coastal Management*, 35(2-3), 339-355. <https://doi.org/10.1080/08920750601169600>
- Naciones Unidas. (2022). *Objetivos del Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- Nolte, C., Gobbi, B., Waroux, Y. le P. de, Piquer-Rodríguez, M., Butsic, V., y Lambin, E. F. (2017). Decentralized Land Use Zoning Reduces Large-scale Deforestation in a Major Agricultural Frontier. *Ecological Economics*, 136, 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.02.009>
- OCDE. (2017). *Estudio de la Política Turística de México*. *Estudio de La Política Turística de México*. <https://doi.org/10.1787/9789264190139-es>
- Orozco-Ramírez, Q., Astier, M., y Barrasa, S. (2017). Agricultural Land Use Change after NAFTA in Central West Mexico. *Land*, 6(4), 66. <https://doi.org/10.3390/land6040066>
- Pablos, E. (2010). Evaluación de los programas de crédito a proyectos productivos de mujeres en Tabasco, Campeche y Quintana Roo. *Revista de Estudios de Género. La ventana*, IV, 81-116.
- Padilla-Velázquez, A., Menéndez, M., Burgos-Morales, O., Bautista, R., Valle-Heredia, Echevarría, M., Fonseca-Espinosa, M., Flores, E., Villa, J., Corchado, M., Rivera-García, M., Polanco-García, O. (2017). *Agencia De*

- Servicios a la Comercialización y Desarrollo De Mercados Agropecuarios (Aserca): 25 años al servicio del campo mexicano. Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Patch, R. W. (1985). Agrarian Change in Eighteenth-Century Yucatán. *The Hispanic American Historical Review*, 65(1), 21-49. <https://doi.org/10.2307/2514669>
- Pelling, M., y Manuel-Navarrete, D. (2011). From Resilience to Transformation: The Adaptive Cycle in Two Mexican Urban Centers. *Ecology and Society*, 16(2). <https://doi.org/10.5751/ES-04038-160211>
- Pendrill, F., Persson, U. M., Godar, J., y Kastner, T. (2019). Deforestation displaced: Trade in forest-risk commodities and the prospects for a global forest transition. *Environmental Research Letters*, 14(5), 055003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0d41>
- Pérez, I. A. V., Toral, J. N., Vázquez, Á. T. P., Hernández, F. G., Ferrer, G. J., y Cano, D. G. (2019). Potential for organic conversion and energy efficiency of conventional livestock production in a humid tropical region of Mexico. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118354.
- Pérez-Verdín, G., Hernández-Díaz, J. C., Márquez-Linares, M. A., y Tecle, A. (2009). Aplicación de técnicas multicriterio en el manejo integral forestal en Durango, México. *Madera y bosques*, 15(1), 27-46.
- Piquer-Rodríguez, M., Baumann, M., Butsic, V., Gasparri, H. I., Gavier-Pizarro, G., Volante, J. N., Müller, D., y Kuemmerle, T. (2018). The potential impact of economic policies on future land-use conversions in Argentina. *Land Use Policy*, 79, 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.039>
- Place, S. E. (2001). Ecotourism and the political ecology of “sustainable development” in Costa Rica. In *Tropical rainforests: Latin American nature and society in transition*, ed. S. E. Place, 221–31. Wilmington, Del.: Scholarly Resources.
- POE, Periódico Oficial del Estado (2019). Ley de Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Quintana Roo. México. <http://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L202-XV-20190812-L1520190812342.pdf>
- Porter-Bolland, L., Ellis, E. A., Guariguata, M. R., Ruiz-Mallén, I., Negrete-Yankelevich, S. y Reyes-García, V. (2012). Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest Ecology and Management*, 268, 6-17.
- Porter-Bolland, L., Ellis, E. A., y Gholz, H. L. (2007). Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 82(4), 198-207. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.008>
- Quadri de la Torre, G. (s.f.). Deforestación, áreas protegidas y explotación forestal. Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales, A.C. http://www.ceja.org.mx/articulo.php?id_rubrique=14&id_article=169
- Radel, C., Schmook, B., y McCandless, S. (2010). Environment, transnational labor migration, and gender: Case studies from southern Yucatan, Mexico and Vermont, USA. *Population and Environment*, 32(2-3), 177-197.
- Ramírez-Cancino, L., y Rivera-Lorca, J. A. (2010). La ganadería en el contexto de la biodiversidad. *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*, 106-108.
- Ramírez-Delgado, J. P., Christman, Z., y Schmook, B. (2014). Deforestation and fragmentation of seasonal tropical forests in the southern Yucatán, Mexico (1990–2006). *Geocarto International*, 29(8), 822-841. <https://doi.org/10.1080/10106049.2013.868039>
- Ramírez-Espinoza, N., y Fernández-Mendiburu, J. (2020). La batalla legal contra la soya genéticamente modificada en Hopelchén, Campeche. *vLex*, 129-158.
- Reynoso-Martínez, M., Oddone, M., y Flores-Fuentes, L. (2017). Análisis de la cadena de valor del maíz y la soya y estrategias de intensificación sustentable para reducir las emisiones por deforestación y degradación del Bosque en la Península de Yucatán. *Alianza MexicoREDD+*. <https://www.researchgate.net/publication/337228595>. Analisis de la cadena de valor del maiz y la soya y estrategias de intensificación sustentable para reducir las emisiones por deforestacion y degradación del Bosque en la Peninsula de Yucatán

