

ANÁLISIS DE FRENTES DE DEFORESTACIÓN EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

2024

The Nature
Conservancy



Centro de Investigaciones Tropicales
Universidad Veracruzana

Dirección

The Nature Conservancy (TNC) y
Centro de Investigaciones Tropicales - Universidad Veracruzana (CITRO-UV)

Producción y contenido

Edward A. Ellis
Irving Uriel Hernández Gómez
David Chacón Castillo
Mayra Vázquez Luna

Cita sugerida

Ellis E.A., Hernández-Gómez I.U., Chacón-Castillo, D. y Vázquez-Luna, M. (2024). *Análisis de frentes de deforestación en la Península de Yucatán*. The Nature Conservancy – Universidad Veracruzana, Xalapa, México.



CONTENIDO

I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
III. Métodos	5
III.1 Identificación y categorización de frentes con SIG	5
III.1.1 ZONIFICACIÓN Y TABLA DE ATRIBUTOS	13
III.1.2 DESARROLLO DE UN SIG PARA CONSULTA EN LÍNEA	17
III.2 Caracterización de los frentes	19
III.3 Validación en Campo y Formulación de Hipótesis	20
IV. Resultados	23
IV.1 Geografía de los frentes de deforestación	23
IV.2 Frentes Agropecuarios Prioritarios	34
IV.3 Los Frentes de Deforestación Agropecuaria en Campeche	36
IV.3.1 CALAKMUL	36
IV.3.2 CANDELARIA	44
IV.3.3 CHAMPOTÓN-CAMPECHE	53
IV.3.4 HOPELCHÉN	63
IV.4 Los Frentes de Deforestación Agropecuarios en Quintana Roo	72
IV.4.1 BACALAR	72
IV.4.2 CAOBA-LAGUNA OM	82
IV.4.3 RÍO HONDO	91
IV.5 Los Frentes de Deforestación Agropecuarios en Yucatán	101
IV.5.1 OXKUTZCAB-CENTRO YUCATÁN	101
IV.5.2 TEKAX	110
IV.5.3 TIZIMÍN	120
V. Resumen y Conclusiones	130
V.1 Las Causas Directas	130
V.2 Los Impulsores Indirectos	134
V.3 Conclusiones	136
Bibliografía	138
Literatura recomendada por frente de deforestación	139
CAMPECHE: CALAKMUL	139
CAMPECHE: CANDELARIA	140
CAMPECHE: CHAMPOTÓN-CAMPECHE	141
CAMPECHE: HOPELCHÉN	141
QUINTANA ROO: BACALAR	142
QUINTANA ROO: CAOBA-LAGUNA OM	143
QUINTANA ROO: RÍO HONDO	143
YUCATÁN: OXKUTZCAB-CENTRO YUCATÁN	144

YUCATÁN: TEKAX	144
YUCATÁN: TIZIMÍN	145
PRENSA E INTERNET	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos geoespaciales utilizados para la identificación de frentes de deforestación.	6
Tabla 2. Comparativa de análisis de certeza Kappa entre SICAMFOR, SAMOF y GFC-GFW.	8
Tabla 3. Datos geográficos empleados para la construcción de la tabla de atributos de los frentes de deforestación.	13
Tabla 4. Campos de la tabla de atributos de los frentes de deforestación.	15
Tabla 5. Datos incluidos en la herramienta de SIG para consulta.	18
Tabla 6. Superficie, ecosistema forestal y descripción general de los frentes de deforestación en la Península de Yucatán.	25
Tabla 7. Usos de suelo encontrados en los frentes de deforestación.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Causas directas e indirectas de deforestación, respuestas y enfoques para combatirlas (WWF, 2021).	4
Figura 2. Proceso de identificación de frentes de deforestación en SIG.	9
Figura 3. Identificación de frentes con relación a las tasas de deforestación en predios ejidales y privados (azules claros a oscuros representan poca o nula deforestación y grises y amarillo representan tasas medianas a altas de deforestación).	10
Figura 4. Identificación de frentes con relación a las amenazas a selvas entre 30% y 90% cobertura de dosel (verde oscuro) y bosque de alto valor (BOAV) mayor a 90% cobertura de dosel con biomasa mayor a 25 t/C ha-1 (verde claro).	11
Figura 5. Tipos de frentes. A) Directo; B) Disperso; C) Ralo.	12
Figura 6. Puntos de validación en las rutas en campo.	21
Figura 7. Frentes de deforestación de la Península de Yucatán.	24
Figura 8. Usos de suelo en los frentes de deforestación de la Península de Yucatán.	29
Figura 9. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos de la Península de Yucatán.	30
Figura 10. Ecosistemas afectados en los frentes de deforestación de la Península de Yucatán.	32
Figura 11. Tipo de tenencia en los frentes de deforestación de la Península de Yucatán.	33
Figura 12. Los diez frentes de deforestación de la Península de Yucatán.	35
Figura 13. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Calakmul, Campeche.	37
Figura 14. Usos de suelo en el frente de deforestación de Calakmul, Campeche.	39
Figura 15. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Calakmul, Campeche.	40
Figura 16. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Calakmul.	41
Figura 17. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Calakmul, Campeche.	43
Figura 18. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Candelaria, Campeche.	46
Figura 19. Usos de suelo en el frente de deforestación de Candelaria, Campeche.	48
Figura 20. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Candelaria, Campeche.	49

Figura 21. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Candelaria.	50
Figura 22. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Candelaria, Campeche.	52
Figura 23. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Champotón-Campeche, Campeche.	54
Figura 24. Usos de suelo en el frente de deforestación de Champotón-Campeche, Campeche.	58
Figura 25. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Hopelchén-Campeche, Campeche.	59
Figura 26. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Champotón-Campeche.	60
Figura 27. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Champotón-Campeche, Campeche.	61
Figura 28. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Hopelchén, Campeche.	65
Figura 29. Usos de suelo en el frente de deforestación de Hopelchén, Campeche.	67
Figura 30. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Hopelchén, Campeche.	68
Figura 31. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Hopelchén.	69
Figura 32. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Calakmul, Campeche.	71
Figura 33. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Bacalar, Quintana Roo.	74
Figura 34. Usos de suelo en el frente de deforestación de Bacalar, Quintana Roo.	76
Figura 35. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Bacalar, Quintana Roo.	77
Figura 36. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Bacalar.	78
Figura 37. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Bacalar, Quintana Roo.	79
Figura 38. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Caoba -Laguna Om, Quintana Roo.	83
Figura 39. Usos de suelo en el frente de deforestación de Caoba-Laguna Om, Quintana Roo.	85
Figura 40. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Caoba-Laguna Om, Quintana Roo.	87
Figura 41. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Caoba-Laguna Om.	88
Figura 42. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Caoba-Laguna Om, Quintana Roo.	90
Figura 43. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Río Hondo, Quintana Roo.	92
Figura 44. Usos de suelo en el frente de deforestación de Río Hondo, Quintana Roo.	95
Figura 45. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Río Hondo, Quintana Roo.	98
Figura 46. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Río Hondo.	99
Figura 47. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Río Hondo, Quintana Roo.	100
Figura 48. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Oxkutzcab-Centro Yucatán, Yucatán.	103
Figura 49. Usos de suelo en el frente de deforestación de Oxkutzcab-Centro Yucatán, Yucatán.	105
Figura 50. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Oxkutzcab-Centro Yucatán, Yucatán.	107
Figura 51. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Oxkutzcab-Centro Yucatán.	108

Figura 52. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Oxkutzcab-Centro Yucatán, Yucatán. _____	109
Figura 53. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Tekax, Yucatán. _____	113
Figura 54. Usos de suelo en el frente de deforestación de Tekax, Yucatán. _____	115
Figura 55. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Tekax, Yucatán. _____	117
Figura 56. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Tekax. _____	118
Figura 57. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Tekax, Yucatán. _____	119
Figura 58. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Tizimín, Yucatán. _____	122
Figura 59. Usos de suelo en el frente de deforestación de Tizimín, Yucatán. _____	124
Figura 60. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Tizimín, Yucatán. _____	126
Figura 61. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Tizimín. _____	127
Figura 62. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Tizimín, Yucatán. _____	128
Figura 63. Influencia de los impulsores directos en los frentes de deforestación en la Península de Yucatán. ____	130
Figura 64. Influencia de los impulsores indirectos en los frentes de deforestación en la Península de Yucatán. _____	135

I. INTRODUCCIÓN

Este análisis surge de la necesidad de atender la problemática de la deforestación que ha incidido por décadas en la Península de Yucatán en México. Las últimas cifras de la deforestación bruta publicadas por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2020a) estiman que entre 2010 y 2020 la pérdida total bruta de cobertura forestal en las selvas secas y húmedas de México fue aproximadamente de 110 mil hectáreas al año, de este total, cerca de 80 mil hectáreas se concentran en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. La Península de Yucatán contiene una superficie considerable de la Selva Maya, una masa forestal que se extiende hacia Belice y el norte de Guatemala, abarcando la segunda mayor extensión de selvas en América, solo después del Amazonas, por lo que es sumamente relevante mantener la cobertura de sus selvas tropicales.

Lamentablemente, en años recientes, la deforestación en la Península de Yucatán ha continuado sin abatirse. Con datos generados de imágenes Planet NICFI (5 m de resolución), se ha estimado una pérdida neta de cobertura arbórea de alrededor de 285,000 hectáreas en los últimos cuatro años (2019 a 2023) o 70,000 hectáreas anuales. Esto se traduce en una tasa actual de deforestación anual en la Península de Yucatán de 0.4% (CCMSS, 2024), superando la tasa promedio anual del país de 0.1% reportada para el 2020 (FAO, 2021).

Combatir la deforestación se ha tornado en una actividad de importancia crítica para actores de gobiernos, ONG, académicos y la población en general debido a los impactos socioambientales asociados. La pérdida de la cobertura arbórea contribuye a las emisiones de carbono y calentamiento global, así como la capacidad de los bosques y selvas de mitigar el cambio climático, manteniendo los acervos de carbono fijos en la biomasa y capturando dióxido de carbono de la atmósfera. Por otro lado, la deforestación reduce la biodiversidad, afectando la conservación de la flora y la fauna a escalas globales y locales.

Adicionalmente, los servicios ecosistémicos que proveen las selvas, como la regulación del ciclo hidrológico y la fertilidad de suelos, pueden ser severamente degradadas y hasta

pasar a ser zonas deforestadas. Para las poblaciones locales que habitan las selvas tropicales, la pérdida de biodiversidad y servicios ambientales, así como las reservas de recursos forestales maderables y no maderables con valor económico y de subsistencia, pueden afectar directamente su economía y bienestar. En la Península de Yucatán en particular, los habitantes Mayas tienen una relación biocultural milenaria con las selvas y sus recursos naturales, siendo un sector de la población altamente afectado por la deforestación.

Con el propósito de reducir la deforestación, México se suma a la iniciativa REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) de las Naciones Unidas y publica su Estrategia Nacional en 2017 que incluye abordar las causas de la deforestación. Adicionalmente, se considera la Península de Yucatán como área prioritaria y de “Acción Temprana REDD+” para implementar acciones contra la deforestación. Un mecanismo para integrar a los gobiernos Estatales y el Gobierno Federal y emprender en estos esfuerzos es la Iniciativa de Reducciones de Emisiones (IRE); con esta iniciativa los tres estados asumen jurisdicción en implementar políticas públicas, programas e incentivos para reducir la pérdida forestal.

En el año 2015, el proyecto México REDD+ (M-REDD+) realizó el estudio de “Evaluación y Mapeo de los Determinantes de la Deforestación en la Península de Yucatán”, promovido por The Nature Conservancy (TNC), que permitió entender mejor los procesos de cambio de uso del suelo y fue un insumo relevante para el diseño de los Planes de Inversión (PdI) de la IRE en cada Estado. Sin embargo, como se menciona antes, la pérdida de cobertura forestal por el cambio de uso de suelo y otros factores han persistido una década después.

El propósito de este análisis fue precisamente el identificar y evaluar los procesos más recientes en el cambio de uso de suelo, y actualizar la información sobre las regiones con mayores impactos de deforestación en los Estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. En este reporte se presentan los Frentes de Deforestación de la Península de Yucatán, se describen las causas directas de la pérdida de cobertura arbórea, específicamente en regiones rurales. En base del análisis, se formulan hipótesis sobre los principales impulsores indirectos asociados con factores económicos y de mercados,

políticos, tecnológicos, demográficos y ambientales que promuevan las causas directas de la deforestación en la Selva Maya.

Este análisis, promocionado y apoyado por TNC, se ejecuta con la intención de generar nuevos conocimientos sobre el estado actual de la cobertura forestal y las amenazas de deforestación recientes en la Península de Yucatán. Se emplearon las nuevas imágenes satelitales Planet NICFI de alta resolución, además de tecnologías de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que no se han incluido anteriormente en otros trabajos de deforestación para la región o en México. La información producida del análisis es vital para la toma de decisiones sobre las políticas, estrategias y acciones dirigidas en detener la deforestación y conservar las selvas y su biodiversidad, servicios ambientales y recursos materiales. Asimismo, la información presentada en este reporte apoya a la planeación e implementación de un desarrollo rural sustentable en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán que integra elementos del paisaje, como los recursos forestales y la biodiversidad. Para estos fines, este trabajo también hace disponible una herramienta de sistemas de información en línea para la visualización y consulta de la información generada sobre los Frentes de Deforestación en la Península de Yucatán.

II. ANTECEDENTES

Las causas que intervienen en los procesos de deforestación pueden ser múltiples, e interactuar entre ellas, introduciendo cierta complejidad y variabilidad regional en cómo se presentan y avanzan los frentes de deforestación en la Península de Yucatán. Para la identificación y análisis de los frentes, adoptamos los conceptos y el enfoque teórico establecidos hace más de dos décadas por las investigaciones de Geist y Lambin (2001, 2002) sobre el fenómeno de deforestación en los trópicos. Los investigadores analizaron mediante metaanálisis los procesos de la pérdida de cobertura forestal en países tropicales, acuñando el término de “drivers” o impulsores; éstos se diferencian entre las causas directas o inmediatas, siendo el uso de suelo que reemplaza la selva, y las causas indirectas (o subyacentes), que se refiere a los factores sociales que forman la base o

apoyan a la causa directa. Los factores sociales pueden ser de índole: económico, político, demográfico, tecnológico o ambiental.

Veinticuatro frentes de deforestación han sido identificados y caracterizados a escala global por (WWF, 2015, 2021), adoptando el enfoque teórico desarrollado por Geist y Lambin (2001). Ellos definen los frentes de deforestación como sitios que tienen una concentración significativa de áreas con deforestación y donde fragmentos o macizos grandes de bosque o selva están amenazadas (WWF, 2021). Además de determinar las causas directas e indirectas asociadas con los frentes de deforestación, con base en estos impulsores, proponen un conjunto de respuestas para frenar la deforestación, diferenciadas como respuestas basadas en área, como la conservación o manejo forestal, o específicas para un producto o sector, como la agricultura regenerativa y sustentable o responsabilidad ambiental de empresas agroindustriales. La *Figura 1* muestra el gráfico de WWF (2021) utilizado para ilustrar las causas directas e impulsores indirectos de la deforestación y sus interacciones, así como las respuestas potenciales para abordar estas causas. El Análisis de Frentes de Deforestación de la Península de Yucatán, aplica un modelo equivalente para evaluar los impulsores de la deforestación y ofrecer respuestas específicas para reducir el avance de cada frente.

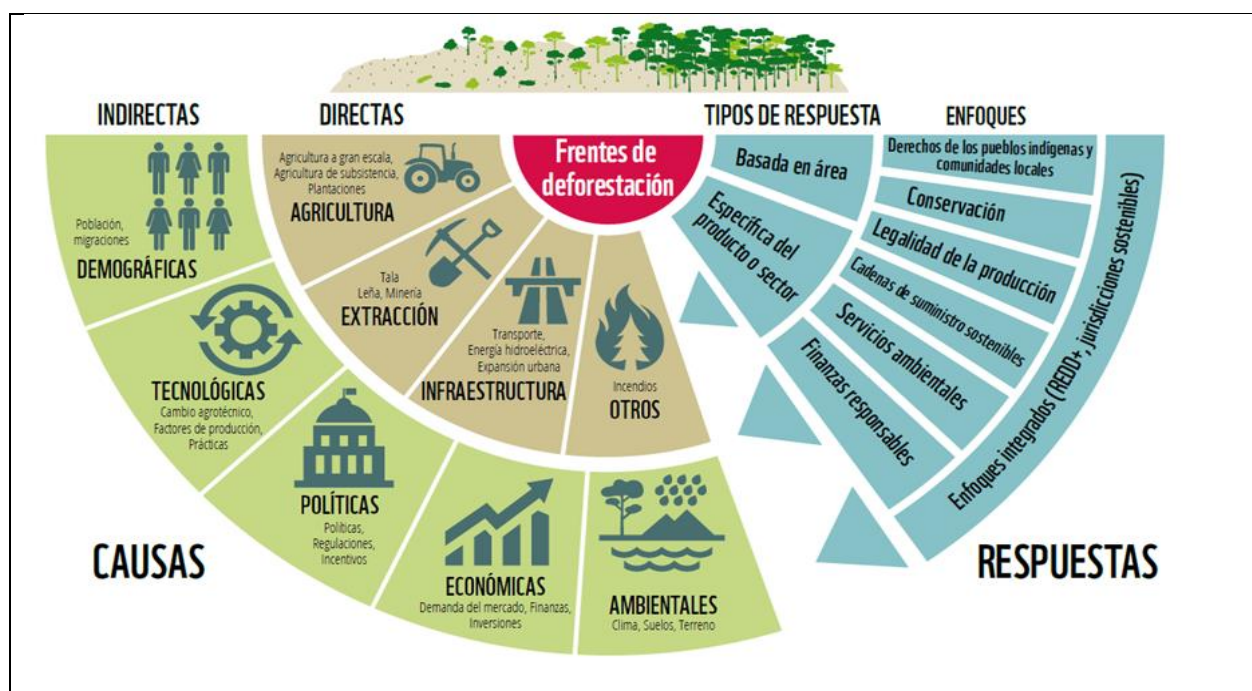


Figura 1. Causas directas e indirectas de deforestación, respuestas y enfoques para combatirlas (WWF, 2021).

III. MÉTODOS

El análisis comprendió de tres componentes conducentes a cumplir con el objetivo de identificar y caracterizar los principales frentes de deforestación y determinar sus causales de manera que sean de utilidad para el diseño de políticas públicas, programas y estrategias que atiendan la problemática de la deforestación en la Península de Yucatán. Los componentes o fases del análisis son:

- 1. Identificación y categorización de los frentes en la Península de Yucatán.**
- 2. La caracterización de diez frentes de deforestación agropecuarios en los Estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.**
- 3. Validación y formulación de hipótesis sobre las causas directas e impulsores indirectos asociados con los procesos de deforestación en los diez frentes agropecuarios.**

La información obtenida por cada componente del análisis es integrada para proponer respuestas basadas en área o específicas a un sector agropecuario o impulsor subyacente en los diez frentes de deforestación y proveer elementos claves para la toma de decisiones sobre la conservación forestal y desarrollo rural.

III.1 Identificación y categorización de frentes con SIG

Para la identificación de los frentes de deforestación, partimos con la definición de bosque (o selva): terrenos forestales con una cobertura de dosel mayor a 30% con especies leñosas mayor a 5 m de altura. Esta definición es similar a la que adopta la CONAFOR, así como Global Forest Watch (GFW) o Global Forest Change (Hansen *et al.*, 2013), pero adaptado a las condiciones de la vegetación forestal en la Península de Yucatán. En ese sentido, la CONAFOR adopta un umbral mucho menor de cobertura de dosel de 10%, para incluir matorrales presentes en otros estados, y una altura de especies leñosas menor de 4 m (CONAFOR, 2007). La definición de “selva” empleada en este análisis puede incluir una variedad de cobertura forestal además de selvas medianas, incluyendo vegetación secundaria (acahual), manglares o selvas bajas

siempre y cuando cumplan con los criterios de altura y porcentaje de cobertura del dosel. La “deforestación” se define como la remoción de esta cobertura forestal en una superficie mínima de 1 ha por un cambio de uso de suelo inducido o natural de forma permanente. Esto implica que en gran parte se excluye la pérdida de cobertura arbórea temporal que caracteriza a los sistemas tradicionales migratorios de roza, tumba y quema o milpa maya. Esta definición también es utilizada por la CONAFOR (2020a).

Considerando las definiciones de cobertura forestal y deforestación adoptadas en este análisis, definimos los frentes de deforestación como sitios con pérdida de cobertura forestal reciente (menos de 10 años) que se distribuyen de manera concentrada y que amenazan a fragmentos o macizos grandes de vegetación forestal. Estos frentes prioritariamente deben coincidir en municipios, así como en algunos ejidos con tasas medianas a altas de deforestación. La identificación de los frentes se realizó usando Sistemas de Información Geográfica (SIG) y empleando los datos geoespaciales detallados en la *Tabla 1* que consisten en: 1) píxeles o polígonos de deforestación reciente (2016 a 2023), 2) píxeles de porcentaje de cobertura arbórea, 3) píxeles de contenido de carbono (o biomasa) en la vegetación forestal y 4) las superficies y tasas de deforestación por predio ejidal o privado.

Tabla 1. Datos geoespaciales utilizados para la identificación de frentes de deforestación.

DATO	FUENTE	DESCRIPCIÓN
Porcentaje de Cobertura Arbórea 2010	Global Land Analysis & Discovery, Universidad de Maryland	Porcentaje de cobertura de dosel con Landsat de 30 m resolución
Pérdida de Cobertura Arbórea 2016-2023	SICAMFOR, Consejo Civil para la Silvicultura Sostenible	Píxeles con pérdida de cobertura arbórea obtenida mediante clasificación supervisada (<i>random forest</i>) de imágenes Planet NICFI con resolución de 5 m.
Pérdida de Cobertura Arbórea 2016-2020	SAMOF, Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2020b)	Polígonos de pérdida de cobertura (mínimo 1 ha) obtenidos aplicando imágenes Landsat (30 m)
Pérdida de Cobertura Arbórea 2016-2022	Global Forest Change, Global Land Analysis & Discovery, Universidad de Maryland	Píxeles de pérdida de cobertura forestal de un análisis de series temporales de imágenes Landsat (30 m) que caracterizan la extensión y el cambio del bosque.

Mapa de Carbono (Biomasa) c. 2007	Woods Hole Research Center, Alianza MREDD+	Contenido de carbono en vegetación forestal obtenidas de imágenes radar ALOS y aplicando parcelas INFYS (30 m).
Deforestación por predio (2016-2023)	Elaboración propia, SICAMFOR	Superficies y tasas de deforestación por predio ejidal y privado para los años 2016, 2019 y 2023 con datos SICAMFOR (5 m)

Se emplearon tres fuentes de datos sobre la deforestación reciente en la Península de Yucatán que adoptan criterios comparables y similares de la vegetación forestal y su pérdida. La fuente primaria proviene del Sistema de Información sobre Cambios en la Cobertura Forestal en la Península de Yucatán (SICAMFOR) del Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. Los datos son basados en la clasificación supervisada de imágenes Planet NICFI de alta resolución (5 m), usando el algoritmo de *random forest* y la herramienta Google Earth Engine; para la clasificación se emplearon 2,086 sitios de entrenamiento y validación de la cobertura forestal y sitios deforestados con la herramienta Collect Earth Online que facilita la categorización con imágenes de muy alta resolución de Google y Planet (Ellis *et al.* 2024, en revisión). Su resolución temporal y espacial, así como su aplicación en la Península de Yucatán hicieron de estos datos una opción lógica. Adicionalmente, se emplearon datos de deforestación reciente (2016 a 2021) producidas por la CONAFOR y disponibles en el Sistema Satelital de Monitoreo Forestal (SAMOF). Estos datos están disponibles hasta 2021 y fueron elaboradas usando imágenes Landsat (30 m de resolución) y empleando una metodología similar a la que se aplicó para el SICAMFOR. La tercera fuente utilizada de datos de deforestación reciente es la más conocida y empleada por la prensa, gobierno e instituciones de investigación para reportar o analizar la deforestación: Global Forest Change (GFC; Hansen *et al.*, 2013), también distribuida por Global Forest Watch (GFW). Una comparación de certeza Kappa de deforestado-forestado (bosque-no bosque) entre SICAMFOR, SAMOF y GFW, utilizando 684 puntos de validación obtenidas con la herramienta Collect Earth Online, indicó una mayor precisión de los datos SICAMFOR (94%), seguido por SAMOF (90%) y GFW (87%; *Tabla 2*).

Tabla 2. Comparativa de análisis de certeza Kappa entre SICAMFOR, SAMOF y GFC-GFW.

SICAMFOR				
	Deforestado	Forestado	Clasificación Total	<i>Precisión de Usuario</i>
Deforestado	98	19	117	83.76%
Forestado	23	544	567	95.94%
Validación Total	121	563	684	
<i>Precisión de Productor</i>	80.99%	96.62%		
<i>Precisión General</i>	93.86%	<i>Kappa</i>	0.79	
SAMOF				
	Deforestado	Forestado	Clasificación Total	<i>Precisión de Usuario</i>
Deforestado	94	39	133	70.67%
Forestado	27	524	551	95.1%
Validación Total	121	563	684	
<i>Precisión de Productor</i>	77.68%	93.07%		
<i>Precisión General</i>	90.35%	<i>Kappa</i>	0.68	
GFC-GFW				
	Deforestado	Forestado	Clasificación Total	<i>Precisión de Usuario</i>
Deforestado	99	69	168	58.93%
Forestado	22	494	516	95.74%
Validación Total	121	563	684	
<i>Precisión de Productor</i>	81.81%	87.74%		
<i>Precisión General</i>	86.69%	<i>Kappa</i>	0.60	

Los procesos para la identificación y selección de frentes aplicando SIG están representados en la *Figura 2*:

1. Los datos de deforestación reciente (SICAMFOR, SAMOF y GFC) fueron convertidos a vector (SICAMFOR y GFC) y se integraron en una sola capa de polígonos.
2. Una vez integrados, se hizo un proceso de corrección y limpieza de polígonos erróneos, así como la eliminación de polígonos o áreas deforestadas menores de 3 ha. Los polígonos erróneos corresponden a errores de comisión. Por ejemplo, nubes o humedales clasificadas como polígonos deforestados.
3. Después del proceso de depuración y limpieza se sobrepuso la capa de polígonos de deforestación con la capa de tasas de deforestación por predio ejidal y privado (2016 a 2023) para evaluar las concentraciones de deforestación reciente y su relación con zonas de tasas medianas a altas de deforestación en los tres estados (*Figura 3*).

4. Adicionalmente se combinó la capa de porcentaje de cobertura de dosel categorizado entre 30% y 90% y mayor a 90% con la capa de biomasa forestal para distinguir las áreas con cobertura forestal intacta y madura, usando los criterios de mayor de 90% dosel y biomasa mayor a 25 t/C ha-1.
5. Posteriormente se sobrepuso la capa de polígonos de deforestación reciente con la capa de cobertura forestal mayor de 70% y de selva madura o conservada, referido como Bosques de Alto Valor (BOAV), para evaluar la amenaza de las concentraciones de deforestación a la cobertura forestal de acuerdo con su grado de conservación y tamaño de los fragmentos (*Figura 4*).

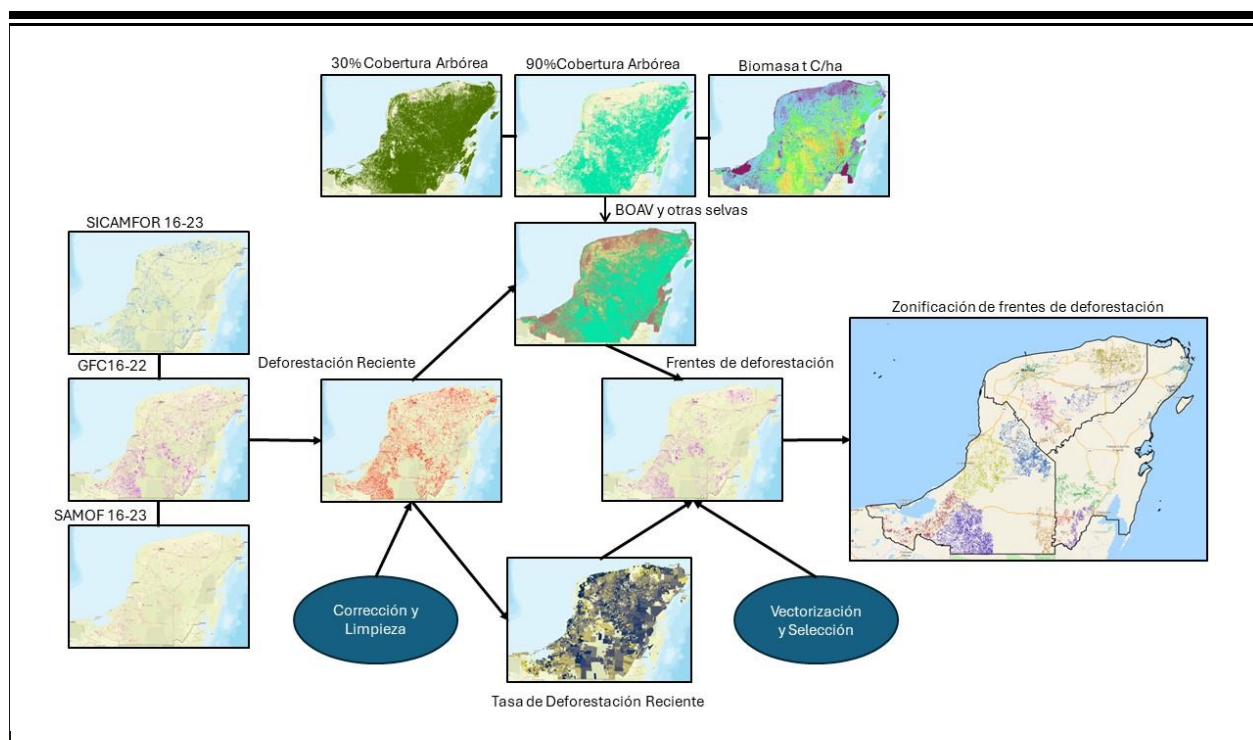


Figura 2. Proceso de identificación de frentes de deforestación en SIG.

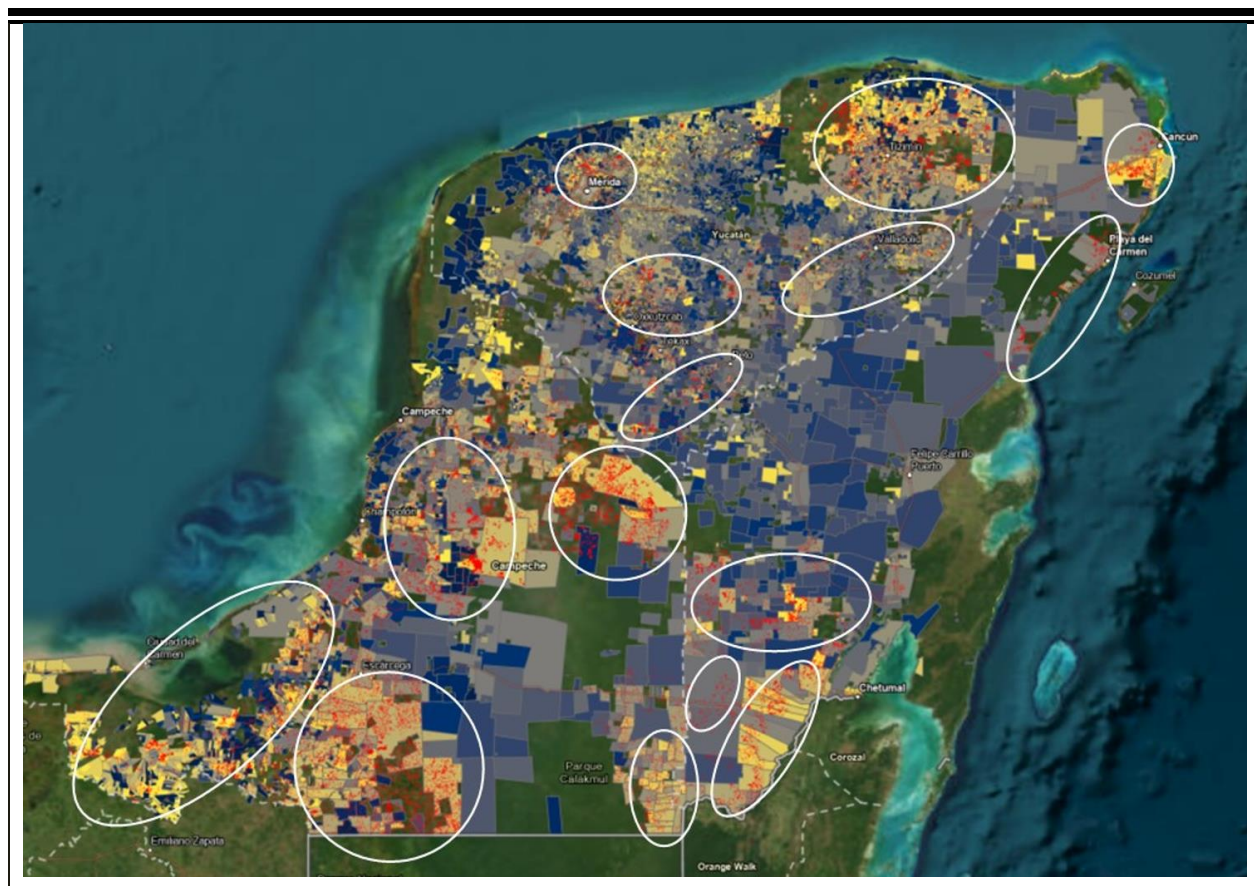


Figura 3. Identificación de frentes con relación a las tasas de deforestación en predios ejidales y privados (azules claros a oscuros representan poca o nula deforestación y grises y amarillo representan tasas medianas a altas de deforestación).

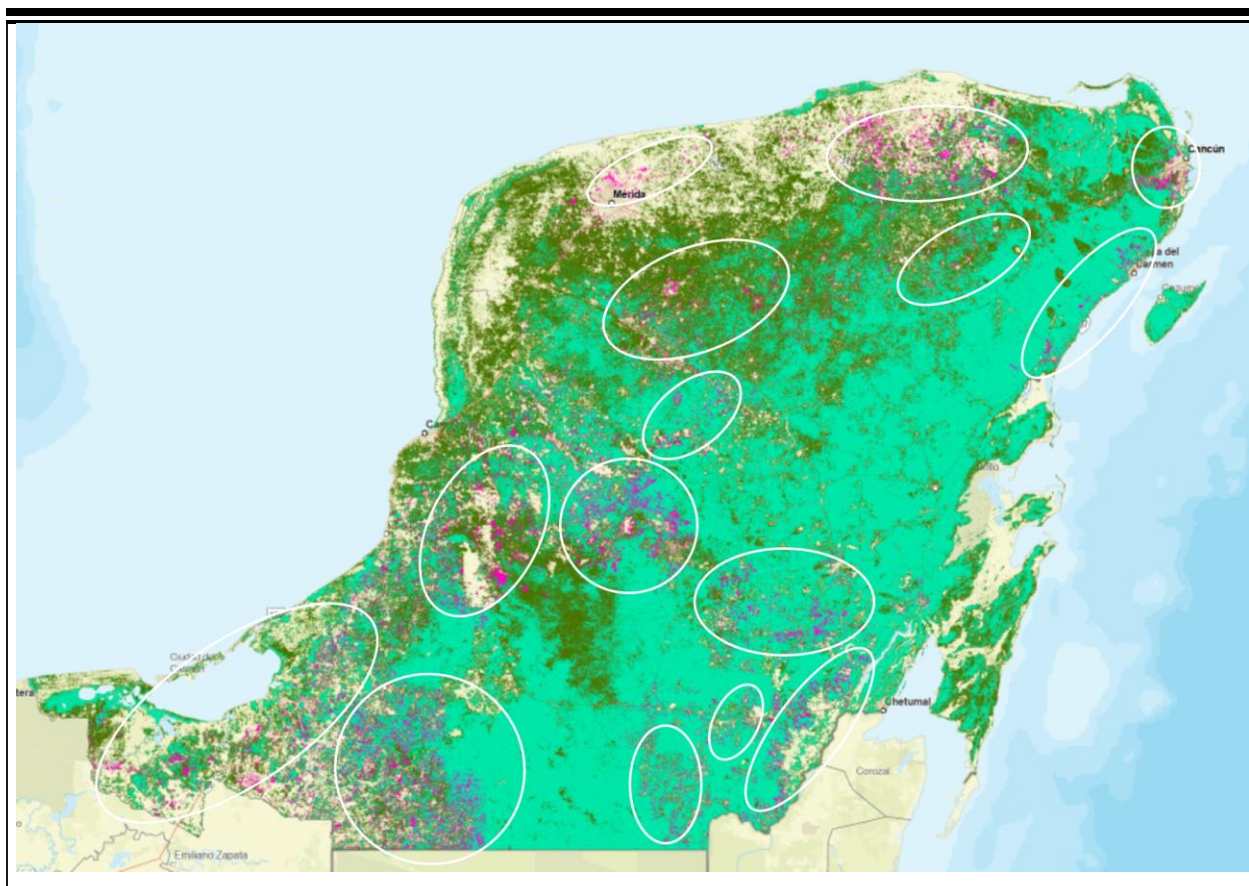


Figura 4. Identificación de frentes con relación a las amenazas a selvas entre 30% y 90% cobertura de dosel (verde oscuro) y bosque de alto valor (BOAV) mayor a 90% cobertura de dosel con biomasa mayor a 25 t/C ha⁻¹ (verde claro).

Mediante este proceso fue posible localizar 16 zonas con frentes de deforestación que cumplieran con las condiciones de ser concentraciones significativas de áreas recientemente deforestadas, en regiones con predios ejidales o privados que tienen medianas a altas tasas de deforestación, y que estén cerca y amenazando áreas con demostrativa cobertura forestal y de BOAV. En zonas como los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos en Quintana Roo, por ejemplo, no se identificaron frentes por lo que no se presentaron concentraciones densas o grandes de áreas deforestadas y las tasas ejidales en su gran mayoría eran bajas, asimismo en zonas en el suroeste de Campeche o norte de Yucatán, donde los procesos de deforestación ocurren en áreas vegetación altamente fragmentada e impactada.

Se produjo a continuación una capa vectorial con los polígonos de los 16 frentes de deforestación identificados que fue editada aplicando un buffer de 100 m para los propósitos de suavizar los polígonos, reducir su número, y mejorar la visualización y manejo de los datos para la elaboración de cartografía y posterior análisis. Finalmente, los polígonos de los frentes de deforestación son categorizados por tipo de frente, de acuerdo con su grado de amenaza a las masas y fragmentos grandes de BOAV y fragmentos menores de otra vegetación forestal (70% a 90% de dosel y menos de 25 t C ha⁻¹). Esta tipología de frentes se describe en el análisis realizada por WWF (2015) y se distinguen como:

- **Frente directo.** El gradual avance a zona intacta de bosque desde afuera formando un borde distinto.
- **Frente disperso.** Numerosos parches o áreas deforestadas en un área extensa de cobertura forestal que suman a mucha deforestación.
- **Frente ralo.** La pérdida progresiva de los fragmentos pequeños y remanentes de cobertura forestal en un área muy deforestada (*Figura 5*).

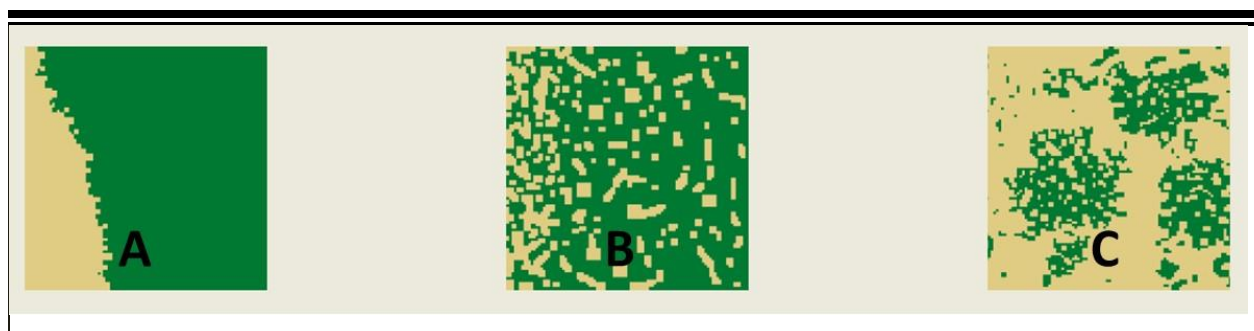


Figura 5. Tipos de frentes. A) Directo; B) Disperso; C) Ralo.

Para nuestro análisis, se categorizaron los tipos de frentes como directo, disperso y ralo seleccionando los polígonos de frentes de acuerdo con los siguientes criterios y utilizando operaciones de SIG para la selección:

1. Frentes directos son los polígonos deforestados que están a menos de 1 km de fragmentos de BOAV igual o mayor de 500 ha.

2. Frentes dispersos son los polígonos deforestados igual o más de 1 km de BOAV igual o mayor de 500 ha, pero menos de 1 km de fragmentos entre 50 y 499 ha de BOAV u otra cobertura forestal.
3. Frentes ralos son polígonos menos 1 km de fragmentos pequeños menores de 50 ha y 1 km o más de fragmentos de mayor tamaño.

III.1.1 Zonificación y tabla de atributos

Una vez identificados, seleccionados y categorizados los 16 frentes de deforestación (con y sin buffer de 100 m) se procedió a zonificarlos de acuerdo con su ubicación geográfica por estado (Campeche, Quintana Roo y Yucatán) y distinguiéndolos según sus condiciones particulares ambientales y socioeconómicos de la región en general. Adicionalmente, para fines de profundizar el análisis de frentes y enfocar su caracterización, se seleccionaron 10 de los 16 frentes de deforestación considerados como los frentes agropecuarios prioritarios con mayor amenaza a los ecosistemas forestales en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Estos frentes prioritarios fueron seleccionados con el apoyo de expertos de TNC que trabajan en la región. Se procedió a desarrollar una tabla de atributos para la caracterización geográfica de los frentes integrando un conjunto de datos geográficos relevantes y de interés para el análisis y cartografía de los frentes. Los datos geográficos empleados para la construcción de la tabla de atributos de los frentes de deforestación se detallan en la *Tabla 3* y consistieron en: 1) límites estatales y municipales, 2) tenencia de la tierra y límites de ejidos y propiedad privada, 2) vegetación y uso de suelo, 3) monocultivos, 4) potencial económico forestal, 5) tasas de deforestación entre 2016 y 2023, 6) descripción general del frente, y 7) el cambio de uso de suelo en el polígono de deforestación.

Tabla 3. Datos geográficos empleados para la construcción de la tabla de atributos de los frentes de deforestación.

CAPA TEMÁTICA	FUENTE	DESCRIPCIÓN
Tenencia de la Tierra Ejido	RAN	Poligonal de los núcleos agrarios, su nombre y clave única.
Tenencia de la Tierra Privado	RAN, AMREDD+	Polígonos que contienen el tipo de tenencia: Ejidal, Privada, Nacional
Vegetación y Uso de Suelo	INEGI, 2021	Tipo de cobertura de uso de suelo y vegetación e escala 1:250,000

Municipios	INEGI, 2023b	Poligonal del área administrativa municipal
Áreas de Conservación	CONABIO	Polígonos que contienen ANP Nacionales y Estatales
Monocultivos	Geocomunes	Tipo de cultivo
Índice de Potencial Económico Forestal	TNC	Potencial económico para el aprovechamiento forestal en los ejidos de la Península de Yucatán, acorde a diversos criterios de selección
Tasas de Deforestación	SICAMFOR	Tasa de cambio forestal de ejidos y municipios para los periodos 2016-2019, 2019-2023 y 2016-2023
Descripción General	Este análisis, TNC	Descripción del principal impulsor directo en el frente de deforestación
Cambio de uso de suelo detallado	Este análisis, TNC	Polígonos con los usos de suelo 2023
Cambio de uso de suelo clasificado	Este análisis, TNC	Polígonos con los usos de suelo clasificados en 7 categorías generales

Debido a la falta de cobertura, precisión y detalle de los datos sobre los usos de suelo de las fuentes externas empleadas (e.g. INEGI [2021] y Geocomunes), se utilizaron imágenes de muy alta resolución y fotos geolocalizadas de Google Earth e imágenes Planet de 5 m de resolución con la herramienta de Collect Earth Online para asignar el cambio de uso suelo asociado con cada polígono de deforestación. Mediante esta interpretación visual y asignación de los usos de suelo presentes en los polígonos se integraron a la tabla de atributos un campo de cambio de uso de suelo actual de manera detallada basada la interpretación visual del lugar, así como otro campo con la categoría de uso de suelo simplificada y clasificada en siete categorías principales para fines del análisis y presentación de resultados de los frentes. Estas categorías son:

1. Agricultura mecanizada para caña
2. Agricultura mecanizada para granos (maíz, soya, sorgo)
3. Pradera o potrero para ganadería bovina
4. Cítricos (limón, naranja, etc.)

5. Infraestructura vial o urbana
6. Agricultura de pequeña escala (típicamente no mecanizada o milpa)
7. otros cultivos (estos son cultivos a menor escala como tomates, papayas, sandías, calabaza chihua, palmas de aceite y coco etc.)

Usando la operación de *Spatial Join* en los SIG, se integraron los datos de atributos para elaborar la capa geográfica vectorial (*shapefile*) sobre los frentes de deforestación en dos versiones, con el buffer de 100 m y sin el buffer de 100 m, el último con fines de disponer de las superficies reales y hacer cálculos de áreas de los frentes con relación a diferentes características, por ejemplo, uso de suelo, tenencia de tierra, tipo de frente, entre otros. Los campos de información que se incluyen en la tabla de atributos de los frentes de deforestación se listan en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Campos de la tabla de atributos de los frentes de deforestación.

