

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES**



**EVALUACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES, SOCIOECONÓMICOS  
E INSTITUCIONALES QUE INTERVIENEN LA DINÁMICA DEL CAMBIO  
DE COBERTURA FORESTAL EN EJIDOS DE CAMPECHE  
Y QUINTANA ROO, MÉXICO.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN ECOLOGÍA TROPICAL

PRESENTA

JOSE ARTURO ROMERO MONTERO

Comité tutorial

Dr. Edward Alan Ellis

Dra. Luciana Porter-Bolland

Dra. María Consuelo González Sánchez

XALAPA, VERACRUZ

FEBRERO 2014

## Declaración

El trabajo de investigación contenido en esta tesis fue desarrollado por José Arturo Romero Montero, como estudiante de la Maestría en Ecología Tropical entre agosto de 2010 y julio de 2012, bajo la supervisión del Dr. Edward Alan Ellis.

La investigación reportada en esta tesis no ha sido utilizada anteriormente para obtener otros grados académicos, ni serán utilizados para tales fines en el futuro.



**José Arturo Romero Montero**

Estudiante



**Dr. Edward Alan Ellis** \_\_\_\_\_

Tutor

©2014

**José Arturo Romero Montero**


**Derechos Reservados**

## ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS

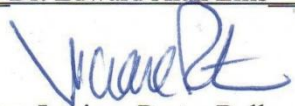
El presente documento: EVALUACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES, SOCIOECONÓMICOS E INSTITUCIONALES QUE INTERVIENEN LA DINÁMICA DEL CAMBIO DE COBERTURA FORESTAL EN EJIDOS DE CAMPECHE Y QUINTANA ROO, MÉXICO, realizado por José Arturo Romero Montero, ha sido aprobado y aceptado como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ecología Tropical.

### COMITÉ TUTORIAL

Director:

  
Dr. Edward Alan Ellis

Asesor:

  
Dra. Luciana Porter Bolland

Asesor:


  
Dra. María Consuelo González Sánchez

### JURADO

Presidente:

  
Dr. Juan Carlos López Acosta

Secretario:

  
Dr. Odilón Sánchez Sánchez

Vocal:

  
Dra. Martha Bónilla Moheno

## **Dedicatoria**

*A Dios*

*A mis padres, Dimas y Macrina*

*A mis hermanos, familia y sobrinos*

*Daniel, Ernesto y Yolanda*

*A mi amiga, compañera y esposa Verónica.*

*A mis hijos Karla, Arturo, Enrique y Alan.*

*A mis amigos*

## **Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para cursar la Maestría en Ecología Tropical.

Al proyecto FONCICYT-CONACYT 94395 CONSERVCOM por el financiamiento otorgado para la elaboración de esta tesis.

Al comité tutorial por ser pilar importante para el desarrollo y conclusión de esta tesis de manera muy grata.

Dr. Eddie Ellis

Dra. Luciana Porter-Bolland

Dra. Consuelo González Sánchez

Al Laboratorio de Geomática Tropical  
del Centro de Investigaciones Tropicales-UV

Al comité Revisor por sus importantes aportaciones para la mejora de esta tesis.

Dr. Juan Carlos López Acosta

Dr. Odilón Sánchez Sánchez

Dra. Martha Bonilla Moheno

A la Universidad Autónoma de Campeche  
por conducto de la Dra. Consuelo González  
por las facilidades logísticas otorgadas

A los ejidatarios y expertos entrevistados  
en los estados de Campeche y Quintana Roo

## Resumen

En esta investigación se hizo la clasificación supervisada de imágenes LANDSAT mediante percepción remota de los años 1988 y 2010. Con esto se calculó la tasa de cambio (TC) en la cobertura forestal de 249 ejidos ubicados en los municipios de Hopelchén (HOP) y Calakmul (CAL), en Campeche y de los municipios de Felipe Carrillo Puerto (FCP) y Othón Pompeyo Blanco (OPB), en Quintana Roo, México en una superficie aproximada de 31,700 km<sup>2</sup>. Se determinó espacialmente con regresión logística, con correlaciones de Pearson y Análisis Comparativo Cualitativo (QCA) los factores ambientales, socioeconómicos e institucionales que influyeron en estos cambios, con especial énfasis en el proceso de deforestación.

Los resultados fueron muy diferentes entre los cuatro municipios. Se encontró que la TC media anual en ejidos de CAL fue de -0.200, HOP +0.211, FCP -0.153 y OPB -0.597. A nivel ejidal, CAL registró 42 ejidos que mostraron TC negativas y 26 de ellos positivas. En HOP, 9 ejidos presentaron TC negativas y 25 positivas. En FCP 32 ejidos tuvieron TC negativas y 23 positivas y en OPB 63 con TC negativas y 18 positivas.