- Rincón-Ruiz, A. (2013). Can Common Property Regimes in Colombia Curb the expansion of coca crops and the deforestation? En: McBain, D. (Ed.). *Power, Justice and Citizenship: The Relationships of Power*, Brill, 47-61.
- Robinson, B. E., Holland, M. B., y Naughton-Treves, L. (2014). Does secure land tenure save forests? A meta-analysis of the relationship between land tenure and tropical deforestation. *Global Environmental Change*, 29, 281-293. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.05.012>
- Rodríguez-Peralta, O. F. (2013). Seguridad Alimentaria en comunidades marginadas del medio rural en México Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria (PESA). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Tesis de Maestría. México. <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/629439/33068001110865.pdf?sequence=1>
- Rodríguez-Solorzano, C. y Fleischman, F. (2018). Institutional legacies explain the comparative efficacy of protected áreas: Evidence from Calakmul and Maya Biosphere Reserves of Mexico and Guatemala. *Global Environmental Change*, 50, 278-288. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378017309470>
- Romero, M., y Saavedra, S. (2020). Communal Property Rights and Deforestation. *Journal of Development Studies*, 57(6), 1038–1052. <https://doi.org/10.1080/00220388.2020.1817394>
- Romero-Montero, J. A. (2014). Evaluación de los factores ambientales, socioeconómicos e institucionales que intervienen en la dinámica del cambio de cobertura forestal en ejidos de Campeche y Quintana Roo, México [Tesis de Maestría]. Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones Tropicales. Región Xalapa. <https://cdigital.uv.mx/>
- Romero-Sanchez, M. E., y Ponce-Hernandez, R. (2017). Assessing and monitoring forest degradation in a deciduous tropical forest in Mexico via remote sensing indicators. *Forests*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/f8090302>
- Rueda, X. (2010). Understanding deforestation in the southern Yucatán: Insights from a sub-regional, multi-temporal analysis. *Regional Environmental Change*, 10(3), 175-189. <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0115-7>
- SADER (2021). Producción para el Bienestar Autosuficiencia Alimentaria: Suma Y Coordinación De Programas, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435862/AutosuficienciaAlimentaria_5022019__2_.pdf
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (2017). Memoria y Prospectiva de las Secretarías de Estado. Colección INEHRM. México. <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/5278-secretaria-de-agricultura-ganaderia-desarrollo-rural-pesca-y-alimentacion>
- SAGARPA. (2012). Transferencia de tecnología de drenaje, conservación de Suelo y agua y caminos saca cosecha en el predio “la herradura”, municipio de palenque, chiapas. Camino saca cosecha, Instituto Mexicano De Tecnología del Agua Coordinación de Riego Y Drenaje, Subcoordinación De Operación Y Mantenimiento De Infraestructura Hidroagrícola.
- SAGARPA-SENASICA-INIFAP (2015a). Agenda Técnica Agrícola Campeche, 2da Edic, México.
- SAGARPA-SENASICA-INIFAP (2015b). Agenda Técnica Agrícola Quintana Roo, 2da Edic, México.
- Salinas Arreortua, L.A. (2018). Reformas Constitucionales: Favoreciendo El Crecimiento Inmobiliario En La Riviera Maya, México. *Ra Ximhai*, 14(3).
- Sánchez, J., Reyes, I., Patiño, R., Munguía, A., y Deniau, Y. (2019). Expansión de proyectos de energía renovable de gran escala en la península de Yucatán. *GeoComunes / Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible*, 11.
- Santos-Arguelles, R. G. (2014). Inserción laboral y pluriactividad: Familias jornaleras de Santo Domingo Kesté en la agroindustria azucarera de La Joya, Champotón, Campeche. *El Colegio de la Frontera Sur*.
- Schmook, B., y Vance, C. (2009). Agricultural Policy, Market Barriers, and Deforestation: The Case of Mexico’s Southern Yucatán. *World Development*, 37(5), 1015-1025.