CAMPO DE ATRIBUTO	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN
Identificador	ID	Este análisis, TNC	Clave de identificación del polígono del frente
Zona	zone	Este análisis, TNC	Número clave del frente al que pertenece
Nombre de la zona	NOM_FRENTE	Este análisis, TNC	Nombre del frente al que pertenece
Descripción general	Desc_Gral	Este análisis, TNC	Descripción general del frente (principal impulsor directo)
Categoría del frente	Frente_Cat	Este análisis, TNC	Tipo de polígono del frente (directo, disperso o ralo)
Número de categoría del frente	Cat_Num	Este análisis, TNC	Número de la categoría del tipo de polígono del frente (1, 2 o 3)
Superficie del polígono	super_poly	Este análisis, TNC	Superficie del polígono de frente (ha)
Nombre de entidad federativa	NOM_ENT	INEGI	Nombre de estado al que pertenece el polígono del frente (Campeche, Quintana Roo o Yucatán)
Clave de entidad federativa	CVE_ENT	INEGI	Clave del estado (04, 23 o 31)
Nombre de municipio	NOM_MUN	INEGI	Nombre del municipio

CAMPO DE ATRIBUTO	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN
Clave del municipio	CVE_MUN	INEGI	Clave del municipio
Uso de suelo y vegetación	Leyenda	INEGI	Uso de suelo y vegetación escala 1:250,000
Uso de suelo predominante	Uso_Suelo1	Este análisis, TNC	Uso del suelo predominante identificado visualmente en este análisis
Tipo de monocultivo	Cultivo	Geocomunes	Tipo de monocultivos agrícolas
Categoría de Área Natural Protegida	CAT_MANEJO	CONABIO	Categoría de Área Natural Protegida tanto estatal como federal
Área Natural Protegida	NOM_ANP	CONABIO	Nombre del Área Natural Protegida
Índice del Potencial Económico Forestal	IPEF	IPEF, TNC México	Un índice (valores entre 0 y 1) que indican el potencial económico de los ejidos para el aprovechamiento de sus recursos forestales. Este índice derivó de una ponderación de diversas variables (e.g. disponibilidad de especies, distancia a carreteras, distancia a aserraderos, etc).
Núcleo agrario	NOM_NUC	RAN	Nombre del núcleo agrario
Clave única	Clv_Unica	RAN	Clave única del núcleo agrario, usado como identificador, dada la existencia de múltiples núcleos agrarios con el mismo nombre
Subzona de tenencia	Eji_TEN	AMREDD+	Hace referencia al tipo de zona del núcleo agrario (e.g. zona parcelada, uso común o asentamiento humano, baldío, zona federal, etc).

CAMPO DE ATRIBUTO	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN
Tipo de tenencia de la tierra	TEN_NOM	AMREDD+	Poligonal de zona nacional, propiedad privada o ejidal
Superficie del ejido	SUP_HA	RAN	Superficie de la perimetral del ejido reportado por el RAN
Tasa de cambio forestal 2016-2019	TFOR16_19	SICAMFOR, CCMSS	Cálculo de tasa de cambio de cobertura forestal de acuerdo a los datos de SICAMFOR entre 2016 y 2019
Tasa de cambio forestal 2019-2023	TFOR19_23	SICAMFOR, CCMSS	Cálculo de tasa de cambio de cobertura forestal de acuerdo a los datos de SICAMFOR entre 2019 y 2023
Tasa de cambio forestal 2016-2023	TFOR16_23	SICAMFOR, CCMSS	Cálculo de tasa de cambio de cobertura forestal de acuerdo a los datos de SICAMFOR entre 2016 y 2023
Categoría general del uso de suelo 2024	7Cat_gen	Este análisis, TNC	Categoría a la que pertenece el uso de suelo (agricultura mecanizada para caña, agricultura mecanizada para granos, pradera o potrero para ganadería bovina, cítricos, infraestructura vial o urbana, agricultura de pequeña escala u otros cultivos)

III.1.2 Desarrollo de un SIG para consulta en línea

Para facilitar la consulta y acceso de información sobre los frentes de deforestación en la Península de Yucatán, particularmente para la toma de decisiones por actores en los gobiernos estatales y municipales, ONG, academia y otros, se desarrolló una herramienta de SIG distribuido en línea usando la aplicación de ESRI, ArcGIS Online. Esta herramienta en línea consiste en la presentación y visualización interactiva de cartografía sobre los frentes de deforestación, de acuerdo con su zonificación, tipología y usos de suelos, y en la cual el usuario pueda consultar los datos de atributos sobre los

polígonos de los frentes de deforestación de interés. Por otro lado, se integran datos geográficos de otras fuentes externas que sirven de apoyo para conocer los frentes y su contexto ambiental y socioeconómico. Estas capas de datos incluidos en la herramienta de SIG en línea comprenden de: 1) los predios ejidales y privados, así como la superficie y tasa de deforestación asociada con el predio, 2) las áreas naturales protegidas, 3) la ubicación de algunos monocultivos y plantaciones de palma de aceite, 4) la ubicación de granjas porcícolas y avícola, 5) la presencia de asentamientos menonitas y 6) la infraestructura comercial e industrial relacionada a la producción agropecuaria. Se detallan las capas integradas en la herramienta en la *Tabla 5*.

Tabla 5. Datos incluidos en la herramienta de SIG para consulta.

CAPA TEMÁTICA	FUENTE	DESCRIPCIÓN
Tenencia de la Tierra Ejido	RAN	Tipología de tenencia de la tierra: ejidal, privada, nacional
Tenencia de la Tierra Privado	RAN, AMREDD+	Tenencia de la tierra solo de tipo privado
Vegetación y Uso de Suelo	INEGI	Usos de suelo y vegetación de INEGI VII
Municipios	INEGI	Limites municipales
Áreas de Conservación	CONABIO	ANP estatales y municipales
Monocultivos	Geocomunes	Tipo de cultivos agrícolas
Índice de Potencial Económico Forestal	TNC	Polígonos con potencial económico-forestal (vegetación de selvas con manejo forestal)
Tasas de Deforestación	SICAMFOR	Tasas de deforestación de 2016 al 2023
Descripción General	Este análisis, TNC	Descripción general del frente (principal impulsor directo)
Cambio de uso de suelo detallado	Este análisis, TNC	Polígonos con los usos de suelo 2023
Cambio de uso de suelo clasificado	Este análisis, TNC	Polígonos con los usos de suelo clasificados en 7 categorías generales
Puntos de campo con foto	Este análisis, TNC	Validación de recorridos de campo de los frentes
Comercios e Infraestructura Agropecuario	DENUE	Ubicación de comercios de venta de agroquímicos principalmente

Granjas Porcícolas y Avícolas	Geocomunes	Ubicación de las granjas porcícolas y avícolas
Asentamientos Menonitas	Geocomunes	Ubicación de campos menonitas

III.2 Caracterización de los frentes

Una vez identificadas y categorizadas los frentes de deforestación, se procedió al segundo componente del análisis de los frentes: caracterizar y conocer con mayor profundidad los 10 frentes prioritarios de deforestación en regiones rurales y agropecuarias de la Península de Yucatán. Para este componente, se realizó una búsqueda exhaustiva y se recopiló información y datos de una diversidad de fuentes y medios con el objetivo de documentar y generar conocimiento más precisa sobre el contexto socioeconómico e histórico-cultural, y sobre los usos de suelo, producción agropecuaria, y la actividad agroindustrial en cada frente prioritario. Las fuentes consultadas para esta caracterización incluyen literatura científica, informes, programas de ordenamiento o desarrollo estatales y municipales, notas periodísticas, y sitios de internet como medios sociales o páginas de organizaciones de gobierno y no gubernamentales. Adicionalmente, se utilizaron fuentes de datos estadísticos como son los Censos de Población y Vivienda (INEGI), Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE; INEGI, 2023a), Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SADER), Registro Agrario Nacional (RAN), entre otros.

La investigación documental es un método de investigación que se basa en el análisis y estudio de documentos escritos, impresos, digitales u otros tipos de registros que contienen información relevante para un tema de estudio específico. En ese sentido, la información y datos provenientes de la diversidad de fuentes mencionadas fue revisada y extraída en base a conocer temas específicos que potencialmente pueden ser vinculados con los procesos de deforestación en cada uno de los 10 frentes. Los temas considerados son el contexto histórico, demografía y población, tenencia de la tierra, actividades económicas y mercados, impactos ambientales, políticas públicas y gobernanza, y problemas de delincuencia o corrupción. La información de cada tema fue integrada y resumida en documentos o fichas descriptivas para cada frente (*Anexo I*).

III.3 Validación en Campo y Formulación de Hipótesis

Para este análisis fue esencial validar y obtener información *in situ* de los frentes de deforestación y en particular los frentes directos agropecuarios que amenazan la cobertura de selvas intactas y maduras. Para ejecutar la validación en campo se planearon rutas o transectos con una trayectoria que fuera pasando por sitios con polígonos de deforestación directa. Los datos espaciales de los frentes directos fueron cargados al programa QField que fue instalado en el celular y tableta, permitiendo visualizar los frentes con los caminos y carreteras y navegar con GPS para llegar a los polígonos específicos de frentes directos de reciente deforestación. En cada ruta por los frentes se hacen entre 15 y 30 visitas de polígonos de deforestación para tomar observaciones y evidenciar las características ambientales, socioeconómicas y culturales del paisaje forestal-agropecuario. En cada visita se registró el cambio de uso de suelo efectuado, además del tipo de vegetación afectada, y se tomó puntos de GPS vinculadas con fotografías para documentar el uso de suelo y el paisaje. En tres a cinco visitas de cada recorrido se realizaron vuelos con un dron (Dji Mavick) tomando imágenes de vistas aéreas del paisaje donde se presentan los polígonos de deforestación directa. En cada recorrido se incluyeron sitios remotos y en los bordes de macizos forestales grandes donde avanzan los frentes hacia la selva, siendo los lugares prioritarios para hacer los vuelos del dron.

En último lugar, considerando la dificultad de poder realizar entrevistas o encuestas formales a productores u otros actores, a la par de validar y documentar los polígonos de deforestación, cuando la oportunidad se presentaba, se conservaba con personas locales sobre sus o las actividades agropecuarias en la región, los problemas o situaciones sobre la producción y comercio de cultivos o animales, o algún aspecto de interés o más específico que generó duda o requería clarificación en algunos frentes recorridos. En total, en las 10 rutas de cada frente de deforestación agropecuario se visitaron y validaron cerca de 200 polígonos de deforestación obteniendo un conocimiento y experiencia directa de cada una (*Figura 6*). La información colectada en campo sobre el cambio de uso de suelo en cada sitio o punto de muestreo, observaciones adicionales, fotografías y conversaciones con locales fueron resumidas y registradas en bitácoras de campo

elaborados para los 10 recorridos (*Anexo II*). En cada bitácora se describe la ruta y cada punto o visita de muestreo en orden cronológico, indicando el cambio de uso de suelo con las fotografías del sitio.

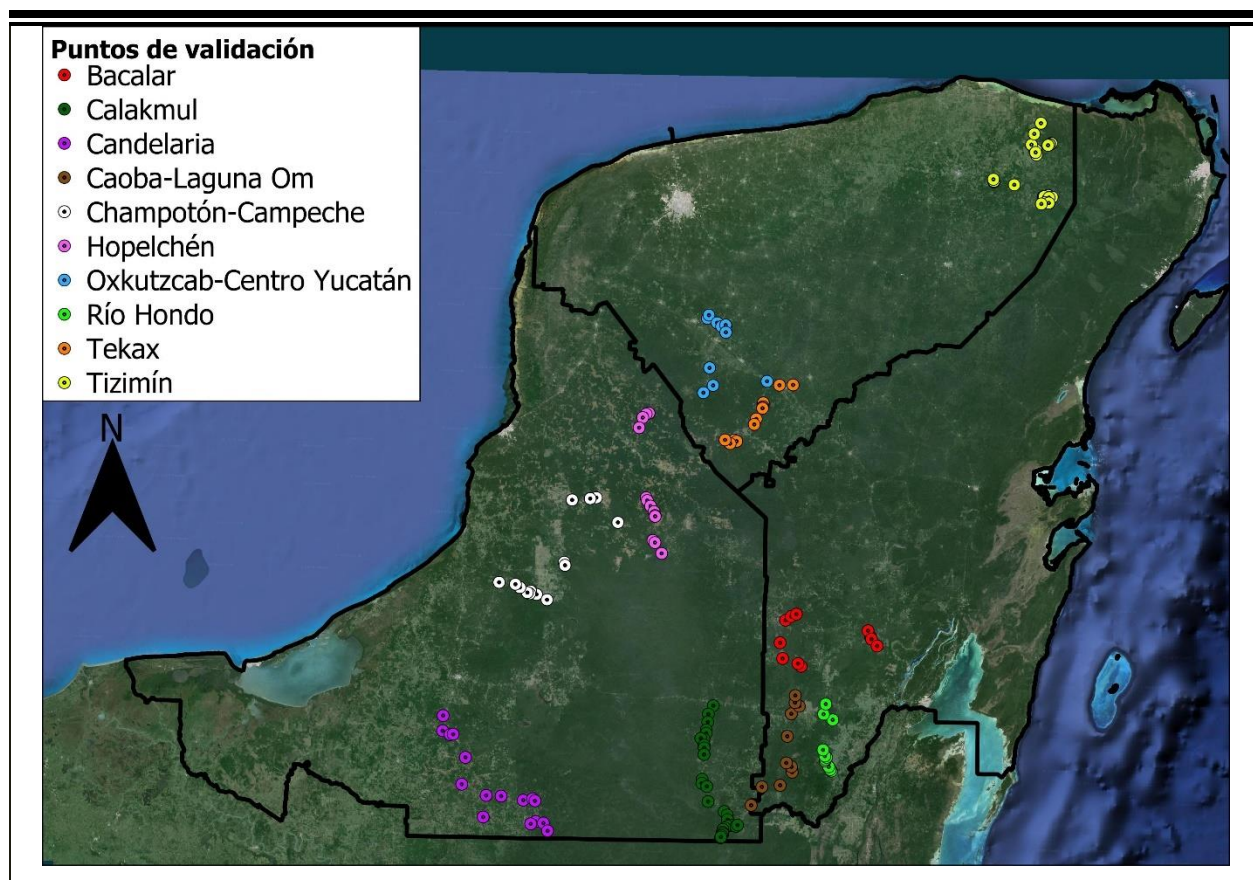


Figura 6. Puntos de validación en las rutas en campo.

Un objetivo de gran importancia de validar y conocer en campo las causas directas del cambio de uso de suelo, complementado con la caracterización geográfica y documental de cada frente, es la de formular hipótesis sobre los impulsores directos e indirectos que pueden estar incidiendo con mayor peso y, por ende, los procesos de deforestación en cada frente agropecuario prioritario. Con base a observaciones en campo, y de las caracterizaciones realizadas en gabinete, en las bitácoras de campo se resumen con una serie de 12 preguntas las causas directas, la tendencia o proceso de deforestación, la infraestructura agropecuaria y agroindustrial, el comercio y mercado agropecuario, y la formulación de hipótesis sobre los impulsores indirectos económicos o de mercados,

políticos o de programas, demográficos, tecnológicos o ambientales que pueden estar incidiendo en el cambio de uso de suelo de cada frente. Las 12 preguntas integradas en las bitácoras fueron:

1. ¿Cuáles son las causas directas en el cambio de uso de suelo en el frente de deforestación?
2. ¿Cuál es la causa dominante en el cambio de uso de suelo del frente?
3. ¿Cuál es la tendencia en los procesos y patrones de la deforestación reciente?
4. ¿Qué infraestructura agropecuaria y agroindustrial se encuentra en el frente recorrido?
5. ¿Qué indicaciones sobre la comercialización y mercados de los productos agropecuarios se observan?
6. ¿Se observa o se puede hipotetizar el papel de la economía y mercado agrícola/pecuaria en los procesos de deforestación?
7. ¿Se observa o se puede hipotetizar el papel de programas de gobierno en los procesos de deforestación?
8. ¿Se observa o se puede hipotetizar que alguna tecnología o práctica agropecuaria observada afecte negativa o positivamente los procesos de deforestación?
9. ¿Se observa o se puede hipotetizar que los factores ambientales están incidiendo en los procesos de deforestación y degradación forestal?
10. ¿Se observa o se puede hipotetizar que factores sociales como los procesos demográficos, aspectos culturales o economía doméstica afecte negativa o positivamente los procesos de deforestación?}
11. ¿De los factores indirectos o subyacentes que se observan y se describen arriba cuál sería su rango de importancia en los impactos de la deforestación?

12. ¿Cuáles son los retos y las oportunidades presentes para frenar la deforestación y promover un desarrollo rural productivo y sustentable para las comunidades locales?

IV. RESULTADOS

IV.1 Geografía de los frentes de deforestación

La *Figura 7* presenta el mapa de la zonificación de los 16 frentes de deforestación identificados en la Península de Yucatán. Los frentes se presentan en los tres estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, y se distribuyen a lo largo y ancho de la Península de Yucatán, con mayor concentración en el sur. En la *Tabla 6* se resume los 16 frentes por Estado indicando la superficie, ecosistema forestal asociada y su descripción general.

En Campeche se distribuyen los frentes de manera más expansiva, prácticamente las áreas desocupadas de estos frentes coinciden con las áreas protegidas, La Reserva de la Biósfera de Calakmul y las Zonas de Conservación Ecológica Balán Kin y Balam Ku en el sur y centro este de la entidad, y en el norte la Reserva de la Biósfera Los Petenes. Los municipios donde se presentan estos frentes coinciden mayormente con los municipios que representan una tendencia mayor de deforestación anual y tienen las tasas más altas de pérdida forestal (2016 a 2023) en el Estado. Por ejemplo, en Hopelchén se deforestan 5,900 ha año⁻¹ con una tasa de 1.02%, en Candelaria fueron 3,968 ha año⁻¹ con una tasa de 1.47%, en Calakmul 3,572 ha año⁻¹ con una tasa de 0.30% y Champotón fueron 2,356 ha año⁻¹ con una tasa de 0.55%. En el frente de Hopelchén la expansión de cultivos mecanizados para granos (maíz, sorgo y soya) es responsable por la mayoría de la deforestación; mientras que, en Candelaria, una ganadería bovina extensiva ha resultado en la mayoría de deforestación. En el frente de Champotón-Campeche, una combinación ganadería y producción agroindustrial de ganado se relaciona con la pérdida de cobertura y en Calakmul, son las actividades agropecuarias (maíz y ganado) de pequeños productores que propician el cambio de uso de suelo.

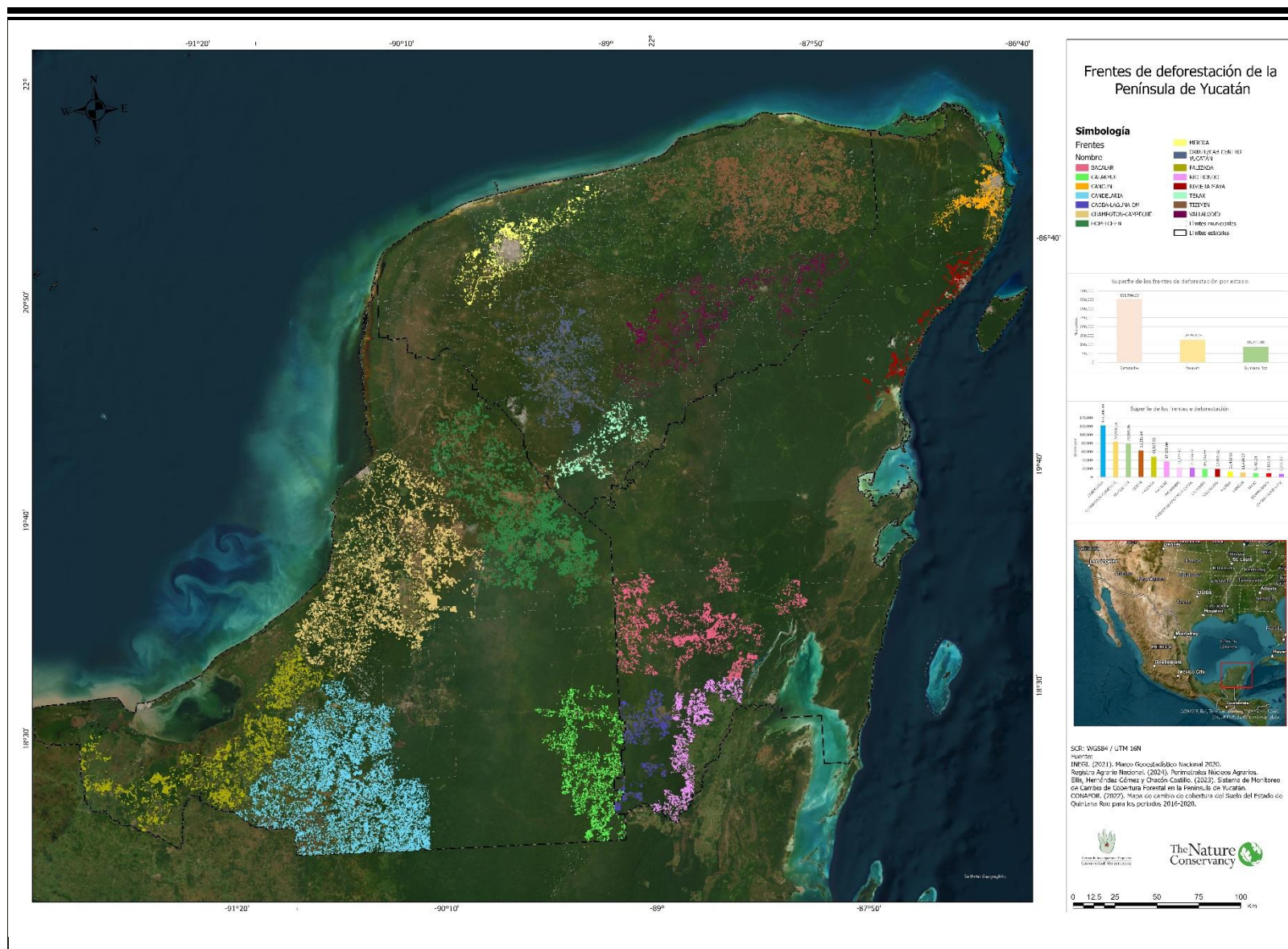


Figura 7. Frentes de deforestación de la Península de Yucatán.

En Quintana Roo los frentes de deforestación de Río Hondo, Bacalar y Caoba-Laguna se concentran principalmente al sur del estado en los Municipios de Othón P. Blanco y Bacalar y, en su mayoría, la pérdida arbórea se debe al cambio de uso de suelo para fines agropecuarios. En el frente de Río Hondo el cultivo de caña de azúcar tiene un papel importante en los procesos de deforestación, así como la producción de ganado bovino. En Bacalar la expansión de la agricultura mecanizada para cultivos de granos y la ganadería han resultado en rápidos procesos de deforestación. En comparación, en el norte del estado se ubican los frentes costeros de Cancún y la Riviera Maya donde las causas directas que predominan son la expansión urbana y de infraestructura vial (Tren Maya). Los Municipios de Benito Juárez (Cancún), Bacalar y Othón P. Blanco tienen las tasas más altas de pérdida de cobertura forestal anual en el estado, con 1.96%, 0.65% y 0.34% respectivamente.

En Yucatán, se identifican los frentes de Tizimín, Oxkutzcab, Tekax y Mérida y Valladolid. En Tizimín, el crecimiento de la actividad ganadera bovina ha resultado que el Municipio tenga la mayor superficie deforestada en el estado. En el frente de Tekax el cultivo agroindustrial de granos ha tomado más fuerza, mientras que, en Oxkutzcab, la superficie de cultivos de limón ha aumentado en los últimos años. En el caso del frente de Mérida, el avance de deforestación se asocia con el crecimiento urbano y expansión de uso de suelo inmobiliaria.

Tabla 6. Superficie, ecosistema forestal y descripción general de los frentes de deforestación en la Península de Yucatán.

FRENTE DE DEFORESTACIÓN	SUPERFICIE (HA)	ECOSISTEMA FORESTAL	DESCRIPCIÓN GENERAL
CAMPECHE			
Atasta	4,151.00	Manglar y Selva Baja Subperennifolia	Expansión ganadera en manglares y selva baja
Calakmul	19,736.66	Selva Median y Alta Subperennifolia	Frontera de Colonización Agropecuaria por pequeños productores
Candelaria	122,306.99	Selva Median Subperennifolia	Expansión extensiva de potreros para la ganadería bovina
Champotón-Campeche	83,938.16	Selva Median Subperennifolia y Subcaducifolia	Expansión de agricultura mecanizada para cultivos agroindustriales y potreros para ganadería.

FRENTE DE DEFORESTACIÓN	SUPERFICIE (HA)	ECOSISTEMA FORESTAL	DESCRIPCIÓN GENERAL
Hopelchén	78,959.96	Selva Mediana Subcaducifolia	Expansión de agricultura mecanizada para cultivos agroindustriales
Palizada	48,365.90	Selva Median Subperennifolia, Manglar, Selva Baja	Expansión extensiva de potreros para la ganadería bovina y plantaciones de palma de aceite
QUINTANA ROO			
Bacalar	37,128.00	Selva Median Subperennifolia	Expansión de agricultura mecanizada para cultivos agroindustriales y potreros para ganadería.
Cancún	11,430.69	Selva Baja y Mediana Subperennifolia	Crecimiento urbano, inmobiliario y turismo.
Caoba-Laguna Om	7,773.80	Selva Median y Alta Subperennifolia	Expansión de potreros para la ganadería bovina.
Río Hondo	23,222.30	Selva Median y Baja Subperennifolia	Expansión de cultivos de caña de azúcar y potreros para ganadería bovina.
Rivera Maya	9,182.48	Selva Baja y Mediana Subperennifolia	Desarrollo de infraestructura vial, crecimiento urbano y turismo.
YUCATÁN			
Mérida	13,422.66	Selva baja caducifolia	Crecimiento urbano e inmobiliario
Oxkutzcab-Centro Yucatán	21,859.40	Selva Mediana y Baja Subcaducifolia	Expansión de cítricos, limón y monocultivo de maíz
Tekax	9,403.64	Selva Mediana Subcaducifolia	Expansión de agricultura mecanizada para cultivos agroindustriales, cítricos y potreros para ganadería.
Tizimín	63,285.64	Selva Mediana y Baja Subcaducifolia	Expansión de potreros para la ganadería bovina y cultivos agroindustriales.
Valladolid	19,008.32	Selva Mediana Subcaducifolia	Agricultura de pequeña escala

En la *Figura 8* se presenta el mapa de los principales cambios de usos de suelo encontrados en los frentes de cada estado; sus superficies se reportan en la *Tabla 7*. En los frentes del estado de Campeche, se observa una mayor superficie de cambio de uso de suelo (327,043 ha), comparado a Yucatán (118,311 ha) y Quintana Roo (82,232 ha); el cambio de uso de suelo para praderas de ganado bovino comprende la mayor superficie (165,319 ha), seguido por la agricultura mecanizada para cultivo de granos (maíz, soya y sorgo; 118,481 ha). En el estado de Yucatán, también destacan las

praderas para la ganadería bovina como la principal causa de la deforestación y cambio de uso de suelo (62,798 ha). En segundo lugar, se representa la agricultura de pequeña escala (15,140 ha), seguido por la agricultura mecanizada cultivo de granos (10,586 ha) y los cultivos de cítricos (7,414 ha). El cambio de uso de suelo por el crecimiento urbano, principalmente en la ciudad de Mérida comprende de 5,568 ha. De manera igual, en Quintana Roo la mayor superficie de cambio de uso de suelo fue para el establecimiento de praderas para ganado bovino (33,505 ha). La segunda causa principal del cambio de uso de suelo en el estado fue para el desarrollo de infraestructura, tanto urbana y vial, por lo que se nota que mucha de esta deforestación se relaciona con el megaproyecto del Tren Maya. En tercer lugar, se posiciona el cambio de uso de suelo para el cultivo mecanizado de caña (13,221 ha) y en cuarto lugar los cultivos mecanizados para granos (10,585 ha).

Tabla 7. Usos de suelo encontrados en los frentes de deforestación.

USO DE SUELO	SUPERFICIE (HA)
Campeche	353,790.61
Agricultura de pequeña escala	616.25
Agricultura mecanizada Caña	6,148.44
Agricultura mecanizada granos	126,676.47
Cítricos	3,880.78
Infraestructura urbana	3,862.42
Otros	12,351.30
Pradera para ganado bovino	405.34
Quintana Roo	88,260.87
Agricultura de pequeña escala	276.76
Agricultura mecanizada Caña	14,507.46
Agricultura mecanizada granos	13,884.86
Cítricos	963.17
Infraestructura urbana/vial	15,318.32
Otros	4,191.56
Pradera para ganado bovino	35,612.17
Yucatán	126,973.13
Agricultura de pequeña escala	16,491.55
Agricultura mecanizada granos	10,770.38

USO DE SUELO	SUPERFICIE (HA)
Cítricos	8,583.51
Infraestructura urbana/vial	6,249.42
Otros	712.27
Pradera para ganado bovino	68,279.30

La *Figura 9* demuestra el mapa de la tipología de los frentes de deforestación en la Península de Yucatán, es decir, si es un frente directo, disperso o ralo, indicando las superficies de cada tipo por estado. Es notable como en Quintana Roo se representa una mayoría de frentes directos (75,252 ha), con superficies menores de frentes dispersos (11,779.59 ha) y ralos (1,228.79 ha). Este patrón se debe a que Quintana Roo abarca una importante extensión con fragmentos grandes de selvas medianas intactas y conservadas. En la zona norte del estado, en el frente de Cancún, hay una mayor presencia de frentes dispersos debido a un mayor disturbio de las selvas por incendios e impactos antropogénicos asociados con la degradación forestal en las cercanías del área urbana. En Campeche, los frentes directos ocupan una mayor superficie (210,353.31 ha), seguido por los frentes dispersos (126,578.15 ha) y estos se concentran en el oeste y sur oeste del estado. Estas regiones tienen una historia más larga en sus procesos de desarrollo rural y cambio de uso de suelo, conteniendo vegetación forestal fragmentado e impactada. Los frentes ralos en áreas con selvas muy fragmentada ocupan 16,859.15 ha.

En el caso de Yucatán, se encuentran una mayor porción y superficie de polígonos de deforestación ralo (29,694.44 ha), comparado a los otros estados, estos tipos de frentes se concentran en la zona norte en los alrededores de Mérida y al norte del frente de Tizimín. Esto se asocia de igual manera por la larga historia de uso de suelo y producción agropecuaria en la región, resultando en la actualidad en selvas altamente fragmentadas e impactadas. Por otro lado, también se debe a la naturaleza de la cobertura de selvas bajas caducifolias de esta región. Sin embargo, el tipo de frente predominante en el Estado de Yucatán es la deforestación dispersa (66,427.14 ha), también resultado de la cobertura de selvas con mayor historia de disturbios y fragmentada. Los frentes directos ocupan 30,851.55 ha y se concentran en la región sur (Tekax), centro (Oxkutzcab) y noreste (Tizimín).

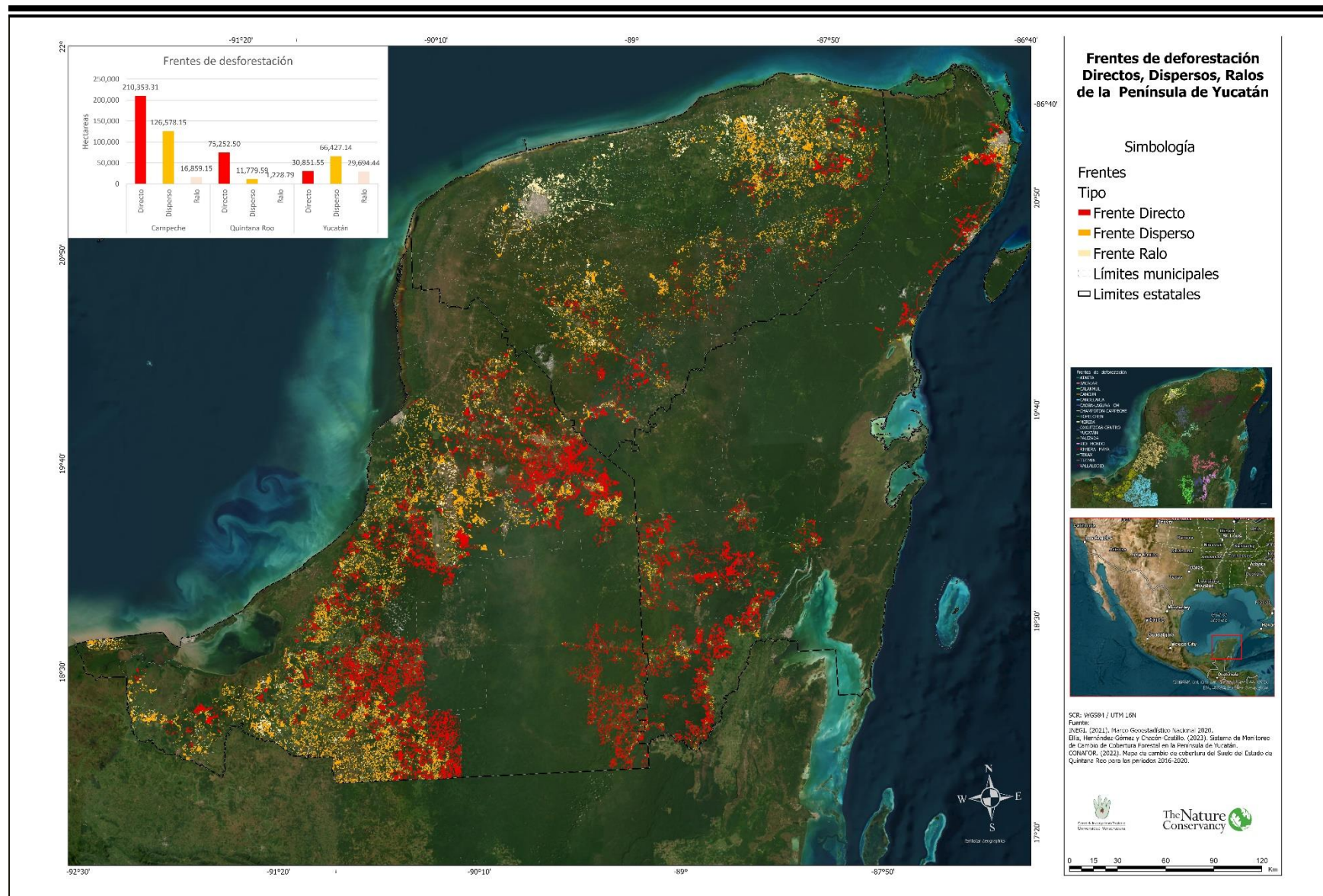


Figura 9. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos de la Península de Yucatán.

Con respecto a los ecosistemas forestales amenazadas por los frentes de deforestación, éstos también varían por estado (*Tabla 6*) y se puede observar en la *Figura 10*. Los frentes de deforestación en el sur de Quintana Roo y Campeche afectan primariamente las selvas húmedas, baja y mediana subperennifolia. Al norte de Campeche y sur de Yucatán las selvas mayormente afectadas son las selvas secas, selva mediana y baja subcaducifolia, y al extremo noroeste y noreste de la Península, donde se encuentra el frente de Mérida y Tizimín, es amenazada los fragmentos pequeños remanentes de selva baja caducifolia.

En los tres estados la mayoría de los frentes de deforestación se presentan en tierras bajo el régimen de tenencia ejidal. En el estado de Campeche, la superficie de frentes que ocurre en terrenos ejidales ocupa 254,362.77 ha, y la que se presentan en propiedad privada se suman a 48,366.25 ha. Adicionalmente, Campeche tiene la mayor superficie de terrenos nacionales con frentes de deforestación (14,198.34 ha). En el caso de Yucatán, también la mayoría de los frentes de deforestación se presentan en los ejidos (94,096.38 ha), seguido por propiedad privada (19,026.60 ha). En Quintana Roo, prácticamente la totalidad de los frentes de deforestación ocurren en tierras ejidales (81,358.46 ha), con tan solo 4,159.50 ha en propiedad privada. La *Figura 11* enseña el mapa de los frentes de deforestación de acuerdo con la tenencia de tierra en donde se distribuyen, indicando la superficie en cada estado.

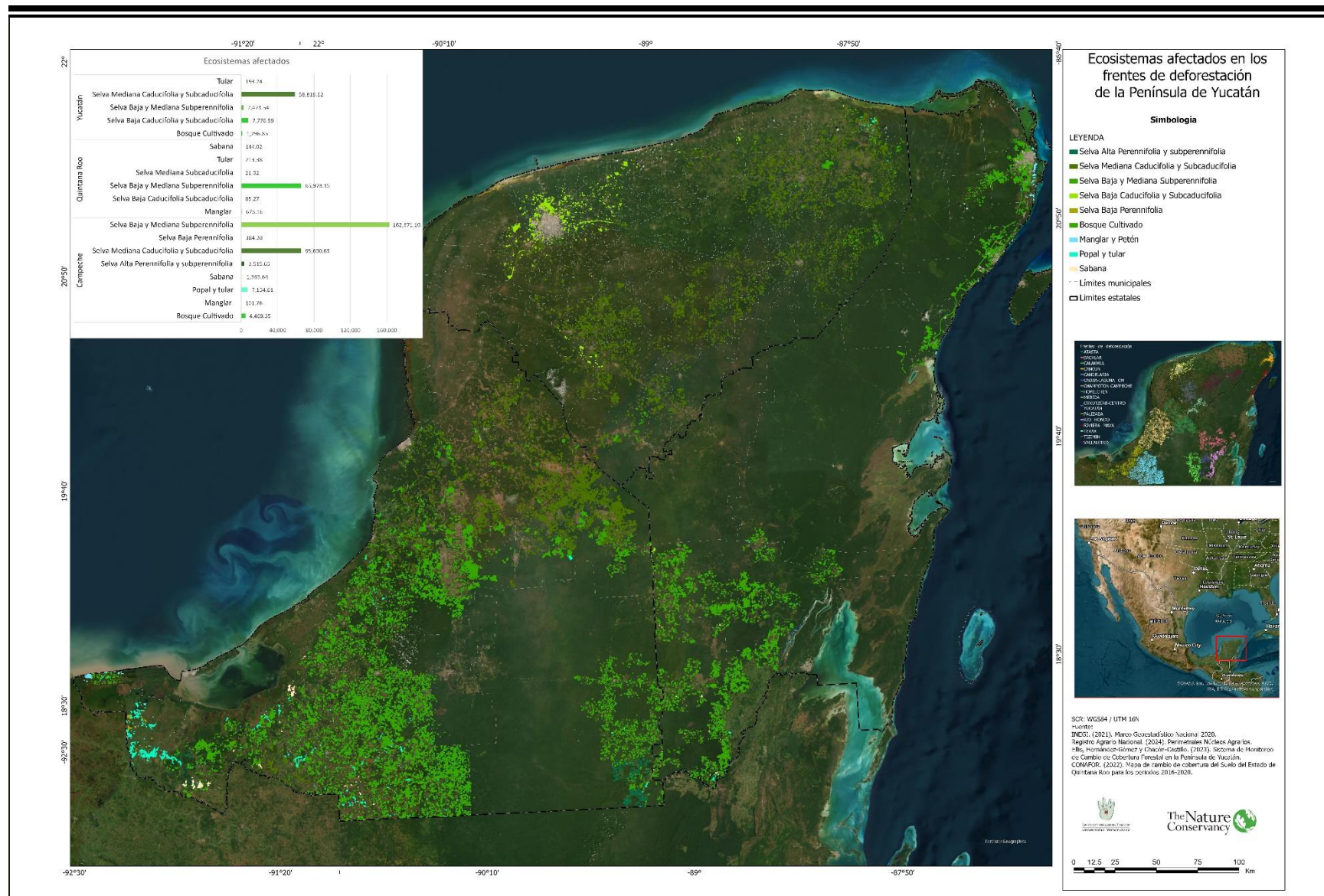


Figura 10. Ecosistemas afectados en los frentes de deforestación de la Península de Yucatán.

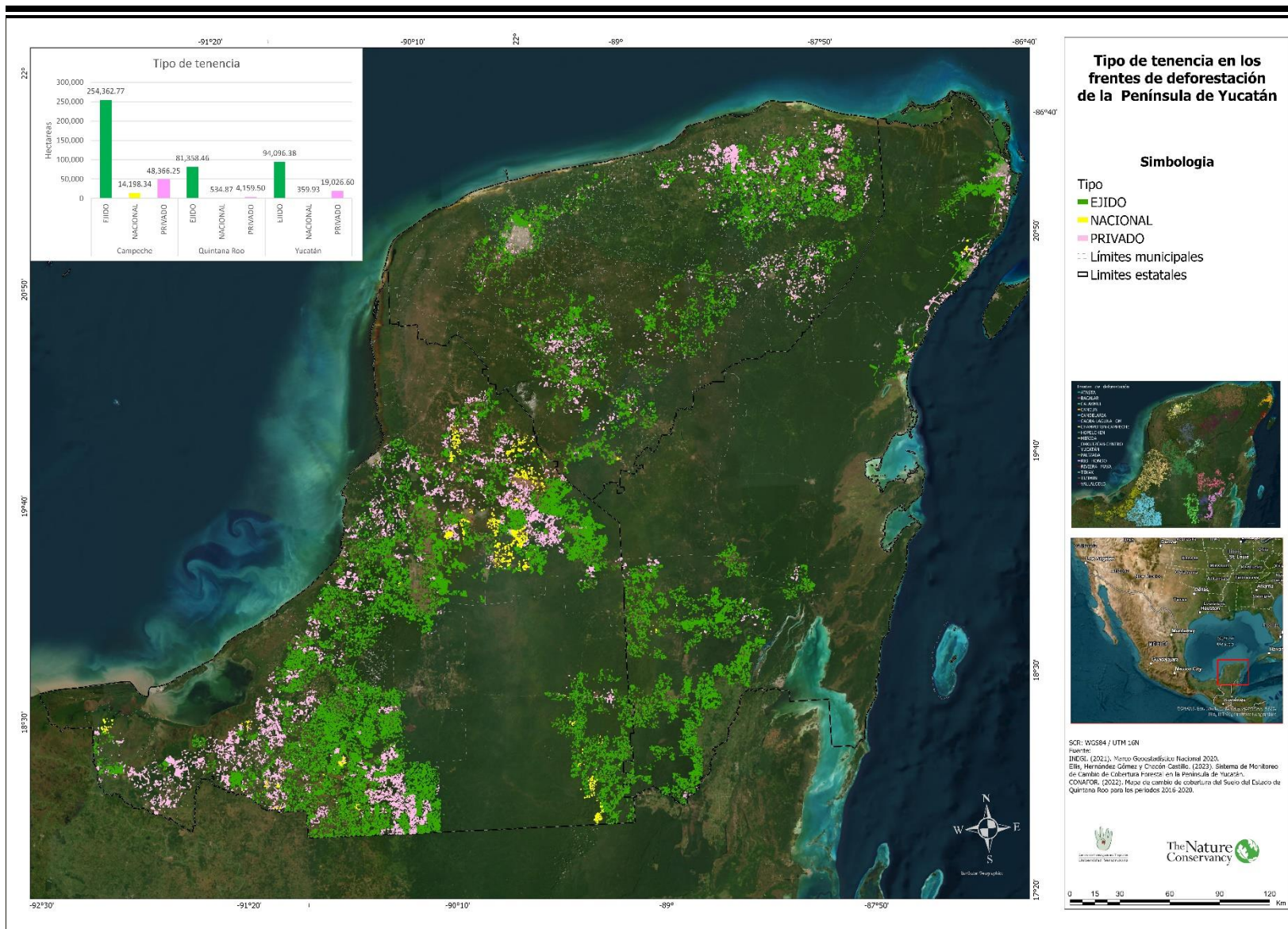


Figura 11. Tipo de tenencia en los frentes de deforestación de la Península de Yucatán.

IV.2 Frentes Agropecuarios Prioritarios

Para la caracterización y análisis a mayor profundidad de los frentes de deforestación en la Península de Yucatán, se enfocó en 10 frentes agropecuarios prioritarios como se especifica en los métodos. Estos frentes son: **Calakmul**, **Candelaria**, **Champotón-Campeche** y **Hopelchén** en el Estado de Campeche; **Bacalar**, **Caoba-Laguna Om** y **Río Hondo** en Quintana Roo; y en Yucatán, **Oxkutzcab-Centro Yucatán**, **Tekax** y **Tizimín**. La *Figura 12* presenta el mapa indicando los 10 frentes de deforestación agropecuarios presentados a mayor detalle en este informe a continuación. El Estado de Campeche alcanza una cobertura y distribución mucho más extensa que los Estados de Quintana Roo y Yucatán; contiene los tres frentes de deforestación más grandes en la Península de Yucatán, Candelaria, Champotón-Campeche y Hopelchén; Yucatán tiene el cuarto frente más grande, Tizimín.

IV.3 Los Frentes de Deforestación Agropecuaria en Campeche

IV.3.1 Calakmul

La *Figura 13* muestra el frente de deforestación de Calakmul por tipo. El frente se encuentra ubicado en el extremo sureste del municipio de Calakmul, abarca alrededor de 50 ejidos. Se considera que tiene una prioridad muy alta por encontrarse en el límite Este con la Reserva de la Biósfera de Calakmul (RBC) que es considerada la segunda mayor extensión de bosques tropicales en América y los mejor conservados de la región, con un total de 723 mil hectáreas. La deforestación reciente en este frente está llegando a los límites de la reserva e incluso en algunos ejidos colindantes se presentan los claros adentro del límite de la RBC. Debido a que se presenta en la zona limítrofe con la RBC y una región con fragmentos grandes e intactos de selvas medianas y altas, casi todo el frente es de tipo directo. Los cambios de uso de suelo por la deforestación incluyen en su mayoría praderas para ganado bovino y el cultivo de maíz en monocultivo, y mecanizado. En uno estos casos, el ejido El Cibalito, la tasa reciente de pérdida de cobertura forestal fue muy alta, 5% anual. Otros ejidos, en los límites sureste de la RBC muestran tendencias de deforestación anual con tasas altas arriba de 2%, por ejemplo, 11 de Mayo, Arroyo Negro, Justo Sierra Méndez y Manuel Crescencio Rejón.