El análisis espacial indicó que en CAL y HOP la probabilidad de deforestación aumenta cuando la distancia a sitios con incendios previamente registrados aumenta y en sitios con suelos tipo fluvisol. Esta probabilidad disminuye a mayor distancia a caminos y cuando aumenta la pendiente. En FCP y OPB la probabilidad de deforestación aumenta en sitios más próximos a localidades y más cercanos a caminos, y disminuye en lugares más cercanos a sitios con alguna estrategia de conservación, con menor densidad de población, con menor índice de rezago social y en sitios cercanos a la selva baja.

Las correlaciones indicaron que en CAL y HOP aumenta la deforestación cuando aumentan la superficie parcelada, el número de avecindados, el número de posesionarios y cuando la dotación de tierras a los ejidos fue más reciente. En FCP el aumento de la tasa de crecimiento entre 1990 y 2010 aumentó la deforestación. En HOP cuando aumentaron los volúmenes autorizados de extracción de maderas preciosas, comunes y la superficie bajo manejo forestal, aumentó la deforestación. Hubo también algunos resultados contradictorios en CAL y HOP, donde al aumentar los apoyos de PROCAMPO se encontró menor deforestación, mientras que solo para CAL el efecto fue contrario.

Empleando QCA se encontró que al aumentar la superficie parcelada, la cantidad de avecindados y el número de ejidos con dotaciones más recientes, aumentó la deforestación. En FCP y OPB el aumento del número de ejidatarios, aumentó la deforestación. En CAL al aumentar la cantidad de

avecindados y posesionarios, aumentó la deforestación. También se encontró que en CAL ejidos que tuvieron aprovechamiento de maderas preciosas, presentaron menor deforestación, situación similar pero para maderas comunes en FCP. También en FCP el análisis mostró que los ejidos donde se implementó COPLAMAR tuvieron menos deforestación. En OPB, los ejidos apoyados por PROCYMAF tuvieron menor deforestación, pero cuando tuvieron cultivo de caña la deforestación aumentó. En los ejidos de CAL y HOP con parte de su territorio dentro de la Reserva de la Biósfera de Calakmul, la deforestación aumentó.

El resultado de las correlaciones en los ejidos de Quintana Roo cuando se realizaron de acuerdo a su extensión mostraron que solo los ejidos de menos de 20,000 ha tuvieron correlaciones significativas con diversas variables, lo que no sucedió con los ejidos de más de 20,000 ha. Los programas como COPLAMAR y PROCAMPO tuvieron impactos tanto positivos como negativos en la cobertura forestal, mientras el aumento del apoyo económico de PROCYMAF si mostró un efecto positivo en la ganancia de cobertura forestal.

## Contenido

	Página
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	4
2.1. Cambio de uso del suelo y cobertura vegetal.....	4
2.2. La magnitud de la deforestación.....	6
2.3. Las causas de la deforestación.....	11
2.4. Breve historia forestal de Campeche.....	16
2.5. Breve historia forestal de Quintana Roo.....	20
2.6. Técnicas de análisis de la deforestación en selvas tropicales.....	26
III. Objetivos.....	28
IV. Preguntas de investigación.....	29
V. Metodología.....	30
5.1. El área de estudio.....	30
5.2. Adquisición de imágenes.....	42
5.3. Adquisición de datos estadísticos y cartografía digital.....	42
5.4. Recorridos de campo.....	44
5.5. Pre-procesamiento/pre-tratamiento de imágenes.....	46
5.6. Clasificación supervisada de imágenes.....	47
5.7. Cálculo de las tasas de cambio.....	47
5.8. Análisis de los resultados.....	48
VI. Resultados.....	55
6.1. Dinámica del cambio de cobertura forestal 1998-2010.....	55
6.2. Análisis espacial.....	66
6.3. Análisis de correlaciones.....	69
6.4. Análisis QCA.....	76
VII. Discusión.....	80
VIII. Conclusiones.....	90
IX. Recomendaciones.....	92
X. Fuentes de consulta.....	94
XI. Anexos.....	101