- Schneider, L. C. (2004). Bracken Fern Invasion in Southern Yucatán: A Case for Land-Change Science. *Geographical Review*, 94(2), 229-241.
- SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2018). Kilómetros de Caminos Rurales y Alimentadores Construidos, Modernizados, Reconstruidos y Conservados. Memora documentar 2012-2018. México. https://www.sct.gob.mx/fileadmin/Transparencia/rendicion-de-cuentas/MD/42_MD.pdf
- SEDATU. (2020). Programa Nacional de Vivienda 2019-2024. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/514070/Programa_Nacional_de_Vivienda_2019-2024.pdf
- Segura-Warnholtz, G., Mercedes-Fernández, J. S., y Springer, J. (2017). Securing Forest Tenure Rights for Rural Development: Lessons from Six Countries in Latin America. PROFOR, Washington DC.
- SIAP. (2021). Datos abiertos. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. de <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>.
- SIAP. (2020). http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- Skutsch, M., Mas, J. F., Bocco, G., Bee, B., Cuevas, G., y Gao, Y. (2014). Deforestation and land tenure in Mexico: A response to Bonilla-Moheno et al. *Land Use Policy*, 39, 390-396. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.11.013>
- Sohn, Y. S., Moran, E., y Gurri, F. (1999). Deforestation in North-Central Yucatan (1985-1995): Mapping secondary succession of forest and agricultural land use in Sotuta using the cosine of the angle concept. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65, 947-958.
- Toledo, V., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P., y Ordoñez, M. J.. (2003). The Multiple Use of Tropical Forests by Indigenous Peoples in Mexico: A Case of Adaptive Management. *Conservation Ecology*, 7. <https://doi.org/10.5751/ES-00524-070309>
- Tolentino-Morales, J. (2020). El Tren Maya retomará su trazo original por la presencia de cenotes. *Expansión*. 10-marzo-2020. <https://expansion.mx/empresas/2020/03/10/el-tren-maya-retomara-su-trazo-original-por-la-presencia-de-cenotes>
- Torres, R., y Momsen, J. (2005). Planned Tourism Development in Quintana Roo, Mexico: Engine for Regional Development or Prescription for Inequitable Growth? *Current Issues in Tourism*, 8, 259-285. <https://doi.org/10.1080/13683500508668218>
- Torres-Mazuera, G., Gómez-Godoy, C. (2020). Expansión capitalista y propiedad social en la Península de Yucatán. *Colectivo GeoComunes*.
- Torres-Mazuera, G., Madrid, S., y Benet, R. (2021). Tres décadas de privatización y despojo de la propiedad social en la Península de Yucatán (Febrero). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24734.25928>
- Trujillo, J. (1987). Vista de El Cultivo de Sorgo en Áreas Tropicales en México | CEIBA. *CEIBA*, 29, 231-238.
- Turner, M. G. (2010). Disturbance and landscape dynamics in a changing world. *Ecology*, 91(10), 2833-2849. <https://doi.org/10.1890/10-0097.1>
- Uzcanga Pérez, N. G., Camarena Gómez, D. M. J., Cortazar Ríos, M., y Góngora Pérez, R. D. (2015). Preferencias de consumo por productos derivados del cocotero en la Península de Yucatán, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(1), 45-57.
- Uzcanga-Pérez, N. G. (2016). Cadenas de importancia socioeconómica para el desarrollo agrícola e industrial de la península de Yucatán, México. *Agro Productividad*, 9(5), Article 5. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/752>
- Vargas, C., y Ortega, M. G. (2017). Vulnerability and Agriculture among Old Colony Mennonites in Quintana Roo: A Research Note. *Journal of Mennonite Studies*, 35, 329-337.
- Verburg, R., Rodrigues Filho, S., Lindoso, D., Debortoli, N., Litre, G., y Bursztyn, M. (2014). The impact of commodity price and conservation policy scenarios on deforestation and agricultural land use in a frontier area within the Amazon. *Land Use Policy*, 37, 14-26.