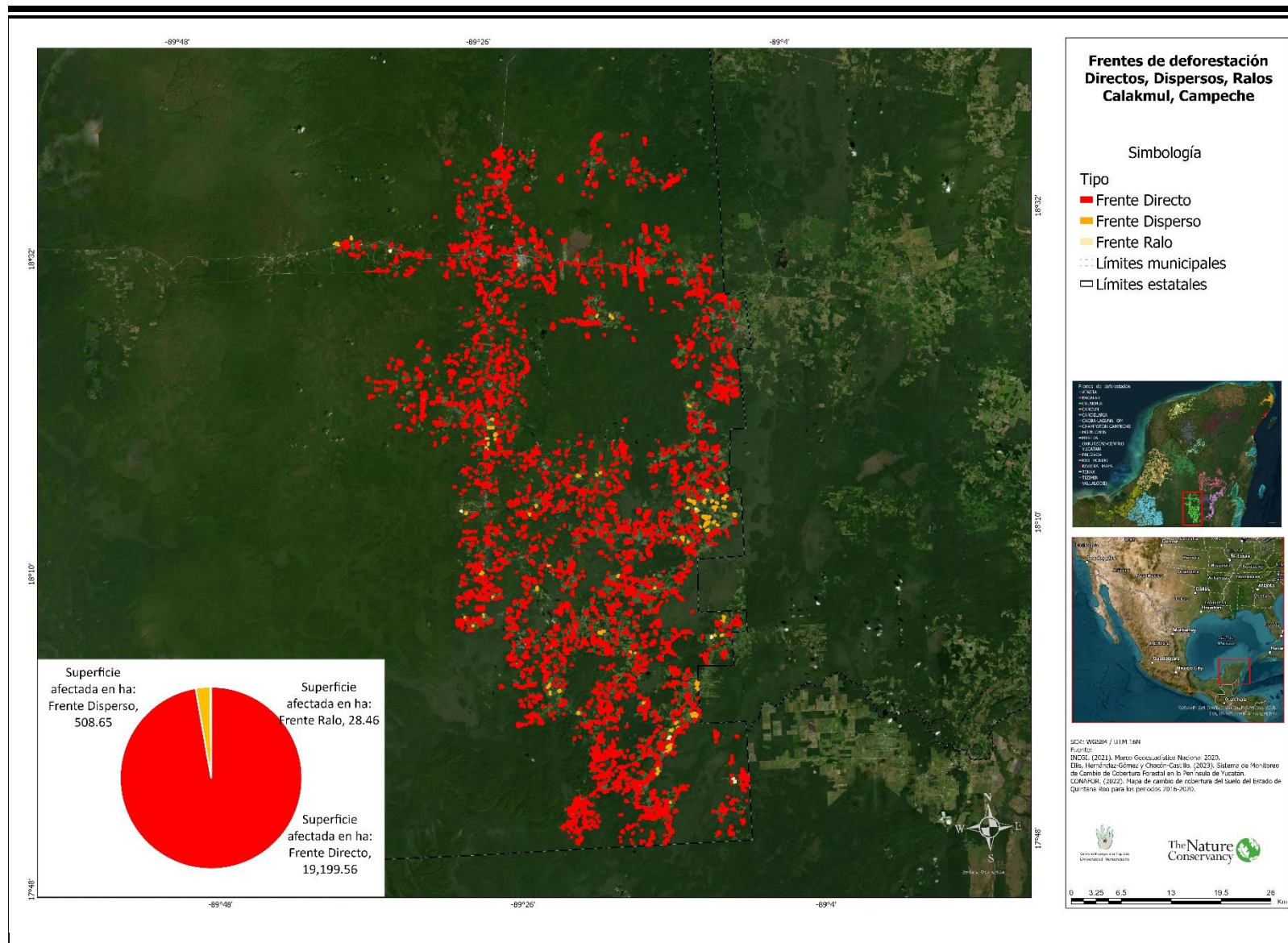


Figura 13. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Calakmul, Campeche.

La mayoría de los núcleos agrarios actuales de Calakmul se formaron entre la década de 1960 y 1970 como parte de una estrategia del gobierno federal mexicano por ampliar la frontera agrícola, buscando reducir la presión sobre la tierra que existía en el centro y norte del país, aunado a un intento por asegurar la gobernabilidad de los territorios tropicales del sureste. Estos territorios contaban con baja densidad poblacional y sus recursos naturales no habían sido aprovechados para fines agropecuarios. En esas décadas de 1960 a 1970 y de 1990 a 2000, existió una tasa de crecimiento muy elevada, la población creció a un ritmo muy acelerado (mayor al 5% anual). Actualmente, el municipio de Calakmul tiene una diversidad poblacional de 26 estados de la República y étnica; se han identificado 17 lenguas, siendo el grupo indígena más abundante el Chol que representa la quinta parte de la población total. La cabecera Municipal de Xpujil, ha visto un crecimiento poblacional en la última década (3,984 en 2010 y 5,729 en 2020), incrementando la demanda y comercio agropecuario regional. Con excepción de algunos predios de propiedad privada a la orilla de la carretera Escárcega-Chetumal, la tenencia de tierra que predomina en el frente es el ejidal.

En lo agrícola, el maíz grano es lo que en mayor superficie se cultiva, de acuerdo con el SIAP en el Municipio de Calakmul hasta el año 2022 la superficie cosechada de este cultivo fue de 21,705 ha, la cual a lo largo del tiempo ha ido cambiando, pero es a partir del año 2020 que se ha mantenido por arriba de las 20,000 ha, considerando que en 2012 se cosecharon 16,873 ha. Otros cultivos con importancia económica incluyen el chile y la calabaza chihua con alrededor de 2,500 ha sembradas y el chile con cerca de 1,200 ha. En lo que respecta al ganado bovino para 2022 tuvo un número de cabezas para carne de 5,824 y de leche un volumen de producción de leche 1,435,414 litros. En la *Figura 14* se presenta la distribución de los usos de suelo en las áreas recientemente deforestadas. Las praderas ocupan una superficie de 12,550 ha, seguido por el cultivo mecanizado para maíz y calabaza chihua con 5,766 ha. En la zona norte cercano a la población de Xpujil hay deforestación nueva para el cultivo de cítricos con 850 ha.

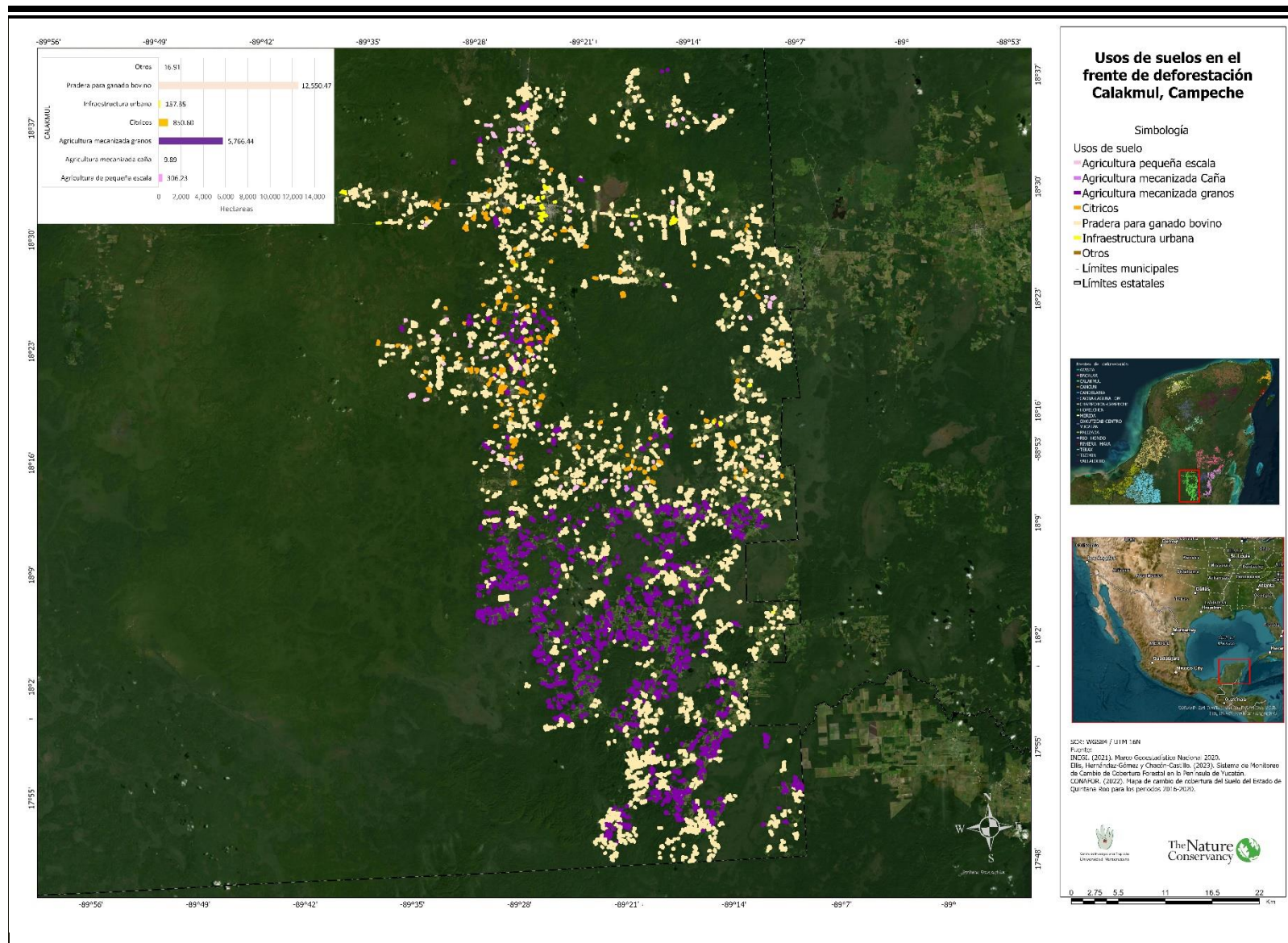


Figura 14. Usos de suelo en el frente de deforestación de Calakmul, Campeche.

Las causas directas de la deforestación son una combinación de la conversión de la vegetación forestal para el uso de suelo ganadero bovino y la producción de maíz y otros cultivos (e.g. cítricos). Adicionalmente y mucho menor grado, la agricultura de pequeña escala para maíz y otros cultivos, y los frutales cítricos son otras causas directas detrás de las tendencias recientes de deforestación (*Figura 15*). Durante la validación en campo, se observó varias parcelas deforestadas para establecimiento de plantaciones de Sembrando Vida. Siendo Xpujil la cabecera y el poblado urbano de mayor importancia para todo el municipio de Calakmul, se pueden encontrar diversos servicios y comercios relacionadas a la actividad productiva agropecuaria. Por otro lado, en la zona fronteriza se observa una alta marginación y pobreza y poca inversión y presencia de infraestructura para la producción y comercio de productos agropecuarios. En ese sentido, la mayoría de los ejidos en el frente de Calakmul son de pequeños productores y la comercialización se basa en la compra por intermediarios menores en Xpujil y otras poblaciones de Campeche y Quintana Roo como Escárcega y Chetumal. La mayoría del ganado no participa en el mercado de la industria turística y por su volumen tampoco controlan el mercado local (*Figura 16*).

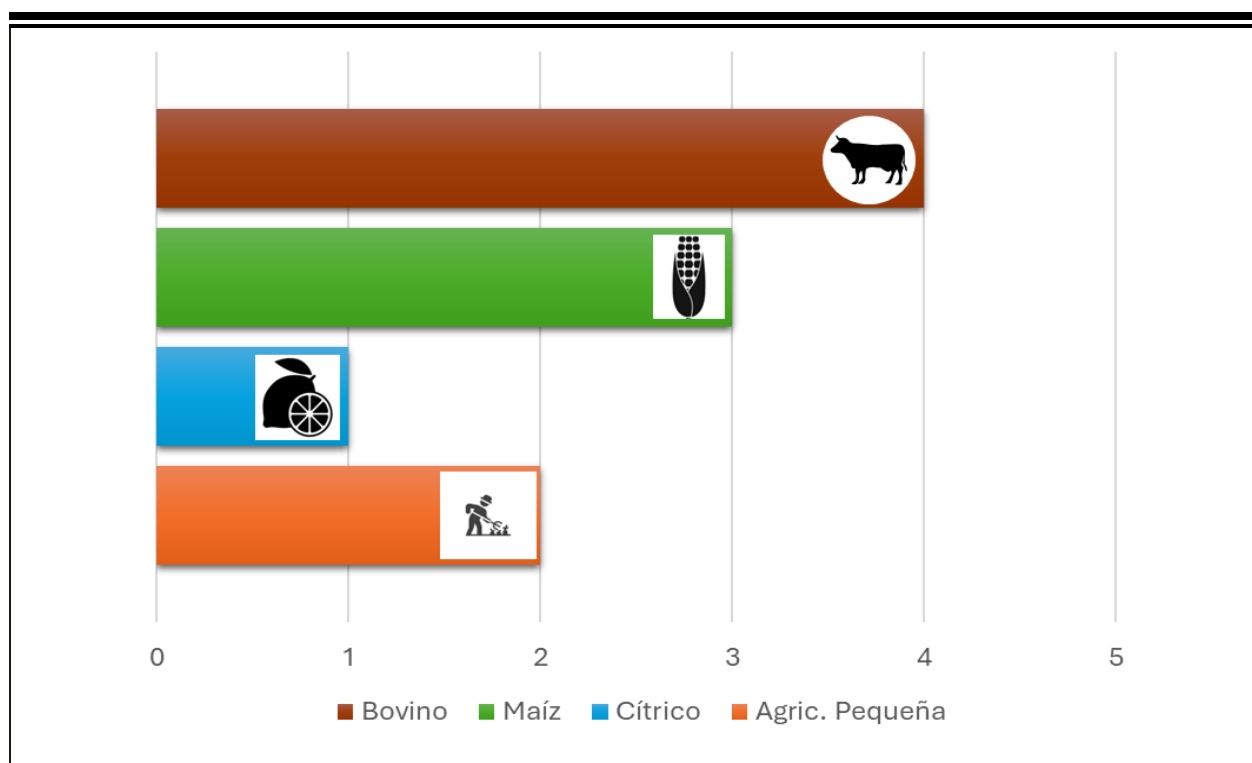


Figura 15. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Calakmul, Campeche.



Figura 16. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Calakmul.

Los impulsores indirectos que se pueden deducir y que se detectan mediante la caracterización y validación del frente se resumen en la *Figura 17*, indicando su grado de importancia o influencia hipotetizada. Estos factores subyacentes son los que propician o exacerban las causas directas. Es muy probable que los programas de gobierno que apoyan con subsidios o pagos para fomentar la actividad ganadera y agrícola, como históricamente los programas federales PROCAMPO, PROGAN, PROAGRO, y en la actualidad Producción para el Bienestar y Fertilizantes para el Bienestar y otros estatales como nacionales, han sido muy influyentes en los avances de la deforestación. En estas zonas rurales marginadas un gran porcentaje de la población recibe estos apoyos que en muchos casos incentivan la conversión de selvas para disponer de mayores superficies para recibir los subsidios. Esta relación entre los programas y los patrones y tendencias de deforestación ha sido estudiada y documentada en la región de Calakmul específicamente.

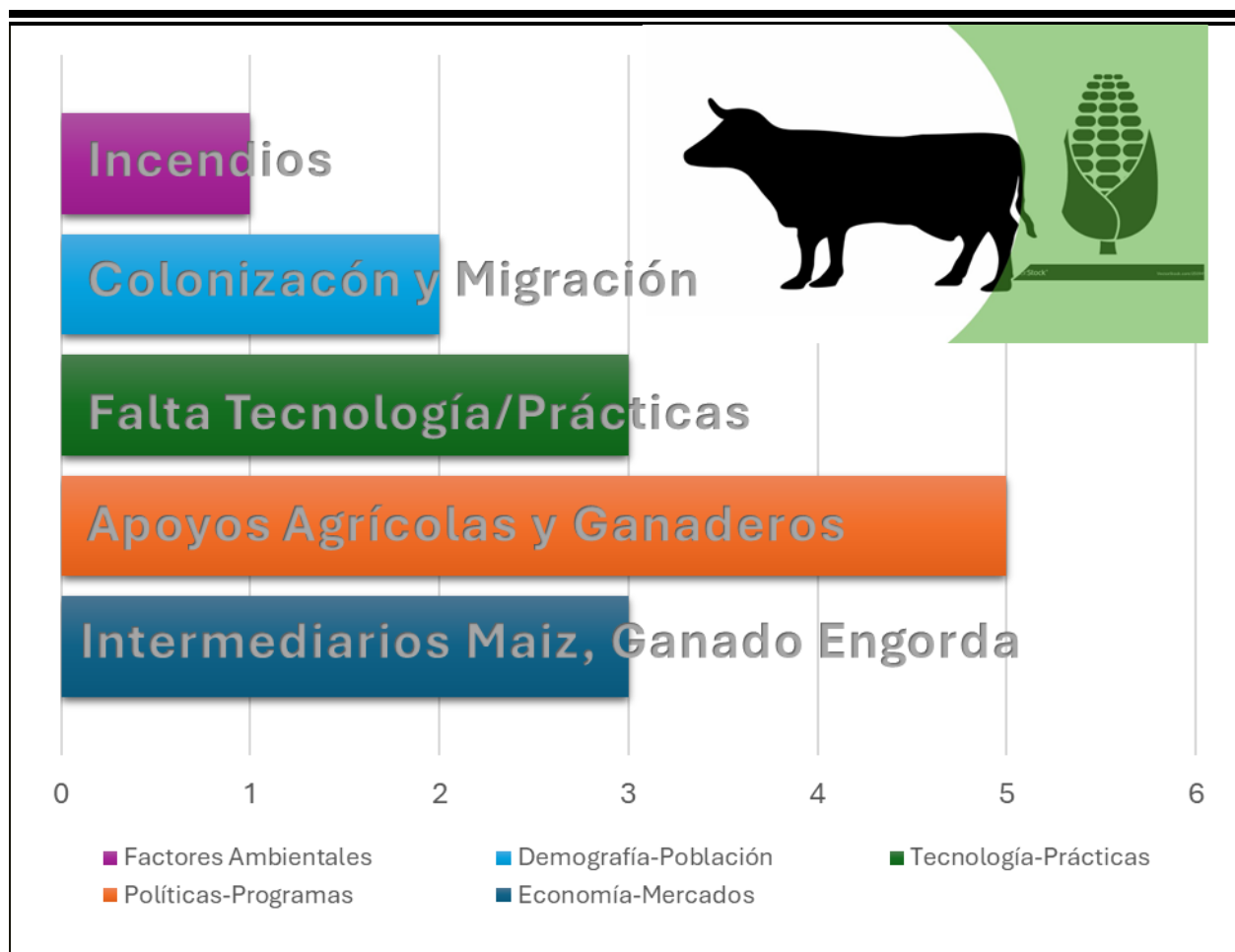


Figura 17. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Calakmul, Campeche.

La actividad ganadera tiene una función económica importante en la región, a escala local y regional, ya que provee una fuente de ingreso más seguro y menos riesgoso, y forma de ahorrar capital. En lugares marginados y remoto la ganadería puede ser favorable para pequeños productores que disponen de pocos recursos y mano de obra, pero con mucha disponibilidad de tierra. La producción ganadera a pequeña escala como se observa en Calakmul, se considera una forma de capitalizar o ahorrar para muchos productores. Aún bajo las condiciones de lejanía y marginación hay una venta segura de becerros para engorda, a través de intermediarios. Con la producción de cultivos como maíz, los productores asumen más riesgo. De acuerdo con un productor de maíz, su producción y rentabilidad ha sido muy baja, debido a las sequías en los últimos años y precios muy bajos, aunado, comenta que la venta de su cosecha por CONASUPO fue suspendida por ser tiempo de elecciones.

En este frente la pobreza es notable y los apoyos para la producción pueden impulsar la deforestación. Es importante promover programas de apoyo que incentiven la conservación y recuperación forestal y la intensificación productiva. Deben mejorarse las prácticas y la asistencia técnica para aumentar los rendimientos en la producción de maíz y la ganadera. Los productores expresaron la dificultad tanto ambiental e institucional en producir cultivos. En algunos ejidos hay potencial para manejo forestal de madera, productos no maderables, bonos de carbono y ecoturismo.

IV.3.2 Candelaria

El frente de deforestación de Candelaria se ubica al suroeste del estado de Campeche abarcando los municipios de Candelaria y una parte del municipio de Escárcega. En la *Figura 18* se observa el mapa del frente por tipo. Cuenta con una extensa superficie de deforestación reciente (2016-2023) de 108,941 ha. La deforestación del frente avanza de forma directa hacia el este hasta los límites de los municipios de Calakmul y Escárcega en la región limitando la RBC. La deforestación avanza con una tasa alta en muchos de los ejidos colindando la reserva al este y sureste ($> 2\%$), siendo la selva mediana subperennifolia el ecosistema mayormente afectado. Esta es una región en Campeche con las tasas más altas en el Estado. Los frentes directos componen la mayoría de la deforestación (77,484.52 ha) Se puede notar con claridad el frente directo que se representa como una línea abrupta de la deforestación, y que coincide con límites municipales y con la de la RBC. En el extremo Este del frente se observan los inicios de claros de deforestación que están adentro de los límites de la reserva. Por otro lado, el frente de Candelaria tiene superficies grandes de frentes dispersos (41,398.58 ha) congregados en la región poniente del municipio y frente. Es una zona, que tiene un mayor tiempo de migración y desarrollo agropecuario y por ende más superficie de selvas fragmentadas y degradadas.

Tanto Candelaria como Escárcega son de los municipios de Campeche con mayor producción bovina, dedicando su uso de suelo hasta 136 mil hectáreas para 2016 para Candelaria y 62 mil hectáreas para Escárcega; siendo Candelaria el municipio con mayor tasa de deforestación atribuida a la ganadería. Derivando todo esto desde su origen en

el s. XIX, con el establecimiento de haciendas dedicadas al ganado vacuno, el cual combinaban con el palo de tinte y la extracción de maderas preciosas sobre el territorio de Carmen, siendo donde se asentó el municipio de Candelaria. Durante la primera mitad del s. XX (1938), un informe de perito del Departamento Agrario mencionaba que las tierras alrededor de Candelaria solo eran aptas para la actividad ganadera, pues ya no quedaban selvas, pero los habitantes no se dedicaban ampliamente a la ganadería. Posteriormente, en 1963, durante la presidencia de Adolfo López Mateos y el Gobernador del Edo. De Campeche José Ortiz Ávila, se comenzó el mayor reparto de tierras de la historia, organizando la llegada de 10 mil campesinos de los estados de: Baja California, Chihuahua, Durango, Guerrero, Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Zacatecas, quienes padecían ya de sequía en norte del país. Estos migrantes llegaron a la región de los ríos en el sur del estado de Campeche, donde se encuentra esta frente de deforestación, dedicándose a la ganadería, tal y como lo hacían en el norte del país. Durante la década de 1970 se apertura la carretera Escárcega – Chetumal, lo cual facilitó el flujo de migración, así como un fácil acceso a zonas sin actividades agropecuarias (Torras-Conangla, 2019).

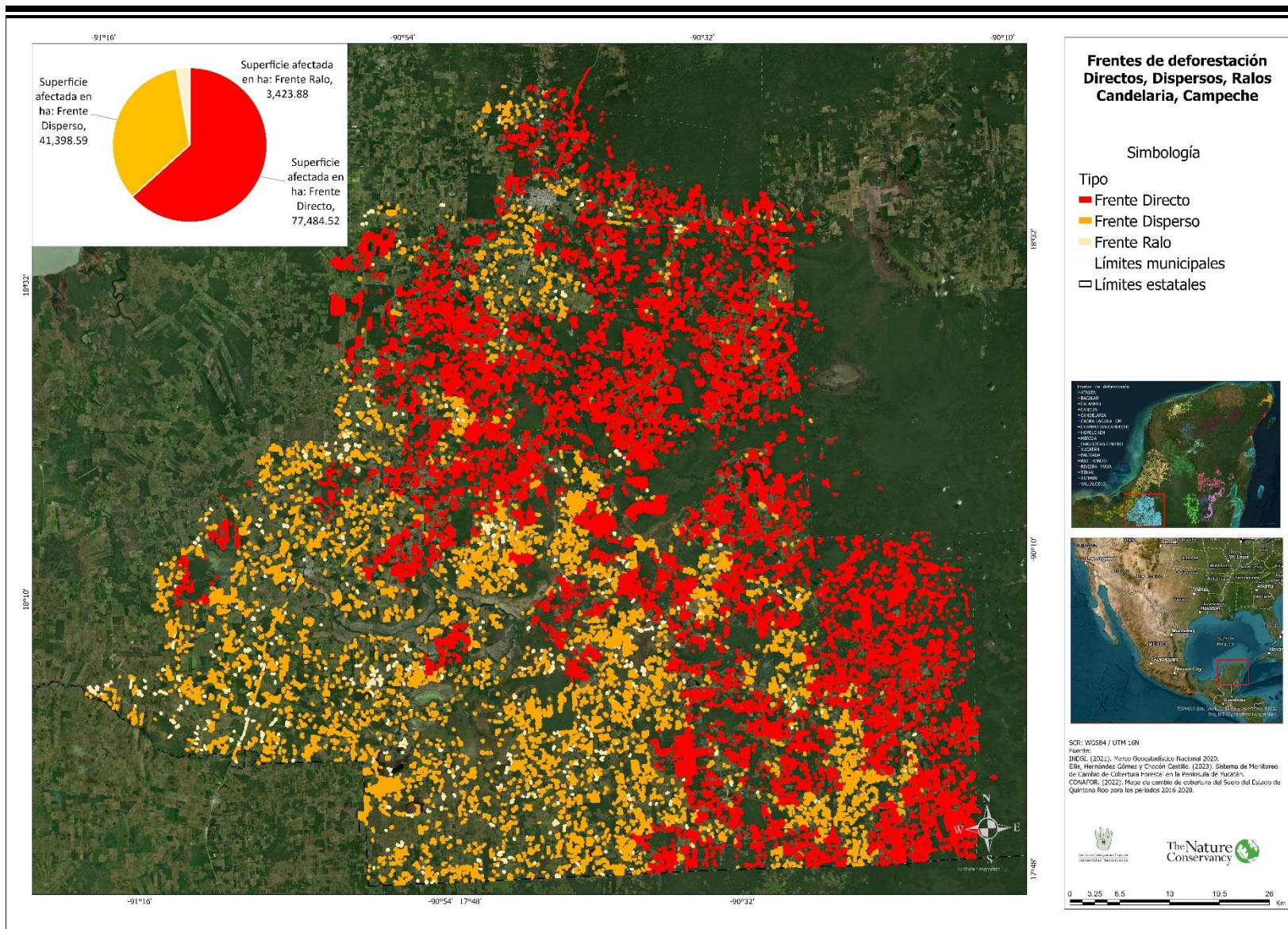


Figura 18. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Candelaria, Campeche.

El frente de deforestación se encuentra disperso por 88 ejidos sumando 814,760.0 ha de las cuales el frente directo ocupa 177,397.0 ha (21.7% de los ejidos). Por otro lado, hay zonas de propiedad privada que alcanzan las 47,942.4 ha. Cabe destacar que estos ejidos presentan un gran número de ejidatarios/comuneros, así como de superficie parceladas a diferencia de otros frentes en los que los ejidos presentan pocos ejidatarios con una superficie mayoritariamente de uso común. Los ejidos con mayor presencia del frente de deforestación son los siguientes: Pomuch con (95,523.4 ha), Champotón fundado en 1919 (73,477.8 ha), y NCPA. Div. Del Norte (30,055.8 ha).

En la *Figura 19*, el mapa del Frente de Candelaria evidencia la magnitud de la actividad ganadera en la región. Este cambio de uso de suelo ocupa 97,040 ha y en menor proporción se presenta el cultivo de maíz con 9,957 ha. Se ha registrado que el cambio de uso de suelo y la deforestación se ha incrementado en áreas forestales de los municipios de Calakmul, Candelaria y Escárcega por incremento de cultivos básicos o áreas ganaderas, incendios forestales, asentamientos humanos irregulares, crecimiento de la mancha urbana y la introducción de vías de comunicación con una pérdida de cobertura arbórea total de 235,000 hectáreas del 2005 al 2015.

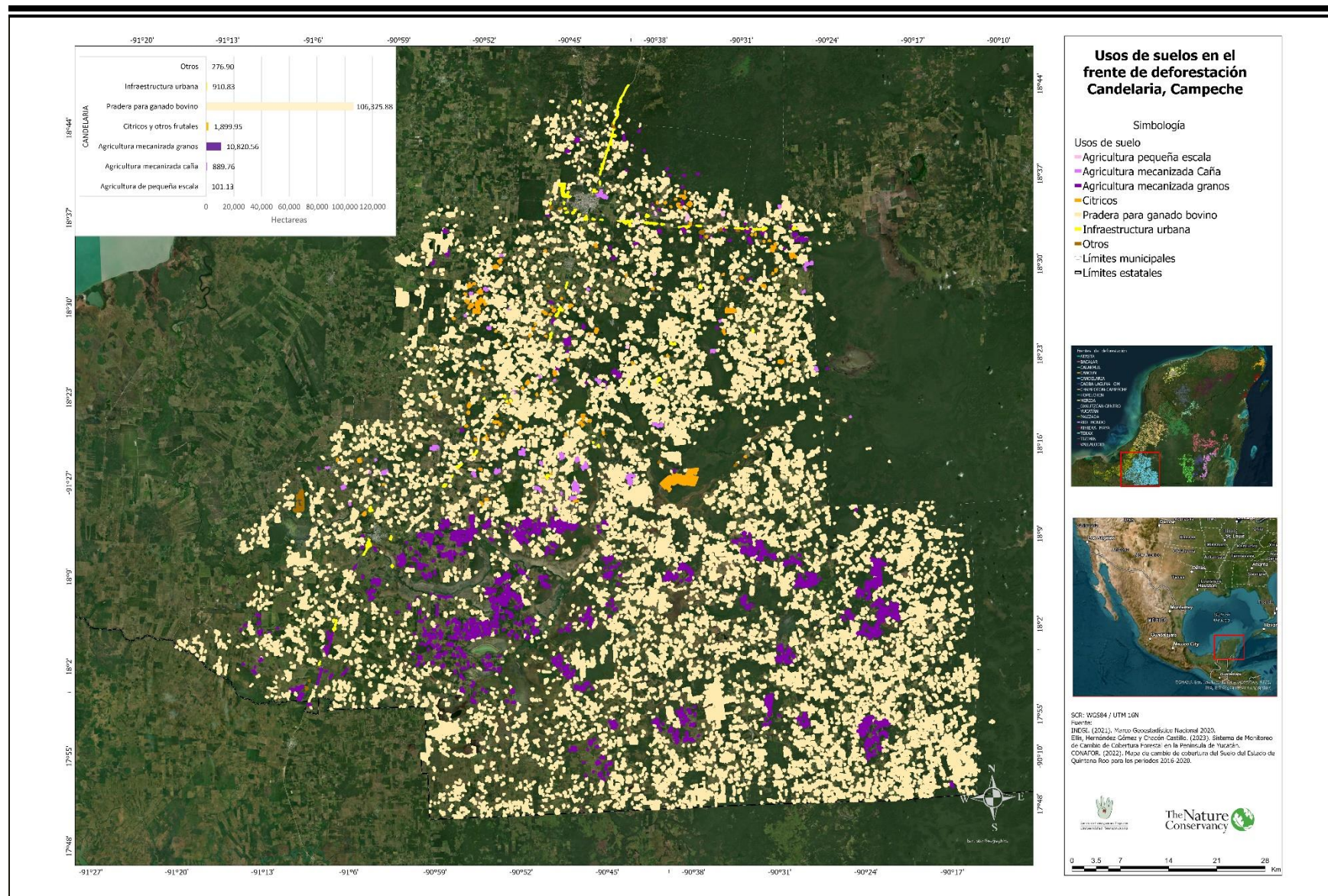


Figura 19. Usos de suelo en el frente de deforestación de Candelaria, Campeche.

La causa directa del cambio de uso de suelo en el frente es para establecimientos de praderas para ganado bovino. En una menor extensión se pueden observar cultivos de maíz, de limón y otros de pequeña escala (*Figura 20*). La actividad ganadera consiste principalmente de productores que en su mayoría producen becerros para engorda, con una cantidad mucho menor con la actividad de desarrollo y engorda. En la región se encuentran centros de acopio pequeños o medianos, con intermediarios, que venden a grandes empresas acopiadoras en el municipio, SuKarne y Grupo Gusi, donde posteriormente también envían animales al norte del país para que continúe su proceso. También se encuentran rastros municipales para transformación y comercio regional de carne, incluyendo por las empresas SuKarne y Grupo Gusi. La producción y comercio de ganado bovino atrae comercio de insumos veterinarios, de alimentación, maquinaria, etc. La falta de infraestructura en la actividad ganadera empobrece el valor agregado de los productos, principalmente por la falta de manejo de forrajes y de los animales; presentando el libre pastoreo (71%), pastoreo controlado (20%), corral o establo (2%) y corral y pastoreo (6%). Uno de los problemas presentes es que el ganado toma agua directamente del jagüey, por lo que se saturan para poder tomar agua en época de estiaje. En la *Figura 21* se pueden observar fotografías de la validación en campo.

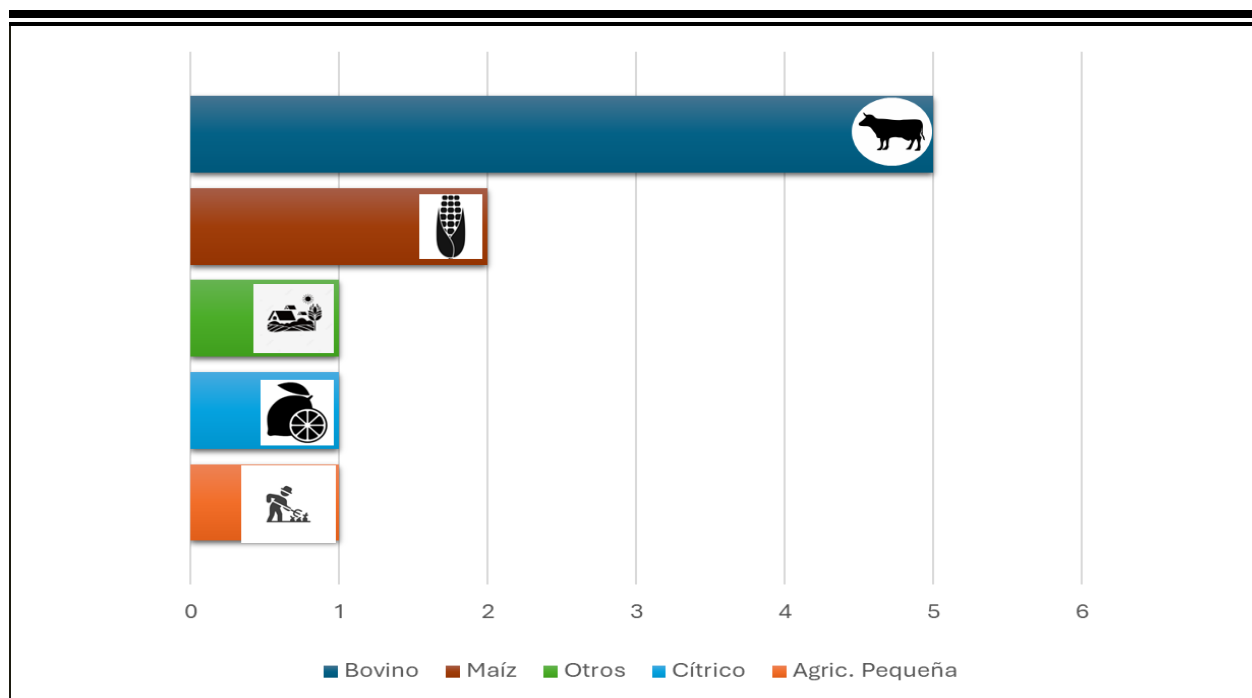


Figura 20. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Candelaria, Campeche.



Figura 21. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Candelaria.

Al ser una zona fronteriza se tiene alta delincuencia enfocada en cacería furtiva, extracción no controlada de materiales para construcción, los desmontes para actividades agropecuarias no permitidas o cultivos ilícitos. Desde el 2020 se implementó un monitoreo y vigilancia para evitar la Ganado ilegal. Por otro lado, el narcotráfico, la corrupción y demás delitos, donde se ha implicado a autoridades municipales, han sido constantes en el municipio de Candelaria, dado que este municipio se encuentra en zona fronteriza, se ha convertido en una zona de tráfico ilegal por parte de organizaciones como el Cartel de Sinaloa y el Cartel del Golfo.

Los impulsores indirectos que se observan después de la caracterización y validación del frente se enseñan en la *Figura 22*, señalando la dominancia de la actividad económica ganadera. El comercio ganadero tiene un rol importante y principal en la economía del municipio, para la región y el país. Es sin duda un factor subyacente importante. En la región hay grandes y pequeños productores ganaderos. Una favorable disponibilidad de tierras forestales hace que la ganadería sea una opción viable de bajo costo de inversión e insumos, comparado a actividades agrícolas. Para pequeños productores que disponen de pocos recursos y mano de obra, ubicados en zonas lejanas y remotas, pero con disponibilidad de tierras, la actividad ganadera también es una óptima. La producción ganadera, aún de pequeña escala, se considera una forma de capitalizar o ahorrar para muchos productores. Bajo las condiciones de lejanía y marginación hay una venta segura a través de intermediarios y compradores de Escárcega y otras regiones de becerros en su mayoría para engorda en otros lugares.

Sin duda hubo en las últimas décadas y continúan a la fecha programas federales y estatales que han favorecido la producción bovina para grandes y pequeños ganaderos en la región de Candelaria. Estos programas de subsidios ganaderos (e.g. PROGAN) han sido evaluados y se asocian directamente con una mayor deforestación en Campeche. Estos programas han sido recibido por una mayoría de ejidatarios y ejidos teniendo un impacto indiscutible. En esta región se cree que los programas de gobierno van muy a la mano con la producción y comercio de productos bovinos, e hipotetizamos que juega un papel igual o más importante que los mercados y economía ganadera.



Figura 22. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Candelaria, Campeche.

El promover una ganadería sustentable y reducir la deforestación por esta actividad implica cambiar una cultura ganadera y con la costumbre de recibir subsidios para mantener sistemas poco productivos y sustentables. Sin embargo, los ejidatarios tienen alternativas para obtener ingresos de usos de suelo forestales como el manejo para madera, bonos de carbono, turismo y otras actividades. Se requiere inversión e investigación para promover sistemas en la ganadería que mejoren su rendimiento. Hay estrategias de producción bovina que pueden mejorar la sustentabilidad y rendimiento, como los sistemas silvopastoriles, rotación de potreros y mejoramiento de pastos.

IV.3.3 Champotón-Campeche

El frente de deforestación de Champotón-Campeche se distribuye en la parte central y este del Estado de Campeche predominantemente dentro de los Municipios de Champotón y Campeche. Esta región en particular tiene una larga historia de ocupación humana y de cambio de uso de suelo para la producción agraria y ganadera, considerando los centros de población prehispánicos de los antiguos Mayas y su colonización desde 1540 cuando se fundó la ciudad de Campeche. Sin embargo, se concentra la deforestación nueva al sur y al este de esta región, amenazando grandes fragmentos de selva mediana subcaducifolia y áreas forestales que colindan con áreas protegidas como la RBC. Actualmente es un importante productor de cultivos como maíz en grano, soya, caña de azúcar, arroz y sorgo. Por ende, el desarrollo y expansión de la agricultura agroindustrial y las praderas para ganado bovino han resultado en tasas de pérdida de cobertura forestal entre -0.56 y -0.81% en estos municipios. Por su ubicación geográfica, su producción agropecuaria es comercializada con para la industria y población de la ciudad de Mérida, y otras áreas urbanas de Campeche, así como transportado con más facilidad a otros estados del país.

La *Figura 23* muestra el mapa del frente de Champotón-Campeche por tipo de frente. Una mayoría de la superficie del frente (38,088 ha) es disperso, distribuyéndose al norte y suroeste, y reflejando un largo pasado de impactos y disturbios antropogénicos a la vegetación forestal. Las zonas con frentes directos tienen una superficie de 33,765 ha y se localizan y se van extendiendo hacia masas forestales de gran extensión en el sur y este de esta región, algunas siendo parte de áreas protegidas como la Zona de Conservación Balan Kin y la RBC, o de reservas forestales que se mantienen en algunos ejidos. Un total de 233 localidades rurales se distribuyen en las zonas rurales de reciente deforestación con una población de 26,000 en el año 2020. Hay tres localidades urbanas (arriba de 1,000 habitantes) con importancia agrícola que inciden en este frente, Sihochac, junto al ingenio La Joya, Carrillo Puerto y Sto. Domingo Kesté.

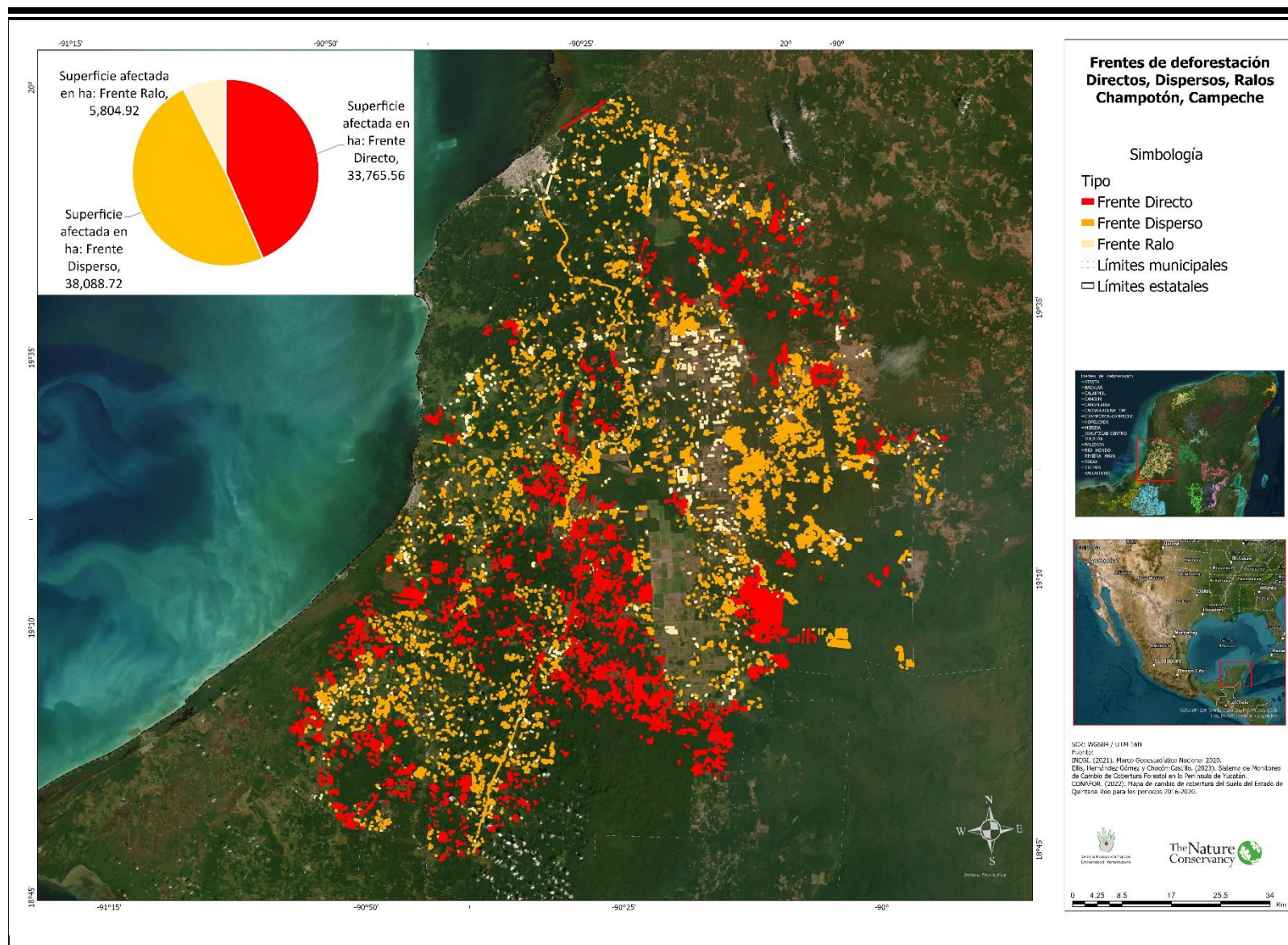


Figura 23. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Champotón-Campeche, Campeche.

Por siglos las selvas de esta región han sido sujeto a disturbios antropogénicos como la agricultura y ganadería, afectando grandes superficies, principalmente hacia la zona costera. Desde principios del siglo XX se reporta la importancia de la producción de maíz, arroz y caña para abastecer la región de alimentos. Se impulsó la actividad agroindustrial desde el 1949, con el establecimiento del ingenio La Joya en el Municipio de Champotón. También, la abundancia de recursos forestales maderables y no maderables fueron explotadas de manera temprana, reduciendo su actual uso y potencial forestal. Los procesos de deforestación y cambio de uso de suelo se intensificaron en la década de 1970 y 1980 con las políticas de migración dirigida, desmontes y desarrollo agropecuario, también facilitado por la disponibilidad de tierras baldíos y nacionales. Tal así, que en la década de 1990 reubicaron en Campeche 11,000 refugiados indígenas de Guatemala que escapaban la guerra que les atravesó en la década de 1980. En Campeche y Champotón se establecieron nuevos asentamientos, como Santo Domingo Kesté en Champotón. Es necesario mencionar que, cuando el gobierno otorgó asilo político a estos refugiados, solo destinó a cada familia 3.5 ha para trabajar, dedicándose a una agricultura de pequeña escala. Por otro lado, esta región de Campeche ha recibido migración de menonitas desde los 1990. En años recientes, nuevos asentamientos Menonitas han llegado a la zona del frente por la localidad de Dzibalché Castellot y al este del Valle de Yohaltún en tierras nacionales.