## Índice de tablas

Tabla 1. Tasas de deforestación en México.....	8
Tabla 2. Tasas de cambio en el uso del suelo en el sureste de México a escala regional y estudios de caso. ..	10
Tabla 3. Resultados empíricos sobre el efecto de factores físicos, económicos y socio demográficos en la deforestación en México. ....	12
Tabla 4. Municipios, ejidos y superficie analizada en el presente estudio. ....	31
Tabla 5. Listado de imágenes empleadas para el análisis de cambio de cobertura forestal en ejidos de Campeche y Quintana Roo. ....	42
Tabla 6. Listado de variables independientes empleadas y fuentes de la información. ....	43
Tabla 7. Recorridos de campo en los estados de Campeche y Quintana Roo en distintas fechas. ....	44
Tabla 8. Variables independientes empleadas en la investigación. ....	49
Tabla 9. Variables empleadas en el análisis espacial en ejidos de Campeche y Quintana Roo. ....	51
Tabla 10. Descriptores empleados para Campeche en QCA. ....	53
Tabla 11. Descriptores empleados para Quintana Roo en QCA. ....	54
Tabla 12. Estadísticas descriptivas de la TC para los municipios de estudio en el período 1988-2010. ....	56
Tabla 13. Estadísticas descriptivas de la TC para los ejidos de Quintana Roo según tamaño en el período 1988-2010. ....	66
Tabla 14. Regresión logística binaria en ejidos de CAL para el año 2010. ....	67
Tabla 15. Regresión logística binaria en ejidos de HOP para el año 2010. ....	67
Tabla 16. Regresión logística binaria de 54 ejidos de FCP para el año 2010. ....	68
Tabla 17. Regresión logística binaria de 86 ejidos de OPB para el año 2010. ....	69
Tabla 18. Resultado de la correlación de Pearson para 68 ejidos de CAL. ....	70
Tabla 19. Resultado de la correlación de Pearson para 34 ejidos de HOP. ....	71
Tabla 20. Resultado de la correlación de Pearson para 55 ejidos de FCP. ....	72
Tabla 21. Resultado de la correlación de Pearson para 69 ejidos medianos de FCP y OPB. ....	73
Tabla 22. Resultado de la correlación de Pearson para 46 ejidos pequeños de FCP y OPB. ....	75
Tabla 23. Ejidos del municipio de Calakmul agrupados empleando QCA. ....	77
Tabla 24. Ejidos del municipio de Hopelchén agrupados empleando QCA. ....	78
Tabla 25. Ejidos del municipio de Felipe Carrillo Puerto agrupados empleando QCA. ....	79

## Índice de figuras

Figura 1. Causas que explican el cambio de uso del suelo en México. ....	5
Figura 2. Principales países latinoamericanos con pérdida de bosque en distintos períodos.....	7
Figura 3. Distribución espacial de pérdida de selva. ....	9
Figura 4. Las causas de la disminución de los bosques.....	11
Figura 5. Creación de ejidos por año en el estado de Quintana Roo en el período 1928-1976. ....	22
Figura 6. Localización de sitios de desmonte para nuevos centros de población.....	23
Figura 7. Ubicación de los ejidos analizados para el cambio de cobertura forestal en los estados de Campeche y Quintana Roo, representando los municipios de Hopelchen y Calakmul en Campeche y Othon P Blanco y Felipe Carrillo Puerto en Quintana Roo.....	31
Figura 8. Selva en el ejido Álvaro Obregón, norte de CAL. ....	33
Figura 9. Selva en el ejido Ley de Fomento, sur de CAL.....	33
Figura 10. Selva en el norte del ejido Iturbide, HOP.....	34
Figura 11. Potrero con maíz en el ejido Xkanha, sur de HOP. ....	34
Figura 12. Sistema agroforestal en el ejido de Chunyaxché al norte de FCP. ....	35
Figura 13. Selva en el ejido Andrés Quintana Roo al sur de FCP. ....	35
Figura 14. Caña en el ejido de Sacxan al centro de OPB. ....	36
Figura 15. Selva con caña en el ejido Botes al sur de OPB. ....	36
Figura 16. Ejidos analizados para el Municipio de CAL. ....	38
Figura 17. Ejidos analizados para el Municipio de HOP.....	39
Figura 18. Ejidos analizados para el Municipio de FCP.....	40
Figura 19. Ejidos analizados para el Municipio de OPB. ....	41
Figura 20. Recorridos de campo realizados en municipios de Campeche y Quintana Roo durante los años 2010 y 2011. ....	45
Figura 21. Representación del análisis espacial en FCP y OPB, Quintana Roo para el año 2010. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Figura 22. Gráfico de la cobertura forestal en los años 1988 y 2010 en los ejidos analizados. ....	55
Figura 23. Gráfico de la TC de ejidos de CAL en el período 1988-2010.....	57
Figura 24. Cambios detectados en ejidos de CAL en el período 1988-2010.....	58
Figura 25. Gráfico de la TC de ejidos de HOP en el período 1988-2010.....	59
Figura 26. Cambios detectados en ejidos de HOP en el período 1988-2010.....	60
Figura 27. Gráfico de la TC de ejidos de FCP en el período 1988-2010.....	62
Figura 28. Cambios detectados en ejidos de FCP en el período 1988-2010.....	63
Figura 29. Gráfico de la TC de ejidos de OPB en el período 1988-2010. ....	64
Figura 30. Cambios detectados en ejidos de OPB en el período 1990-2010. ....	65
Figura 31. Regresión lineal simple para las variables tasa de cambio (TC) y superficie bajo manejo forestal (SUPMAN) en HOP. ....	71
Figura 32. Regresión lineal simple para las variables tasa de cambio (TC) y total de ejidatarios (TOTEJID) en ejidos medianos de FCP y OPB. ....	74
Figura 33. Regresión lineal simple para las variables tasa de cambio (TC) y primera/única dotación (DOTACI) en ejidos pequeños de FCP y OPB. ....	75
Figura 34. Regresión lineal simple para las variables TC y monto por pago por servicios ambientales en ejidos pequeños de FCP y OPB.....	76
Figura 35. Regresión lineal simple para las variables TC y monto de apoyos recibidos de PROCYMAF en ejidos pequeños de FCP y OPB. ....	76