- Vester, H. F. M., Lawrence, D., Eastman, J. R., Turner, B. L., Calmé, S., Dickson, R., Pozo, C., y Sangermano, F. (2007). Land Change in the Southern Yucatán and Calakmul Biosphere Reserve: Effects on Habitat and Biodiversity. *Ecological Applications*, 17(4), 989-1003.
- Villegas-Chim, J. (2018). Contexto socioeconómico e impactos potenciales de la producción de soya modificada genéticamente en Yucatán.
- Warren, H. R. (2018). Impulsores de deforestación y percepción de cambios de uso de suelo en paisajes ganaderos en tres municipios de Campeche, México [CATIE, Turrialba (Costa Rica)]. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:80/handle/11554/8976>
- Williams, D. R., Alvarado, F., Green, R. E., Manica, A., Phalan, B., y Balmford, A. (2017). Land-use strategies to balance livestock production, biodiversity conservation and carbon storage in Yucatán, Mexico. *Global Change Biology*, 23(12), 5260-5272. <https://doi.org/10.1111/gcb.13791>
- Wyman, M. S., y Stein, T. V. (2010). Modeling social and land-use/land-cover change data to assess drivers of smallholder deforestation in Belize. *Applied Geography*, 30(3), 329-342. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.10.001>
- Wyman, M., Villegas, Z. G., y Ojeda, I. M. (2007). Land-use/Land-cover Change in Yucatán State, Mexico: An examination of political, socioeconomic, and biophysical drivers in Peto and Tzucacab. *Ethnobotany Research and Applications*, 5, 059-066.
- Xicotencatl, R. I. F., Leyva, Á. M. V., y Palafox-Muñoz, A. (2017). Turismo arqueológico como alternativa de desarrollo local en la Riviera Maya, Quintana Roo. *Cuadernos de Turismo*, 273-294.

APOYO DE CONSULTA:

CODESVI, consultada el 04 de octubre de 2021 en <https://www.codesvi.gob.mx/>
Nacional Financiera, consultada el 04 de octubre de 2021 en <https://www.nafin.com/portalfn/content/financiamiento/empresarial.html>
Micro Yuc Emprendedores, consultada el 04 de octubre de 2021 en <http://iyem.yucatan.gob.mx/microyuc/>

Geocomunes

Campo de Golf en la Península de Yucatán, consultada el 07 de octubre de 2021 en http://132.248.14.102/layers/CapaBase:campos_golf_penins
Expansión turística en Quintana Roo, consultada el 07 de octubre de 2021 en http://132.248.14.102/layers/CapaBase:3_1_5_exp_turistica_penins
Expansión urbana en la Península de Yucatán de 1985 a 2018, consultada el 07 de octubre de 2021 en http://132.248.14.102/layers/CapaBase:3_1_5_expansion_urbana_peninsula2
Fraccionamientos en la Península de Yucatán, consultada el 07 de octubre de 2021 en http://132.248.14.102/layers/CapaBase:3_1_5_fraccionamiento_penins
Hoteles en la Península de Yucatán, consultada el 07 de octubre de 2021 en http://132.248.14.102/layers/CapaBase:3_1_9_hotel_peninsula
Principales hoteles en México, consultada el 07 de octubre de 2021 en http://132.248.14.102/layers/CapaBase:hoteles_mexico_2020