La zona donde se distribuye el frente directo en esta región comprende de un total de 233 localidades rurales que se distribuyen en las zonas de reciente deforestación, con una población de 26,000 habitantes en año 2020. Las poblaciones de estos centros urbanos han crecido poco, con excepción de Santo Domingo Kesté que aumentó su población en 1,240 personas. Sin embargo, no se considera los factores demográficos con centrales en el problema de la deforestación. En el frente de deforestación Champotón-Campeche, se encuentra una combinación de propiedad social y privada, aunque la anterior predomina. En la zona de frente directo de deforestación se suma unos 67,992.57 ha bajo tierras ejidales, mientras unos 11,084.48 ha son propiedad. En el municipio de Champotón son 21 ejidos que se asocian con el frente deforestación. Muchos muestran las tasas altas que se observan al este frente. Mientras que muchos ejidos con tasas altas son menores a 10,000 ha, son también preocupantes los ejidos grandes como

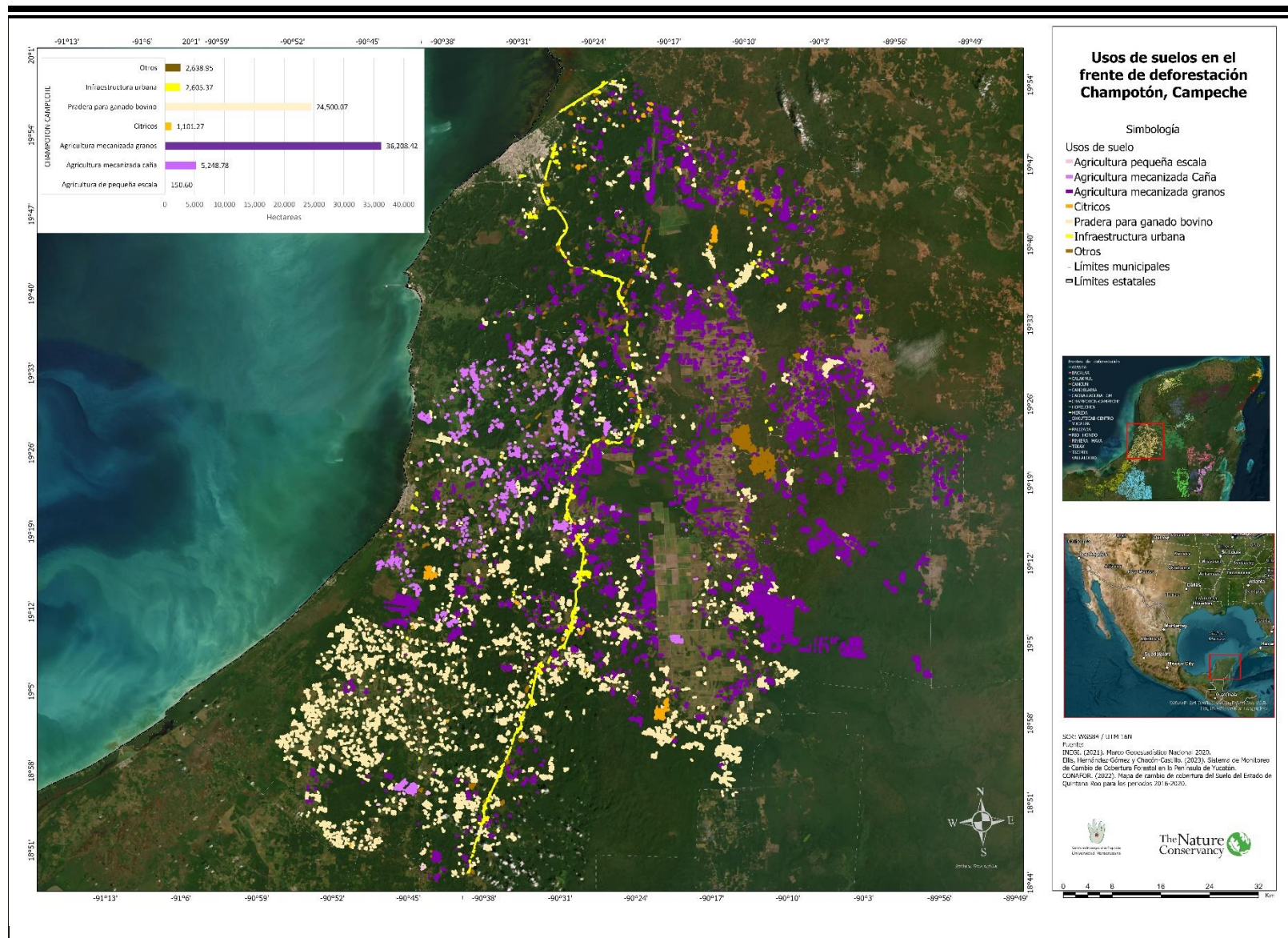
Champotón y Felipe Carrillo Puerto con tasas de -1.68% y -0.7%. En el municipio de Campeche inciden 8 ejidos con tasas entre -0.22 y -1.99%, con el ejido Pich de más de 85,000 con una tasa de -1.85%.

El mapa de usos de suelo implicados en la deforestación del frente se presenta en la *Figura 24*. Los principales cultivos en términos de superficie sembrada y valor de producción son el maíz en grano, soya, caña de azúcar y sorgo. Estos cultivos son para fines comerciales y agroindustriales. En la región de este frente la producción de maíz se realiza en unas 120 mil hectáreas, y cerca de 500 ha con riego para producir elote fresco. Son aproximadamente 30 mil productores de maíz y predomina la preparación, siembra y cosecha con maquinaria. No obstante, la producción de maíz en grano destaca también por su mayor valor de producción en la región de este frente sumaron a 2.1 billones de pesos en 2022. La caña de azúcar es el segundo cultivo con mayores ingresos en la región Champotón-Campeche. Este cultivo se siembra en 17,286 hectáreas y tiene un valor de 1.1 billones de pesos. La agroindustria azucarera de la región se centra en la producción para abastecer el Ingenio La Joya, en la localidad del mismo nombre, aledaño al poblado de Sihochac. Esta producción se basa en un sistema por contrato establecido entre el ingenio y el productor. La producción de caña de azúcar se convierte en una alternativa para que los productores logren mayor seguridad de sus ingresos y comercialización del producto a un precio predeterminado comparado a otros cultivos. Sin embargo, estos productores deben adaptarse a las necesidades y controles de calidad, así como a los tiempos de siembra y cosecha establecidos por el ingenio. En el Valle de Yohaltún, una región agrícola con sistemas de riego, se siembran cultivos de maíz, caña de azúcar, así como arroz para el mercado agroindustrial. La expansión de esta zona se observa en la deforestación de Dzitbalche Castellot, el ejido con la mayor tasa de deforestación.

La soya es otro cultivo que ha crecido en superficie y en importancia económica. Ocupa el segundo lugar en superficie cultivada con 66,667 ha después del maíz en grano y su valor de producción destaca en tercer lugar con 760.4 millones de pesos en 2020. Una política gubernamental clave para el impulso de la siembra de soya fue el Proyecto Estratégico Pro Oleaginosas en 2009; un programa para sustituir cultivos, como el maíz,

por oleaginosas, entre ellas la soya, ya que su producción no sólo se consideraba más rentable, sino necesaria para disminuir las elevadas importaciones de soya. Esta reconversión productiva que se dio en Campeche apoyó mayormente a medianos y grandes productores con subsidios para impulsar su producción. Los productores de pequeña escala no tuvieron opciones de diversificar y siguieron produciendo maíz, o semillas chihua. Por consecuencia, existe dos sistemas de producción agrícola: productores grandes con producción de caña, y cultivos oleaginosos como soya y sorgo totalmente para un mercado agroindustrial y los productores pequeños con producción de maíz y otros alimentos con una proporción de su producción para autoconsumo y mercados regionales.

La actividad ganadera en la entidad presenta un bajo nivel de valor agregado, principalmente por la falta de infraestructura para el manejo de los animales y el tipo de razas predominantes en la zona. Actualmente, los productores exploran nuevas estrategias de producción y alimentación para aprovechar las ventajas competitivas del estado para la producción de becerros que permitan un mejor manejo de los animales, las ganancias de peso, sanidad, producción y reproducción del ganado, implementando en sus unidades de producción el establecimiento de sistemas silvopastoriles, ensilaje de los forrajes para su uso durante la época de estiaje, la rotación de consumo en potreros más pequeños y el mejoramiento genético del hato ganadero, actividades que en su conjunto garantizan mejor calidad y condición corporal de los animales.



Las causas principales de la deforestación en este frente son la expansión de áreas con agricultura mecanizada para la producción de cultivos comerciales como la soya, sorgo y girasol. Estos cultivos se están produciendo principalmente por productores menonitas. Adicionalmente la expansión de praderas para la producción de ganado bovino. La causa dominante del cambio de uso es la agricultura mecanizada para el cultivo de granos, aunque la ganadería bovina también figura (*Figura 25*). Durante el recorrido de validación de deforestación en campo, se identificaron zonas de cultivo mecanizado, en su mayoría de sorgo, así como potreros y la ruta del Tren Maya (*Figura 26*).

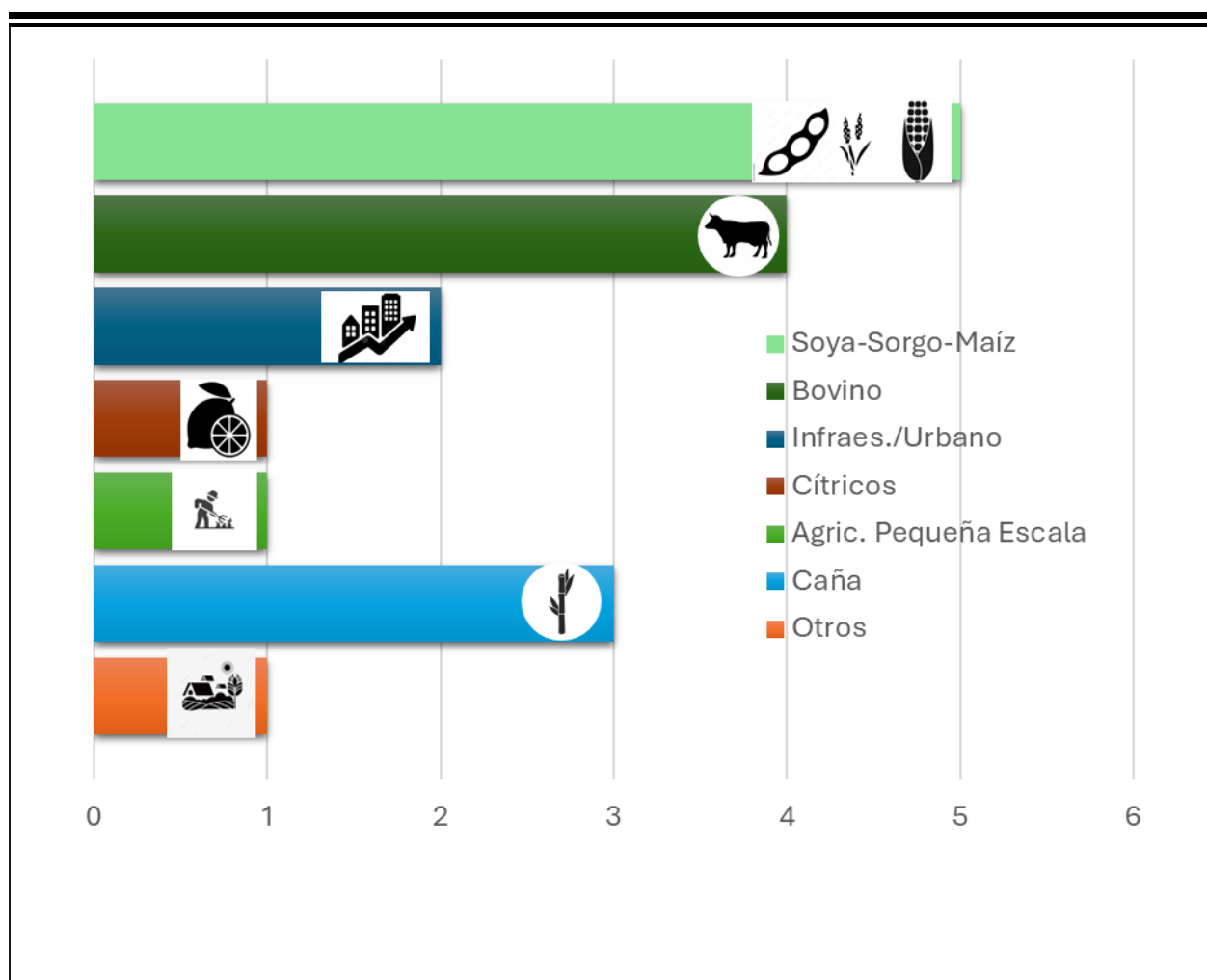


Figura 25. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Hopelchén-Campeche, Campeche.



Figura 26. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Champotón-Campeche.

Los impulsores indirectos que se pueden deducir y que se detectan mediante la caracterización y validación del frente se resumen en la *Figura 24*, indicando su grado de importancia o influencia hipotetizada. Los programas de gobierno han podido ser muy influyentes ya que estos (e.g. PROCAMPO, PROAGRO y Producción para el Bienestar), han sido ampliamente otorgados a la población rural de Campeche. Subsidios como PROAGRO y PROGAN se han reportado como contribuyentes a una mayor deforestación en el estado. Estos y otros programas federales, como la de producción de oleaginosas, han favorecido a cultivos como soya y sorgo. Por otro lado, se conoce que los programas beneficiaron productores de grande escala de la comunidad menonita en el estado. Así mismo, se considera que los programas de gobierno han sido más influyentes en apoyar la actividad ganadera en la región y la deforestación asociada con esta actividad.

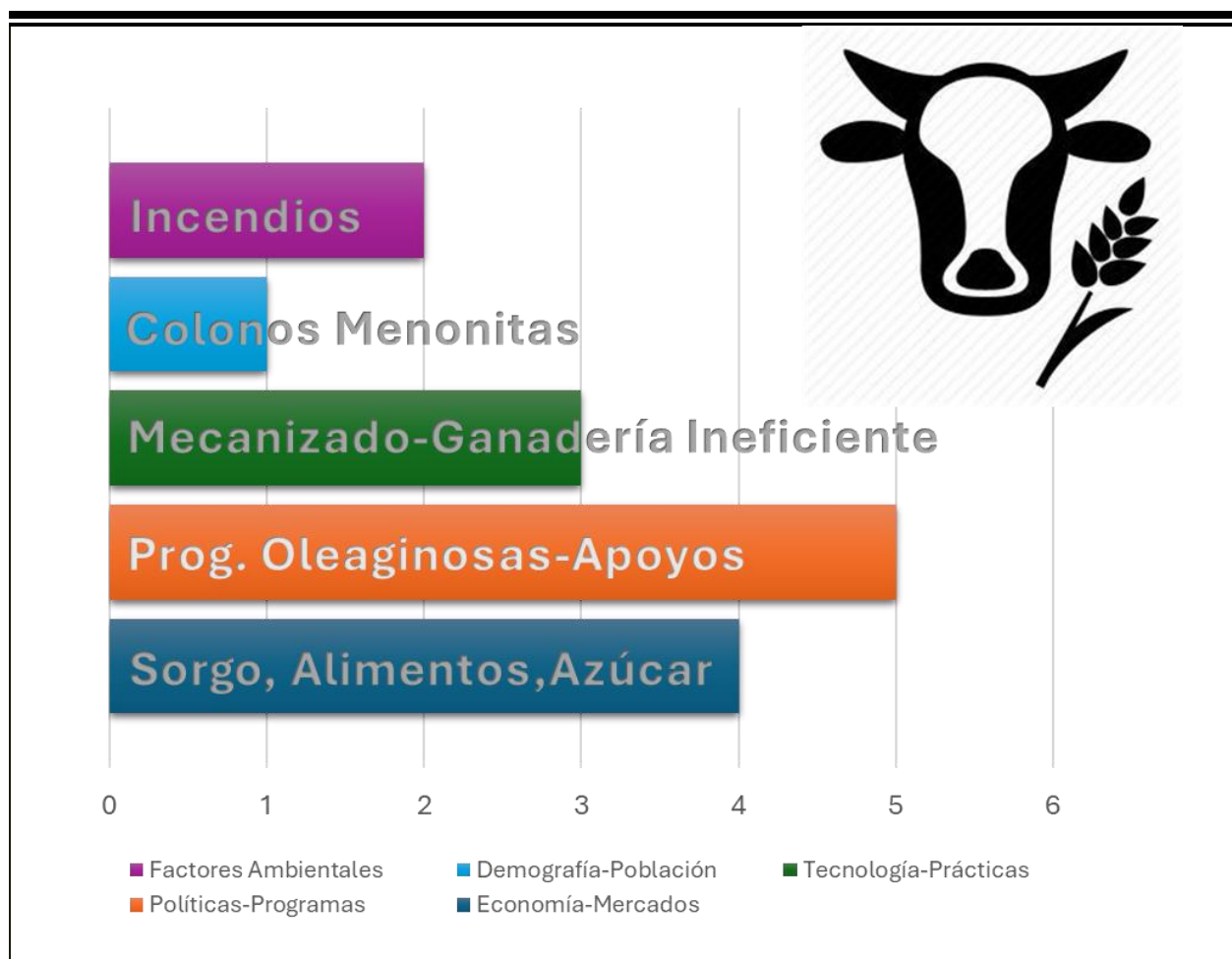


Figura 27. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Champotón-Campeche, Campeche.

El cultivo mecanizado agroindustrial y la actividad pecuaria bovina tiene un papel importante en la economía rural de Champotón y se puede deducir que influye mucho en el proceso de deforestación del municipio de Campeche y Champotón y el estado de Campeche. Las comunidades menonitas disponen de experiencia, capital, vínculos y soporte internacional, para emprender exitosamente en la producción agroindustrial y comercio de cultivos de grano y hortalizas. La economía ganadera tiene más presencia en la región sur de Champotón donde se presenta una aparente mayor disponibilidad de tierra y se requiere menos recursos y capital para invertir comparado a la agricultura mecanizada. Esta zona ha sido afectada en el pasado y recientemente por fuegos, así como severas inundaciones, afectando en especial las áreas rurales y cultivos en el centro de Campeche. Se observaron en el recorrido varios incendios rurales y forestales. En 2023 se quemaron 1,000 hectáreas en Champotón.

Las prácticas de la agricultura mecanizada de producción de granos para fines agroindustriales son muy tecnificadas y requieren alto insumos de agroquímicos, mano de obra y operación de maquinaria para su producción. Sin embargo, tienen rendimientos altos y pueden resultar muy rentables. A pesar de que la sostenibilidad de estos sistemas se ha cuestionado, estos pueden ser persistentes por tiempos prolongados con el uso de insumos y manejo de suelos. Sin embargo, estos sistemas como se practican actualmente propician la deforestación de selvas. Productores que disponen capital y otros recursos para implementar agricultura tecnificada, como los menonitas, pueden seguir expandiendo mientras hay tierras aptas disponibles. Esta tendencia es la que se observa con la expansión de producción menonita en Campeche y Champotón. Con respecto a la producción bovina, esta es notablemente extensiva, con grandes superficies de praderas y poca densidad de animales. No se aplican generalmente prácticas ganaderas que mejoran la intensificación y rendimiento de esta actividad. Por ejemplo, técnicas y prácticas para implementar sistemas de rotación de pastos y potreros, y sistemas silvopastoriles pueden promover una ganadería más sustentable.

Este frente presenta el avance de la frontera agrícola por la comunidad menonita con producción mecanizada de alto rendimiento, desconociendo si hay posibilidades de mejorar en pro de una producción sustentable. Sin embargo, se pueden proponer

estrategias de agricultura integrada con conservación ambiental forestal. Los incentivos de conservación pueden ser efectivos con la población menonita, así como el resto de los productores. La poca tecnificación para pastoreo de ganado es insuficiente para reducir la deforestación y mejorar los rendimientos ganaderos. Se propone una mayor investigación agropecuaria para mejorar la sustentabilidad.

IV.3.4 Hopelchén

El frente de deforestación de Hopelchén se localiza mayormente en el municipio del mismo nombre, y colinda al norte con los municipios de Hecelchakán y Calkiní en Campeche y el municipio de Ticul en el estado de Yucatán, al sur con el municipio de Calakmul y al este con los municipios de Dzitbalché, Hecelchakán, Tenabo, Campeche y Champotón. El frente se observa una distribución en todo el territorio municipal, siendo más evidente en la zona centro-sur, en los ejidos de Iturbide y Dzibalchen, presentando una tasa de pérdida forestal muy alta de -6.9% y -13.2% respectivamente. La *Figura 28* muestra el mapa del frente de acuerdo a su tipo, y en el frente predomina el tipo directo (61,391.1 ha) seguido por el frente disperso (15,495.50 ha) y ralo (2,073.33 ha) La disminución de cobertura arbórea en la mayoría de los frentes es debido al crecimiento de agricultura mecanizada o industrial, realizada principalmente por actividades comerciales e industriales para la producción de granos, principalmente de soya y el maíz, que han incrementado en el noreste, centro y sureste. Por su ubicación geográfica, la vegetación predominante es selva mediana caducifolia y subcaducifolia. A inicios del s. XXI la deforestación para la agricultura mecanizada ha ocasionado una amenaza en la vegetación debido a la renta y compra de terrenos para el aprovechamiento agroindustrial.

El avance de la agricultura industrial en el municipio de Hopelchén se ha visto incrementado debido a la producción de soya por parte de grupos agroindustriales, grupo de menonitas y locales, lo que ha generado conflictos con otros sistemas productivos culturales como los milperos y apicultores (los cuales por la utilización de soya transgénica, no pueden exportar su producto), pero también por la necesidad de la obtención de más tierras para la producción, por lo que se ha visto un incremento

acelerado en la deforestación entre los años 2005 y 2015. Tan solo en 17 años, la superficie de soya sembrada en este territorio maya creció más de 22 mil veces y Hopelchén se ubicó, con 49,870 hectáreas, como el municipio con la mayor producción de soya a nivel nacional en el 2021.

El 75% de la población es de origen indígena de etnicidad Maya y la minoría son de origen mestizo, procedentes de otras partes del país (la migración que se originó en la década de 1970 por los apoyos para la explotación de los recursos), y recientemente por menonitas. La inmigración de Menonitas se inició a mediados de la década de 1980, con la llegada de familias que vivían en el norte de México y del país de Belice. Hoy en día se distribuyen en propiedades privadas y ejidales y ocupan el 14% de la población. Actualmente, se reportan 69 localidades en los frentes con deforestación, hay una población total de 21,334 habitantes.

Las comunidades menonitas han crecido 373% de la población en el 2014, hasta el 2016 la población ocupada 76 campos privados y debido a su estilo de producción industrial, así como sistemas de producción de carbón, han llevado a la disminución considerable en la vegetación. Además de invasión e irregularidades en la compra - venta de tierras, lo que ha generado descontentos en la población local. Hopelchén contaba con 31,214 habitantes en el año 2000, subiendo a 37,777 en el 2010 y a 42,140 en 2020; esto refleja una tasa de crecimiento anual de 1.28%.

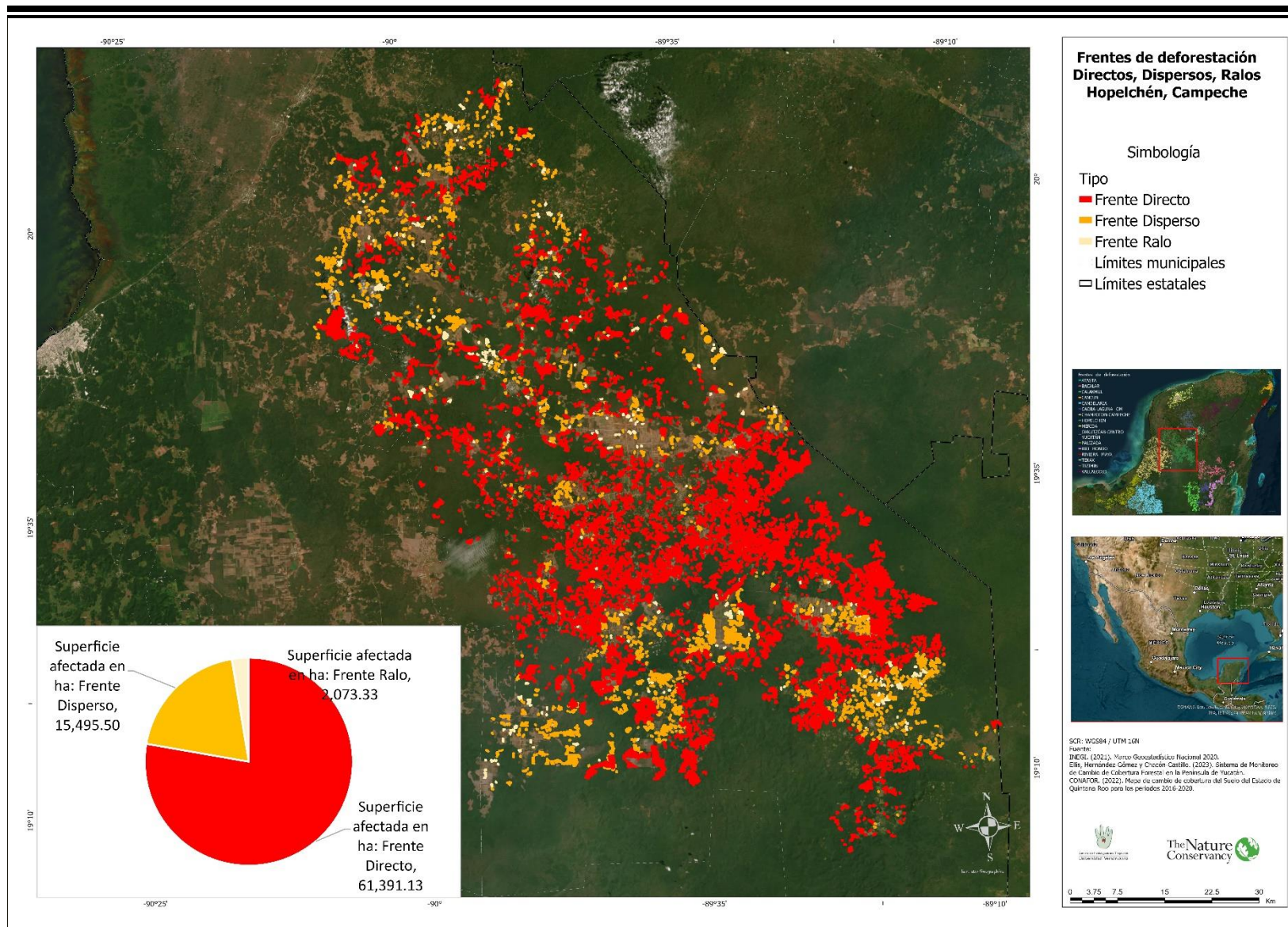


Figura 28. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Hopelchén, Campeche.

Las modalidades de tenencia en el frente de Hopelchén son sobre todo privadas. Los terrenos ejidales con 56,158.7 ha, representan el 43.95% de la superficie total del terreno agrícola (127,774.2 ha), la privada representa el 52.5% (67,034.8 ha), y la federal y comunal, un 1.0 % y un 1.2% respectivamente. Actualmente el número de ejidos reportados son 40, presentando superficies mayores a las 5,000 ha, siendo principalmente en la zona sur los ejidos con mayor tamaño. La propiedad privada se ha visto incrementada por el número de terrenos de 519 más reportados en el censo agropecuario entre el 2016 y 2022; sin embargo, se ha observado un incremento de terrenos privados no regulados en la zona. Los datos del censo agropecuario del 2022, la extensión total es de 26,030 ha. El frente abarca 49 ejidos de Campeche; sin embargo, son seis los de más relevancia al contener una mayor cantidad de frentes en las zonas de agricultura mecanizada, siendo Dzibalchén, Xmaben, Ukum, Iturbide, Cancabchén y Nuevo Durango.

En la *Figura 29* se presenta el mapa de los cambios de uso de suelo en el frente de Hopelchén. Las actividades económicas del frente son principalmente agrícolas, aunque también hay producción animal. Los datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) mencionan que, en el 2022, la producción agrícola obtuvo por arriba de 647 millones de pesos. también reportó el volumen de la producción el maíz 51% y la soya el 20% generando por arriba de 514 millones de pesos representando el 79% del ingreso generado en ese año. Sin embargo, actualmente se reportó una baja del 20% en el precio de la soya debido que en 2022 se vendía de hasta 11,200 a 8,900 pesos la tonelada. La producción animal fue principalmente la bovina con 49% del volumen en comparación a las otras producciones animales.

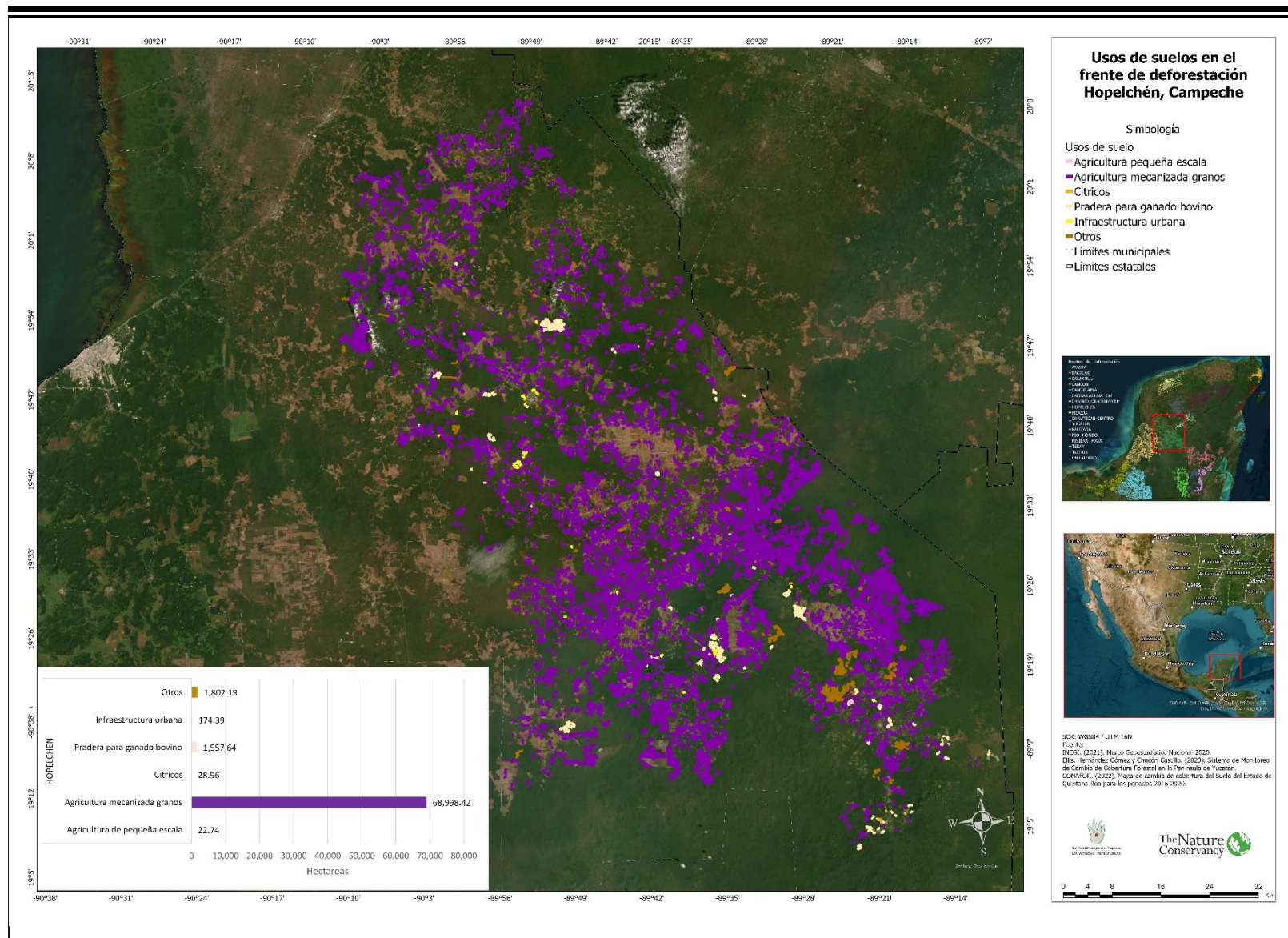


Figura 29. Usos de suelo en el frente de deforestación de Hopalchén, Campeche.

Tanto menonitas, como productores industriales y agricultores locales, están optando por el cultivo de la soya genéticamente modificada en Hopelchén debido a su ubicación, orografía, clima y disponibilidad de tierras. Los productores agroindustriales han incrementado su renta y hasta ocupación de muchas tierras ejidales, las cuales a través del tiempo se han convertido en propiedad privada. También por los pocos requerimientos que necesita el cultivo de soya, muchos ejidatarios han comentado de su ventaja ante el cultivo de maíz. Las causas directas que destacan en este frente son la agricultura mecanizada de granos, donde resaltan cultivos extensivos de maíz, sorgo y soya. Así mismo, existen también zonas de cítricos, ganadería y hortalizas, pero en una menor proporción (*Figura 30*). Durante el recorrido de validación de los frentes de deforestación, se observaron las grandes extensiones de cultivos, principalmente de maíz y sorgo; aunque la soya, se mencionó por un entrevistado, se cultiva en ciclos intercalados con el maíz, sorgo y el girasol (*Figura 31*). Por otro lado, hay una notable presencia de negocios y servicios técnicos de empresas agroindustriales, particularmente en el poblado de Hopelchén. Las comunidades Menonitas han desarrollado la infraestructura de silos, sitios de procesamiento, acopio y transporte de granos como soya, sorgo y maíz. Se observa mucha maquinaria agrícola y sitios de mantenimiento.

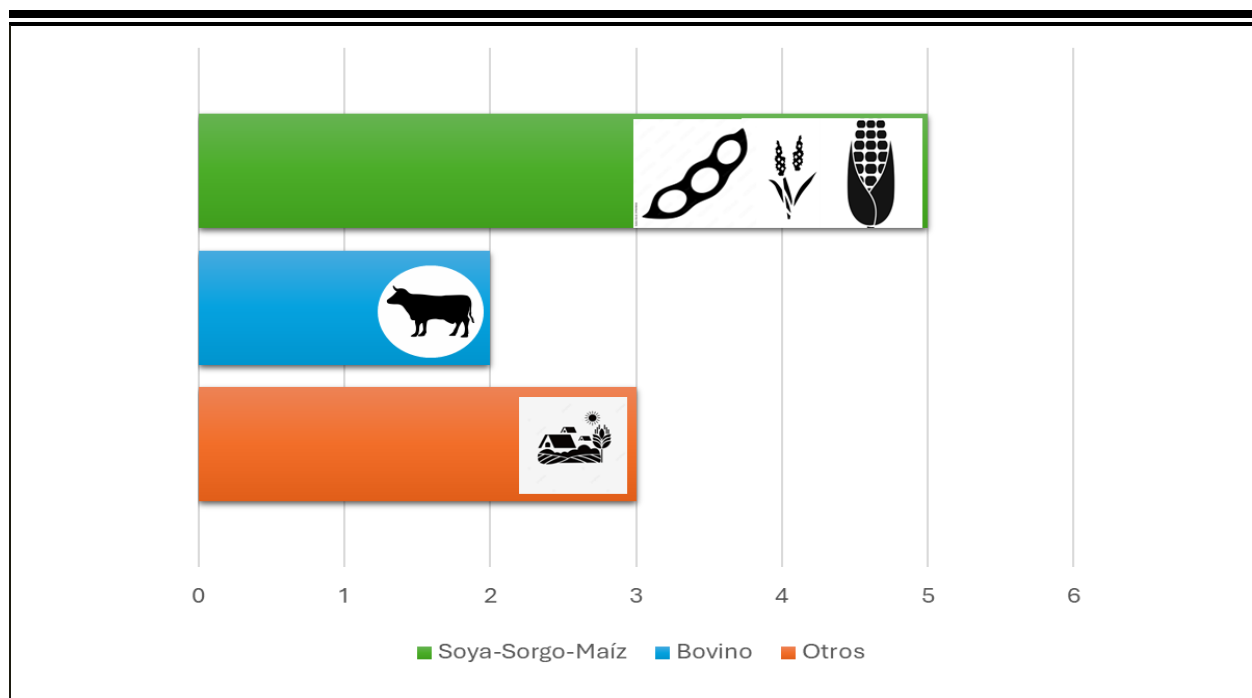


Figura 30. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Hopelchén, Campeche.



Figura 31. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Hopelchén.

Los impulsores indirectos que se observan después de la caracterización y validación del frente se enseñan en la *Figura 32*, señalando la dominancia de la economía agroindustrial para cultivo de soya, sorgo y maíz. Se observa que el factor subyacente de la economía y mercado de granos para fines agroindustriales en la región y la nación tiene un papel importante en los procesos de deforestación. Las comunidades Menonitas en gran parte están asociadas con la producción y comercialización de los cultivos. Entre los impulsores económicos se destaca al aumento de precio de la soya, el maíz y el sorgo en el mercado. Se considera que los programas de gobierno en apoyo a la producción de granos como soya y sorgo han podido tener una influencia indirecta en propiciar una mayor deforestación reciente para este uso de suelo ya que hubo mucho impulso federal y estatal en desarrollar este sector agrícola. Por otro lado, se conoce que los programas, como los de apoyo para el cultivo de oleaginosas beneficiaron productores de gran escala de la comunidad menonita en el municipio, aunque se considera que el impulsor indirecto de la economía y mercados regionales, nacionales e internacionales de estos cultivos son más influyentes.

Las prácticas de la agricultura mecanizada de producción de granos para fines agroindustriales son muy tecnificadas y requieren alto insumos de agroquímicos, mano de obra y operación de maquinaria para su producción. Sin embargo, tienen rendimientos altos y pueden resultar muy rentables. A pesar de que la sostenibilidad de estos sistemas se ha cuestionado, estos pueden ser persistentes por tiempos con el uso de insumos y manejo de suelos. En el contexto del frente de Hopelchén, los productores agroindustriales, la mayoría de la población menonita, propician la deforestación de selvas para estos sistemas debido a que disponen de la capital y medios que les facilita implementar la agricultura mecanizada en grandes extensiones de tierra. Estas son las estrategias de producción de los menonitas, por lo que dichas estrategias representan una amenaza; así mismo, la migración y crecimiento de la población menonita tiene un impacto directo en la deforestación de Hopelchén. Por otro lado, Los incendios han causado algunas afectaciones en la cobertura forestal, pero es mínima. Ha habido inundaciones en el 2020 y 2021, pero estos no afectaron negativamente la vegetación forestal. En este recorrido se observaron muchos incendios invadiendo cerros y fragmentos de selva.

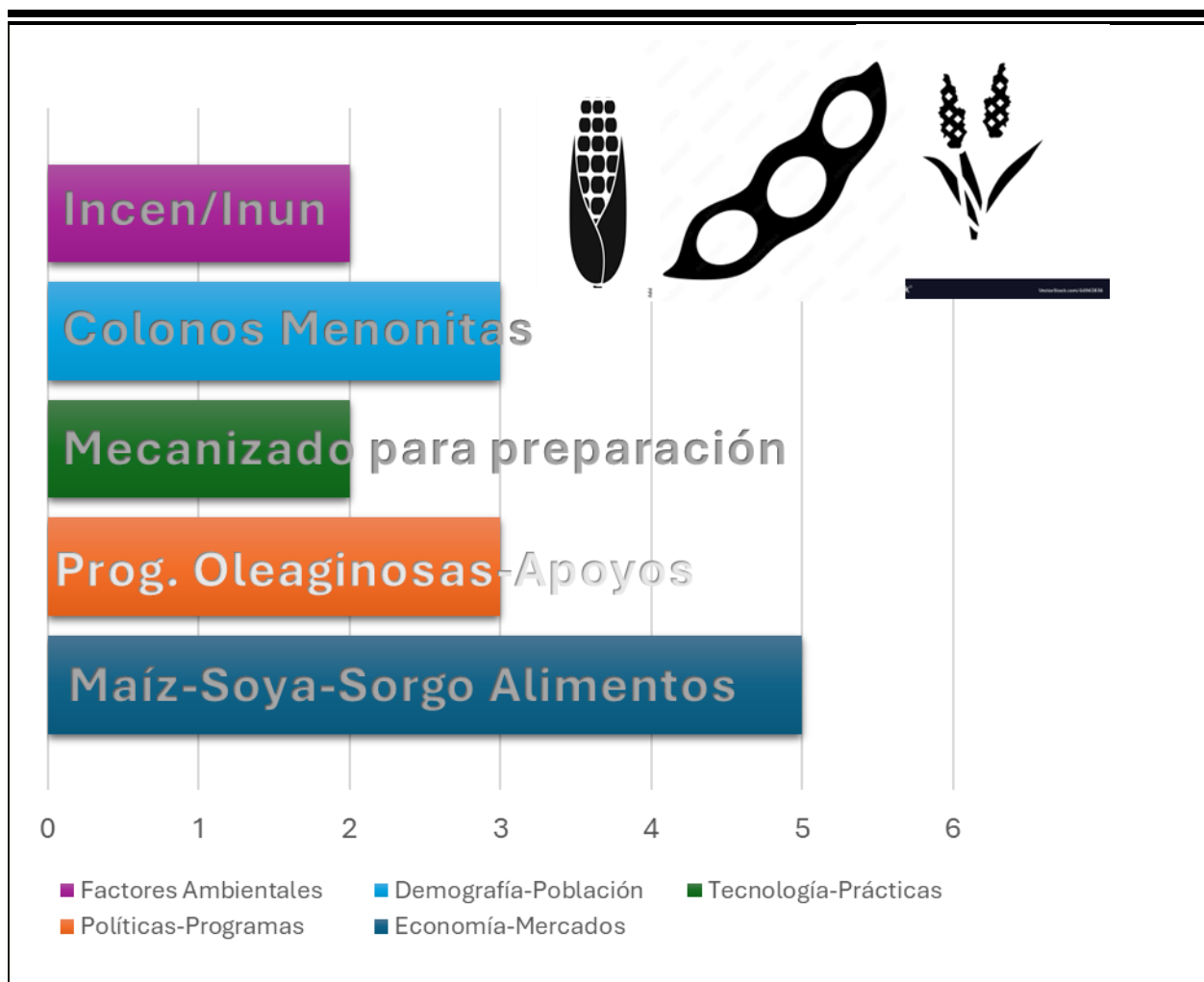


Figura 32. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Calakmul, Campeche.

Respecto a los retos y respuestas para detener la deforestación en el frente de Hopelchén se presenta una situación compleja, en particular con el avance de la frontera agrícola por la comunidad menonita. Sus sistemas de producción mecanizada son de alto rendimiento e insumos, se desconoce que oportunidades existen en mejorar su intensificación o producción sustentable. Sin embargo, se pueden proponer otras estrategias de agricultura integrada con conservación de recursos y servicios ambientales forestales. El uso de subsidios o incentivos de conservación pueden ser efectivos con la población menonita, así como el resto de los productores.

IV.4 Los Frentes de Deforestación Agropecuarios en Quintana Roo

IV.4.1 Bacalar

Este frente de Deforestación de Bacalar se encuentra al sur del estado de Quintana Roo, abarcando principalmente el municipio de Bacalar y, en mucho menor medida, los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco. Los polígonos del frente se encuentran distribuidos en 62 ejidos con tasas de deforestación que oscilan de entre -0.2% a -15.0% entre el 2016 y 2023. Los ejidos más destacables en este frente son Salamanca, Aarón Merino Fernández, Altos de Sevilla, Bacalar, El Bajío, Miguel Alemán, N.C.P.E. Río Escondido, Paraíso y San Fernando. Esta deforestación es propiciada por la ampliación de actividades ganaderas y agrícolas por parte de nuevos asentamientos menonitas que llegaron a inicios de la década del 2000 y que han tomado posesión de tierras ejidales. Por otro lado, la deforestación en el municipio de Bacalar ha atraído interés nacional e internacional recientemente por su acelerada avance e impacto a la cobertura forestal de la Selva Maya. El frente de Bacalar es el más extenso (33,537 ha) del Estado de Quintana Roo. En el mapa de los frentes de deforestación por tipo (*Figura 33*), se nota que los frentes directos ocupan la gran mayoría la superficie 94%. Estos frentes directos se distribuyen de manera esparcida por toda la región que ocupa, amenazando y fragmentando macizos grandes de cobertura forestal con indiscutible importancia para la conservación y acciones climáticas del estado de Quintan Roo.

En el s. XX, Bacalar subsistía a través de actividades enfocadas a la milpa, la apicultura y el turismo local; sin embargo, a finales de siglo, con los programas gubernamentales de desmonte, colonización y desarrollo agropecuario se inició el proceso de deforestación en la zona. Esta situación fue agravada para inicios del s. XXI cuando la superficie forestal disminuyó un 30% para dar paso a los pastizales cultivados enfocados a la producción de ganado. Posteriormente, con la incorporación de colonia menonitas e inicios de la década del 2000, perdiéndose 366.45 km² de selva entre 2002 y 2007 (38.8 km² por año), y 122.17 km² entre 2007 y 2014 (15.2 km² por año).

En la actualidad, se presenta una detonación de turismo alternativo al de sol y playa por la creciente atracción a la Laguna de Bacalar, ocasionando un rápido desarrollo en el municipio por su potencial de turismo histórico y ecoturismo, añadiéndose como una

extensión al sur de la Riviera Maya, lo cual busca potenciarse con el programa del Tren Maya, conectando Cancún con Chetumal en los tramos 5 y 6 del proyecto.

La población rural que abarca el frente es de alrededor de 9,000 habitantes. En el año 2003 se establece la colonia menonita de Salamanca con pobladores menonitas procedentes de Belice, Durango y Chihuahua a través de la compra de terrenos ejidales; prosiguiendo con los ejidos de El Bajío, San Fernando, Paraíso, entre otros. En el municipio de Bacalar existe tanto la propiedad privada como la ejidal, pero la propiedad ejidal ocupa una proporción mucho mayor que la privada. En los frentes de deforestación se encuentran 62 ejidos. Los ejidos o tierras ejidales que ahora ocupa la población menonita fueron posesionados a través de arreglos con ejidatarios y compras de títulos para el uso y asentamiento de las tierras que siguen siendo tierras bajo el régimen ejidal.

Entre 2007 y 2014 se identificó que existe deforestación en 36 de los 62 ejidos del municipio, lo que representa el 57% del territorio bajo tenencia ejidal. Esto causado principalmente por la conversión de selvas a pastizales cultivados, seguido por la agricultura de temporal y los asentamientos humanos. Un estudio relacionado con el tema identificó que los impulsores de la deforestación en Bacalar son la superficie de tierras comunales parceladas, la urbanización, el número de terrenos bajo producción y la antigüedad del ejido; sin embargo, los impulsores que se asocian a una menor deforestación son un mayor porcentaje superficie ejidal con vegetación y un mayor número de ejidatarios y avecindados. Lo cual implica que la importancia de la gobernanza ejidal para combatir la deforestación en el municipio.