## Índice de Anexos

Anexo 1. Correlaciones de Pearson con 68 ejidos de CAL. ....	101
Anexo 2. Correlaciones de Pearson con 34 ejidos de HOP. ....	102
Anexo 3. Correlaciones de Pearson con 55 ejidos de FCP. ....	103
Anexo 4. Correlaciones de Pearson con 81 ejidos de OPB. ....	104
Anexo 5. Correlaciones de Pearson con 21 ejidos grandes de FCP y OPB. ....	105
Anexo 6. Correlaciones de Pearson con 69 ejidos medianos de FCP y OPB. ....	106
Anexo 7. Correlaciones de Pearson con 46 ejidos pequeños de FCP y OPB. ....	107
Anexo 8. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de CAL con ganancia de cobertura forestal. ....	108
Anexo 9. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de CAL con pérdida de cobertura forestal. ....	109
Anexo 10. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de HOP con ganancia de cobertura forestal. ....	110
Anexo 11. Resultados de QCA para el análisis de 9 ejidos de HOP con pérdida de cobertura forestal. ....	111
Anexo 12. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de FCP con ganancia de cobertura forestal. ....	112
Anexo 13. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de FCP con pérdida de cobertura forestal. ....	113
Anexo 14. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de OPB con ganancia de cobertura forestal. ....	114
Anexo 15. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de OPB con pérdida de cobertura forestal. ....	115

## I. Introducción

La creciente demanda de recursos naturales para satisfacer el enorme crecimiento de la población humana, así como de la economía y el consumo, ha llevado a la conversión de grandes extensiones de ecosistemas naturales en campos agropecuarios a nivel mundial. La deforestación y la fragmentación de ecosistemas naturales y su reemplazo por sistemas agropecuarios son una de las principales causas de degradación de suelos, pérdida de biodiversidad y producción de gases de efecto invernadero a nivel nacional y mundial (Dupuy *et al.*, 2012).

Los ambientes tropicales están entre los lugares que más destacan en cuanto a cambios en el uso del suelo y cobertura vegetal. Sus bosques tropicales juegan un papel crítico como depositarios de la diversidad biológica y la regulación de los ciclos biogeoquímicos e hidrológicos globales (Hansen *et al.*, 2004). En los países tropicales, la tasa de conversión de la cubierta vegetal natural es tres veces más rápida que en otros lugares (Velázquez *et al.*, 2010). Igualmente, las selvas tropicales de México son los ecosistemas terrestres que han sufrido las mayores transformaciones antropogénicas dentro de los grandes tipos de vegetación de México (CONABIO, 2006).

El informe para México sobre la evaluación de los recursos forestales mundiales al 2010 de la FAO, señala que entre las principales causas de la deforestación en México se encuentran los cambios de uso del suelo para destinarse actividades agropecuarias, desarrollo urbano e infraestructura. Además, se reconoce que la tala clandestina y los incendios forestales vuelven más susceptibles a los predios forestales de sufrir cambios en el uso del suelo (FAO, 2010a). Otros autores señalan también, entre las causas, la agricultura migratoria, la ganadería extensiva, consumo de leña, plagas y enfermedades, y agricultura comercial. Asimismo, los niveles de pobreza junto con factores de influencia condicionados por el clima y por la calidad del suelo, contribuyen significativamente a una mayor deforestación (Deininger y Minten, 1999).

En el sureste de México, entre 1978 y 2000, se encontró una tasa anual de deforestación de 1.1%, que representó una pérdida anual de 190,000 ha de bosques y selvas o una reducción estimada de 4.2 millones de ha en 22 años. La deforestación se concentró en áreas de los estados de Yucatán y Chiapas (Díaz-Gallegos *et al.*, 2010a). En una investigación similar para Quintana Roo, también entre 1978 y 2000, se encontró que se perdieron más de 500,000 ha de selvas y manglares a una tasa anual de 0.7% (Mas, 2006). En Campeche, un trabajo de análisis de las tasas de deforestación para el período 1978-1980/1992, encontró que más de 990,000 ha de selvas y manglares fueron

deforestadas, lo que representó una pérdida de cerca del 25% de la superficie forestal con una tasa estimada estatal del 4.4% (Mas, 1996).

Se encontraron otros trabajos de cambio en el uso del suelo y cobertura vegetal, a distinta escala para el sureste de México, enfocados en las áreas de Calakmul (Chowdhury, 2006; Martínez, 2010; Rueda, 2010), zona Maya de Quintana Roo (Bray *et al.*, 2004; Ellis y Beck, 2004), y en sitios costeros con manglar (Hirales-Cota *et al.*, 2010).

Como se puede apreciar, en la península Yucatán se han realizado diversos estudios del proceso de cambio del uso del suelo y cobertura vegetal, pero muchos de ellos varían en su escala espacial y temporal, además de que se han desarrollado bajo distintas metodologías y objetivos. Lo anterior dificulta su comparación, limitando con ellos evaluar los factores principales de los cambios a nivel ejidal para las selvas de esta región. Algunos de estos estudios han reportado como factores de deforestación, la colonización (Fuentes, 1992), la expansión agrícola y ganadera, la introducción de vías de comunicación (Cortina *et al.*, 1998), los programas gubernamentales (Reyes *et al.*, 2003), factores ambientales (Chowdhury, 2006), y la cercanía a la costa (Mas, 1996). Sin embargo, muy pocos estudios realizados a nivel ejidal, han evaluado los procesos a nivel regional y de manera integral los factores ambientales, socioeconómicos e institucionales que puedan intervenir en el cambio de uso del suelo y cobertura forestal.

Lo anterior ha motivado el desarrollo de esta investigación, en la cual se evalúa, por un lado, cuál ha sido la dinámica y la tendencia de la cobertura forestal en una región amplia del centro de la Península de Yucatán en el período 1988-2010. Por el otro, se analizan cuáles fueron las variables ambientales, socioeconómicas e institucionales, que podrían influir en los procesos de deforestación y de recuperación de la cobertura vegetal. Esta investigación se desarrolló en 249 ejidos ubicados en los municipios de Hopelchén (HOP) y Calakmul (CAL), en Campeche y de los municipios de Felipe Carrillo Puerto (FCP) y Othón Pompeyo Blanco (OPB), en Quintana Roo, México en una superficie aproximada de 31,700 km<sup>2</sup> de tierras ejidales que incluye áreas con selva baja, mediana y alta, que han sido impactadas históricamente por la extracción de maderas preciosas, procesos de colonización, fenómenos naturales, implementación de programas gubernamentales, introducción de vías de comunicación, entre otros.

Con el uso de percepción remota, se clasificaron imágenes satelitales de los años 1988 y 2010, para calcular la tasa de cambio en la cobertura forestal en ejidos ubicados en los municipios de

Hopelchén (HOP) y Calakmul (CAL), Campeche y de los municipios de Felipe Carrillo Puerto (FCP) y Othón Pompeyo Blanco (OPB) en Quintana Roo, México. Con el análisis de cambios, se analizó la dinámica tanto a nivel municipal como ejidal. A los ejidos se les asoció variables ambientales, socioeconómicas e institucionales para determinar la influencia de ellas sobre los cambios percibidos, empleando técnicas de análisis espacial, regresión logística binaria, correlaciones y análisis comparativo cualitativo, lo que permitió conocer la tendencia de las selvas de la región y los probables factores o causas de los cambios.

## II. Marco teórico

### 2.1 Cambio en el uso del suelo y cobertura vegetal

El ritmo, magnitud y distribución espacial de las alteraciones humanas de la superficie de la Tierra no tienen precedentes (Lambin *et al.*, 2001). Los cambios en la cobertura y uso del suelo se encuentran entre los factores más importantes, y a nivel mundial afectan de manera significativa los aspectos claves del funcionamiento del sistema terrestre (Lambin *et al.*, 2001).

Los cambios en el uso del suelo impactan directamente la diversidad biótica del mundo, contribuyen al cambio climático regional y local así como al calentamiento global del clima, son la principal fuente de degradación del suelo, y por su alteración a los servicios de los ecosistemas, afectan a la capacidad de los sistemas biológicos para soportar las necesidades humanas (Lambin *et al.*, 2001).

La deforestación y la tala de los bosques constituyen una fuente importante de emisiones globales de carbono a la atmósfera. Las estimaciones para finales de 1980, indicaban que entre 0.6 y 3.6 gigatoneladas métricas de carbono, o alrededor del 11% al 39% del total de las emisiones de CO<sup>2</sup> de origen humano, provienen del sector forestal y éstas se concentran en los países en desarrollo (Masera *et al.*, 1997).

En un estudio realizado para el período 1981-1990, en 90 países se mostró que la deforestación estuvo asociada con el desarrollo y la pobreza, y que la deforestación se acelera con la ampliación de la infraestructura, el comercio, la expansión de la deuda y la inversión en la base del capital humano (Tole, 1998). Por otro lado, la pobreza se manifiesta por presiones de la población en crecimiento, los alimentos y la escasez de tierras, la dependencia de la leña y las desigualdades en el acceso a la tierra (Tole, 1998).

Históricamente, el factor causante de la mayor pérdida en la biodiversidad y los ecosistemas naturales del país, es el cambio en el uso del suelo, y representa la principal causa de deforestación. Las razones que se han visto relacionadas con esta dinámica se refieren básicamente a que los dueños y poseedores de terrenos forestales se ven en la necesidad de emplear sus tierras en usos económicos alternativos al aprovechamiento forestal (CONAFOR, 2012), y eso se debe a distintas causas (figura 1).