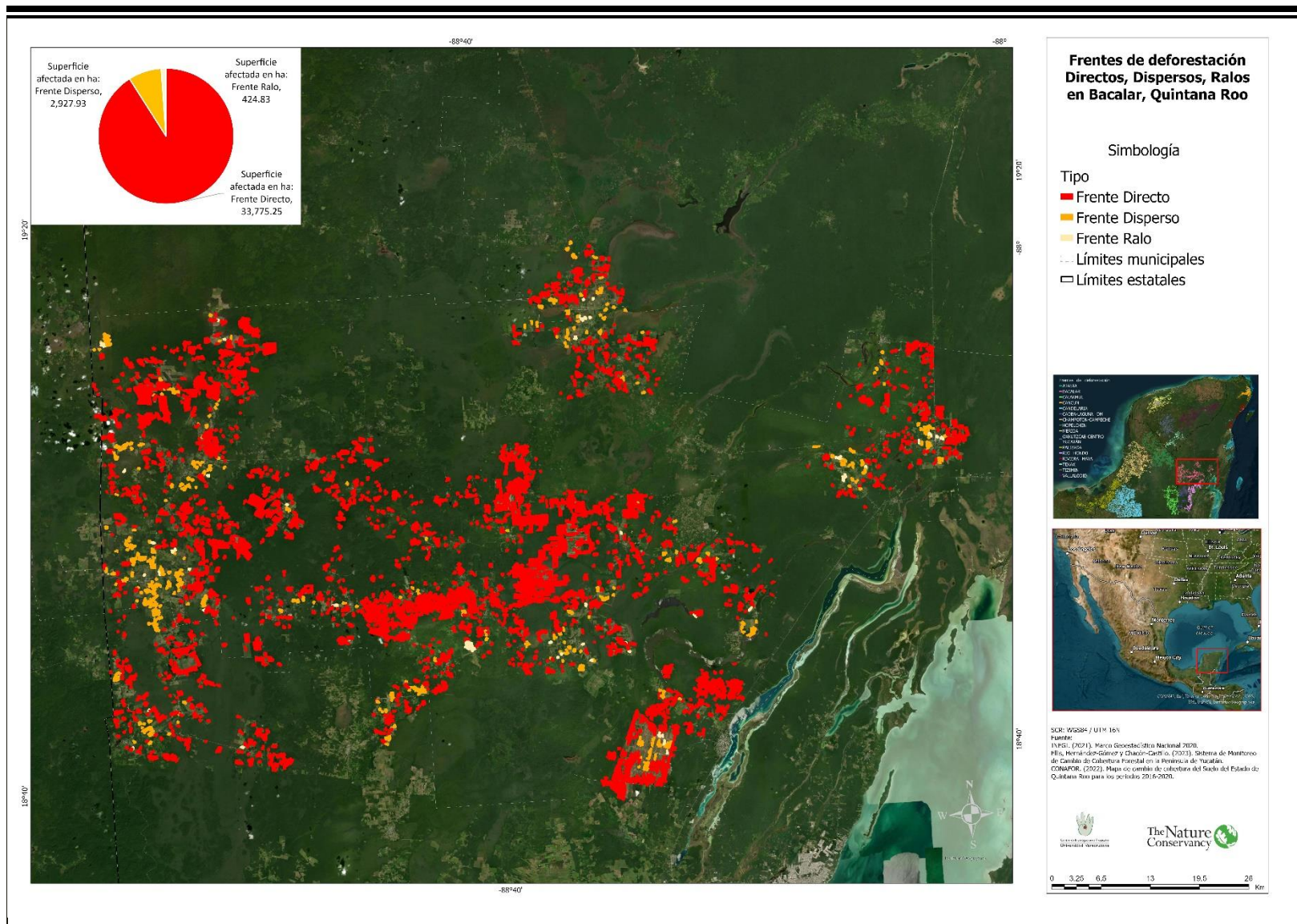


Figura 33. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Bacalar, Quintana Roo.

Los usos de suelo asociados con este frente se pueden observar en la *Figura 34*. En el aspecto ganadero, bacalar es uno de los municipios que han deforestado en las últimas décadas en favor de pastizales cultivados, intensificándose con la llegada de las colonias menonitas y el aumento del turismo, añadiendo a las granjas porcícolas a la actividad ganadera, muchas de ellas dentro del ejido menonita de Salamanca. La superficie de cambio de uso de suelo para la producción bovina en este frente es la mayor (19,600 ha). La producción agrícola se basa principalmente en la agroindustria de la soya, maíz, frijol, sorgo y caña de azúcar, la cual está principalmente generada por las comunidades menonitas como los ejidos de Salamanca, San Fernando, el Bajío y Paraíso. En total, son 11,823 ha de superficie deforestada para la agricultura mecanizada en el frente de Bacalar. Cabe destacar la presencia del frente de deforestación en la zona ejidal, mientras que en la privada no lo presenta.

Las causas directas de la deforestación se presentan en la *Figura 35*. El municipio de Bacalar es una región con importancia económica para el estado por su producción agropecuaria y turismo. Las causas principales de la deforestación son la expansión de praderas para la ganadería bovino, así como la expansión de áreas con agricultura mecanizada para la producción de la soya, el maíz, el sorgo y el girasol, siendo producidos principalmente por productores menonitas que han migrado a la región. En la parte este y centro del municipio se concentran las regiones con tendencias crecientes de deforestación por los cultivos mecanizados y la deforestación en la región oeste del municipio se debe al crecimiento de superficies de potreros. Como en otras partes del sur de Quintana Roo, la producción de ganado bovino es mayormente de becerros que se comercializan para la engorda en otras partes de la Península, como en Campeche y otros estados, como Veracruz y San Luís Potosí. Los cultivos agroindustriales de grano son comercializados principalmente por los menonitas que se destinan a procesadoras de alimento para animales y de consumo humano, como aceite de soya, harina de maíz, o alimento de sorgo para animales. Estas empresas procesadoras se ubican en las ciudades de Escárcega, Campeche y Mérida, e incluyen empresas como Proteínas y Oleícos, MINSA y CAMPI. Por otro lado, la producción porcícola y avícola de la región demanda estos mismos cultivos. Durante la validación de deforestación en campo se observaron grandes extensiones de potreros y cultivos mecanizados (*Figura 36*)

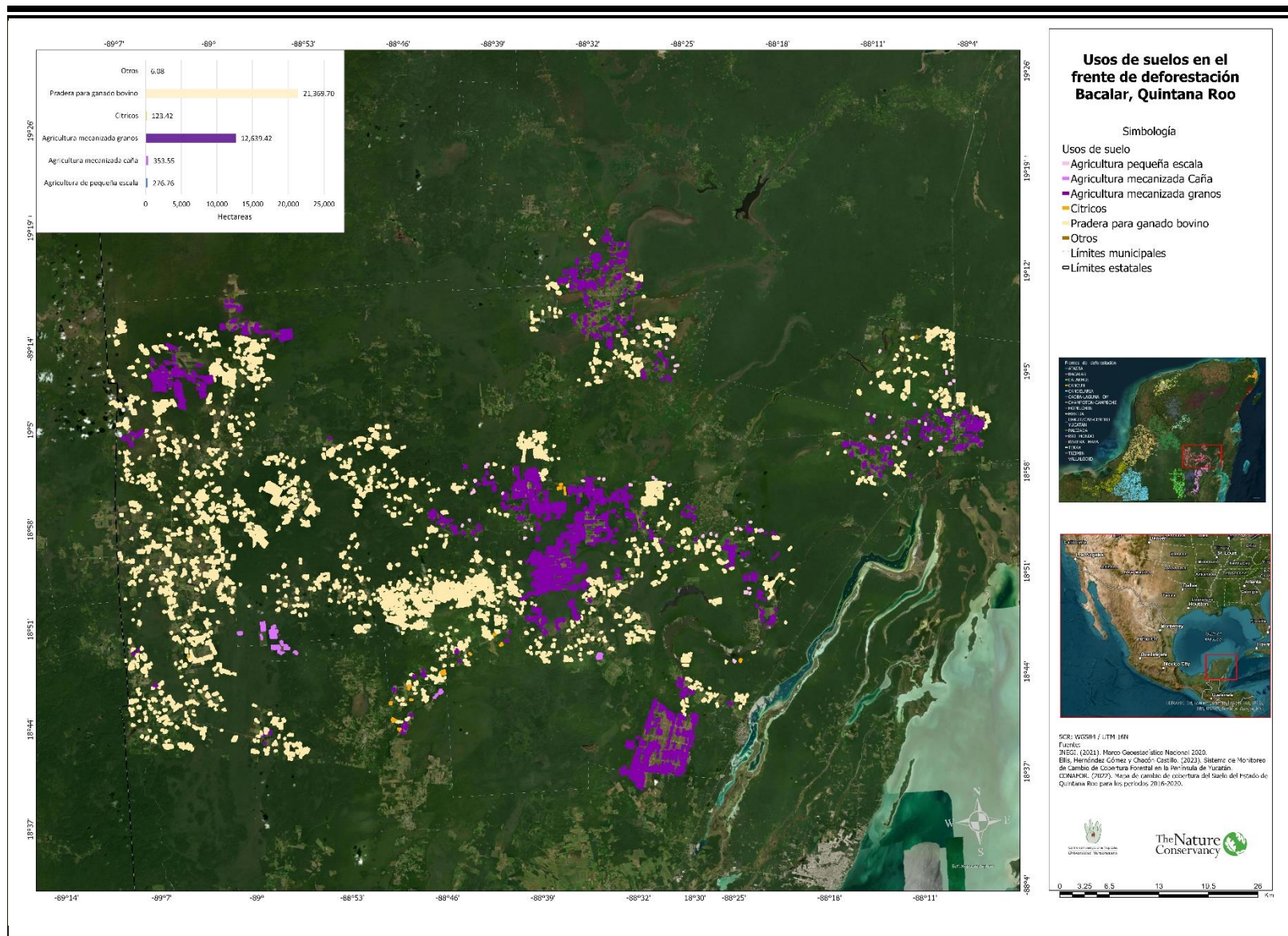


Figura 34. Usos de suelo en el frente de deforestación de Bacalar, Quintana Roo.

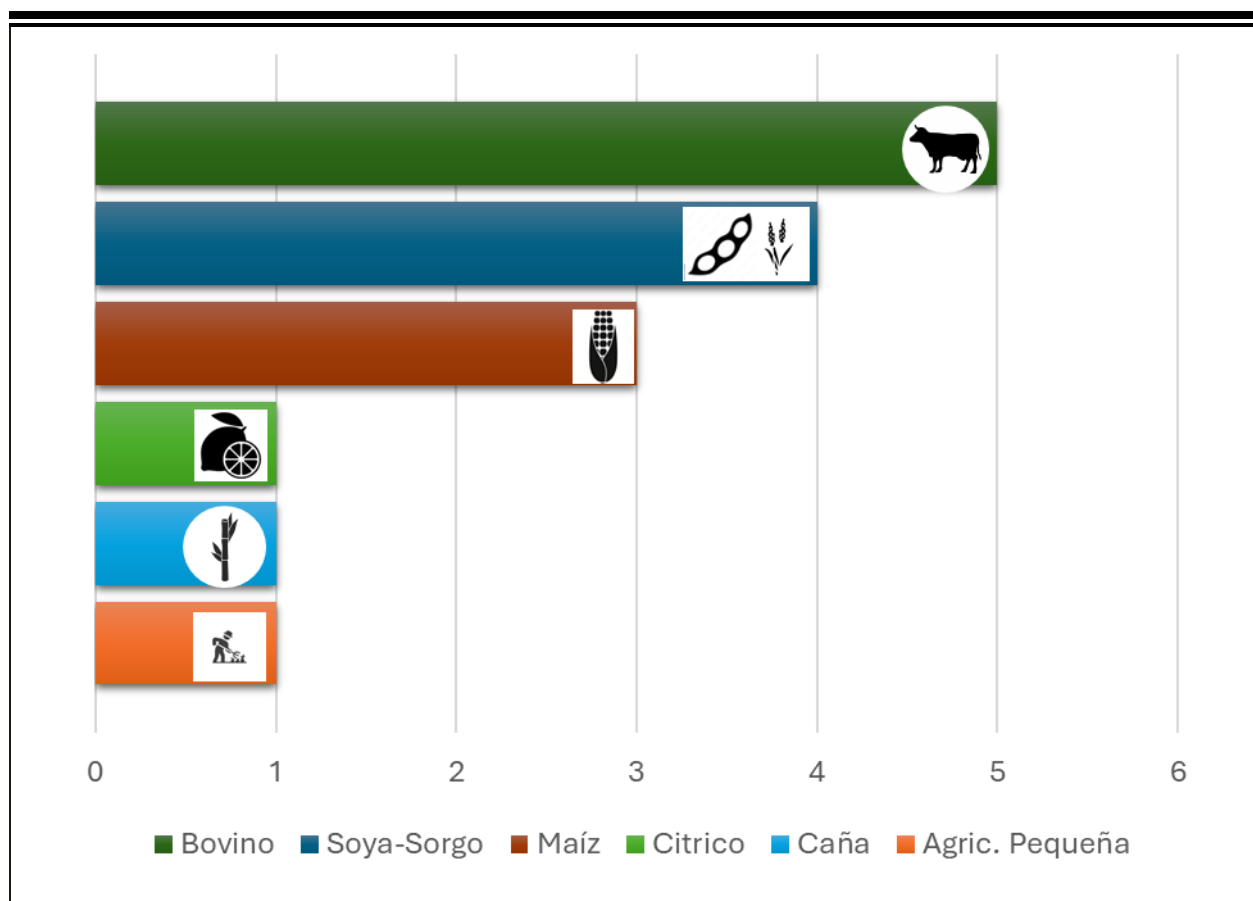


Figura 35. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Bacalar, Quintana Roo.



Figura 36. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Bacalar.

Los impulsores indirectos que subyacen las actividades y prácticas productivas asociadas con las causas directas son mostrados en la *Figura 37*. De acuerdo con la caracterización y la validación aplicada para este frente, se proponen algunas hipótesis sobre los impulsores indirectos.

La agricultura mecanizada implementada por los colonos menonitas se considera mayormente dirigido por los factores económicos y de mercado de granos como el sorgo, soya, maíz, etc. En el caso de la ganadería, una gran proporción se dirige a la venta de becerros y se realiza una ganadería extensiva, ocupando grandes superficies con una baja carga de animales. Por consecuencia el sistema puede ser muy ineficiente y de bajo rendimiento. Sin embargo, el municipio de Bacalar ha crecido y destacado en su producción de sorgo y soya en toda la Península de Yucatán y como productor de ganado en el estado, mejorando su posición y contribución económica regional.

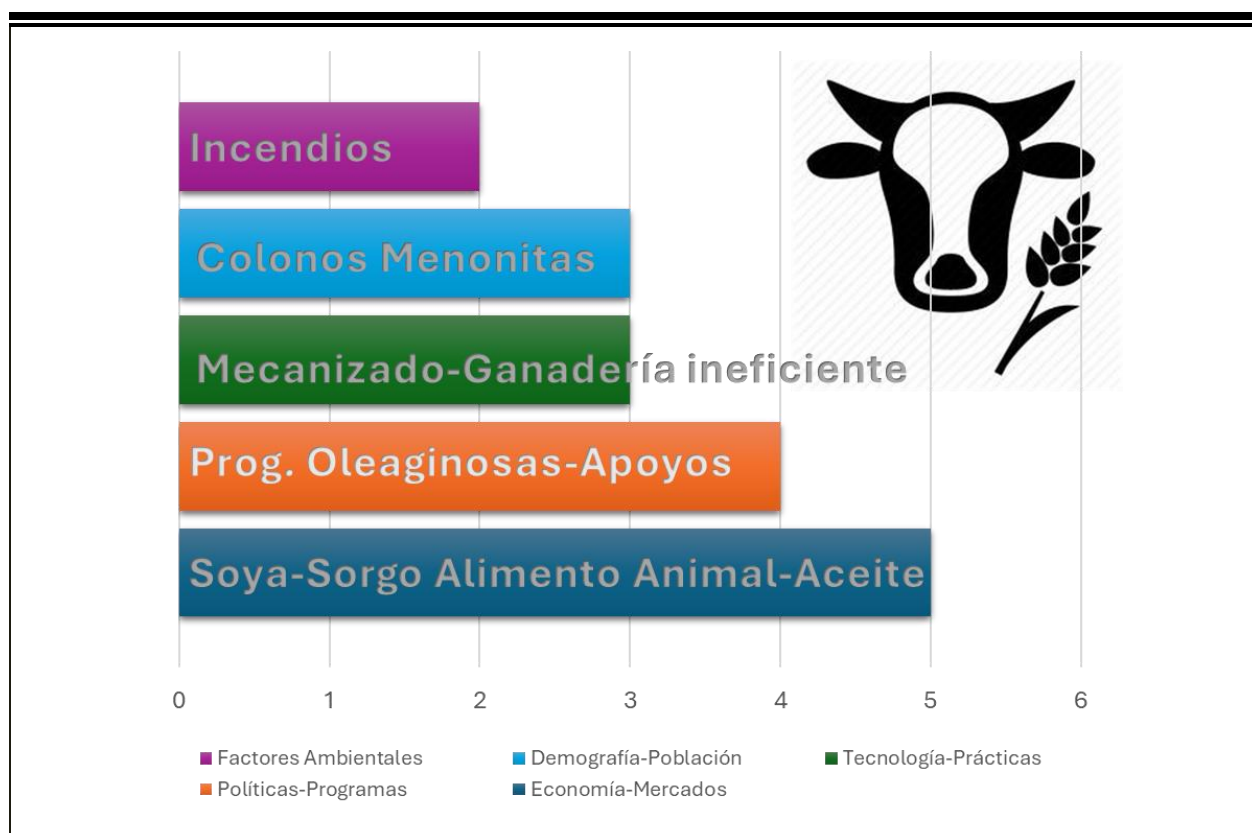


Figura 37. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Bacalar, Quintana Roo.

La mayoría de inversión y capital para la agricultura mecanizada de los Menonitas viene de actores privados y no tanto del gobierno. Sin embargo, si se ha observado que los programas de gobierno como Producción para el Bienestar, apoyos ganaderos (e.g. Progan) y otros han beneficiado a grandes productores agroindustriales como los menonitas, así como los ganaderos del estado. Se considera que los programas de gobierno han sido más influyentes en apoyar la actividad ganadera en la región y que tenga un mayor impacto en la deforestación para esta actividad, comparado a la agricultura mecanizada. El gobierno por décadas ha ofrecido subsidios, créditos y otros beneficios dirigidos a apoyar la actividad ganadera. En el pasado, programas como PROGAN han sido directamente relacionados con la deforestación en Quintana Roo, y estos apoyos ganaderos continúan de manera similar con el Programa de Crédito Ganadero a la Palabra.

Se considera que gran parte del problema del acelerado y descontrolado cambio de uso de suelo en Bacalar se debe a la falta de ordenamiento en la mayoría de su territorio, lo que desencadena una baja fiscalización sobre actividades de deforestación, tanto para aprovechamiento forestal como para cambio de uso de suelo; así como la falta de organización ejidal y entorpecimiento de procesos burocráticos en el otorgamiento de apoyos gubernamentales. Cabe destacar que en Quintana Roo, los ordenamientos territoriales están enfocados a disminuir la deforestación, la protección de los ecosistemas, fortalecer la gobernanza ejidal y el turismo comunitario; no obstante, se han enfocado en la línea de costa, la cual ha sido impactada desde la detonación de la Riviera Maya como atractivo turístico.

El uso de paquetes tecnológicos y maquinaria en colonias menonitas no solo ha deforestado los ejidos en donde se asientan, sino que también han extendido esta deforestación a ejidos vecinos, a los que estas comunidades menonitas ayudan a ampliar la frontera agrícola y dejar de lado la práctica de la agricultura tradicional. En consecuencia, el uso excesivo de agroquímicos ha dañado el suelo, siendo un problema ambiental que afecta la biodiversidad en la Península de Yucatán. Ejemplo de ello, es que entre el 2000 y 2020 se han presentado variaciones en la salud de la vegetación, reflejado a través análisis de NDVI. Así mismo, en comparación con la Zona Maya en

Felipe Carrillo Puerto donde aún existe extensamente el sistema milpa de roza-tumba-quema, la predominancia por agricultura mecanizada en Bacalar ha provocado una baja constante de la biomasa forestal, así como la reducción y fragmentación de los remanentes de selvas.

En el caso de Bacalar, la migración y asentamiento de los Menonitas desde el 2003 han resultado en la expansión de cultivos mecanizados y la deforestación. Sin embargo, en la zona ganadera no se considera que patrones o crecimiento demográfico haya afectado. En la actualidad, se observa urbanización en el ejido Aarón Merino Fernández, donde se pretende parcelar 3 mil ha para pasarlas a dominio pleno, aprovechando la plusvalía que generará el Tren Maya y hoteles cercanos a Chetumal a través de su estación, especulando con el valor de la tierra, aumentando el precio del metro cuadrado de \$2,000 en 2013 a \$4,500 en 2018.

En cuanto a las estrategias y acciones para reducir la deforestación, este frente presenta una situación compleja, en particular con el avance de la frontera agrícola por la comunidad menonita. Sus sistemas de producción mecanizada son de alto rendimiento e insumos y se desconoce que oportunidades existen en mejorar producción sustentable. Sin embargo, se pueden proponer estrategias de agricultura integrada con conservación de recursos y servicios ambientales forestales, donde el uso de subsidios o incentivos de conservación pueden ser efectivos.

La baja tecnología y falta de investigación y servicios de extensión para el mejoramiento de la actividad ganadera y sus prácticas, es un factor que afecta negativamente a los ganaderos. Por ejemplo, hay prácticas más sustentables e intensivas como los sistemas silvopastoriles con huizache que puede proveer un suplemento de alimento que son importantes durante crisis de sequía. La intensificación de la actividad ganadera se puede lograr con sistemas de rotación de praderas y mediante el uso de insumos. Se requiere inversión e investigación para promover sistemas y prácticas en la ganadería que promuevan sus intensificación y rendimiento.

IV.4.2 Caoba-Laguna Om

El frente de deforestación de Caoba-Laguna Om se localiza en el municipio de Othón P. Blanco, en el sur de Quintana Roo, y se extiende dentro de cinco ejidos: Laguna Om, Caoba, Tres Garantías, Tomás Garrido Canabal y N.C.P.E. Santa Rosa. Aunque este frente no se caracteriza en tener tasas muy altas de deforestación comparado a otros frentes (0.3% y 1.0% anual entre 2016 y 2023), su prioridad destaca por encontrarse en ejidos con reconocida producción forestal mediante el manejo comunitario, y contener importantes superficies de cobertura forestal en el macizo de selva más grande del sur del estado. Por su ubicación geográfica, contiene selvas medianas con alto valor de conservación y alta importancia para la biodiversidad, así como potencial económico forestal. Sin embargo, en esta última década, la deforestación para la producción bovina y, en menor grado, cultivos de maíz ha ocasionado una amenaza en el interior de este extenso fragmento de selva biodiversa.

La *Figura 38* ilustra el mapa del frente de Caoba-Laguna Om por tipo de frente. En su mayoría la deforestación es de tipo directo (6,856 ha), es decir en fronteras de cobertura forestal con alto valor y fragmentos grandes. Esto se debe a su ubicación dentro de varios ejidos con reservas forestales de importancia, manejadas para madera o conservación. Los frentes dispersos ocupan 850 ha y se concentran en la zona norte del frente por la localidad de Nicolás Bravo en las zonas cerca de la carretera de Escárcega a Chetumal.

La región sur del Estado de Quintana Roo al principio del siglo XX consistía principalmente de una población ocupada por la actividad forestal de extracción de caoba y chicle. Los ejidos creados desde la década de 1930 mediante las reformas a las leyes de reparto agrario, como el caso de Laguna Om y Caoba en la década de 1940, fueron otorgado con criterios forestales de hasta 420 ha por ejidatario con fines para la extracción de chicle, reconociendo la posesión de la tierra por los chicleros, así como las poblaciones Mayas.

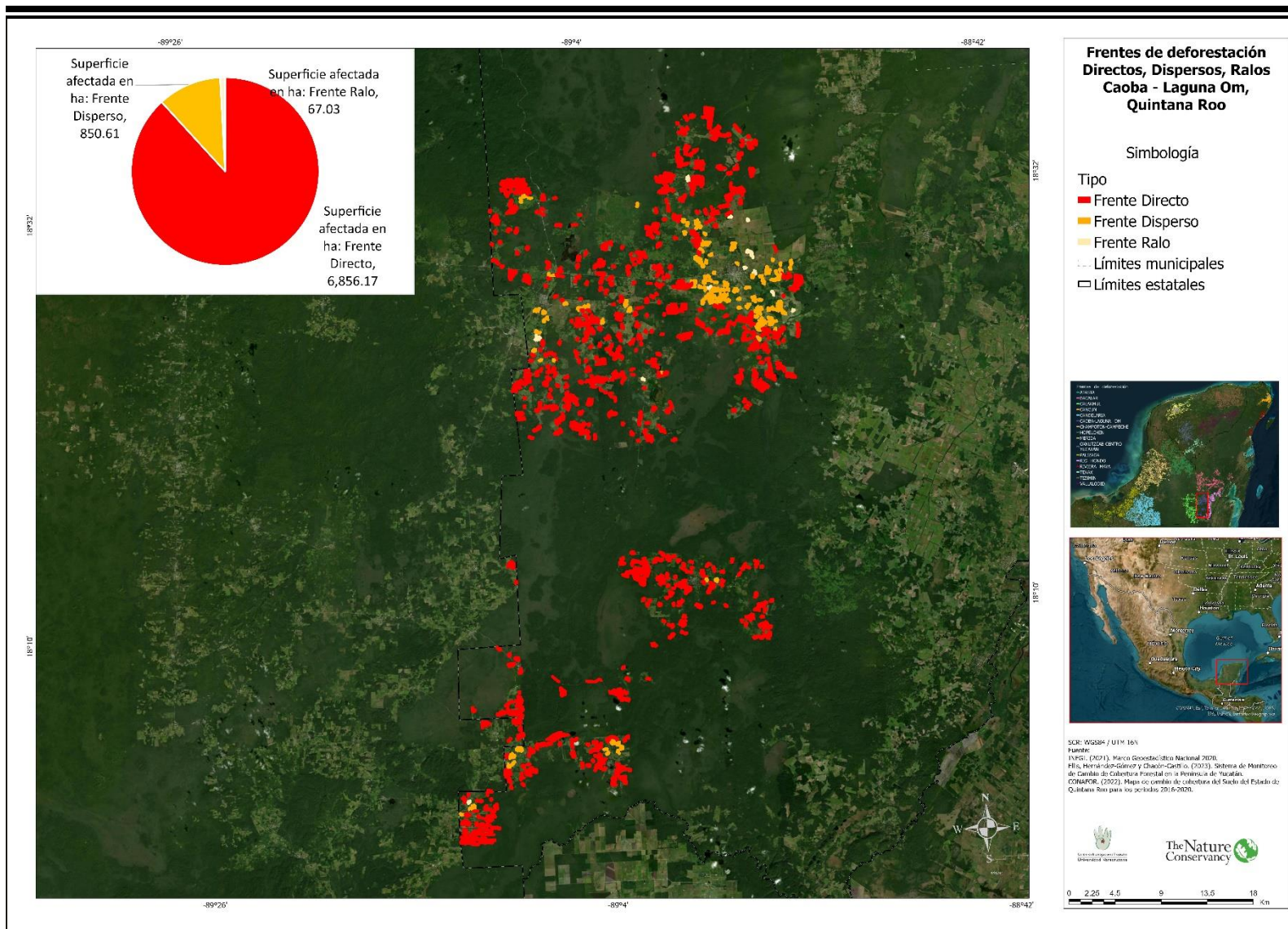


Figura 38. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Caoba -Laguna Om, Quintana Roo.

Durante este tiempo, también se establecieron grandes concesiones forestales para la extracción de madera, especialmente la caoba, otorgadas mayormente a compañías privadas y extranjeras. De 1954 a 1983 la empresa paraestatal MIQROO (Maderas Industriales de Quintana Roo) tenía la autorización de explotar la selva en la región sur de Quintana Roo, pagando solamente un derecho de monte con mínimos beneficios a los ejidos forestales. Sin embargo, desde el 1983 al 1998, gracias en gran parte por el activismo y organización civil en el ejido Tres Garantías que exigieron mayor control, participación e ingresos del aprovechamiento de madera, se cambia la Ley de Desarrollo Forestal y se establece el Manejo Forestal Comunitario en México, fortalecido en Quintana Roo por el proyecto internacional, Plan Piloto Forestal. Los elementos de este plan constituyen el primer esfuerzo serio de promover el manejo forestal comunitario con criterios científicos y de sostenibilidad en Meso América.

Sin embargo, mientras estos ejidos forestales están comprometidos en conservar un Área Forestal Permanente y manejarlas de manera sustentable y comunal, por otro lado, el gobierno estaba subsidiando programas que fomentaban la deforestación para la agricultura y ganadería. Entre 1960 y 1970 el territorio sufrió una intensa deforestación, producto de los programas gubernamentales de impulso a la ganadería.

La *Figura 39* indica el cambio uso de suelo asociado con el frente Caoba-Laguna Om. Es notable que el establecimiento de praderas para la ganadería bovina abarca casi su totalidad (7,481 ha) y tan solo 88.5 hectáreas para cultivos de maíz. La ganadería para producción bovina es la actividad económica más importante en la región que comprende este frente de deforestación, particularmente en su impacto en el cambio de uso de suelo. Sin embargo, como se menciona arriba, el aprovechamiento de madera también destaca como fuente de ingreso, en particular para los ejidos de Caoba y Tres Garantías. El volumen extraído en Nuevo Guadalajara ha sido menor y declinando debido a problemas internos, de corrupción y de tala clandestina que han interferido en los procesos de un manejo forestal comunitario efectivo.

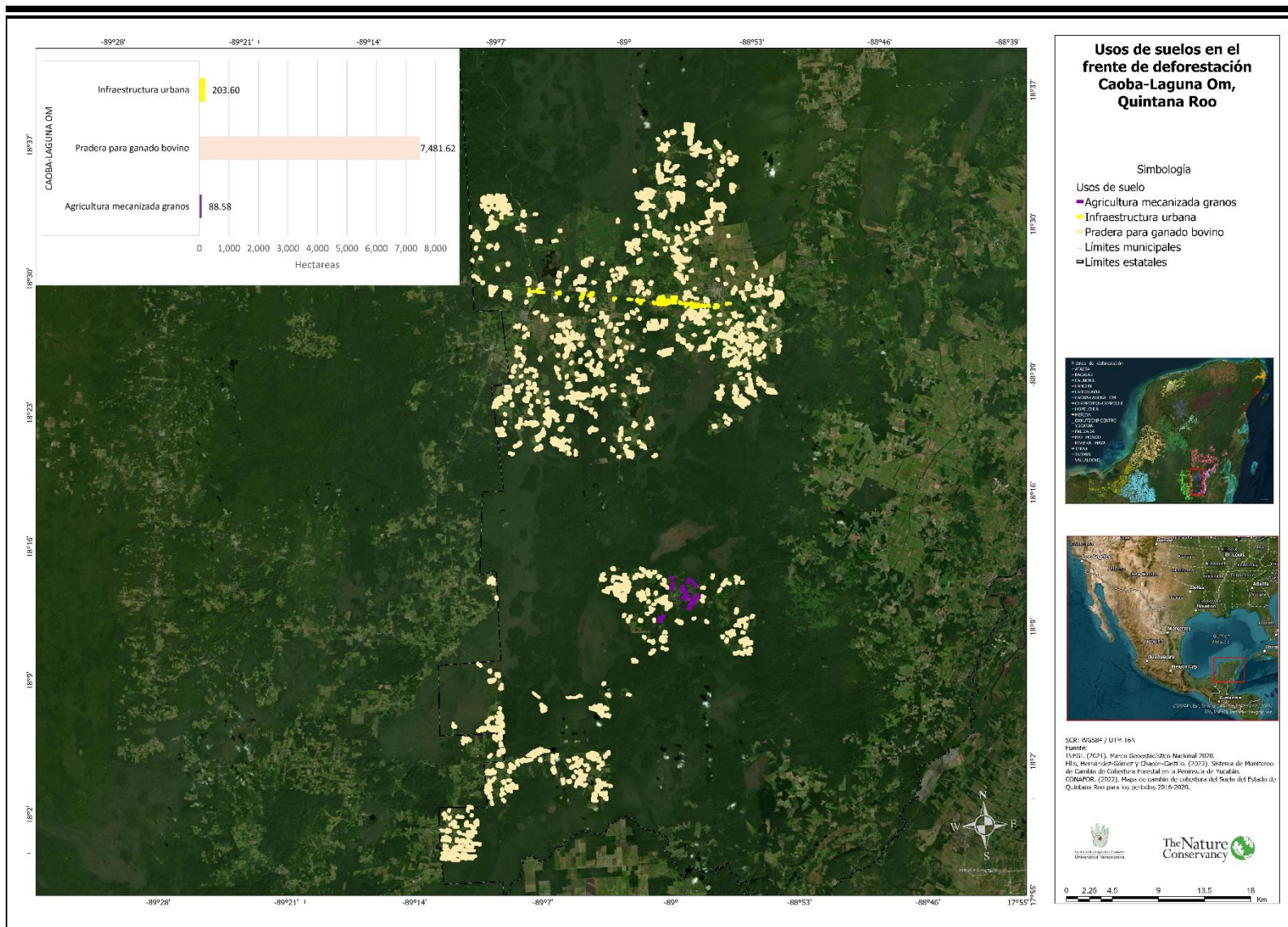


Figura 39. Usos de suelo en el frente de deforestación de Caoba-Laguna Om, Quintana Roo.

El establecimiento de praderas para el ganado bovino es de las principales causas directas de la deforestación en este frente (*Figura 40*). El sur de Quintana Roo, y el municipio de Othón P. Blanco es la región en el estado con la mayor producción de carne bovina. Mientras la población de ganado se mantiene relativamente estable, con alrededor de 4,000 cabezas de ganado, el valor de la producción bovina en el municipio Othón P. Blanco ha aumentado; por ejemplo, de 67 a 160 millones de pesos para carne y de 63 a 148 millones de pesos para ganado en pie del 2010 al 2020. En el ejido Tres Garantías se cuenta con aproximadamente 20 ganaderos con 500 cabezas de ganado. Entre el 2011 y 2018 se reportaron entre 6 a 8 mil hectáreas deforestadas en los ejidos de Laguna Om, Caoba y Guadalajara de acuerdo con el reporte CCMSS-CONAFOR, siendo más de 93% dedicados a la ganadería. Según los datos generados por el SICAMFOR en Laguna Om se deforestaron 1,000 ha entre 2016 y 2019 y 2,000 hectáreas más entre 2019 y 2023. Siguiendo un patrón similar en el periodo 2016 a 2023, se deforestaron en Caoba otras 1,500 ha más, y Tres Garantías unas 400 ha adicionales. Debido a su menor tamaño y superficie forestal, la tasa de deforestación es más alta en los ejidos de Tomás Garrido Canabal y N.C.P.E. Santa Rosa, particularmente por la expansión de praderas con pastos para el ganado bovino. En Santa Rosa duplicaron su superficie ganadera con 500 ha adicionales deforestadas entre 2016 y 2023. Así mismo, en Tomás Garrido de 700 ha deforestadas, aumentaron 750 ha adicionales, mayormente para la ganadería entre el 2016 y 2023.

La producción agrícola representa una proporción mucho más pequeña en la economía de la región. El cultivo principal con mayor ocupación del suelo y responsable por una pequeña parte de la deforestación es el maíz en grano, y en menor grado el chile jalapeño. Sin embargo, se ha empezado a sembrar caña de azúcar en Laguna Om. En 2009 cuando ejidatarios de Laguna Om y personas que se presentaron como representantes de Grupo Beta San Miguel protagonizaron un conflicto por el desmonte de 2,000 hectáreas de selva con el objetivo de sembrar caña. De acuerdo con el SIAP, en el distrito de Nicolas Bravo en la región del frente, en el 2022, se sembraron cerca de 5,000 ha con maíz, de los que 2,700 son categorizados como maíz en grano, seguido por 1,377 ha con caña de azúcar y 215 ha con cultivo de chile. La producción de maíz en grano y elote alcanza los 78 millones de pesos en 2022, mientras que 70 millones son

generados por la producción de caña. A menor escala, también se presenta la apicultura como actividad económica en esta región, en Tres garantías hay 10 apicultores con 200 colmenas. Durante el recorrido de campo se pudo identificar el uso de suelo predominante de potrero en las zonas deforestadas (*Figura 41*).

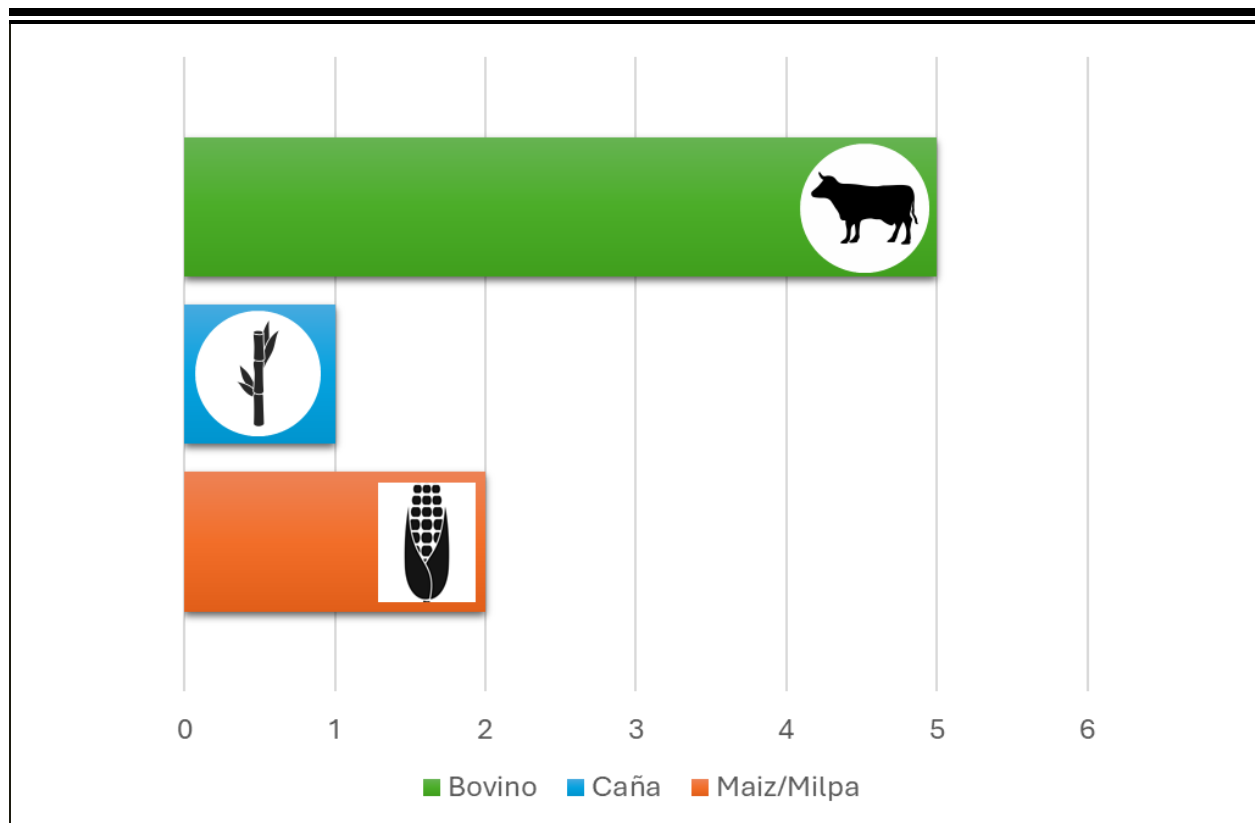


Figura 40. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Caoba-Laguna Om, Quintana Roo.



Figura 41. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Caoba-Laguna Om.

Los impulsores indirectos que se observan después de la caracterización y validación del frente se enseñan en la *Figura 42*, señalando la dominancia de los apoyos ganaderos para pequeños productores ejidales, así como actividad económica ganadera del sur del estado de Quintana Roo. El mercado de la actividad ganadera bovina consiste en la venta de becerros al destete para su engorda fuera del estado. Como son pocos los animales que se finalizan en potrero o corral, la mayoría del ganado no participa en el mercado de la industria turística y por su volumen tampoco controlan el mercado local.

Es muy probable que los programas de gobierno para el apoyo y fomento de la producción ganadera (e.g. Crédito Ganadero a la Palabra, Programa de Fomento Ganadero y Progan) sea un impulsor subyacente importante asociado con la deforestación en éste. Una gran población de ejidatarios en los ejidos localizados en este frente ha recibido apoyos para la ganadería, que en muchos casos incentivan la conversión de selvas para disponer de mayores superficies para recibir los subsidios. Varios estudios han demostrado la relación entre estos programas con la deforestación. En esta región se cree que los programas de gobierno van muy a la mano con la producción y comercio de productos bovinos, teniendo un papel igual o más que los mercados y economía ganadera.

De acuerdo con una evaluación del estado sobre el sector pecuario, a pesar de que el mercado bovino ha presentado condiciones de productividad y crecimiento, la calidad de su producto los deja en las porciones de mercado menos favorecidas; aunque percibe los mayores y más abundantes apoyos con los programas de ganadería, no se perciben sus efectos en la producción. Las condiciones de competencia por el mercado les son en general desfavorables con pocas posibilidades de corregirse sin un esfuerzo uniforme y permanente. Se distingue que los apoyos otorgados a unidades de bovinos tienen pocas características que los definan como detonantes del crecimiento de la actividad.

A pesar de las deficiencias del sector ganadero y hasta la crisis económica durante la pandemia, el estado de Quintana Roo tuvo alzas recientes en la producción y venta de ganado con incrementos hasta en un 50%, pues, en comparación con el 2018 y 2019, pasaron de 10 mil a 20 mil cabezas de ganado comercializadas, lo cual ha beneficiado a este sector. En los últimos años se están comercializando hasta 20 mil becerros para la

engorda en el centro (e.g. San Luis Potosí e Hidalgo) y norte del país (e.g. Tamaulipas y Nuevo León). En ese sentido, la actividad ganadera va al alza, al tener cifras de producción muy positivas, pues para el 2019 en el estado había un hato ganadero de cerca de 90 mil cabezas, y actualmente existen más de 130 mil, distribuidas en toda la entidad, con más de cuatro mil 500 productores debidamente organizados y agremiados a alguna institución. Aun así, Quintana Roo importa carne de res para abastecer su consumo, y en particular para la industria turística en Cancún y la Riviera Maya.

Como se observa en otros frentes con producción ganadera en la Península de Yucatán, la producción de ganado bovino, su mayoría para venta de becerros se realiza, de una manera extensiva, ocupando grandes superficies con una carga de animal muy baja. Por consecuencia el sistema es muy ineficiente y de bajo rendimiento. La baja tecnología y falta de investigación y servicios de extensión para el mejoramiento de la actividad ganadera y sus prácticas, es un factor que afecta negativamente a los ganaderos.

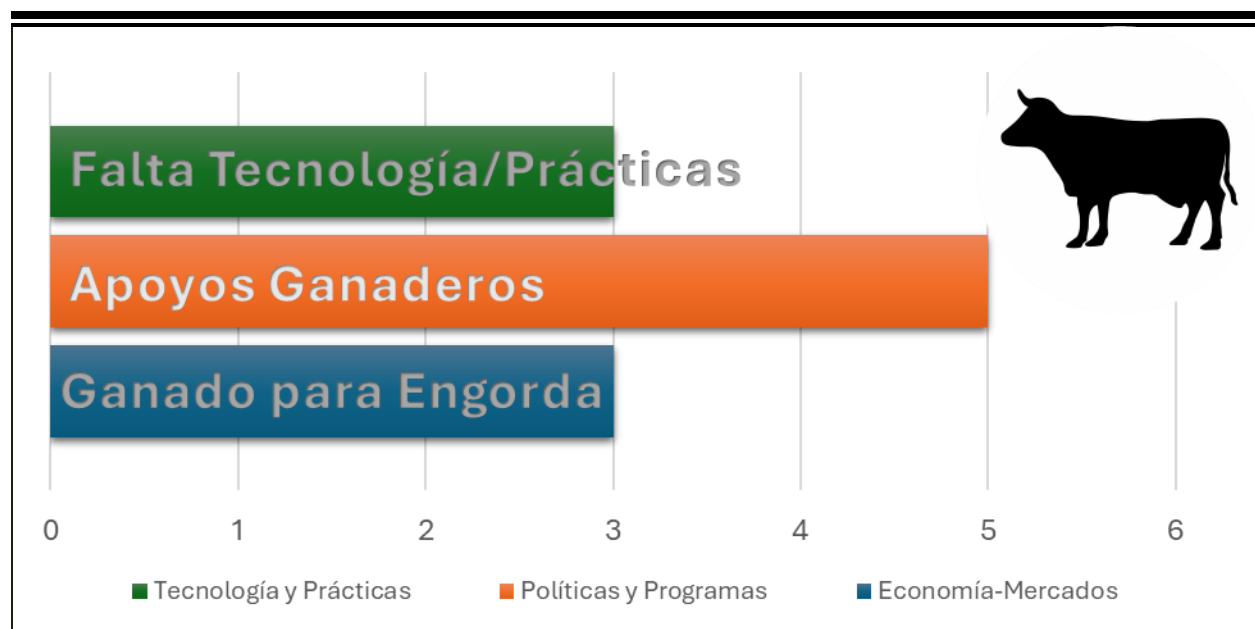


Figura 42. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Caoba-Laguna Om, Quintana Roo.

Los retos de promover una ganadería sustentable y reducir la deforestación por esta actividad implica cambiar una cultura de recibir subsidios para mantener sistemas poco productivos y sustentables para la producción ganadera. Por ejemplo, hay prácticas más

sustentables e intensivos como los sistemas silvopastoriles con huizache que puede proveer un suplemento de alimento que son importantes en durante crisis de sequía. La intensificación de la actividad ganadera se puede lograr con sistemas de rotación de praderas y mediante el uso de insumos. Sin embargo, en esta región en particular, los ejidatarios tienen alternativas para obtener ingresos de usos de suelo forestales como el manejo para madera, bonos de carbono, turismo y otras actividades. Se requiere inversión e investigación para promover sistemas y prácticas en la ganadería que promuevan sus intensificación y rendimiento.

IV.4.3 Río Hondo

En la *Figura 43* se observa el mapa del frente de deforestación del Río Hondo por tipo de frente. El frente de deforestación de Río Hondo se ubica a lo largo de la Ribera del Río Hondo en la parte sureste del Municipio de Othón P. Blanco en el estado de Quintana Roo y ocupa una superficie de 20,767 ha. Esta región colinda al sur y este con el país de Belice, y al oeste con los ejidos de Laguna Om, Caoba, Tres Garantías y Tomás Garrido Canabal, que también comprenden de un frente de deforestación (Caoba-Laguna Om), por lo tanto, amenazando por la zona oriental el macizo de selva mediana subperennifolia más grande del sur del estado. Por su ubicación, amenazando fragmentos grandes de selva intacta y conservada, la mayoría del frente es de tipo directo (21,334 ha).

En esta región se encuentran muchos humedales asociados con el sistema ribereño del Río Hondo, y comprende de una planicie aluvial con suelos profundos que son aptos para la agricultura mecanizada. Es por esa razón que esta región se ha convertido en la zona cañera más importante del estado y de toda la Península de Yucatán. Este frente de deforestación se extiende por 15 ejidos, que se caracterizan principalmente por su actividad en la producción de caña de azúcar, y también por tener las tasas más altas de deforestación por esta actividad agroindustrial. En algunos ejidos la tasa rebasa el 3% de pérdida arbórea anual. Adicionalmente, también se presenta la actividad ganadera concentrado hacia el sur y oeste del frente, coincidiendo con zonas más alejadas de infraestructura vial necesaria para la actividad cañera.

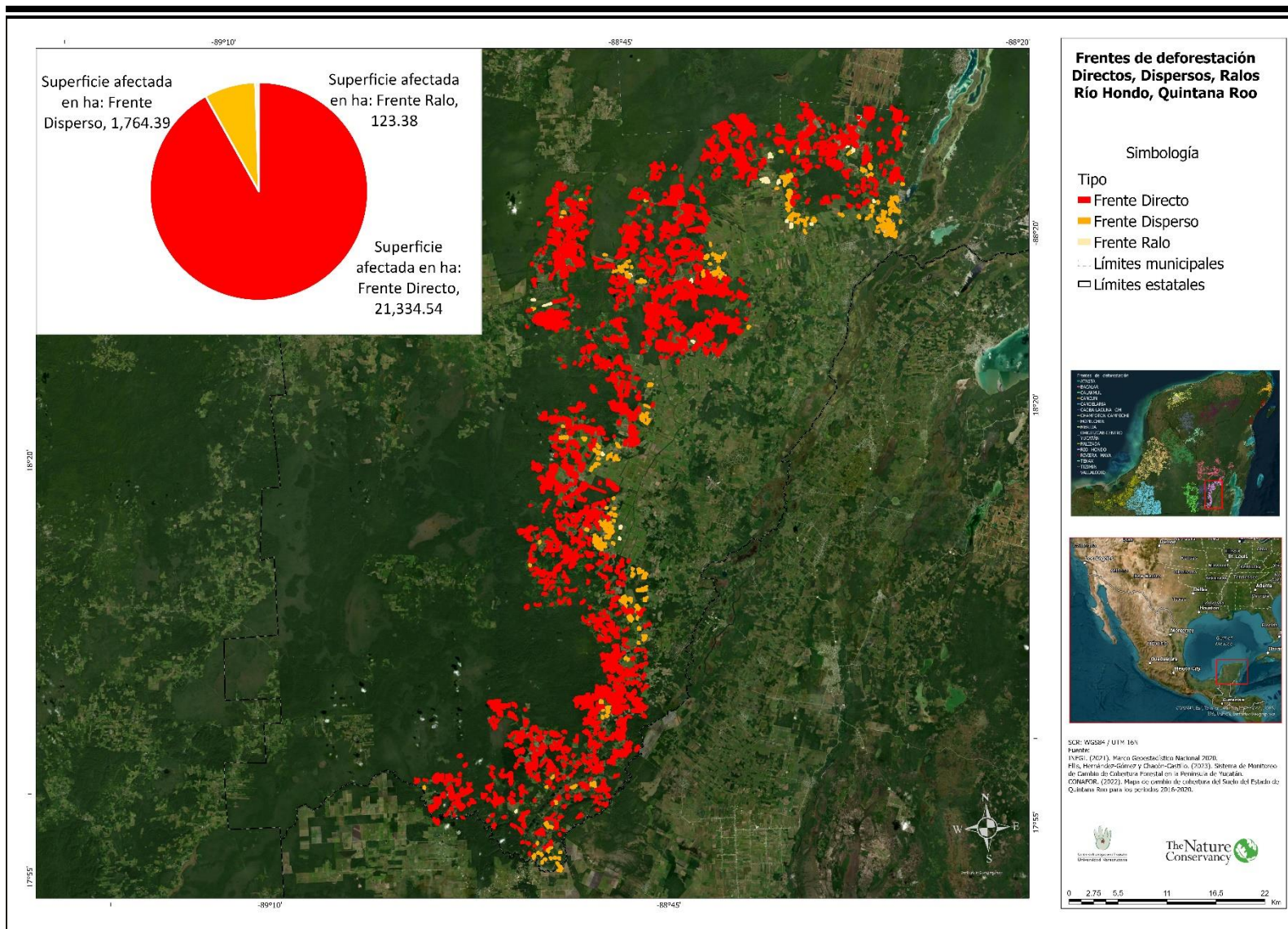


Figura 43. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Río Hondo, Quintana Roo.

La región sur del Estado de Quintana Roo al principio del siglo XX consistía principalmente de una población ocupada con la actividad forestal de extracción de caoba y chicle. En la Ribera del Río Hondo se establecieron los ejidos de Allende, Cocoyol, Cacao, Álvaro Obregón, San Francisco Botes y Pucté desde la década de 1940 y éstos fueron otorgados con criterios forestales de hasta 420 ha por ejidatario con fines para la extracción de chicle y madera, reconociendo la posesión de la tierra por los chicleros, así como las poblaciones Mayas que estaban presentes. No fue hasta las décadas de 1960 y 1970 que se empezó a ver un crecimiento poblacional y el desarrollo de una economía agroindustrial.

La colonización dirigida en el sur de Quintana Roo impulsado en la década de los setenta por el presidente Luís Echeverría Álvarez (1970-1976), resultó en la llegada de migrantes de otros estados del país como Veracruz, Tabasco, Michoacán, Jalisco e Hidalgo a la región de la Ribera del Río Hondo. Esta colonización al mismo tiempo fue acompañada por programas del Gobierno Federal que fomentaban el desmonte de selvas y el cambio de uso de suelo para la producción agropecuaria. En el caso del Río Hondo, el Gobierno Federal promovió el cultivo de caña, instalando el ingenio azucarero Álvaro Obregón en 1978 en el poblado con el mismo nombre. Hasta la fecha es el motor de la economía rural y el empleo en la zona sur de Quintana Roo. En la década de 1980 continuó el proceso de migración y crecimiento poblacional y el desarrollo de la agroindustria azucarera, resultando en la expansión de cañaverales. Los terrenos en la Ribera del Río Hondo son en su mayoría ejidal, aunque existen 1,000 ha de predios en propiedad privada en el extremo sur por la localidad de La Unión.

Durante la década del 1990, el Gobierno Federal sigue promoviendo reformas y políticas públicas que estimulan la producción agropecuaria y propiedad privada como una apuesta dirigida a fomentar la modernización y tecnificación del cultivo de caña. Sin embargo, estos resultados no fueron evidentes en el campo, y en noviembre de 1988, aprovechando el proceso de privatización que caracterizó al sexenio de Carlos Salinas de Gortari (1988-1994), el Grupo Beta San Miguel adquirió y tomó la operación del Ingenio de Álvaro Obregón, al cual nombró San Rafael de Pucté. Desde los finales de los setenta, y con más intensidad durante la década de los ochenta, ocurrieron los mayores

procesos de deforestación en la Ribera del Río Hondo principalmente con el cultivo de caña, pero al inicio con el cultivo del arroz, y también los cultivos de maíz y chile habanero.

El sistema social y económico del cultivo de la caña y la producción de azúcar sigue teniendo prácticamente el mismo esquema que se usaba desde el inicio de la agroindustria azucarera en la Ribera del Río Hondo. Hay dos fases del proceso de la agro industrialización de la caña: el cultivo de caña en el campo por el productor y el procesamiento del producto al azúcar por el ingenio, y esto dos fases están estrechamente vinculadas. El productor se dirige a la Asociación de Productores con una solicitud donde manifiesta la superficie que va a sembrar y la Asociación determina si procede después de una supervisión en campo. La Asociación es el órgano gestor ante la gerencia de la empresa para que el productor sea sujeto a crédito para realizar el cultivo. El crédito comienza desde el acondicionamiento del terreno. Luego sigue la siembra, el corte y el transporte. El productor recibe los recursos anticipadamente y al finalizar el ciclo tendrá que liquidar a la empresa. Los costos en la década de los 1990 era de 4 millones de pesos por hectárea, para producir un promedio de 70 toneladas por hectárea, con una ganancia neta de 1.5 millones por hectárea. Las tierras bajas fueron consideradas las mejores y con mayor producción y calidad de caña de azúcar, sin embargo, estas tierras ya están ocupados en su mayoría, y el frente de deforestación para nuevas parcelas de caña se dirigen hacia las zonas altas al poniente de los ejidos cañeros y colindando con una extensión grande de selva mediana conservada y de alto valor de biodiversidad del sur el estado de Quintana Roo.

En el mapa de cambio de uso de suelo en el frente del Río Hondo (*Figura 44*) se puede observar la dominancia de los cultivos de caña de azúcar (12,879 ha). Las praderas para la ganadería bovina representan 6,544 ha de cambio de uso de suelo.

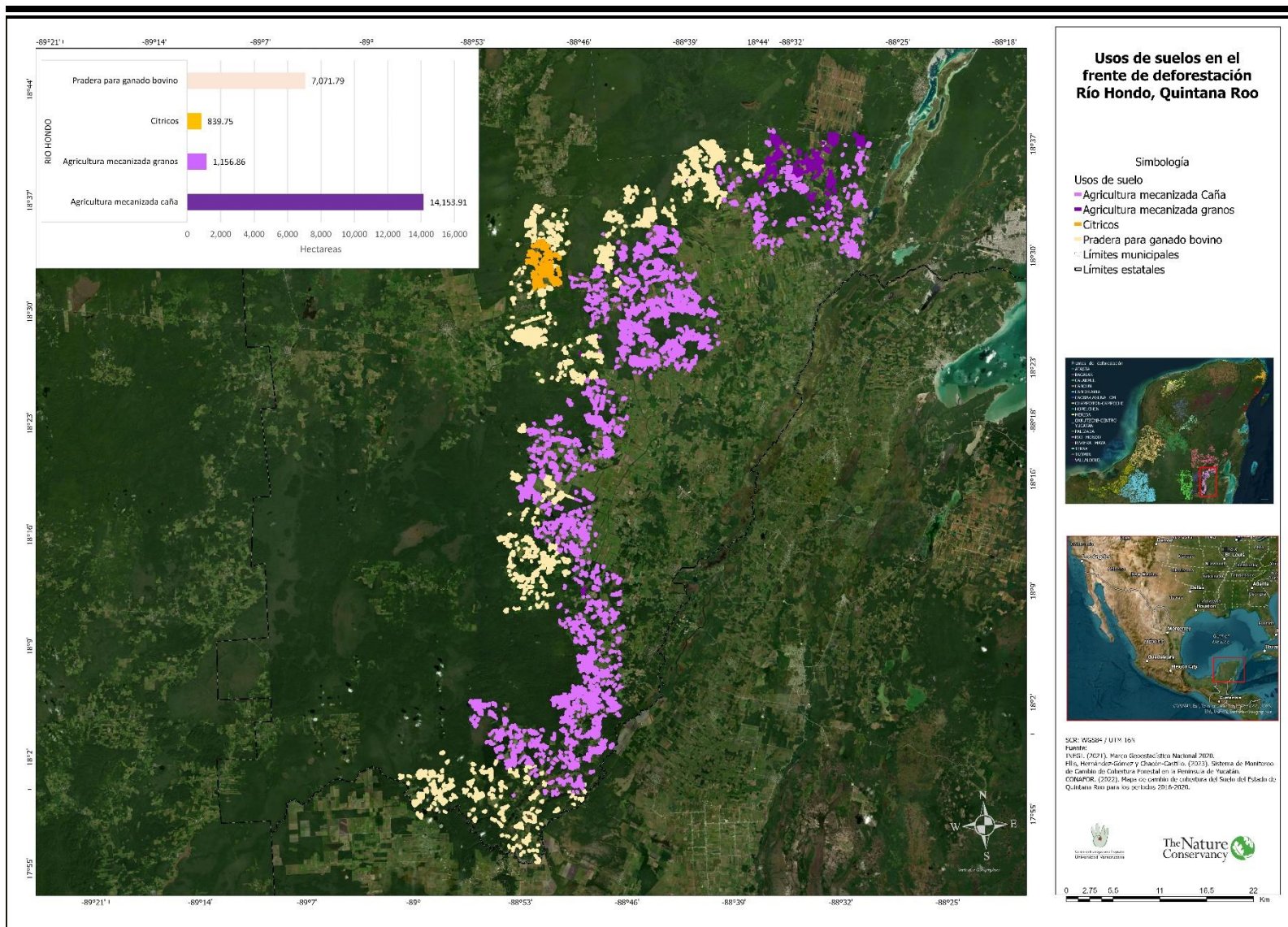


Figura 44. Usos de suelo en el frente de deforestación de Río Hondo, Quintana Roo.

Las principales causas directas de la deforestación en el frente de deforestación del Río Hondo son el cultivo de caña de azúcar en primera instancia, seguido por el establecimiento de praderas para la producción de ganado bovino. En menor grado, encontramos la producción de limón (cítricos), sorgo y soya al norte del frente y el Municipio Othón P. Blanco. Las causas directas y su rango de afectación se ilustran en la *Figura 45*.

La agroindustria del azúcar nació como una inversión pública Federal que hasta mediados de 1990 fue controlado por la paraestatal Azúcar S.A. de C.V. con un mercado limitado al sureste del país (Quintana Roo, Campeche, Yucatán, Tabasco y Chiapas), poco competitiva, y básicamente controlada por el estado. Es luego transferido y controlado por capital privado como parte del programa de desincorporación de ingenios en México. Nuevos mercados surgieron con la privatización de la agroindustria. Sin embargo, el mercado estaba saturado en la década de 1990 con sobre importaciones para cubrir un déficit en la demanda del azúcar. Esto afectó negativamente el mercado y producción de azúcar en México. La agroindustria del azúcar ha sido una política económica nacional, regulada por un mercado mundial con diferentes manifestaciones de operación y control por los países exportadores, operadores, *brokers* y especuladores.

En la Ribera del Río Hondo hay alrededor de 2,800 productores integrados en la Asociación de Productores de Caña de Azúcar, que emplean otros 2,000 trabajadores y el ingenio emplea alrededor de 400 personas. La producción de caña genera alrededor de 30,000 empleos directos e indirectos en la región sur de Quintana Roo, de acuerdo con datos del gobierno estatal. Por lo tanto, existe un sindicato para los trabajadores en la producción de caña y azúcar. La propia dinámica del desarrollo agroindustrial del azúcar ha contribuido a la infraestructura, y los servicios y equipamiento de los poblados en la región. Así la agro industrialización ha sido factor de transformación en la estructura económica y en términos sociales con una cultura de productores más influenciados por una cultura de urbanización. Los productores venden la totalidad de su producción al Ingenio de San Rafael de Pucté, procesándose en azúcar y distribuida a nivel nacional y como exportación a Estados Unidos. El mercado y comercio de caña está completamente vinculado al ingenio San Rafael de Pucté y la empresa azucarera Grupo Beta.

El sistema de producción y comercialización de ganado bovino es la que comúnmente se describe en el sur de la Península de Yucatán. Este sistema consiste mayormente en la venta de becerros al destete para su engorda fuera del Estado. Como son pocos los animales que se finalizan en potrero o corral, la mayoría del ganado no participa en el mercado de la industria turística y por su volumen tampoco controlan el mercado local. Sin embargo, se está empezando a comercializar productos cárnicos de ganado del sur de Quintana Roo a la zona urbana de Cancún en el norte.

A pesar de las deficiencias del sector ganadero en el Estado y hasta la crisis económica del estado durante la pandemia, Quintana Roo tuvo alzas recientes en la producción y venta de ganado con incrementos hasta en un 50%, pues, en comparación con el 2018 y 2019, pasaron de 10 mil a 20 mil cabezas de ganado comercializadas, lo cual ha beneficiado a este sector. En los últimos años se están comercializando hasta 20 mil becerros para la engorda en el centro (e.g. San Luis Potosí e Hidalgo) y norte del país (e.g. Tamaulipas y Nuevo León). En ese sentido, la actividad ganadera va al alza, al tener cifras de producción muy positivas, pues para el 2019 en el estado había un hato ganadero de cerca de 90 mil cabezas, y actualmente existen más de 130 mil, distribuidas en toda la entidad, con más de cuatro mil 500 productores debidamente organizados y agremiados a alguna institución. No obstante, Quintana Roo importa carne de res para abastecer su consumo, y en particular para la industria turística en Cancún y la Riviera Maya.

Durante la validación del frente de deforestación en campo se pudieron encontrar grandes extensiones de producción cañera, así como de potreros para ganado bovino (*Figura 46*).

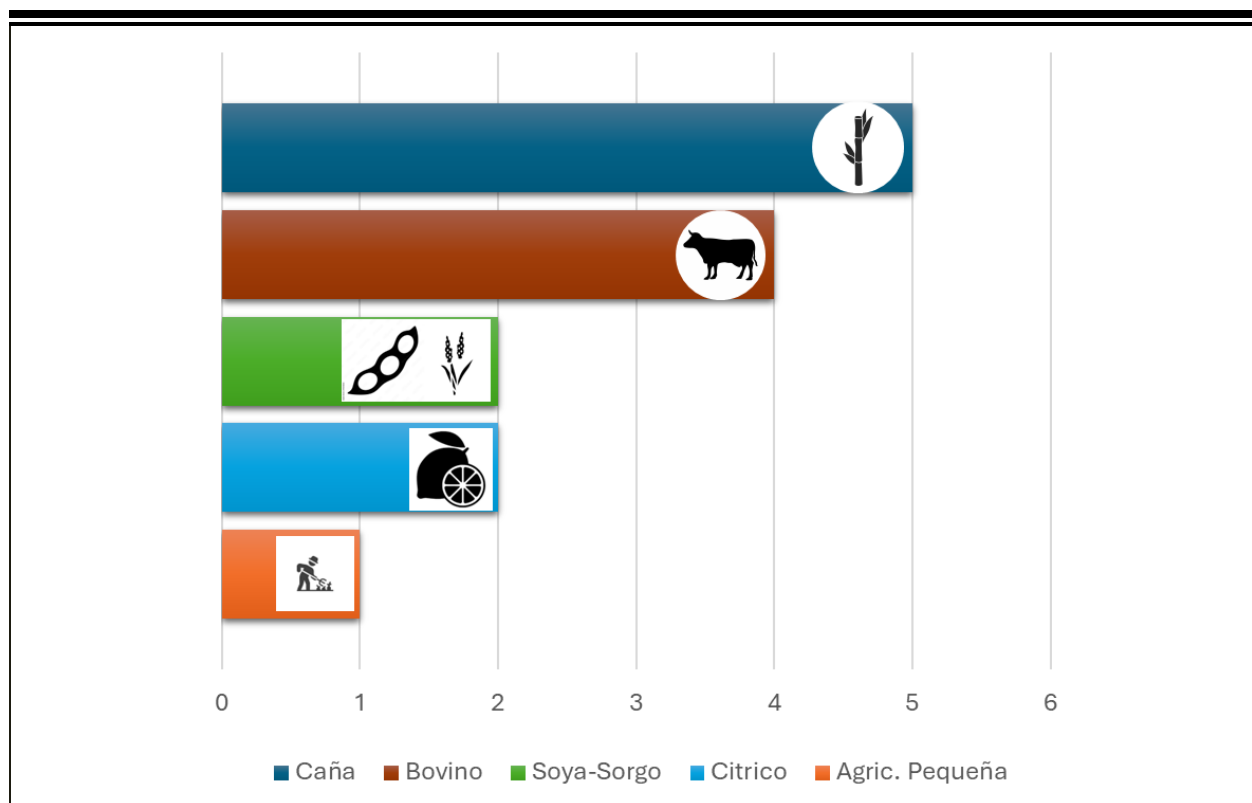


Figura 45. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Río Hondo, Quintana Roo.

Los impulsores indirectos que se pueden deducir y que se detectan mediante la caracterización y validación del frente se resumen en la *Figura 47*, indicando su grado de importancia o influencia hipotetizada.

El factor subyacente de la economía y mercado de azúcar en esta región cañera es el principal agente en la deforestación de la Ribera del Río Hondo. La empresa azucarera y el ingenio proveen créditos financieros, insumos y asistencia técnica, y mantienen un sistema de contratos de producción con la cooperativa de ejidos cañeros, compuesto principalmente de ejidatarios. El papel de los subsidios agrícolas y otros programas de producción agrícola del gobierno no se consideran muy influyentes ya que éstas no han incluido el cultivo de caña. Sin embargo, el programa reciente, desde 2019, Producción para el Bienestar ahora incluye apoyos para la producción de caña de azúcar. En el caso de la producción bovina, se considera una mayor influencia de los programas de apoyo, créditos y otros apoyos, a nivel estatal y nacional, en la deforestación asociada con la ganadería.



Figura 46. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Río Hondo.

Aunque el ingenio promueve y facilita el uso de los paquetes tecnológicos para el cultivo de la caña, se considera que no es siempre efectivo y puede ser deficiente en alcanzar metas de producción en situaciones de extremos climáticos. Se observa pocos cultivos que tienen riego, y muchos cultivos de temporal que mostraban indicaciones de estrés y pobre desarrollo. Es notable que existe un vacío grande en la investigación y extensión de cómo mejorar rendimientos de la caña de azúcar, especialmente en el contexto del cambio climático. Por otro lado, falta el desarrollo de prácticas que reduzcan la deforestación y emisiones, y mejoren la intensificación y producción de la caña. Con respecto a la producción bovina, ésta es notablemente extensiva, con grandes superficies de praderas y poca densidad de animales. No se aplican generalmente prácticas ganaderas que mejoran la intensificación y rendimiento de esta actividad. Por ejemplo, técnicas y prácticas para implementar sistemas de rotación de pastos y potreros, y sistemas silvopastoriles pueden promover una ganadería más sustentable.

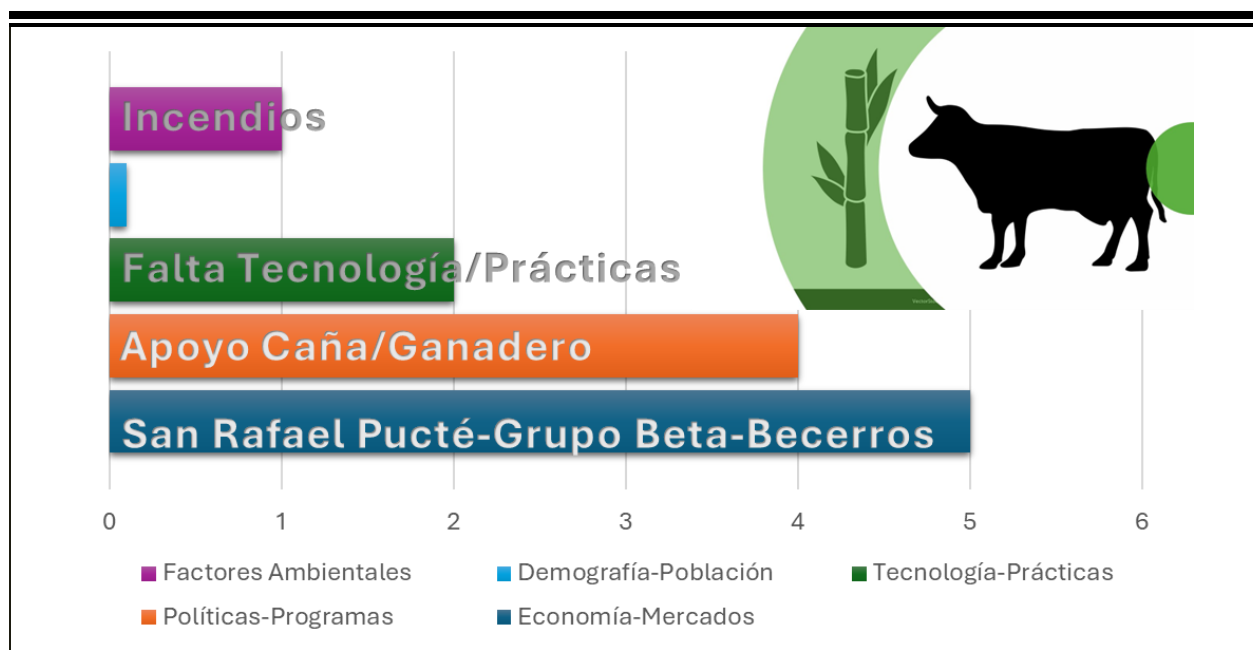


Figura 47. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Río Hondo, Quintana Roo.

Las estrategias y acciones para combatir la deforestación en este frente tendrán que enfocarse en la industria azucarera, así como los desafíos del cambio climático. De acuerdo con los cañeros los últimos años con extrema sequía han sido difícil y ha

causado pobre producción y calidad y pérdidas o pocas ganancias económicas. Ha habido daños en casos por incendios que fueron frecuentes este año. En algunos casos, ha resultado en pérdidas económicas. Por la sequía, algunos ganaderos han tenido que recurrir a conseguir alimentos y pastos con altos costos. La poca tecnificación y sistema extensivo de crianza y pastoreo de ganado es contraproducente en reducir la deforestación y mejorar los rendimientos y eficiencia de la producción bovina en la región. Se propone un mayor papel de investigación y extensión agropecuaria para mejorar la sustentabilidad y rendimientos de la caña de azúcar y el ganado bovino, así como subsidios y créditos que premien y promuevan una mayor producción, la reducción o cero deforestaciones y la reducción de emisiones.

IV.5 Los Frentes de Deforestación Agropecuarios en Yucatán

IV.5.1 Oxkutzcab-Centro Yucatán

Este frente se encuentra ubicado en centro-oeste del estado de Yucatán. Son 24 los municipios presentes, correspondiente a Abalá, Acanceh, Akil, Chapab, Cantamayec, Cuzamá, Chumayel, Dzán, Homún, Mama, Maní, Mayapán, Mérida, Muna, Oxkutzcab, Sacalum, Teabo, Tecoh, Tekax, Tekit, Ticul, Timucuy, Tixmehuac y Tzucacab. Estos suman un total de 1,275,042 habitantes, aunque sin contar a Mérida, serían 229,913 habitantes. En la zona el impulsor de la deforestación que sobresale es el cultivo de limón y otros cítricos. Por otro lado, existen granjas porcícolas como avícolas, así como pastizal cultivado para ganado bovino, y diversos cultivos de grano bajo el esquema de agroindustria, siendo otro importante impulsor de cambio de uso de suelo en la zona. Los polígonos del frente de deforestación tienen una alta tasa de cambio forestal de hasta -14.9% entre el 2016 y 2023, con un promedio de -0.95%. Los principales ejidos en la zona, por el frente de deforestación, son Oxkutzcab, Kancab, Tekax, Canek, Kantemo, Mayapan, Tikum, Ticul, Xaya y Tekit. Esta región destaca por su importancia económica en la producción regional de frutas, y se conoce como el corredor cítrico. Además, es un importante productor de granos como maíz y soya, que se procesan principalmente en Mérida para alimentos de animales y personas, y para su consumo regional.

En la *Figura 48* se presenta el frente de deforestación de Oxkutzcab por tipo de frente. La mayoría del frente es de tipo disperso (12,729 ha) concentrado en el centro y norte de su extensión, en áreas altamente fragmentadas por su cercanía a los poblados Oxkutzcab, Ticul y Tekax, y al norte del frente, a la ciudad de Mérida. Los frentes directos tienen una superficie de 6,480 ha, y se presentan en el sur del frente, que limita con la Reserva Estatal de Puuc. Las zonas de frente directo se presentan en el centro en la zona cítrica en donde aún quedan fragmentos de selva baja y mediana subcaducifolia con tamaño considerable (50 y 500 ha) en las cercanías de los poblados Dzan y Mani.

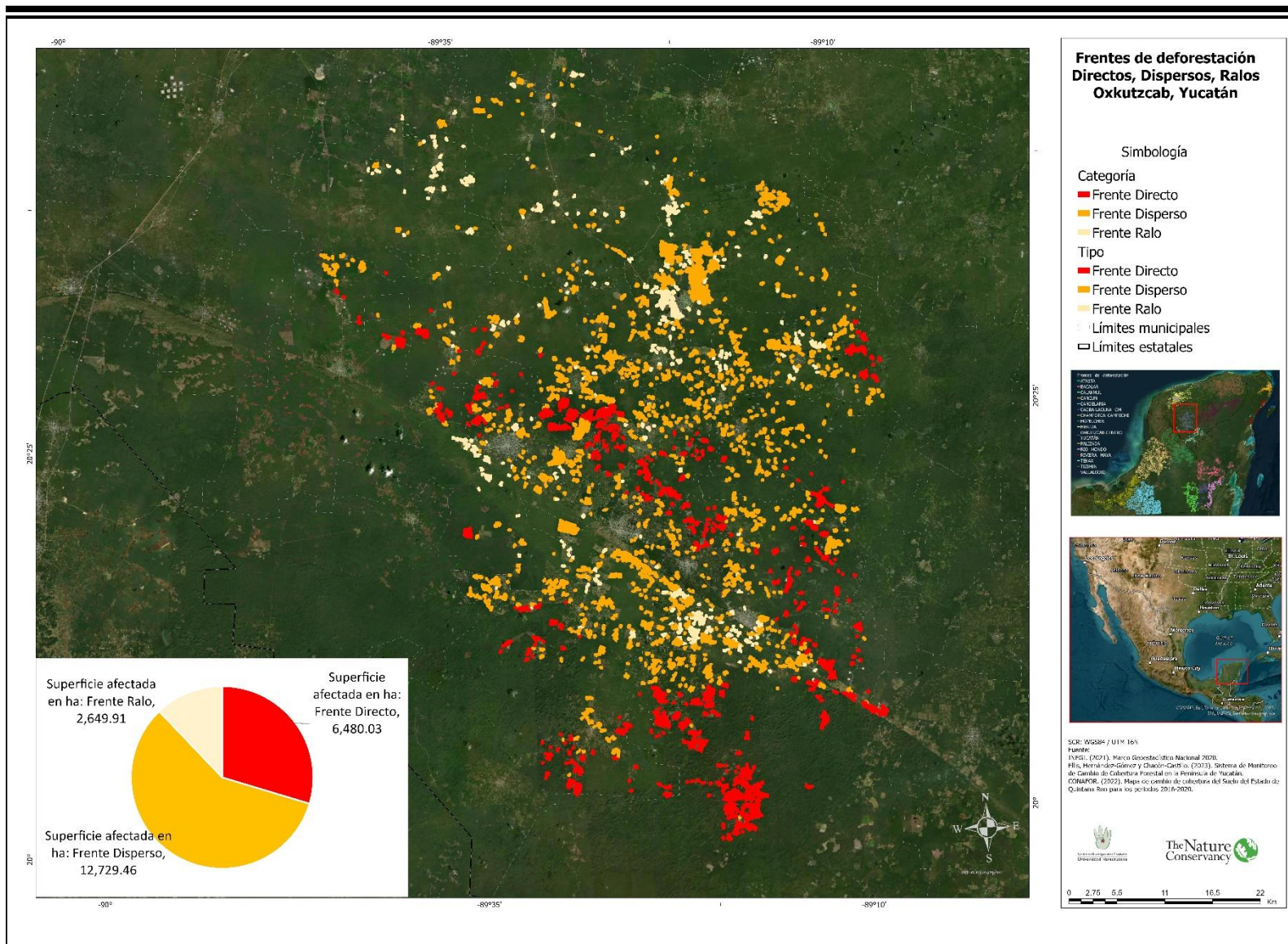


Figura 48. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Oxkutzcab-Centro Yucatán, Yucatán.

En Tzucacab y Oxkutzcab, hay un proceso histórico de deforestación por los cultivos de cítricos, de maíz, sorgo, soya y la expansión ganadera desde la década de 1970, con la llamada revolución verde que tenía por objetivo la tecnificación del campo. Así mismo, los programas de Procampo y Proagro han sido importantes impulsores subyacentes en incentivar la conversión de selvas y acahuales en zonas agropecuarias. Por otro lado, la actividad ganadera tiene larga historia incidiendo en los procesos de deforestación en el frente, así como en la actualidad.

Entre 2002 y 2023 el municipio de Oxkutzcab perdió 217 ha de selvas primarias, representando el 5% de la cobertura del municipio. Los años en que más hectáreas se perdieron fue en 2013 con 55 ha, 2020 con 45 ha y 2023 con 44 ha. De 2001 a 2023 Tekit perdió 5,940 ha de cobertura arbórea (23% de la cobertura arbórea del 2000), siendo crítico el año 2009 cuando la pérdida fue de 760 ha. En Dzán, en el mismo periodo, se deforestaron 529 ha, siendo el 19% de la cobertura arbórea del año 2000; siendo críticos los años 2004 con 61 ha, el 2010 con 66 ha y el 2018 con 59 ha. En Akil se deforestaron 1,070 ha, lo equivalente al 26% de la cobertura forestal del año 2000, siendo el año 2010 en el que más se deforestó con 154 ha.

La *Figura 49* muestra el uso de suelo asociado con la deforestación en el frente de Oxkutzcab. En extensión, las praderas para ganado bovino ocupan la mayor superficie (7,914 ha), mientras la superficie deforestada para el cultivo de cítricos se distribuye en una superficie 6,738 ha. Por otra parte, mucha de la deforestación en este frente, 4,615 ha se debe a la agricultura de pequeña escala, mayormente para la producción de maíz.

105

En el frente de Oxkutzcab se observa que la causa directa de la deforestación reciente es el limón persa, y el cambio de uso de suelo para potrero y maíz. También se presentan cultivos a pequeña escala, sobre todo al este y sur del frente. El crecimiento urbano e infraestructura también está presente, pero en una mínima proporción. Las causas directas de la deforestación del frente se resumen en la *Figura 50*.

El valor de producción de los productos agrícolas (exceptuando Mérida) sumó en 2020 un total de \$1,778,434,144 pesos; mientras que los productos pecuarios sumaron un total de \$8,484,505,405 pesos en el mismo año (excluyendo a Mérida). Adicionalmente, destaca la producción de cultivos anuales, principalmente el maíz, sembrado en 716,493 ha con un volumen de producción de 753,979 toneladas y un valor de producción de \$2,321,176,132 pesos. Los cítricos, sobre todo el limón ha incrementado a lo largo de la Península de Yucatán, así como en este frente de deforestación, incrementando el valor de su producción de \$18 millones en 2003 a \$316 millones de pesos en 2020, acompañado del aumento de su precio, pasando de \$600/tonelada a \$4,000/tonelada por tonelada.

En el ámbito pecuario, el ganado porcino presenta un mayor tonelaje que el bovino o las aves. La producción ganadera bovina entre 2006 y 2020, exceptuando a Mérida, fue de 41,985 toneladas de carne con un valor de \$1,777,999,749 pesos. Mientras que se produjeron 628,242 toneladas de carne porcina en canal con un valor de \$25,329,866,380 pesos y 296,578 toneladas de carne de pollo, contando con un valor de \$9,044,478,851. La superficie de praderas y producción de ganado bovino aumentaron de 24.5 mil ha en 2003, con una producción de 23.9 mil toneladas y un valor de producción de \$40 millones, a 36.5 mil ha en 2019, con un volumen de producción de 36 mil toneladas y un valor de \$299.9 millones.

Durante el recorrido de campo para validación del frente de deforestación se zonas de potrero y principalmente cultivos de limón (*Figura 51*).

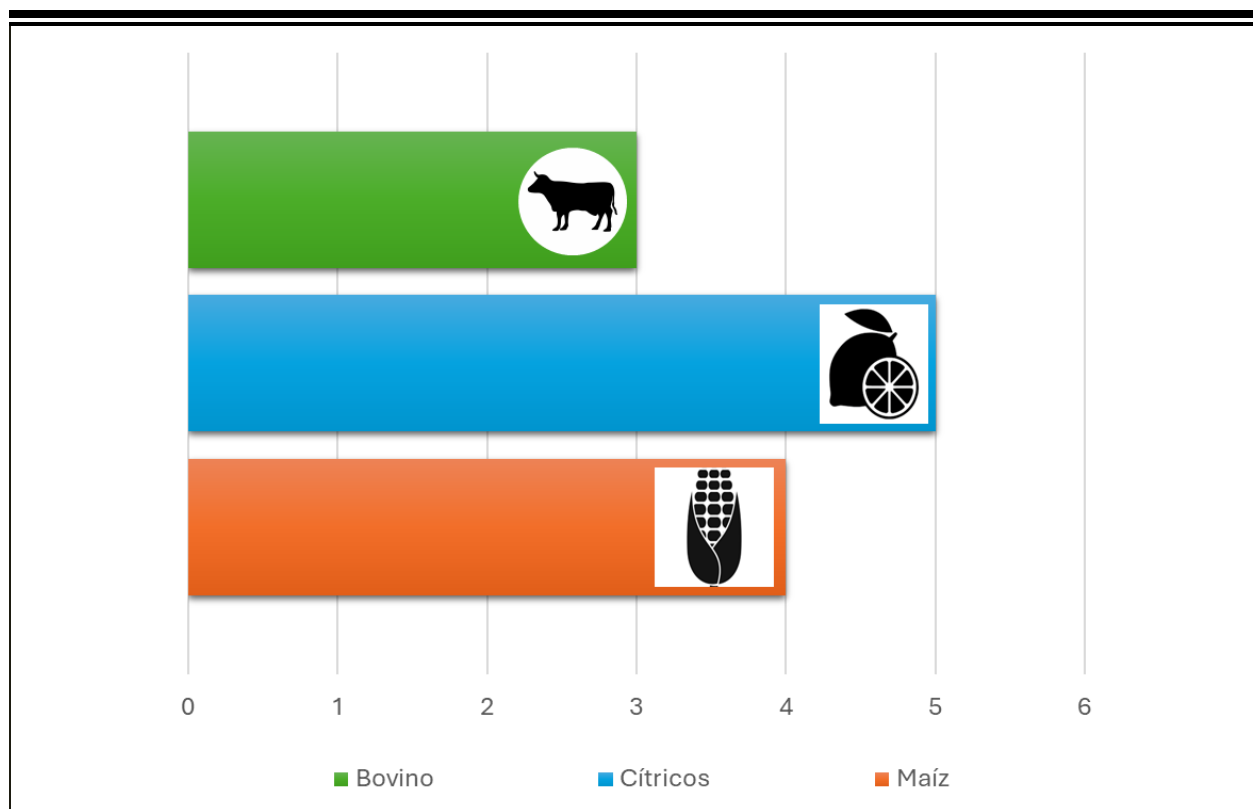


Figura 50. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Oxkutzcab-Centro Yucatán, Yucatán.

Los impulsores indirectos que se pueden deducir y que se detectan mediante la caracterización y validación del frente se resumen en la *Figura 52*, indicando su grado de importancia o influencia hipotetizada. La economía para la producción y exportación de cítricos es importante en este frente. Cerca del 90% de la producción se destina para el consumo en fresco, siendo los principales destinos Jalisco, Puebla, Nuevo León, Ciudad de México, Campeche, Quintana Roo y Yucatán. El restante 10% de la producción se comercializa para la industria procesadora de jugos y concentrados, principalmente a la Procesadora de Cítricos de la Unión de Ejidos del Sur del Estado y otras empresas (e.g. CITRICYUC, CITRUS Patrimonial y Cítricos de la Península). Es evidente la importancia de la comercialización de limón para exportación a otras partes de la región y país, en las localidades de Dzán, Maní y Oxkutzcab se encuentra mucha infraestructura de centros de acopio y transportación de limón (y otros cítricos).



Figura 51. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Oxkutzcab-Centro Yucatán.

Así mismo, en Yucatán el cultivo de limón se ha incrementado a más de 100 mil toneladas anuales en 2023; cuyo crecimiento ha derivado de la disponibilidad de agua, suelos, y la sensación de seguridad en el estado. El limón se exporta a Estados Unidos, Japón, Reino Unido y Dubái. A este cítrico se le ha denominado como el “diamante verde”, pues en Japón puede llegar a venderse en 370 pesos el kilo. Por ello, el limón ha incrementado en Tekax y Tzucacab exponencialmente desde el año 2003, aumentando hasta 5 veces su producción en 18 años.

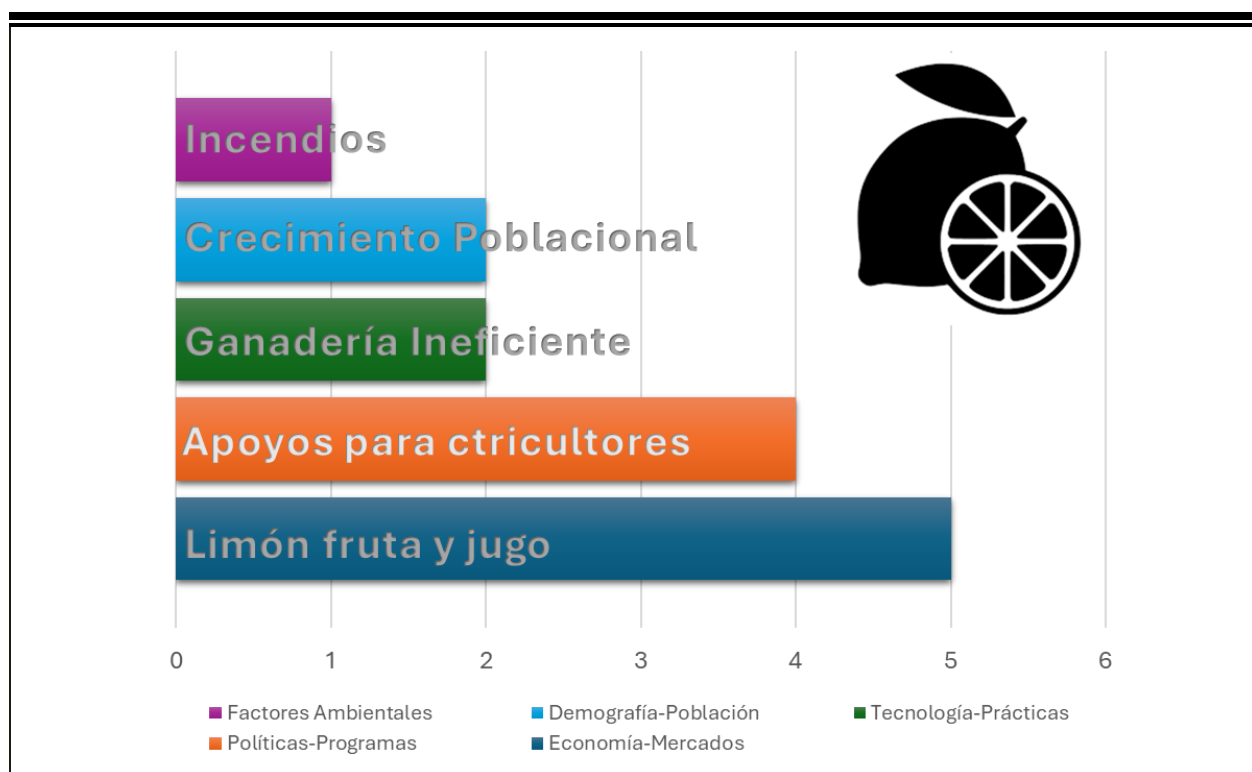


Figura 52. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Oxkutzcab-Centro Yucatán, Yucatán.

Se ha notado que los subsidios ganaderos en Yucatán han sido asociados con una mayor deforestación por el establecimiento de potreros; y los subsidios agrícolas influyen en fomentar cultivos de maíz, así como la producción de cítricos más recientemente. El subsidio de Progan en Yucatán, por ejemplo, es asociado con una mayor deforestación para potreros, y los subsidios agrícolas (Procampo, Proagro y Producción para el Bienestar) han sido un factor importante en fomentar cultivos de maíz e incluso la producción de cítricos. Los programas nuevos que han reemplazado estos subsidios

agrícolas del pasado, como Producción para el Bienestar, siguen en gran parte el mismo modelo, apoyando en la actualidad más variedad de producción agropecuaria. En adición, el incremento de población y demanda de alimentos en la región por el crecimiento de Mérida puede estar incidiendo en la deforestación de este frente. Recientemente las selvas y cultivos de henequén alrededor de Mérida han estado siendo sustituidos por zonas urbanas; lo cual podría impactar de la misma manera al área del frente de Oxkutzcab, derivado del aumento de la mancha urbana de las cabeceras municipales, las cuales se presentan en gran densidad derivado del número de municipios y aumento poblacional.

La reducción de la deforestación en este frente va a depender de estrategias y acciones que se enfoquen en los sectores de la producción de cítricos, en particular el limón persa, así como en el sector ganadero bovino. Como en otros frentes, donde existen impulsores económicos de importancia, como la industria de cítricos, se puede trabajar con las empresas para que adopten compromisos ambientales y sociales, y los productores puedan beneficiar de programas para la conservación además de producción de manera vinculada. El uso de subsidios o incentivos para conservar los terrenos forestales para servicios ambientales también pueden ser efectivos si estos se implementan adecuadamente. Adicionalmente, se propone otras estrategias de agricultura integrada integrando el uso de recursos forestales, agua y otros servicios ambientales forestales. Finalmente, un mayor papel de investigación y extensión agropecuaria para mejorar la sustentabilidad y rendimientos de los granos y el ganado bovino.

IV.5.2 Tekax

El frente de deforestación de Tekax abarca los municipios de Tekax, Tzucacab y Peto, presenta un total de 60 ejidos con deforestación, siendo el ejido N.C.P.E. San Rufino donde en los años del 2019 al 2023, se perdió un aproximado de 107 ha en ese ejido, teniendo una pérdida promedio forestal de 24.5%, y el ejido Kakalná, tuvo un promedio de pérdida forestal anual de arriba del 20% anual generados por la agricultura mecanizada. Los principales impulsores directos de este frente son la agricultura mecanizada de soya, maíz y sorgo, seguido por la apertura de potreros para ganado

bovino, cultivos de limón y en menor proporción la agricultura de baja escala. Por su ubicación geográfica, su vegetación se compone de una vegetación de selva baja y mediana caducifolia y subcaducifolia. Actualmente se observa un incremento en la deforestación en la parte noreste y suroeste del frente.

La localidad de Tzucacab, al norte del municipio con el mismo nombre, forma parte del corredor cítrico de Yucatán, que se describe para el frente vecino de Oxkutzcab. En esta región crece la superficie deforestada por la expansión de cultivos de limón. En la zona centro y este del municipio de Tekax la deforestación reciente comprende de potreros grandes para ganadería bovina, monocultivos de maíz, en casos con riego, y se empieza a ver nuevos cultivos de sorgo. Por la localidad de Becanchén se observa nueva deforestación para potreros, y en la zona sur del municipio Tekax, por la localidad de Nohalal, la deforestación avanza por la agricultura mecanizada para el cultivo de soya y sorgo. Esta deforestación se asocia con la actividad productiva de los menonitas que han llegado recientemente a esta región sur del Estado de Yucatán. En el Municipio de Tekax entre 2002 a 2023 se perdió 25,600 ha cobertura arbórea, representando el 14% de la cobertura del año 2000; en este periodo los años críticos fueron 2009 y 2019, con 2,960 ha y 2,840 ha respectivamente.