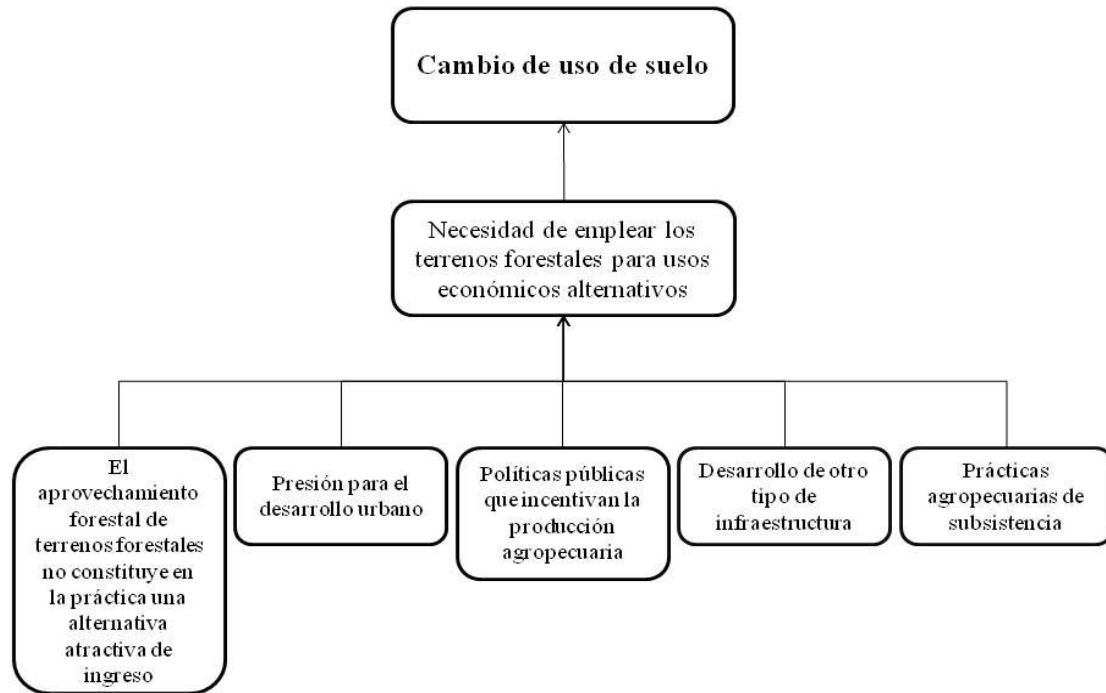


Figura 1. Causas que explican el cambio de uso del suelo en México.

En México, en el año 2010 el uso de suelo, el cambio de uso de suelo y la silvicultura contribuyeron un 6.3% de las emisiones de gas de efecto invernadero que equivale a 46,892.4 Gg y específicamente por emisiones de bióxido de carbono la conversión de bosques a otras coberturas vegetales contribuyen en un 9.6% (SEMARNAT, 2012). En el periodo que va de 1990 a 2006, los cambios de tierras forestales a tierras agrícolas y de tierras forestales a pastizales, así como los procesos de degradación, representaron una fuente importante de emisiones de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones 2006 (CONAFOR, 2010). Es importante señalar que entre 2003 y 2006, se registró una disminución de emisiones debido a la reducción de las tasas de cambio de uso del suelo en la categoría tierras forestales a pastizales y en la degradación de bosques intactos a bosques degradados (CONAFOR, 2010).

Existe suficiente información sobre el deterioro acelerado que la cubierta forestal está experimentando en los últimos años a nivel mundial. Aunque dicha cubierta puede cambiar por causas naturales (por ejemplo, huracanes o erupciones volcánicas), es ampliamente aceptado que actualmente la mayor parte de su degradación es causada por acciones humanas. Las actividades antrópicas son consideradas las causas principales del aumento en los niveles de desertificación, deforestación, fragmentación del hábitat y pérdida de biodiversidad (Noble y Dirzo, 1997).



## **2.2. La magnitud de la deforestación**

El informe de evaluación mundial de los recursos forestales del 2010, se reportó que existen para ese año 4,033,060,000 ha de bosque, lo que representa 135,339,000 ha menos que en el año de 1990. En el período 1990-2000, se perdieron 8.3 millones de ha. Esta cifra disminuyó a 4.8 para el período 2000-2005, pero aumentó para el período 2005-2010 a 5.5 millones de hectáreas deforestadas anualmente (FAO, 2010b).

En el período 2000-2010, Sudamérica experimentó las mayores pérdidas netas de bosque, siendo 4.0 millones de hectáreas anuales, seguida por África con 3,4 millones anuales. Oceanía reportó una pérdida de alrededor de 700,000 hectáreas anuales, principalmente por la sequía e incendios de bosques en Australia. El área de bosque en Norteamérica y Centroamérica permaneció casi igual en 2010, a lo estimado en el 2000. El área de bosque en Europa sigue aumentando, con 700,000 ha anuales. Asia, que tenía una pérdida de unas 600,000 hectáreas anuales en la década de 1990, reportó una ganancia neta de bosques de más de 2.2 millones de hectáreas anuales (FAO, 2010b). Es importante mencionar que la evaluación antes citada proviene de los reportes e informes de los países y que ésta representa una estimación. Así, en el período 2000-2005 en el que se reportó que la tasa neta de pérdida forestal se redujo, en otra publicación también por la FAO se estima para el mismo período mediante la evaluación por teledetección de los recursos forestales, el efecto contrario (FAO, 2010c).