La *Figura 53* indica la distribución del frente por tipo. Este frente que se extiende hacia la frontera forestal en el cono sur del Estado de Yucatán y en su mayoría es de tipo directo (7,411 ha). Los frentes o sitios de deforestación reciente de tipo disperso ocupan una superficie de 1,628 ha. Este frente colinda en su límite oriental con la Reserva Estatal Biocultural del Puuc y al sur del frente se localiza el Área Protegida Bala'an K'aax. Esta región del cono sur de Yucatán contiene las selvas mejor conservadas e intactas en el estado de Yucatán. En este frente se encuentra propiedad ejidal y privada, siendo predominante la propiedad ejidal.

La región del frente de Tekax se caracteriza por ser uno de los sitios que se considera mejores para la producción agrícola en el estado. Los terrenos ejidales de la zona han sido fraccionados y repartidos entre ellos permitiendo la explotación de forma individual o grupal y se caracteriza por la presencia de productores de pequeña y mediana escala con tierras mecanizadas de entre 10 y 20 ha. Los municipios que producen soya en

Yucatán son Tekax y Tzucabab, los cuales aportan un gran porcentaje de la producción del estado y en el 2017 generó 4,650 ha. En el 2022 aumentó considerablemente de 6,687 ha, incentivado principalmente por programas federales.

Esta región sureste de Yucatán de los Municipios de Tekax, Tzucabab y Peto tiene una historia de ocupación desde antes de la llegada de los españoles, lo que está testiguado por las ruinas arqueológicas que se encuentran en la región. A inicios de 1960 con el proceso de colonización para el aprovechamiento de tierras promovidas por el gobierno federal, inició un capítulo nuevo en el aprovechamiento de los recursos en toda la península. La producción en esta región era principalmente de milpa, posteriormente de cítricos y hortalizas, a partir de 1970 se introdujo la producción de pastizales.

Durante la década del 2000, el cultivo de soya se expandió en el estado vecino de Campeche, pasando de las 650 ha en 2003 a 16 mil ha en 2014, y posteriormente a 55 mil ha en 2018. Este fue un proceso que se expandió más allá de Campeche, alcanzando al centro de Yucatán, donde el cultivo de soya genéticamente modificada era problema debido a las prácticas que conlleva consecuencias a los productores de miel. En la zona sur del frente, en el norte del Municipio de Tekax, fue donde inició la introducción de la soya genéticamente modificada en 2003, afectando a la biodiversidad a través de la deforestación para la implementación de este cultivo agroindustrial y contaminando los mantos freáticos derivado del intensivo uso de glifosato. En esta región del frente se concentran productores con cultivos de soya de entre 10 y 70 ha. La producción de soya sigue teniendo auge debido al bajo costo y el alto precio por tonelada, lo que incentiva a los pobladores para producirlo. En el 2021, se reportó una pérdida forestal de 22,400 hectáreas de bosque primario siendo el municipio de Tekax el tercer lugar con mayor pérdida forestal en el estado con 1,055 ha.

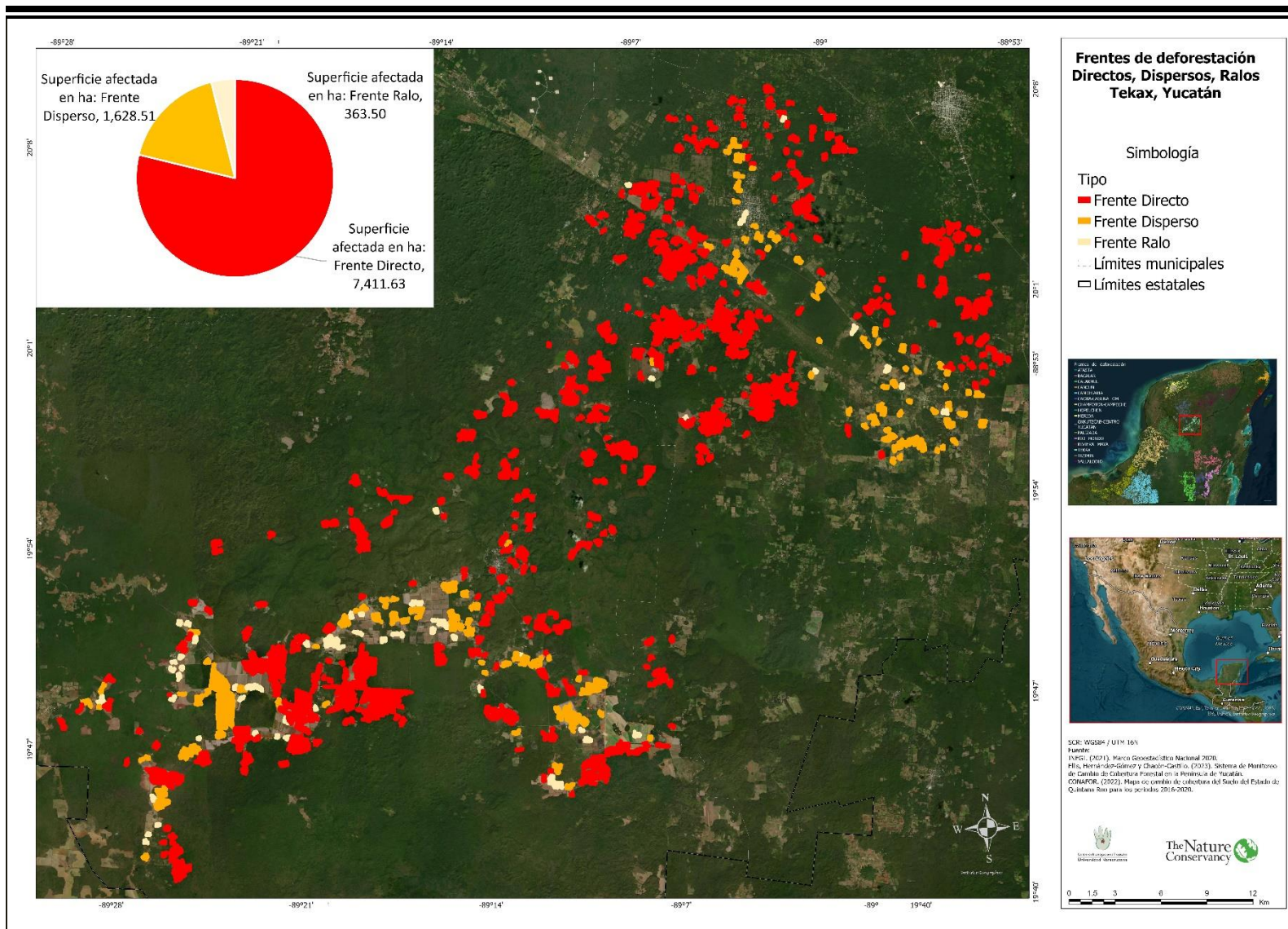


Figura 53. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Tekax, Yucatán.

En este frente de deforestación se distribuye la propiedad ejidal y privada. siendo predominante la propiedad ejidal. La región del frente de Tekax se caracteriza por ser uno de los sitios que se considera mejores para la producción agropecuaria en el estado de Yucatán. Su superficie agrícola se aprovecha para el cultivo de maíz, soya, pastizales, hortalizas y cítricos. Los municipios que producen soya son Tekax y Tzucacab los cuales aportan un gran porcentaje de la producción del estado y en el 2017 generó 4,650 ha; posteriormente en el 2022 aumentó considerable a 6,687 ha, incentivado principalmente por programas federales. La *Figura 54* muestra el cambio de suelo ocurrido en el frente de Tekax. Es evidente la importancia de los cultivos mecanizados y agroindustriales de maíz, soya y sorgo, con la mayor superficie en el frente (4,359 ha). En segundo lugar, las praderas para la producción bovina suman a 1,943 ha.

Las causas directas identificadas en el frente de deforestación de Tekax se resumen en la *Figura 55*. Las actividades económicas del frente son principalmente la producción agrícola y producción animal. En el 2019 se reportó un despegue histórico con un crecimiento de 41.6% en el estado. En el 2022 en los municipios de Tekax, Tzucacab y Peto se reportó una producción de maíz del 18%, soya del 13%, generando arriba de 155 millones de pesos. También la producción de cítricos es una fuente importante de ingresos, tan solo en el 2012 el estado se encontró entre los primeros cinco lugares en la producción de limón persa y limón italiano. Mientras que la carne fue la de mayor producción fue la bovina en el 2022 con un 62% y seguido por la porcina. En el frente se localiza ranchos con infraestructura para juntar y transportar ganado (e.g. corrales, establos).

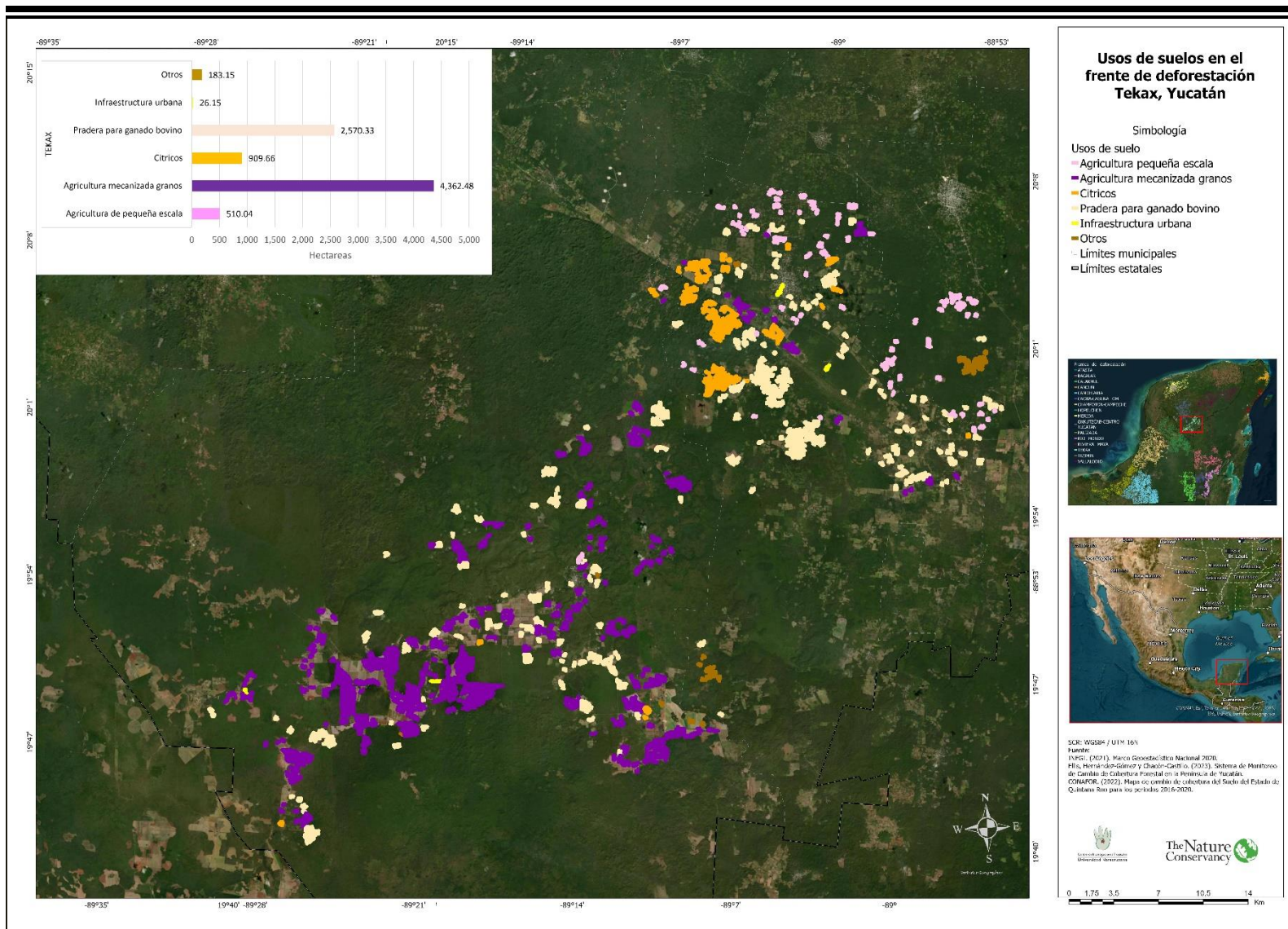


Figura 54. Usos de suelo en el frente de deforestación de Tekax, Yucatán.

Al suroeste del municipio de Tekax se ubican ejidos productores de soya como N.C.P.A. Nuevo Santa Cruz, N.C.P.A. San Felipe, José López Portillo, entre otras cercanas a la frontera Yucatán-Campeche. Estos ejidos aplican la agricultura mecanizada y son los importantes productores de la región que consisten en ejidatarios y productores privados. Recientemente se han asentado comunidades menonitas en la zona de Becanchén donde implementan la agricultura mecanizada. La producción agroindustrial en este frente se canaliza para la producción de harinas, aceites comestible y alimento para animales, las cuales están localizadas en la Ciudad de Mérida, así como en otras localidades por Oxkutzcab y Tzucacab. Estos procesadores incluyen empresas medianas y grandes como MASECA y CAMPI. Por su cercanía a Campeche y población la Menonita, también hay vínculos para la comercialización en Campeche y disponen de un buen acceso a compradores y mercados de mayor escala.

Respecto a la producción de cítricos en los municipios de Tekax y Tzucacab, ésta ha ido en aumento desde la década del 2000, comenzando en el 2003 con 314 ha sembradas de limón y su respectiva producción de 1,335 toneladas con un valor de 655 mil pesos, hasta 2020 con 444 ha sembradas, una producción de 5,591 toneladas y un valor de 25 millones de pesos. La naranja pasó de 1,261 ha en 2003 con 9 mil toneladas y una producción de 5 millones pesos, hasta llegar a 1,689 ha en 2020, una producción de 248 mil toneladas y un valor de 64 millones de pesos. Puede notarse un aumento notable en el valor de la producción, hasta 41 veces más de limón y 12 veces más de naranja. Se encuentran sitios de acopio y transporte de limón (cítricos) en Tzucacab.

Durante el recorrido en campo para la validación de los frentes de deforestación se identificaron múltiples zonas de agricultura mecanizada, tanto por productores menonitas como pobladores nativos (*Figura 56*).

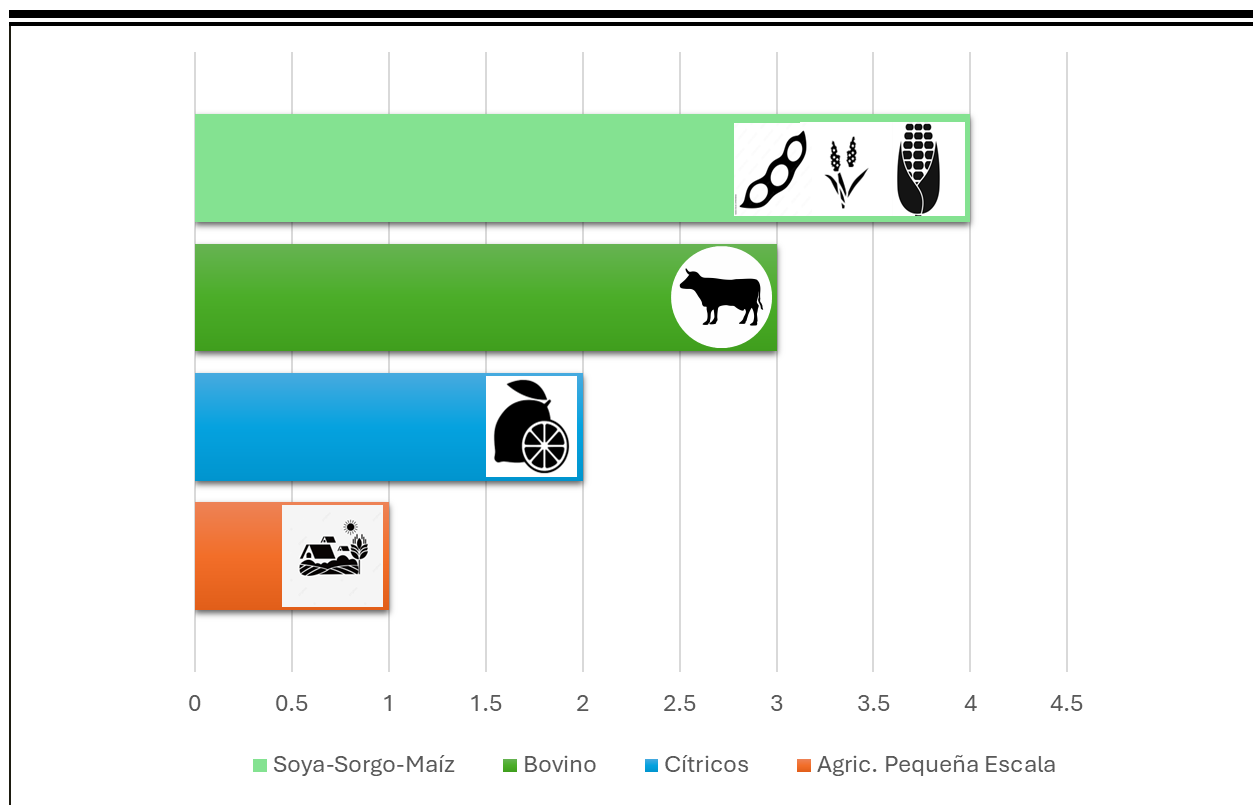


Figura 55. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Tekax, Yucatán.



Figura 56. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Tekax.

Los impulsores indirectos que se observan después de la caracterización y validación del frente se enseñan en la *Figura 57*, señalando la dominancia de la actividad económica de los cultivos agroindustriales de granos. Estos granos como el maíz, sorgo y soya se producen para abastecer a procesadores industriales (e.g. MINSA, Aceitera del Golfo, MASECA) y otras empresas de alimento humano y animal en la ciudad de Mérida y alrededores.

Los programas de gobierno para apoyar a los productores e impulsar la producción agropecuaria en el estado de Yucatán tienen un papel importante en impulsar la deforestación. Se ha observado que el subsidio de PROGAN en Yucatán es asociado con una mayor deforestación para potreros, y los subsidios agrícolas (Procampo, Proagro y Producción para el Bienestar) influyen en fomentar cultivos de maíz y también apoyan a la producción de cítricos. En relación con el factor subyacente ambiental, las sequías recientes han afectado mucho la producción agropecuaria. Para cultivo de limón cada vez más se hace necesario los sistemas de riego. Con la sequía y aumento de calor los incendios han aumentado. Ha habido impactos de incendios, pero su contribución a la pérdida de cobertura forestal no es muy significativa. La migración de menonitas al sur ha incidido en una mayor deforestación en este frente.

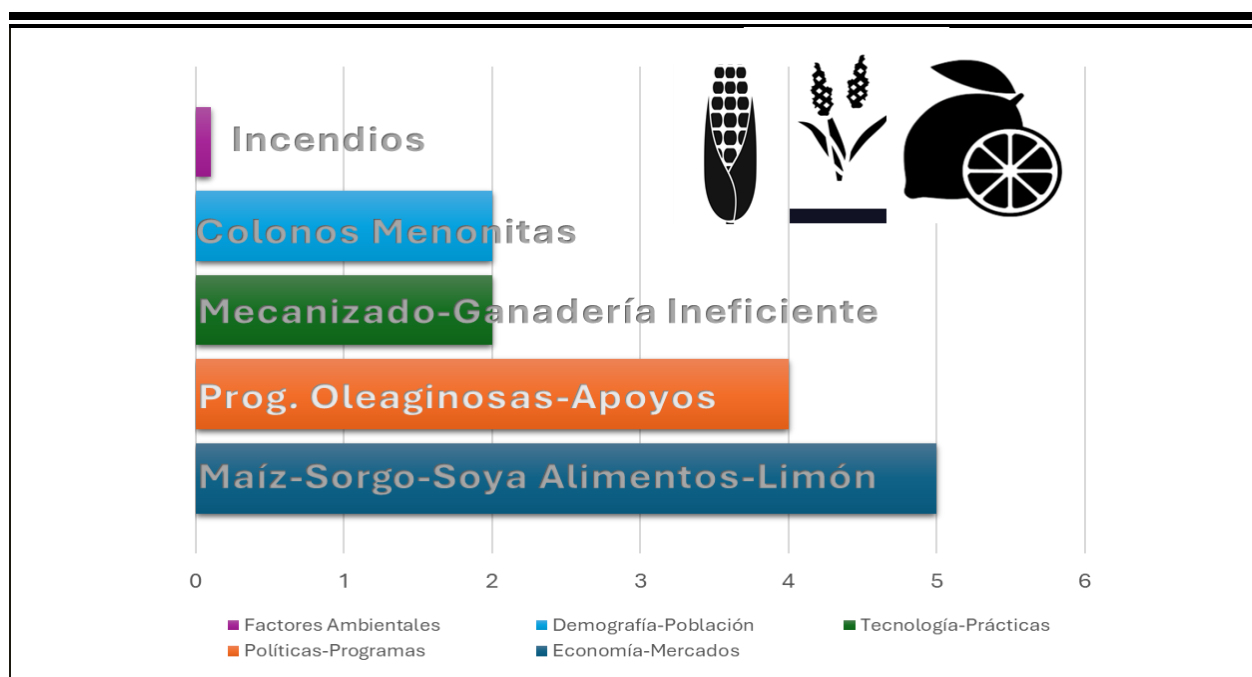


Figura 57. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Tekax, Yucatán.

Como estrategias y acciones de reducir la deforestación se propone programas de gobierno e incentivos de inversión para empresas que apoyen y desarrollen una agricultura integrada con conservación de recursos y servicios ambientales forestales. El uso de subsidios o incentivos de conservación pueden ser efectivos con la población menonita, así como el resto de los productores ejidatarios. Aunado a esto, es necesario la investigación vinculada con su extensionismo en campo que atienda la falta de tecnología y prácticas para mejorar la eficiencia y producción de ganado bovino puede afectar la superficie deforestada. La agricultura mecanizada puede ser altamente tecnificada. Unos productores de maíz con riego comentaron el uso de drones para fumigar, y los menonitas aplican también aplican prácticas aplicando tecnologías más modernas y maquinas especializadas para soya, sorgo, etc. Se desconoce si estos afectan negativamente las superficies sembradas, pero esta misma tecnología es aplicable para mejorar la productividad, eficiencia y rendimiento de cultivos, potencialmente reduciendo la presión a los fragmentos de selvas en el frente de Tekax.

IV.5.3 Tizimín

El frente de deforestación de Tizimín abarca los municipios de Tizimín, Sucilá, Panabá, Espita y Calotmul, donde se encuentran un total de 110 ejidos, pero también propiedades privadas, siendo la ganadería la principal actividad en el sitio. Este frente es el más grande el estado (57,552 ha). El ejido con mayor frente de pérdida forestal fue El Edén, presentando una deforestación promedio anual de 5.6%, causado principalmente por la expansión ganadera. La propiedad privada con mayor deforestación se localiza a unos 16.54 kilómetros del municipio de Tizimín, originado por la agricultura mecanizada para el cultivo de soya. Por su ubicación geográfica, su vegetación se compone de selva baja caducifolia, subcaducifolia y subperennifolia, así como selva mediana caducifolia, subcaducifolia y subperennifolia, dunas costeras y humedales.

La región del noreste de Yucatán donde se ubica el frente de deforestación comprende un 38.9%, ejidal (135,395.1 ha) un 61.1% de propiedad privada (212,601.4 ha) y un 0.1% de propiedad pública. El territorio está enfocado principalmente para la para la producción ganadera y agrícola, que se utiliza en gran parte para la engorda de ganado. El censo

agropecuario 2022 reportó un incremento del número de propiedades privadas con 388 más con respecto al 2016 (576). Actualmente, muchos terrenos cerca de Tizimín, destinados a la ganadería, se están convirtiendo para la producción de soya. Tan solo la producción de soya en fue de 600,000 ha en ese mismo año. Actualmente se observa un incremento de la deforestación mayor en la zona noreste y sureste del frente, principalmente por el sector privado. En la *Figura 58* se observa el frente de Tizimín de acuerdo con el tipo de frente. No es sorprendente que la deforestación dispersa sea la mayoría representada (35,162 ha), ya que este frente está caracterizado por un paisaje forestal muy deforestado y fragmentado, resultado de una historia de disturbio que viene desde la época colonial. En ese sentido, también destaca en segundo lugar la deforestación rala de pequeños fragmentos (<50 ha) con 14,628 ha. La deforestación tipo directo (10,915 ha) se concentra al este y sur donde limita con las áreas de selva mediana conservadas e intactas en los límites con el estado de Quintana Roo y al sur de los Municipios de Tizimín y Calotmul.

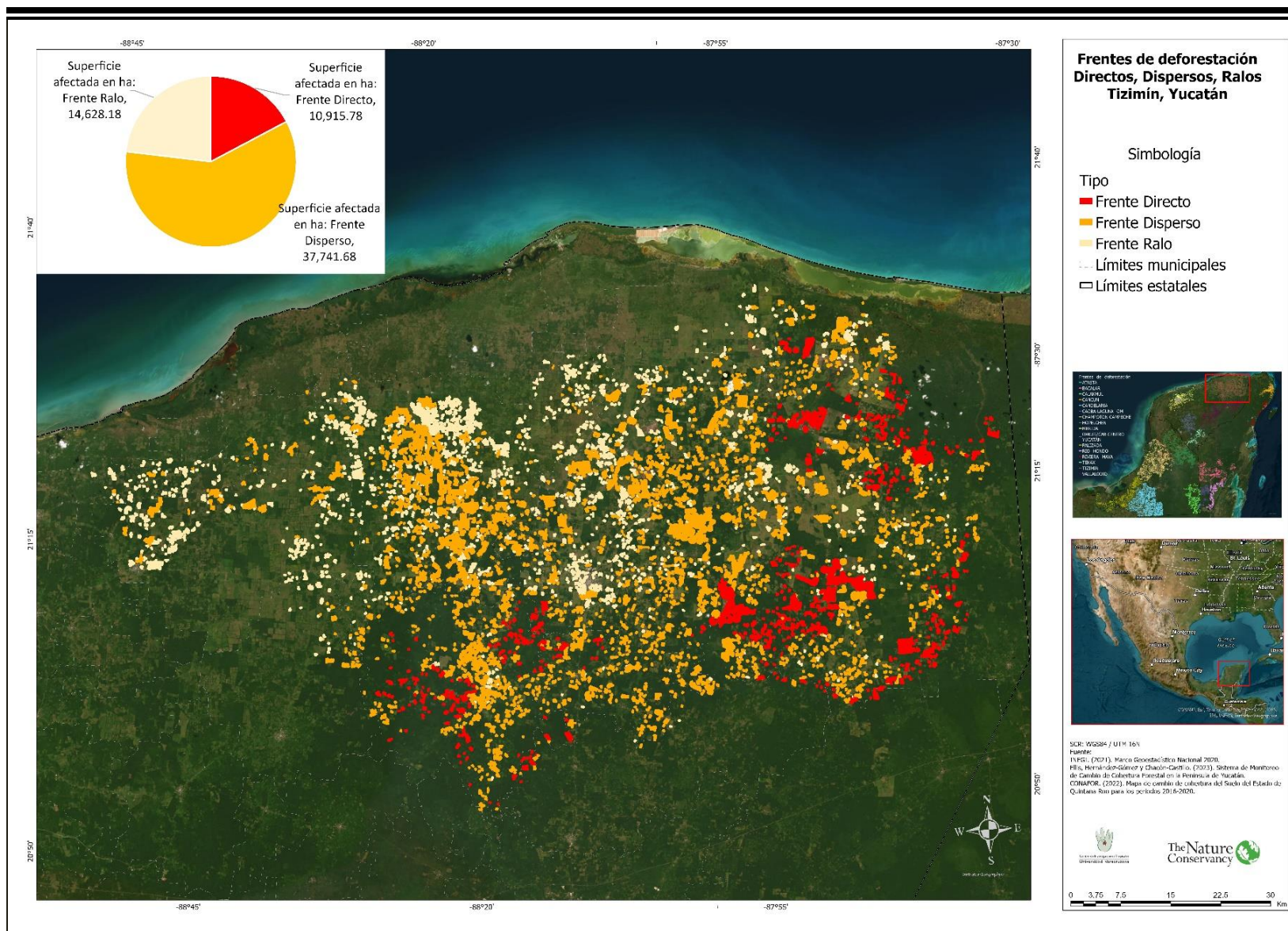


Figura 58. Frentes de deforestación directos, dispersos y ralos en Tizimín, Yucatán.

La región del noroeste de Yucatán ha sido ganadera, impulsada desde el siglo XVI y comenzó cerca de los poblados donde se asentaban y concentraban la población, con haciendas dedicadas a la cría y al pastoreo de ganado por sus altas extensiones de pastizales naturales, pero hubo un aumento en los siglos XVIII y XIX por la demanda local y nacional. Su mayor auge fue a mediados del siglo XX por los programas sociales que fomentaron la migración en los años de 1960 a 1970, lo que provocó la destrucción del recurso forestal al subsidiar de forma intensiva el cambio de uso de suelo por la aplicación de programas de tipo agropecuario, llegando a existir el Programa Nacional de Desmontes (PRONADE). La primera etapa del PRONADE comprendería en el desmonte de grandes áreas de extensión, que fuera destinado a la ganadería. Posteriormente en la década de 1990 con los apoyos como Procampo, Proagro y Progan, propició que el municipio de Tizimín fuera el que mayor deforestación presentó en esa época, así como la obtención de un mayor monto del apoyo de estos programas. Actualmente en el sureste mexicano específicamente en el frente de nuestro estudio se han visto pérdidas forestales importantes entre el 2001 y 2018. Tan solo en el 2004 se vio un crecimiento del territorio para el aprovechamiento agrícola y pecuario del 21%; y el marco censal agropecuario del 2022 reporta que en la actualidad presenta una extensión de 348,234.109 ha, en el frente de estudio.

La producción de maíz se utiliza para alimentar al ganado para su cría y engorda, para vender cabezas de ganado para venta nacional e internacional. En el sitio de estudio, los ganaderos usualmente integran los tres usos de suelos y actividades productivas (siembra de maíz, cría de ganado y engorda). La producción de soya genéticamente modificada (GM) tuvo auge antes del permiso nacional (2008) y principalmente por grupos de empresarios agrícolas, ubicados en el municipio de Tizimín, lo que ha llevado a la disminución de la vegetación y conflictos con otros tipos de productores de la región como los apicultores. La *Figura 59*, muestra el mapa de usos de suelo resultantes de la deforestación en el frente. Son casi 52,000 ha que se ocupan para las praderas para el ganado bovino. El cultivo de granos, destinado en gran parte a la alimentación y engorda del ganado, ocupa una superficie de 6,197 ha. En ese sentido, cerca del 95% de la deforestación es destinado al mercado de carne, principalmente para la región de la Península de Yucatán.

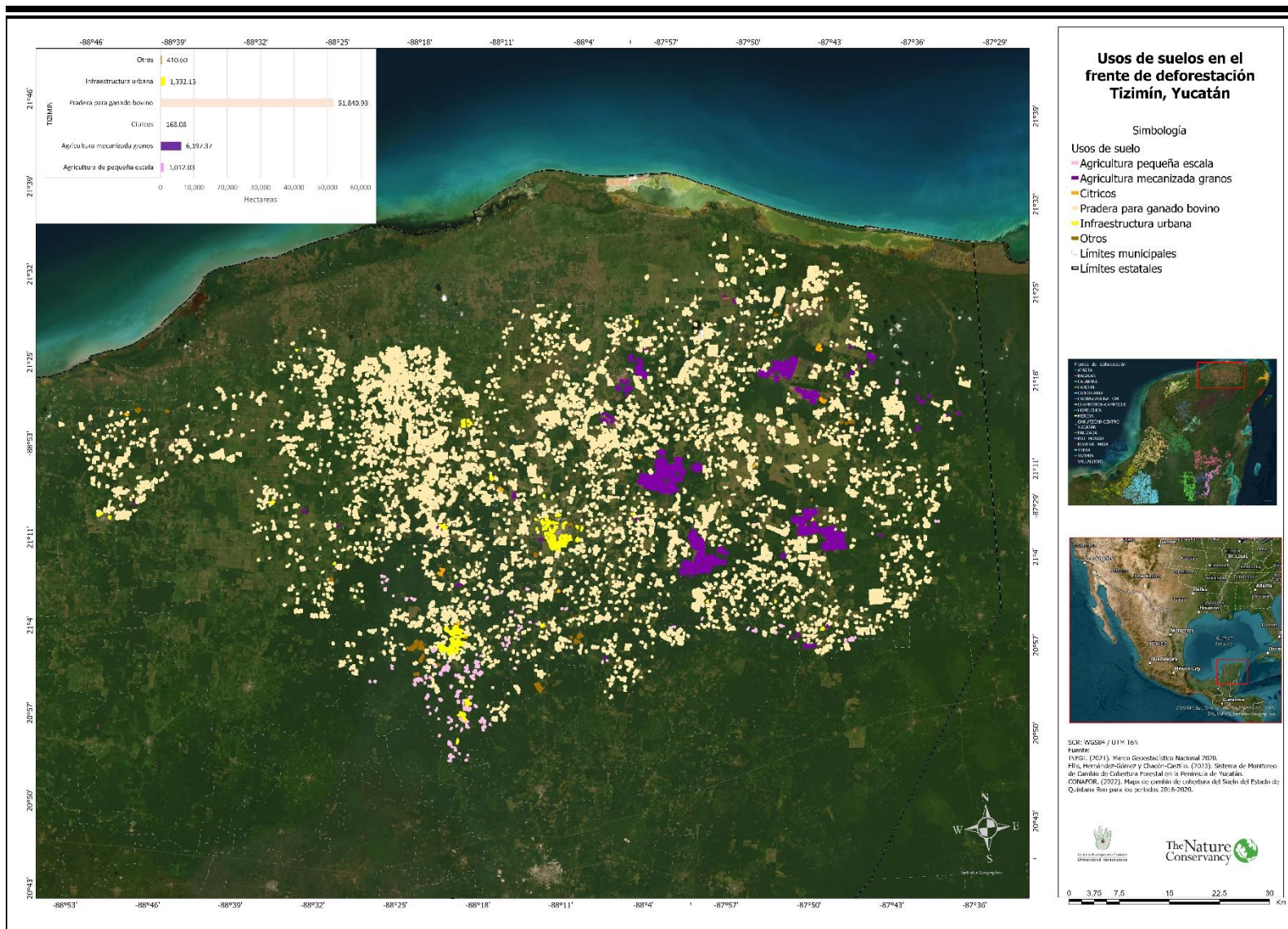


Figura 59. Usos de suelo en el frente de deforestación de Tizimín, Yucatán.

A nivel nacional el estado de Yucatán se encuentra en el puesto 22 en producción ganadera lo que genera miles de empleos directos e indirectos. Entre las principales razas de ganado que se producen en el estado se encuentran: Brahman, Nelore, Gry, Guzarat, Simbra, Simmental, Charolais y Suizo. Los ganaderos de la región principalmente obtienen un solo producto de sus predios, mientras una menor proporción de ganaderos mencionan que obtiene dos o más (cría de becerro, venta de novillos, venta de novillos a media engorda). Por lo que el predominio es la cría de becerros destetados con el objetivo de venta nacional e internacional. El segundo producto es la venta de novillos terminados, el tercero son los novillos a media engorda que en realidad son novillos mayores que son vendidos en función de la posibilidad forrajera del productor y por último esta la venta a media cría o venta de sementales.

De acuerdo con el SIAP, se observa la variación anual de la producción de carne en canal, así como el valor de la producción, las cabezas sacrificadas y el precio por kilo de carne en canal. La mayor producción ganadera, como era de esperarse, se lleva a cabo en el municipio de Tizimín teniendo su pico de producción en 2018 con 12,835 cabezas sacrificadas valoradas en 56 millones de pesos. Pero también está el aumento del cultivo de maíz para el ganado y la producción de soya en zonas cercanas al municipio de Tizimín. La producción de soya actualmente está desplazando a la ganadería, lo por lo que grandes extensiones se empiezan a observar principalmente en zonas cercanas a la localidad de Tizimín. Las causas directas de la deforestación que se identifican en este frente sin duda es la ganadería bovina, seguido por los cultivos mecanizados de granos, principalmente maíz y soya y, en muy poca proporción, la agricultura de pequeña escala (*Figura 60*).

Durante el recorrido de validación del frente en campo se pudo observar que la mayoría de la deforestación ha sido causada por la implementación de potreros para ganado bovino, y en menor proporción por cultivos variados como limón, papaya, chile habanero y maíz (*Figura 61*).

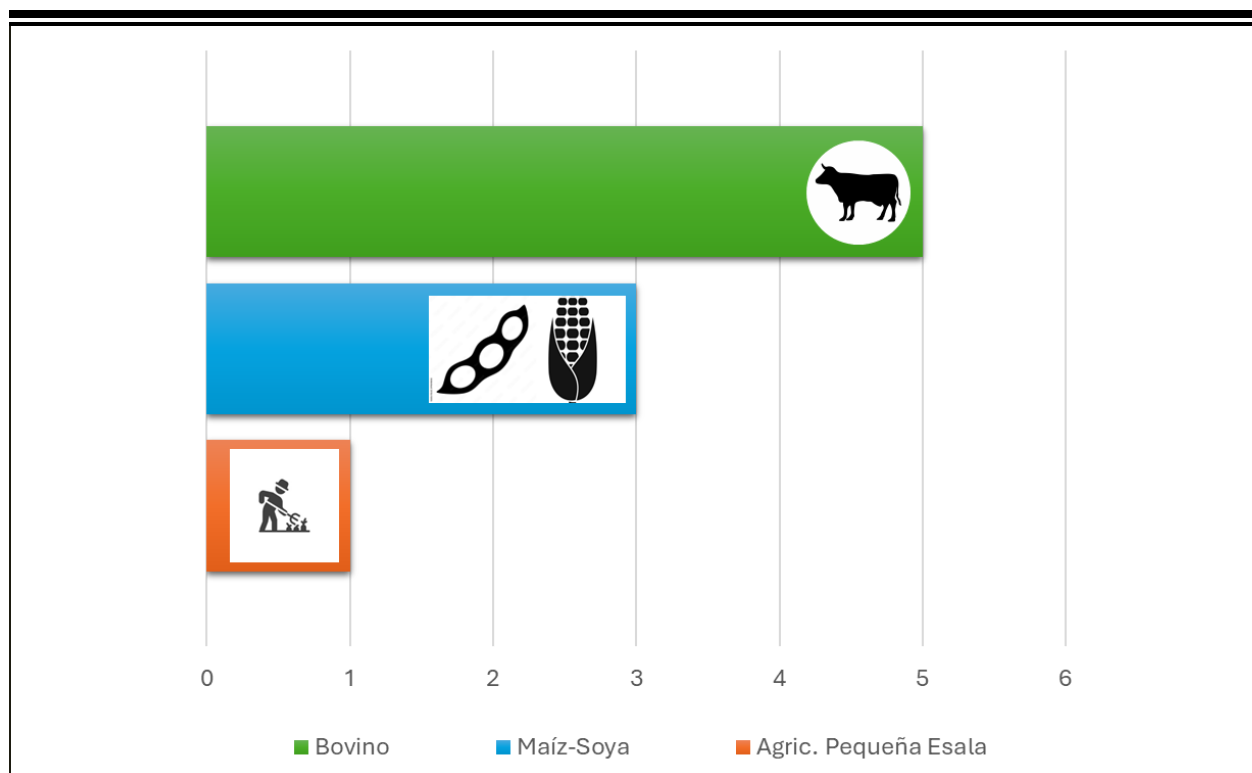


Figura 60. Incidencia de los impulsores directos en la deforestación del frente Tizimín, Yucatán.

Los impulsores indirectos que se observan después de la caracterización y validación del frente se resumen en la *Figura 62*, señalando la dominancia de la actividad económica ganadera. De acuerdo con el SIAP, en este frente los cultivos con mayor importancia económica son los pastos y praderas para la producción bovina, el maíz en grano, la papaya y la soya. El maíz en grano en la zona tuvo un incremento paulatino del precio entre 2003 y 2019, aunque éste decayó en 2005 donde la producción cosechada y el valor de la producción decayeron; cabe destacar que la superficie sembrada cambia por el intercalado con soya y sorgo en las zonas de cultivos mecanizados. La papaya aumentó su precio de la misma forma, solo que su precio se disparó en 2007 aumentando su producción y las ganancias, incentivando su aumento en años posteriores. Los pastos y praderas han aumentado con el fin de alimentar al ganado bovino, teniendo su pico en el año 2008. Finalmente, la soya ha aumentado su superficie en 10 veces, pasando de 600 a 6,000 ha y su precio duplicado.



Figura 61. Fotografías de los puntos de validación del frente de deforestación Tizimín.

Los principales productores de soya son: la firmas EnerAll, y La Sociedad de Producción Rural El Chilib, que en conjunto cultivaron en el 2017 el 83% de la superficie de soya de Tizimín. Dentro del frente hay dos granjas porcícolas, una hallada en el sureste de Sicilia y la otra a al norte del municipio a 15 km de Tizimín. La ganadería sigue teniendo mayor terreno en la producción, un reportaje del periódico Quadratín publicado en el 2023, el secretario de desarrollo rural menciona que “Tizimín produce el 70 % de los becerros de la entidad y son los de mayor precio”.

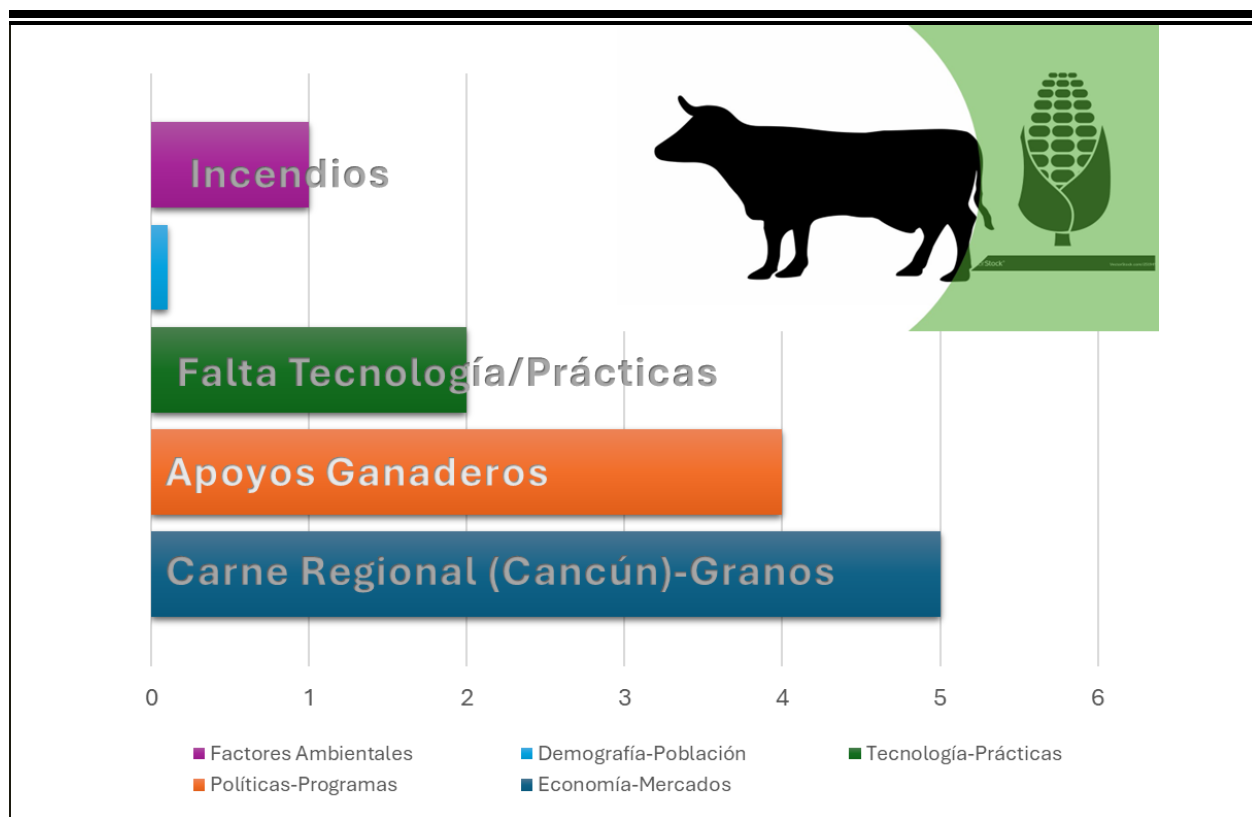


Figura 62. Incidencia de los impulsores indirectos en la deforestación del frente Tizimín, Yucatán.

La carne de res yucateca se vende en los estados de Campeche, Tabasco, Veracruz, Ciudad de México y Monterrey. A partir del 2017 al 2021 hubo un incremento de la producción de carne del 15%. En el 2022 reportan que en Yucatán todavía no exporta carne de res, principalmente porque existe una alta demanda en el mercado local, peninsular y nacional. La secretaria de desarrollo rural menciona que el sector hotelero de Quintana Roo es el mayor consumidor de carne bovina de Yucatán, desplazando al

centro del país. Actualmente, también hay reportes de que ya se ha iniciado la venta de novillos al extranjero.

El frente Tizimín cuenta con los apoyos federales, como Producción para el Bienestar Fertilizantes para el Bienestar, Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura Componente Fomento a la Agricultura, Precios de Garantía, Abasto Rural y Abasto Social de Leche. A nivel municipal, se entregaron 140 certificados por parte del programa de Perforación de Pozos profundos a productores de 11 comunidades para que puedan utilizar el agua profunda para la producción agrícola y pecuaria en la región del frente.

Sin embargo, el incremento de agroquímicos ha generado la pérdida de más de 300 colmenas en lo que va del 2024. Un estudio por parte de la Universidad Autónoma de Yucatán realizó un muestreo de agua y suelo encontraron la presencia de glifosato en agua de mar, agua potable, en las ría y sedimentos, debido que se usa este herbicida en la producción de soya, lo que puede ser perjudicial al humano (males como Parkinson, Alzheimer o cáncer).