A nivel Latinoamérica, los diez países con mayor pérdida de bosque se muestran en la figura 2, siendo Brasil el que superó por mucho al resto de los países durante los períodos 1990-2000, 2000-2005 y 2005-2010, aunque se muestra una importante reducción en el período más reciente. México, por su parte, se sitúa en promedio en el octavo lugar, mostrando pérdidas más bajas para el periodo 2005-2010. Del informe también es conveniente mencionar que existen países como Uruguay, Costa Rica y Chile que reportan ganancia en su superficie de bosque (FAO, 2010b).

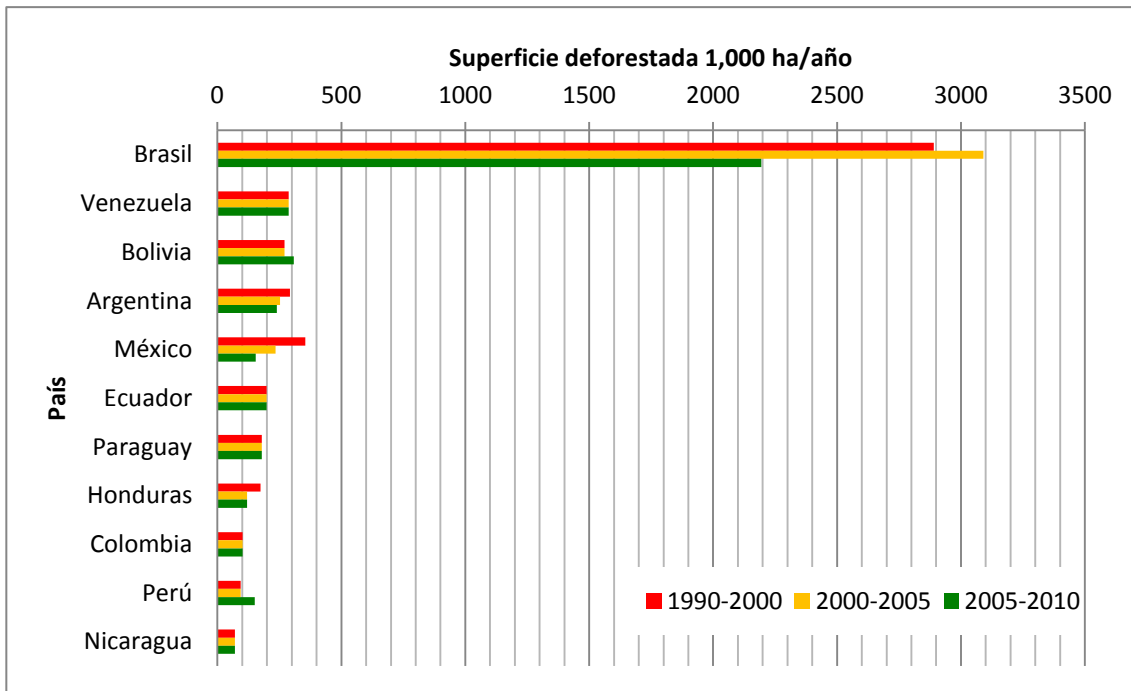


Figura 2. Principales países latinoamericanos con pérdida de bosque en distintos períodos (FAO, 2010b).

México como país no escapa de las tendencias mundiales antes descritas, ya que dentro de sus casi dos millones de kilómetros cuadrados de superficie se observa una gran cantidad de cambios que en general están por arriba de la media mundial en cuanto a tasas de deforestación, incremento de las áreas de cultivo y pastoreo, expansión urbana y muchos otros procesos (Mas *et al.*, 2009). Nuestro país ocupó en la década de los ochenta, el tercer lugar a nivel mundial en tasas de deforestación, con una pérdida de 559,000 ha de selvas deforestadas anualmente (Macario, 2003).

Entre los años 1976 y 2000 se desmontaron 6'000,000 de ha de selvas, con una tasa anual de 0.76%, que fueron convertidas sobre todo a cultivos y pastizales y en una pequeña proporción a coberturas antrópicas que se convirtieron nuevamente en coberturas naturales (Mas *et al.*, 2002).

Los datos sobre la superficie perdida por año son muy diversos, sobre todo en cuanto a tasas de deforestación (tabla 1), lo cual sin duda marca enormes inconsistencias entre cada una de las estimaciones (Mas *et al.*, 2009).

Tabla 1. Tasas de deforestación en México.