En el 2017 se inició con la construcción de una planta procesadora de semillas (maíz, trigo y soya), con la finalidad de abastecer a otras empresas en el municipio de Tizimín y con una capacidad de 50 mil toneladas métricas. Este proyecto tuvo una inversión de 140 millones de pesos, por parte del sector privado (EnerAll y Cargill), con el objetivo de abastecer a empresas como Grupo Crío, Grupo Porcícola Mexicano, Proteínas y Oleicos, Maseca, Bachoco, Malta, Buenaventura y Purina, entre otras industrias. En el 2023 se inauguró el primer centro de mejoramiento genético y fue construido a través de una inversión conjunta de 44 millones de pesos, en equipo el gobierno del estado y con productores y la Federación. Para beneficiar a los productores pequeños de toda la región en la obtención de ganado de mayor calidad para su exportación.

Muchos de los ranchos han optado por mantener a sus cabezas de ganado rotando en pequeñas parcelas de potreros divididos por cercos vivos, lo que permite la recuperación de los acahuals para un posterior aprovechamiento para el cultivo de pastos o maíz que generan alimento para el ganado. De expandir esta práctica aún más en el frente se reduciría los efectos de la erosión, ayudando a captar carbono dentro de las zonas

ganaderas. Aunado a estas prácticas mejoradas, se recomiendan estrategias y acciones que reduzcan la deforestación mediante la promoción de estas prácticas, así como la investigación para la mejora de los sistemas ganaderos, estos esfuerzos deben integrar a las cooperativas de productores ganaderos y empresas para promover una ganadería sustentable. Por otro lado, se pueden aplicar programas de gobierno con productores pequeños para impulsar mejores prácticas y técnicas que conlleven a una ganadería sustentable e integrada, reduciendo la presión a las selvas de Yucatán.

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

V.1 Las Causas Directas

Las causas directas del cambio de uso suelo responsables por los recientes procesos de deforestación en la Península de Yucatán se resumen por frente de deforestación en la *Figura 63*; el grado de afectación de estas causas directas a las selvas intactas y conservadas es señalada. La ganadería bovina fue sin duda la causa directa y actividad productiva agropecuaria de mayor incidencia e intensidad asociada con la deforestación en toda la región peninsular. Se presenta en ocho de los 10 frentes de deforestación agropecuarios estudiados con intensidad media o alta, y en los frentes de Candelaria, Bacalar y Tizimín, son la causa directa principal y de mayor intensidad.

							Otros
QUINTANAN ROO							
Rio Hondo							
Bacalar							
Caoba-Laguna Om							
CAMPECHE							
Calakmul							
Candelaria							
Campeche-Champotón							
Hopelchén							
YUCATÁN							
Tizimín							
Tekax							
Oxkutzcab							

Figura 63. Influencia de los impulsores directos en los frentes de deforestación en la Península de Yucatán.

Con base en nuestro análisis de los frentes, el cambio de uso de suelo forestal a praderas para la producción animal bovina es prevalente por varias razones de las cual incluyen:

1. Mayor disponibilidad de tierras y menor disponibilidad de mano obra que caracteriza muchos productores pequeños y ejidales.
2. En áreas remotas y marginadas, con poca infraestructura o fácil acceso a centros poblados y mercados, es un uso de suelo productivo lógico de bajo insumos y mano de obra.
3. Se considera una forma de capitalizar o ahorrar para muchos productores.
4. Bajo las condiciones de lejanía y marginación hay una venta segura de becerros para engorda, a través de intermediarios.
5. Hay programas federales y estatales disponibles que apoyan con subsidios, animales y otros beneficios, así como créditos de fácil acceso, para el desarrollo de la actividad y producción ganadera por pequeños y grandes productores.

No obstante, a pesar de que estas razones pueden ser conducentes a que muchos productores se dediquen a la producción de ganado bovino, la actividad ganadera en la Península de Yucatán también enfrenta muchos retos y problemas, aunque también hay muchas oportunidades de mejora. La mayoría de los sistemas ganaderos se realiza mediante un pastoreo extensivo, ocupando grandes superficies de praderas con poca carga o densidad animal. Por consecuencia estos sistemas son muy ineficiente y de bajo rendimiento. Mejores prácticas ganaderas no se aplican que pueda mejora la intensificación y rendimiento como la rotación de potreros, el uso de pastos mejorados, sistemas silvopastoriles para la producción de forrajes entre otros.

Por otro lado, la producción bovina presenta un bajo nivel de valor agregado, principalmente por la falta de infraestructura y tecnificación. Por estas razones, una mayoría de los productores ganaderos se dedican a la cría y venta de becerros para engorda por empresas ganaderas o grandes productores en otros estados del país, asimismo como en la zona Escárcega en Campeche. A pesar de que la producción ganadera ha ido al alza y su aportación a la economía rural ha incrementado, en estados

como Quintana Roo, por ejemplo, el ganado producido por una mayoría de productores pequeños en zonas marginadas no es suficiente para participar en mercados importantes, como la industria turística, y por ende no contribuyen lo suficiente al mercado local, necesitando la importación de carne para abastecer la población de la Península de Yucatán.

La segunda causa directa de mayor frecuencia e intensidad en los frentes de deforestación consiste en la agricultura industrial mecanizada para el cultivo de granos, principalmente maíz, soya y sorgo. Este impulsor directo de la deforestación se presenta con mayor distribución e intensidad en el frente de Hopelchén. Sin embargo, igualmente es una causa directa de gran impacto en el cambio de uso de suelo en los frentes de Tekax en Yucatán, Champotón-Campeche en Campeche y Bacalar en Quintana Roo. En los frentes de Calakmul, Campeche y Tizimín, Yucatán, el cultivo agroindustrial de granos también incide como causa directa de deforestación, pero con menor intensidad que la ganadería bovina. En dos de los frentes, Bacalar y Hopelchén, el cultivo agroindustrial de granos es realizado por comunidades menonitas, casi en su totalidad. Mientras que en los frentes de Tekax y Champotón-Campeche, la agricultura mecanizada para producción de granos se comparte con productores ejidales y menonitas.

La atracción para emprender en la agricultura mecanizada y los cultivos de grano para el mercado agroindustrial puede ser muy atractivo para los productores rurales de la Península de Yucatán, ya que estos traen ingresos mucho mayores que otras actividades agropecuarias. Incluso, los pocos requerimientos que necesita el cultivo de soya lo hacen más ventajoso que cultivar el maíz. Sin embargo, el cultivo mecanizado para de maíz, sorgo y soya, para el mercado agroindustrial requiere de grandes inversiones en insumos, maquinaria e infraestructura que para muchos pequeños productores ejidales pueden estar fuera de su alcance. Los menonitas disponen de mayor acceso a capital para estas inversiones debido a su mayor producción económica regional, así como vínculos y redes de apoyo para créditos y financiamiento de su iglesia con presencia internacional. El gobierno federal, adicionalmente, ha apoyado el desarrollo de la producción agroindustrial de cultivos de grano, en particular en el estado de Campeche, a través de

varios programas de subsidios y créditos, como el Programa de Producción de Oleaginosas y actualmente, Producción para el Bienestar.

Sin embargo, este sector agroindustrial también ha estado marcado por dificultades, como son los problemas socioambientales que ha generado la cultivación mecanizada de granos en la Península de Yucatán. A parte del impacto en la pérdida de cobertura forestal por el avance de estos cultivos en la región, estos cultivos tecnificados requieren de altos insumos de agroquímicos, como el glifosato, que contaminan el manto freático y tiene repercusiones en la salud de la población local. Adicionalmente, estos agroquímicos han sido directamente responsables por la muerte de abejas, afectando la producción local de miel, generada principalmente por la población Maya. El avance de la agricultura industrial se ha visto incrementado en frentes de deforestación como Bacalar, Tekax y Champotón-Campeche, con la participación de grupos agroindustriales y productores menonitas y locales, lo que ha generado conflictos con otros sistemas productivos culturales como los milperos y apicultores, pero también por la necesidad de la obtención de más tierras para la producción, por lo que se ha visto un incremento acelerado en la deforestación.

A menor escala y de manera más puntal se representa la deforestación por la causa directa de la producción de caña de azúcar en el frente de Río Hondo, Quintana Roo y Champotón-Campeche, Campeche. La producción de caña de azúcar también requiere de la agricultura mecanizada con tecnificación, y está cercanamente vinculada a una industria azucarera agroindustrial de escala nacional para consumo nacional y exportación a Estados Unidos. La deforestación para este cultivo se relaciona directamente a la demanda y precio del azúcar en el mercado internacional. En ese sentido, solo son dos grandes empresas, Grupo Beta San Miguel, en el caso del frente Río Hondo, y Grupo Azucarero del Trópico, en el caso de Champotón-Campeche, con ingenios en el frente y que inciden en esta deforestación. En el caso de Yucatán, se presenta la deforestación para cultivo de limón persa para el mercado a nivel regional y llegando a mercados internacionales. Este cultivo es atractivo por su ingresos altos y buenos rendimientos, además de no requerir muchos insumos y mano de obra. Sin embargo, el cultivo es vulnerable a la sequía y baja precipitación, requiriendo de riego

para asegurar su rentabilidad. En años recientes, la demanda y mercado del limón ha crecido de manera significativa atrayendo inversión y la llegada de empresas exportadoras y jugueras.

La agricultura de pequeña escala, milpas u otros cultivos sin paquetes tecnológicos o prácticas mecanizadas en parcelas pequeñas y en parte para autoconsumo, igualmente están presentes en casi todos los frentes. Sin embargo, la deforestación por este uso de suelo es de muy baja intensidad al igual que sus superficies de impacto son mucho menores. La naturaleza migratoria dentro de zonas con selvas secundarias y acahuales de la agricultura roza-tumba-quema o milpas, lo vuelve una pérdida de cobertura arbórea temporal, por lo que su impacto en la deforestación es cuestionable.

V.2 Los Impulsores Indirectos

En la *Figura 64* se resumen los impulsores indirectos del cambio de uso suelo asociados con los recientes procesos de deforestación en la Península de Yucatán e indicando su rango de influencia. En base de las causas directas identificadas y la caracterización y validación en campo de los frentes de deforestación agropecuarios se pudo formular hipótesis de cómo influyen los impulsores indirectos de los rubros económico o de mercados, de políticas públicas o programas de gobierno, de aspecto social o demográfico, de tecnología o prácticas agropecuarias o de impactos ambientales naturales.

El análisis de los frentes de deforestación revela que los factores económicos y de mercados influyen con mayor incidencia e intensidad en todos los frentes agropecuarios, con excepción de los dos frentes más marginados y remotos, Calakmul y Caoba-Laguna OM, que se caracterizan por su amenaza a selvas conservadas e intactas, importantes para la biodiversidad y servicios ambientales. Los frentes donde estos factores se presentan con mayor intensidad son aquellos que participan en la producción agroindustrial de cultivos de granos, caña de azúcar y limón persa. La importancia económica de la producción ganadera regional se distingue en los frentes de Candelaria y Tizimín, y en menor intensidad en los frentes marginados de Calakmul y Caoba-Laguna Om. No obstante, este factor indirecto es muy importante en los frentes con mayor

producción agroindustrial de granos, por ejemplo, Hopelchén, Champotón-Campeche, Bacalar y Tekax, y en el caso de caña de azúcar, Río Hondo.

Adicionalmente es muy notable la influencia de los programas de gobierno en acompañar a los factores económicos y de mercados y promover los procesos de deforestación en la Península de Yucatán. El impulsor indirecto de políticas públicas y programas de apoyos de gobierno también se manifiesta con alta intensidad en todos los frentes agropecuarios, sin embargo, su magnitud de impacto se incrementa particularmente en los frentes de deforestación más marginados con productores pequeños y en particular, con producción ganadera, por ejemplo, Calakmul, Candelaria y Caoba-Laguna Om. El papel de los programas de subsidios para la producción agropecuario en el pasado (e.g. Procampo y Progan) en los procesos de deforestación en la región, han sido revelados en estudios desde finales de los 1990; por ejemplo, en Calakmul, Caoba-Laguna Om, Hopelchén y Tizimín.

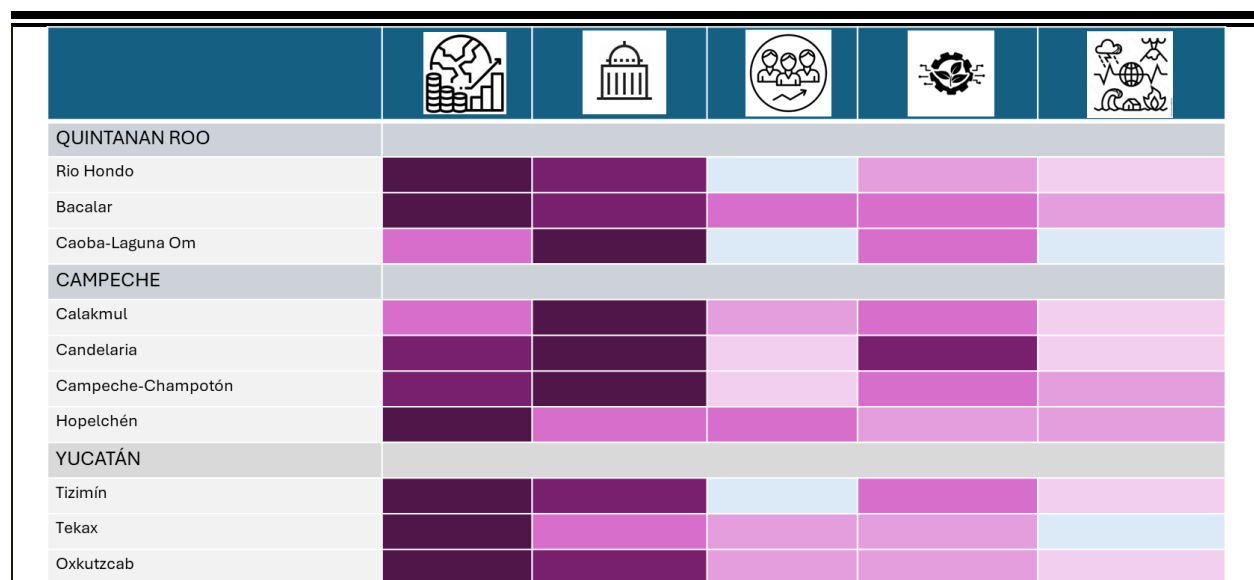


Figura 64. Influencia de los impulsores indirectos en los frentes de deforestación en la Península de Yucatán.

En tercera posición, el factor indirecto de tecnologías y prácticas agropecuarias se presenta con alta incidencia en todos los frentes, pero con menor intensidad. Esto se debe principalmente en la falta de tecnificación y aplicación de mejores prácticas en la gran mayoría de sistemas ganaderos. Esto resulta en la implementación de una

ganadería muy extensiva, con poca carga animal y de bajo eficiencia y rendimiento. En muchos frentes, particularmente en áreas más remotas con mayor disponibilidad de tierras forestales, como Candelaria y Calakmul, esto resulta en mayores procesos de deforestación. Los factores demográficos o de población se presentan principalmente en los frentes que han incurrido en la migración de poblaciones Menonitas, como Hopelchén y Bacalar, y en menor grado en los frentes de Oxkutzcab y Tekax con crecimiento poblacional en la región. El análisis de los frentes pudo identificar impactos puntuales y menores de factores ambientales, los incendios han afectado a casi todos los frentes, y en Hopelchén, Champotón-Campeche y Bacalar tuvieron mayores impactos.

V.3 Conclusiones

Este análisis de los frentes de deforestación de la Península de Yucatán ofrece una síntesis de información y datos, así como los elementos y herramientas, para la planeación y la toma de decisiones sobre como detener la deforestación. Es evidente que las estrategias y acciones para estos fines tendrán que enfocarse en tres áreas y sectores generales: 1) la producción agropecuaria y el sector económico-productivo, 2) las políticas públicas y el sector gubernamental, y 3) el área de ciencia y tecnología y el sector académico. Por otro lado, es necesario que estas tres áreas y sectores trabajen e implementen esfuerzos de manera coordinada y vinculada para poder reducir y detener la pérdida de cobertura arbórea.

En relación con la producción y mercados agropecuarios, incluyendo la participación de pequeños y grandes productores, será importante desarrollar estrategias que integren y promuevan la colaboración de empresas agroindustriales y de procesamiento para alimentos con el propósito de asumir una mayor responsabilidad ambiental que incluya el compromiso de detener la deforestación ocasionado por las empresas. Estos compromisos y esfuerzos ya se están viendo por parte de grandes compañías de alimentos como BIMBO y otros que están invirtiendo en fomentar una agricultura integrada con mayor eficiencia y sostenibilidad ambiental. La economía de alimentos, tanto para animales y personas está fuertemente relacionado a nuestros hábitos de alimentación y productos consumidos. Es importante reconocer que las estrategias y acciones de reducir la deforestación enfocadas a los factores económicos-productivos,

también tendrán que contemplar estos factores sociales de mayor complejidad que implican aspectos de educación ambiental, salud y alimentación.

Las estrategias de reducir la deforestación mediante la formulación de políticas pública y programas pueden resultar efectivas si se implementan de una manera apropiada, acompañados por proceso de monitoreo. Las políticas de conservación y de conservación forestal, como son las Áreas Naturales Protegidas, Manejo Forestal Sustentable, Protección de Flora y Fauna y otras modalidades han aportado en frenar la deforestación, y estos mecanismos se pueden mejorar, con mayor acompañamiento social y monitoreo, de manera que se puedan evitar fugas de deforestación en estas áreas. Así como la políticas públicas y programas de fomento agropecuario han podido incidir en mayor producción en áreas marginadas, estos pueden ser igual de efectivos en conservar la cobertura forestal, como son los programas para servicios ambientales.

Finalmente, la tercera área de atención para la reducción de la deforestación reside en los avances de la ciencia y tecnología agropecuaria y forestal, que fomenten mayor sustentabilidad en el uso de nutrientes y agua, mayores rendimientos, y menor presión a los recursos naturales. Esto requiere la participación de instituciones académicas y centros de investigación para el desarrollo y difusión de la investigación agronómica, pecuaria y forestal con estos propósitos. Como se menciona arriba, la vinculación y el financiamiento del sector privado agroindustrial y del sector gubernamental es esencial. En ese sentido, la colaboración entre los tres sectores para el extensionismo de la investigación agropecuaria al campo, particularmente los pequeños productores, es de suma importancia para reducir y detener la deforestación en los frentes.

BIBLIOGRAFÍA

- CCMSS. (2024). Sistema de Información de Cambios de la Cobertura Forestal en la Península de Yucatán. Consejo Civil Mexicano Para La Silvicultura Sostenible. <https://ccmss.org.mx/sicamfor/>
- CONABIO. (2020). Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México. Portal de Geoinformación. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONAFOR. (2007). Anexo 3 Glosario. In Programa Regional Hidrológico para la Región I: Península de Baja California.
- CONAFOR. (2020a). Estimación de la tasa de deforestación bruta en México para el periodo 2001-2018 mediante el método de muestreo: documento técnico. Comisión Nacional Forestal.
- CONAFOR. (2020b). Sistema Nacional de Monitoreo Forestal: enfoque pared a pared. Gobierno de México, 48.
- CONANP. (2024). Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- FAO. (2021). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 - Informe principal. <https://doi.org/10.4060/ca9825es>
- Geist, H. J., y Lambin, E. F. (2001). What drives tropical deforestation? LUCC Report Series, 116.
- Geist, H. J., y Lambin, E. F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*, 52(2), 143–150. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0143:PCAUDF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2)
- Geocomunes. (2020). Monocultivos en la Península de Yucatán. Capas. http://132.248.14.102/layers/CapaBase:monocultivo_peninsula#more
- 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. P., 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>
- INEGI. (2021). Vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250000. https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/usuarios/doc/USV_250K_SVII.pdf

- INEGI. (2023a). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- INEGI. (2023b). Marco Geoesestadístico 2023. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#descargas>
- RAN. (2024). Datos abiertos. Conjunto de Datos. Registro Agrario Nacional. <https://datos.ran.gob.mx/conjuntoDatosPublico.php>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). Estadística de producción agrícola. Datos Abiertos. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php
- TNC. (2021). ÍNDICE DE POTENCIAL ECONÓMICO FORESTAL PARA LA SELVA MAYA, Reporte Final: IPEF para árboles maderables (duras) y especies de valor comercial. The Nature Conservancy.
- WWF. (2015). WWF Living forest report: Chapter 5 Saving Forest at Risk. World Wide Fund for Nature.
- WWF. (2021). Deforestation Fronts: Drivers and Responses in a Changing World (WWF Intern). https://files.worldwildlife.org/wwfcomsprod/files/Publication/file/ocuoxmdil_Deforestation_fronts___drivers_and_responses_in_a_changing_world___full_report__1_.pdf?_ga=2.109566541.957472229.1706127810-658244077.1706127810

Literatura recomendada por frente de deforestación

Campeche: Calakmul

- BIOPASOS. (2015). Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles: Caracterización de la ganadería bovina en el estado de Campeche, México Calmé, S., Schmook, B., White, R. M., y Lecuyer, L. (2019). Tierra de sueños encontrados entre la ganadería y la conservación. Ecofronteras. 15-17.
- Gobierno de Calakmul (2015). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio Calakmul, Campeche: Un estudio enfocado a las funciones del paisaje. Periódico Oficial del Estado.
- Gobierno de Calakmul. (2018). Decreto que modifica el similar que contiene el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio para el Municipio de Calakmul, Campeche. San Francisco de Campeche, Cam., México: Periódico Oficial del Estado.
- Calmé, S., Schmook, B., White, R. M. y Lecuyer, L. (2019). Tierra de sueños encontrados entre la ganadería y la conservación. Ecofronteras, 23(66), 15-17.

Herrera Gloria, J. M., Hernández Díaz, J. J., Guzmán Meneses, M., y Bacab Noh, Y. G. (2011). Estudio Regional Forestal Regional. Productores Forestales de Calakmul A.C. pp 121.

Mendoza Fuente, N. M. (2014). El impacto del régimen de propiedad en el desarrollo de capital social para el aprovechamiento silvícola: El caso de la asociación regional de silvicultores de Calakmul [Tesis de maestría]. El Colegio de la Frontera Sur.

Navarro-Olmedo, S., Schmook, B., Radel, C. y Armijo-Canto, N. (2018). Los nudos del ejido: disputas y relaciones intraejidales en Calakmul, Campeche. *Península*, 13(2): 125-150.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-57662018000200125

Negreros-Castillo, P., Cámara-Cabrales, L., Devall, M. S., Fajvan, M. A., Mendoza Briseño, M. A., Mize, C. W., y Navarro-Martínez, A. (2014). Silvicultura de las selvas de caoba en Quintana Roo, México: Criterios y recomendaciones. CONANP.

Campeche: Candelaria

Ellis, E. A., Hernández-Gómez, I. U., y Chacón-Castillo, D. (2022). Análisis de los impulsores del cambio de uso de suelo en la Península de Yucatán: Reporte Final.

Esparza Olguín, L. G. (2013). Análisis del impacto del cambio de uso de suelo y la deforestación en la biodiversidad de comunidades vegetales en el Estado de Campeche. El Colegio de la Frontera Sur. FOMIX Campeche. México.

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. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1370>

SAGARPA. (s.f.). Caracterización de la ganadería bovina en el estado de Campeche, México. BioPaSOS: Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles. https://www.biopasos.com/situacion/carac_campeche.pdf

Torres-Mazuera, G., Madrid, S., y Benet-Keil, R. (2021). Tres décadas de privatización y despojo de la propiedad social en la Península de Yucatán. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. <https://www.ccmss.org.mx/acervo/tres-decadas-de-privatizacion-y-despojo-de-la-propiedad-social-peninsula-de-yucatan/>

Warman, J., Zúñiga, J. I., y Cervera, M. (2021). Análisis de los impactos en las coberturas forestales y potencial de mitigación de las parcelas del programa Sembrando Vida implementadas en 2019. WRI Mexico.

Campeche: Champotón-Campeche

- Cordero, S. F., Martínez, V. R., Bañuelos, C. F., y Ortega, J. B. (2023). Aporte de los sistemas agrosilvopastoriles de Escárcega y Champotón, Campeche, al bienestar familiar. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 27, 21-23.
- Díaz-Castillo, A., López-Sardiñas, Y., Castillo-Correa, E., Padilla-Corrales, C., Jordán-Vázquez, H., Martínez-Zubiaur, R. O., ... y Ortega-García, G. (2014). Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnologías. *Avances en investigación Agropecuaria*. 18: 41–61.
- Medina Méndez, J., Alejo Santiago, G., Soto Rocha, J. M., y Hernández Pérez, M. (2018). Rendimiento de maíz grano con y sin fertilización en el estado de Campeche. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(21), 4306-4316.
- Santillán Fernández, A., Vargas Díaz, A. A., Noguera Savelli, E. J., Carmona Arellano, M. A., Vera López, J. E., y Arreola Enríquez, J. (2022). Competitividad de la producción de maíz grano en el estado de Campeche, México. *Ciencia ergo sum*, 29(2).

Campeche: Hopelchén

- Consejo Civil Mexicano para la silvicultura sostenible (CCMSS) (2022). Análisis de los impulsores del cambio de uso del suelo en la península de Yucatán. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible AC. <https://ccmss.org.mx/acervo/analisis-de-los-impulsores-del-cambio-de-uso-del-suelo-en-la-peninsula-de-yucatan/>
- Ellis, E. A., Montero, J. A. R., Gómez, I. U. H., Porter-Bolland, L., y Ellis, P. W. (2017). Private property and Mennonites are major drivers of forest cover loss in central Yucatan Peninsula, Mexico. *Land Use Policy*, 69, 474-484.
- Ellis, E. A., Romero Montero, A., y Hernández Gómez, I. U. (2015). Evaluación y mapeo de los determinantes de deforestación en la Península Yucatán. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), The Nature Conservancy (TNC), Alianza México REDD+, México, Distrito Federal.
- Espinosa, N. R., y Mendiburu, J. F. (2020). La batalla legal contra la soya genéticamente modificada en Hopelchén, Campeche. *Alegatos*, (104), 129-158
- Krainer, A. (2008). Impacto de la expansión de soya transgénica en la producción de maíz y miel en Campeche, México *Letras Verdes*. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/3840/3306>

Martínez-Vásquez, E., y Vázquez-García, V. (2019). Impacto de la expansión de soya transgénica en la producción de maíz y miel en Campeche, México. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (26), 173-190.

Rendón-von Osten, J., y Dzul-Caamal, R. (2017). Glyphosate residues in groundwater, drinking water and urine of subsistence farmers from intensive agriculture localities: a survey in Hopelchén, Campeche, Mexico. *International journal of environmental research and public health*, 14(6), 595.

Torres-Mazuera, G., Bazán, W., Boué, C., Gómez, I., y Vides, E. (2020). Expansión agroindustrial y tratos agrarios en una región biodiversa de la península de Yucatán. *La regulación imposible: (i) legalidad e (i) legitimidad en los mercados de tierra en México al inicio del siglo XXI*, 111-60.

Quintana Roo: Bacalar

Beltrán-López, R., Promontor-Padilla, E., Hernández-Hamilton, K. I., Tziu-Peñalver, Y. R. (2021). Delincuencia como afectación operativa en micro y pequeñas empresas en Bacalar, Quintana Roo, México. *ConCiencia Tecnológica*. <https://www.redalyc.org/journal/944/94469878008/html/>

Cima Ruiz, M. I. (2021). Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI): Análisis y Mapeo de la deforestación en el municipio de Bacalar, Quintana Roo [Tesis de licenciatura]. Universidad de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo. <http://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/2768>

Colectivo GeoComunes, Torres-Manzuera, G., y Gómez-Godoy, C. (2020). Expansión capitalista y propiedad social en la Península de Yucatán. http://geocomunes.org/Analisis_PDF/Expansion_capitalista_propiedad_social_Junio2020.pdf

Ellis, E. A., Hernández-Gómez, I. U., y Chacón-Castillo, D. (2022). Análisis de los impulsores del cambio de uso de suelo en la Península de Yucatán: Reporte Final.

Ellis, Edward A., Navarro Martínez, A., García Ortega, M., Hernández Gómez, I. U., y Chacón Castillo, D. (2020). Forest cover dynamics in the Selva Maya of Central and Southern Quintana Roo, Mexico: deforestation or degradation? *Journal of Land Use Science*, 15(1), 25–51. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2020.1732489>

Hoebens, E. (2020). ¿Qué hablan esos menonitas? Indagaciones en el bajo y alto alemán en Salamanca, Quintana Roo. *Cuicuilco Revista de Ciencias Antropológicas*, 78(mayo-agosto), 141–163.

Huchin-Ochoa, S. A., Navarro-Martínez, A., Ellis, E. A., y Hernández-Gómez, I. U. (2022). Deforestation in the municipality of Bacalar, Quintana Roo, Mexico during the period 1993-2017. *Madera y Bosques*, 28(3), 1–13. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2832396>

Lozano-Cortés, M. (2016). Inseguridad y turismo en Quintana Roo, México (1997-2013). *Revista Criminalidad*, 58(1): 159-169.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-31082016000100010

Santos-Castilla, G. M. (2020). Estrategias para mitigar la deforestación en el municipio de Bacalar, Quintana Roo. El Caso de cinco ejidos [tesis de maestría]. Universidad de Quintana Roo-División de Ciencias e Ingeniería.

Torres-Mazuera, G., Madrid, S., y Benet-Keil, R. (2021). Tres décadas de privatización y despojo de la propiedad social en la Península de Yucatán. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. <https://www.ccmss.org.mx/acervo/tres-decadas-de-privatizacion-y-despojo-de-la-propiedad-social-peninsula-de-yucatan/>

Vargas, C., y García, M. (2018). Vulnerabilidad y sistemas agrícolas: Una experiencia menonita en el sur de México. *Sociedad y Ambiente*, 16, 137–156.

Quintana Roo: Caoba-Laguna Om

Acosta-Ramos, A., y Martínez-López, J. (2012). Productivity of sawing the machiche wood (*Lonchocarpus castilloi* Standl), in Tres Garantías, Quintana Roo, Mexico. *Madera y bosques*, 18(2), 7-26.

Cruz-Aviña, J. R., Dzul-Ramírez, R. D., Díaz-Larrea, J., Castañeda-Roldán, E. I., Cruz-Díaz, Y. L., y Cabrera, R. (2022). Bonos de carbono como propuesta de conservación ambiental, para la microcuenca del Ejido la Laguna OM en Quintana Roo, México. *Nexo Revista Científica*, 35(02), 459-475.

González Abraham, A., Schmook, B., y Calmé, S. (2007). Distribución espacio-temporal de las actividades extractivas en los bosques del ejido Caoba, Quintana Roo. *Investigaciones geográficas*, (62), 70-86.

Madrid-Zubirán, S., Galeana-Pizaña, J. M., y Navarro-Duarte, C. L. (2021). Análisis de los procesos de deforestación en Quintana Roo del 2003–2018. Mexico City (MX): CONAFOR.

SEMARNAT y SEMA, Quintana Roo. (2015). Programa de Ordenamiento Ecológico local del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 254 pp. https://sursureste.org.mx/wp-content/uploads/2022/09/POET_Othon-P.-Blanco.pdf

Quintana Roo: Río Hondo

Contreras Diaz, I. (2012). La microrregión cañera del Estado de Quintana Roo: producción, problemas y prospectivas (Bachelor's thesis). Universidad de Quintana Roo.

Madrid-Zubirán, S., Galeana-Pizaña, J. M., y Navarro-Duarte, C. L. (2021). Análisis de los procesos de deforestación en Quintana Roo del 2003–2018. Mexico City (MX): CONAFOR.

Rivera, N. A. (2014). Biorrefinería de la caña de azúcar en México en el siglo XXI. *Ulúa Revista De Historia, Sociedad Y Cultura*, (23).

SEMARNAT Y SEMA. 2015. Programa De Ordenamiento Ecológico Local Del Municipio De Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Yucatán: Oxkutzcab-Centro Yucatán

Ellis, E. A., Hernández-Gómez, I. U., y Chacón-Castillo, D. (2022). Análisis de los impulsores del cambio de uso de suelo en la Península de Yucatán: Reporte Final.

Hopkins, A., Gibbes, C., Inurreta Díaz, A., 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 & Applications*, 10, 1–13. <https://doi.org/10.17348/era.10.0.001-013>

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>

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.

Yucatán: Tekax

Alianza M-REDD (2016). Milpas de las comunidades mayas y dinámicas de uso de suelo en la Península de Yucatán. Información estratégica sobre la milpa. Alianza-mredd.org. Recuperado el 11 de abril de 2024 de <https://www.alianza-mredd.org/milpas-de-las-comunidades-mayas-y-dinamicas-de-uso-de-suelo-en-la-peninsula-de-yucatan-informacion-estrategica-sobre-la-milpa/>

Consejo Civil Mexicano para la silvicultura sostenible (CCMSS) (2022). Análisis de los impulsores del cambio de uso del suelo en la península de Yucatán. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible AC. <https://ccmss.org.mx/acervo/analisis-de-los-impulsores-del-cambio-de-uso-del-suelo-en-la-peninsula-de-yucatan/>

De la Rosa, A. R. R., Andrade, L. A., y Pech, R. O. Tendencias de la producción de soya y su impacto ambiental en Tekax, Yucatán México. *MAREJADAS RURALES*, 19.

Duran R. y Mendez M. (2010) Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496. <https://www.cicy.mx/sitios/biodiversidad-y-desarrollo-humano-en-yucatan#Cap9>

Yucatán: Tizimín

Consejo Civil Mexicano para la silvicultura sostenible (CCMSS) (2022). Análisis de los impulsores del cambio de uso del suelo en la península de Yucatán. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible AC. <https://ccmss.org.mx/acervo/analisis-de-los-impulsores-del-cambio-de-uso-del-suelo-en-la-peninsula-de-yucatan/>

Duran R. y Mendez M. (2010) La ganadería en el contexto de la biodiversidad. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatan. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496. <https://www.cicy.mx/sitios/biodiversidad-y-desarrollo-humano-en-yucatan#Cap9>

Huacuja, F. E. (2018) Reconversión productiva en Yucatán, México: de maíz y pastizales a soja. Papeles de Geografía 64: 181-197.

Orozco, O. O., y Guadarrama, C. E. I. (2022) Programas Estatales De Ordenamiento Territorial (Peot) de Estado de Yucatán. 16 peligros Físico-Químicos: Incendios Forestales. Programas Estatales de Ordenamiento Territorial (Peot), 13(13). Recuperado el 9 de abril de 2024 de <https://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/archivos/200706294825.pdf#page=241>

Pinkus-Rendón, M. Á. (2016). Dinámica en el uso de los recursos naturales en el oriente de Yucatán durante el siglo XX. Revista pueblos y fronteras digital, 11(21), 92-113.

Prensa e internet

<https://www.animalpolitico.com/sociedad/soya-agroindustria-que-arrasa-con-selva-maya>

<https://www.aztecaquintanaroo.com/noticias/denuncian-tala-clandestina-arboles-bacalar>

<https://www.campechehoy.mx/2023/10/06/champoton-vive-dos-anos-de-corrupcion/>

<https://www.cronica.com.mx/nacional/gobernador-yucatan-llegar-apoyos-productores-tekax-titular-seder-entregas.html>

<https://www.ecosur.mx/laguna-om-un-remanso-de-selva-tropical-y-esperanza-ante-el-cambio-climatico/>

<https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Importancia-y-oportunidades-en-la-produccion-de-cana-en-Campeche-20221204-0051.html>

<https://www.eleconomista.com.mx/opinion/La-produccion-de-granos-basicos-en-el-estado-de-Campeche-20201223-0118.html>

<https://www.eleconomista.com.mx/opinion/La-red-limon-como-una-oportunidad-de-crecimiento-en-el-estado-de-Yucatan-20210119-0128.html>

<https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Produccion-bovina-en-el-estado-de-Campeche-20210830-0117.html>

<https://www.elfinanciero.com.mx/bloomberg-businessweek/menonitas-que-huyeron-de-chihuahua-ahora-alimentan-asia-desde-campeche/>

<https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/enerall-y-cargill-invierten-140-mdp-en-planta-procesadora-de-semillas/>

<https://www.elmaya.mx/denuncian-aumento-de-deforestacion-en-bacalar/>

<https://www.elmomentocampeche.mx/2024/01/12/preocupacion-por-la-caida-del-precio-de-la-soya-en-campeche/>

<https://www.elpais.com/mexico/2024-03-27/mexico-posterga-la-prohibicion-del-glifosato-ante-la-falta-de-alternativas-viables-para-el-campo.html>

<https://www.elquintanarroense.com.mx/2023/07/17/tonelada-de-cana-de-azucar-registra-precio-historico-en-quintana-roo/>

<https://www.elquintanarroense.com.mx/2024/01/10/falta-de-trabajadores-retrasa-corte-de-cana-de-azucar-en-quintana-roo/>

<https://www.es.mongabay.com/2020/03/laguna-om-la-apuesta-comunitaria-por-conservar-un-rincon-de-la-selva-maya/>

<https://www.es.mongabay.com/2022/08/soya-deforestacion-en-la-selva-maya-en-mexico/>

<https://www.es.mongabay.com/2022/10/bacalar-se-queda-sin-selva-ante-la-expansion-de-menonitas-en-mexico/>

<https://www.es.mongabay.com/2023/03/deforestacion-en-reserva-balam-ku-bosques-mexico/>

<https://www.excelsior.com.mx/nacional/de-manera-increible-se-recupera-la-laguna-chakanbakan-de-qroo/1261987>

<https://www.gatopardo.com/reportajes/los-ninos-de-la-zafra/>

<https://www.greenpeace.org/mexico/noticia/53600/ante-aumento-de-deforestacion-en-bacalar-urge-que-profepa-y-senasica-investiguen-y-sancionen-a-los-responsables/>

https://www.hispanospress.com/menonitas-un-siglo-mexico-paso-lento-tecnologia/#google_vignette

<https://www.infobae.com/america/mexico/2020/06/03/tabasco-campeche-y-yucatan-bajo-el-agua-las-imagenes-mas-impactantes-de-la-tormenta-tropical-cristobal/>

<https://www.infobae.com/mexico/2023/10/16/estos-son-los-tres-grupos-criminales-que-frenan-la-expansion-del-cjng-en-yucatan/>

<https://www.infoqroo.com/proponen-producir-bioetanol-con-la-cana-de-azucar/17/01/2024/general/>

<https://www.jornada.com.mx/notas/2021/11/21/estados/caneros-toman-ingenio-en-quintana-roo-exigen-comienzo-de-la-cosecha/>

<https://www.jornada.com.mx/notas/2022/01/06/estados/denuncian-hostigamiento-contra-indigenas-y-consejo-de-xpujil-campeche/>

<https://www.laizquierdadiario.mx/Arrasan-con-200-hectareas-de-selva-para-entrar-al-programa-Sembrando-Vida>

<https://www.lajornadamaya.mx/campeche/192242/holpechen-y-candelaria-entre-los-principales-lugares-en-deforestacion-semarnat>

<https://www.lajornadamaya.mx/campeche/192383/confirman-deforestacion-de-reserva-pejelagarto-en-candelaria>

<https://www.lajornadamaya.mx/campeche/199765/ejidatarios-de-5-de-febrero-denuncian-deforestacion-en-reservas-de-champoton>

<https://www.lajornadamaya.mx/campeche/226903/maseca-empieza-compra-de-granos-de-maiz-a-productores-de-hopelchen-campeche-segalmex>

<https://www.lajornadamaya.mx/yucatan/162184/selva-maya-devorada-por-las-llamas>

<https://www.lajornadamaya.mx/yucatan/223186/inauguran-en-tizimin-el-primer-centro-integral-de-mejoramiento-genetico-ganadero-del-sureste-mauricio-vila-dosal>

<https://www.noticaribe.com.mx/2023/12/04/deforestacion-en-bacalar-ocasionada-por-comunidad-menonita-tiene-efectos-sobre-apicultura-interpone-organizacion-civil-denuncia-ante-profepa-y-senasica-y-exige-investigar-el-dano-ocasionado-al-agro/>

<https://www.noticiaspedrocanche.com/2023/03/18/hallan-vehiculo-con-municiones-y-uniformes-en-la-ribera-del-rio-hondo/>

<https://www.observadorgraficoyucatan.com/ejidatarios-de-oxkutzcab-piden-destitucion-del-comisario-ejidal>

<https://www.pagina66.mx/frenen-incendios-y-deforestacion-en-la-peninsula-apicultores-mayas/>

<https://www.panel.animalpolitico.com/sembrando-deforestacion-en-mexico/palma.html>

<https://www.periodicoquequi.com/2023/07/04/alertan-de-posibles-inundaciones-unas-15-mil-personas-estan-en-riesgo-en-la-ribera-del-rio-hondo/>

<https://www.politica.expansion.mx/mexico/2022/04/29/deforestacion-tren-maya-impacto-ambiental>

<https://www.porestto.net/campeche/2021/12/15/mafia-maderera-en-campeche-corrupcion-en-ejidos-frena-desarrollo-economico-305305.html>

<https://www.porestto.net/campeche/2021/2/11/mafia-agraria-deja-sin-tierras-ejidatarios-de-municipios-de-campeche-237045.html>

<https://www.porestto.net/campeche/2022/3/10/campeche-perdio-703-mil-hectareas-de-selva-en-20-anos-menonitas-los-senalados-323984.html>

<https://www.porestto.net/campeche/2022/8/2/zona-sur-de-campeche-devastada-por-la-tala-ilegal-profepa-346629.html>

<https://www.porestto.net/campeche/2023/1/21/ganaderos-de-candelaria-buscan-evitar-el-ingreso-de-vacas-ilegales-al-municipio-368191.html>

<https://www.porestto.net/campeche/2023/4/6/incendios-en-campeche-han-consumido-mas-de-mil-hectareas-de-pastizales-378472.html>

<https://www.porestto.net/campeche/2023/9/30/fuertes-lluvias-dejan-bajo-el-agua-cultivos-de-maiz-soya-en-hopelchen-campeche-401889.html>

<https://www.porestto.net/quintana-roo/2021/7/8/actividades-ganaderas-consumen-mas-de-90-hectareas-de-selva-en-quintana-roo-262524.html>

<https://www.porestto.net/quintana-roo/2021/8/17/incendios-cause-de-la-deforestacion-de-la-selva-al-sur-de-quintana-roo-272798.html>

<https://www.porestto.net/quintana-roo/2021/8/7/90-de-la-selva-de-la-zona-sur-de-quintana-roo-deforestada-por-la-agricultura-coneval-271339.html>

<https://www.porestto.net/quintana-roo/2023/7/27/ejidatarios-en-chetumal-denuncian-intento-de-expulsion-de-151-comuneros-de-sabidos-393596.html>

<https://www.porestto.net/tren-maya/2024/1/8/tren-maya-paradero-de-candelaria-el-octavo-punto-de-campeche-en-terminar-de-construirse-416928.html>

<https://www.porestto.net/yucatan/2021/1/19/sector-ganadero-en-crisis-por-inundaciones-en-tizimin-232942.html>

<https://www.porestto.net/yucatan/2021/4/14/ola-de-calor-deja-sin-alimento-al-ganado-en-tekax-248228.html>

<https://www.porestto.net/yucatan/2021/4/25/yucatan-en-el-cuarto-lugar-nacional-en-deforestacion-global-forest-watch-250027.html>

<https://www.porestto.net/yucatan/2021/7/25/yucatan-perdio-mas-de-400-mil-hectareas-de-areas-verdes-global-forest-watch-268222.html>

<https://www.porestto.net/yucatan/2022/2/15/eficiente-el-cultivo-de-soya-en-tekax-exportan-estados-unidos-asia-316700.html>

<https://www.porestto.net/yucatan/2023/1/25/incendio-forestal-arrasa-con-10-hectareas-de-monte-en-tekax-368695.html>

<https://www.porestto.net/yucatan/2024/4/3/sequia-mata-de-hambre-al-ganado-en-tizimin-yucatan-428910.html>

<https://www.ppd-mexico.org/post/laguna-om-esperanza-ante-el-cambio-clim%C3%A1tico>

<https://www.puntomedio.mx/por-crecimiento-urbano-aumenta-la-perdida-de-grandes-arboles-frutales/>

<https://www.reporterosdebanqueta.com/ejidatarios-de-nuevo-guadalajara-piden-destitucion-de-comisariado-ejidal/>

<https://www.revistaespejo.com/2024/01/15/calakmul-los-riesgos-de-la-salida-militar/>

<https://www.sipse.com/novedades/cinco-expresidentes-municipales-quintana-roo-corrupcion-417140.html>

<https://www.sipse.com/novedades/con-investigaciones-multiplicaran-semilla-de-cana-de-azucar-en-quintana-roo-466649.html>

<https://www.sipse.com/novedades/ganaderos-de-quintana-roo-celebran-un-ano-positivo-412863.html>

<https://www.sipse.com/novedades/produccion-de-cana-en-quintana-roo-sufre-su-peor-epoca-441646.html>

<https://www.sipse.com/novedades/productores-advierten-escasez-encarecimiento-maiz-quintana-roo-394484.html>

<https://www.sipse.com/novedades-yucatan/exportacion-ganado-tizimin-445551.html>

<https://www.sipse.com/novedades-yucatan/limon-yucateco-entre-los-primeros-cinco-en-el-pais-12558.html>

<https://www.sipse.com/novedades-yucatan/limon-yucateco-entre-los-primeros-cinco-en-el-pais-12558.html>

<https://www.solquintanaroo.mx/alertan-por-deforestacion-de-la-selva-de-bacalar/>

<https://www.solquintanaroo.mx/bacalar-en-manos-del-narco/>

<https://www.solquintanaroo.mx/laguna-om-en-riesgo-por-tala-clandestina/>

<https://www.solyucatan.mx/reclaman-al-alcalde-de-tekax-corrupcion-en-obra-del-mercado/>

<https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2021/05/23/huntochac-zona-de-narcos.html>

<https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2022/06/21/advierten-en-tizimin-hay-glifosato-en-el-agua-de-la-llave-estos-son-los-riesgos-la-salud-328038.html>

<https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2023/11/14/ganaderia-de-alta-calidad-mejoran-la-genetica-en-yucatan.html>

<https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2023/11/22/estatus-sanitario-en-juego-en-tizimin.html>

<https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2024/04/15/mas-perdidas-en-apicultura.html>

<https://www.yucatanalamano.com/personal-del-departamento-de-agricultura-de-los-estados-unidos-visitaron-los-rastros-que-hay-en-merida-y-tizimin/>

<https://yucatan.quadratin.com.mx/municipios/tizimin-referente-en-produccion-de-ganado-en-la-entidad/>