Superficie de pérdida (ha/año)	Período	Fuente
<b>1,600,000</b>		Grainger, 1984 <sup>1</sup>
<b>615,000</b>	1981-1985	FAO, 1988 <sup>1</sup>
<b>470,000</b>	1981-1985	Repeto, 1988 <sup>1</sup>
<b>700,000</b>	-	Myers, 1989 <sup>1</sup>
<b>746,000</b>	-	Castillo <i>et al.</i> 1989 <sup>1</sup>
<b>1,500,000</b>	-	Toledo, 1989 <sup>1</sup>
<b>365,000</b>	-	SARH, 1992 <sup>1</sup>
<b>370,000</b>	1991-1993	SARH, 1994 <sup>1</sup>
<b>678,000</b>	1991-1995	FAO, 1995 <sup>1</sup>
<b>508,000</b>	1990-1995	FAO, 1997 <sup>1</sup>
<b>668,000</b>	Mediados de los 80's	Masera <i>et al.</i> 1997 <sup>1</sup>
<b>550,000</b>	-	Velázquez, <i>et al.</i> 2002 <sup>1</sup>
<b>545,000</b>	1976-2000	Mas <i>et al.</i> 2004 <sup>1</sup>
<b>775,800</b>	-	FAO(Torres), 2004 <sup>1</sup>
<b>260,000</b>	-	CONAFOR, 2004 <sup>1</sup>
<b>365,000</b>	1970-1980	SEMARNAT, 2006 <sup>1</sup>
<b>484,000</b>	-	Sánchez, <i>et al.</i> 2008 <sup>2</sup>
<b>190,000</b>	1978-2000	Díaz-Gallegos, <i>et al.</i> 2010 <sup>2</sup>
<b>354,035</b>	1993-2002	CONAFOR, 2010
<b>155,152</b>	2002-2007	CONAFOR, 2010

Fuentes: <sup>1</sup>Mas *et al.* 2009, <sup>2</sup>Díaz-Gallegos *et al.* 2010 y autores citados.

En fechas más recientes (2007), la superficie de los ecosistemas forestales de México (tomando en cuenta sólo los ecosistemas de bosques templados y selvas) se estimó en 65.3 millones de hectáreas, con relación a las 69.2 millones de hectáreas que se tenían en 1993. De acuerdo con los reportes que México ha presentado ante la FAO, la deforestación de bosques y selvas pasó de 354,035 ha anuales en el periodo 1993-2002 a 155,152 ha anuales en el periodo 2002-2007 (CONAFOR, 2010).

En lo que respecta a la distribución espacial de la pérdida de selvas en México, la figura 3 muestra con puntos en gris que los cambios detectados entre las series II y II de uso del suelo y vegetación de INEGI se registraron norte y sur de Veracruz, norte de Chiapas, Campeche y Yucatán. Entre las series III y IV del mismo INEGI se señalan con puntos en negro sitios del norte y sur de Veracruz, norte de Chiapas y Oaxaca, Campeche y Yucatán.



Figura 3. Distribución espacial de pérdida de selva (López-Feldman, 2012).

Durante los últimos años, la tasa de deforestación en México ha disminuido y es inferior a 0.5% (Mas y Flamenco, 2011). Sin embargo, esta tasa es más alta en ciertas regiones, en particular en las selvas. La comprensión de las condiciones socio-ambientales que conducen a exacerbar, o al contrario, disminuir los procesos de cambio de cobertura y uso del suelo, es aun poca (Mas y Flamenco, 2011).

En el sureste de México, donde se localiza el sitio de estudio de este trabajo, se han realizado una importante cantidad de estudios de cambio en el uso del suelo y con ello se ha generado información sobre tasas de cambios (tabla 2). Sin embargo, es posible notar grandes diferencias en los valores encontrados, pues existen tasas de cambio tanto positivas, que son las menos frecuentes, y tasas negativas, que son mucho más comunes. Sin embargo, es difícil generalizar una tasa de cambio o pérdida debido a que los períodos de análisis son muy distintos, los sitios pueden ser regionales o muy locales, lo cual, sin duda alguna refleja procesos diferentes. Tan solo para ejemplificar, los valores positivos por la recuperación de acahuales debidos al abandono de sitios que no sirvieron para los productores para cultivos como el arroz en regiones de Campeche (Morales, 2004). Lo anterior indica las grandes variantes en cuanto a TC se presenta en el sureste de México.

En la tabla 2 se indican resultados de diversos estudios en el sureste de México, tanto a escalas estatales y regionales como estudios de caso. La tasa anual de cambio en la mayoría se muestra con un valor negativo, desde 1969 hasta las más recientes del año 2006 lo que nos muestra que la tendencia de pérdida de cobertura forestal continúa. Es posible también notar que los valores de la tasa anual en los años 70's y 80's son mayores al 1% anual, mientras que hacia los 90's los valores en su mayoría son menores al 1%.

Tabla 2. Tasas de cambio en el uso del suelo en el sureste de México a escala regional y estudios de caso.

Región	Período analizado	Tasa anual (%)	Superficie de cambio (ha)	Fuente
Región sur de la península de Yucatán	1969-1997	-0.32 a -0.39		(Bray y Klepeis, 2005)
Sureste México	1970's-1990's	-4.3 a -12.4		(Bray y Klepeis, 2005)
Ejido La Guadalupe, Campeche	1970-1995	-5.0 selva mediana y alta subperenifolia -1.2 selva baja subperenifolia		(Díaz-Gallegos <i>et al.</i> , 2001)
X-hazil y anexos, Quintana Roo	1975-2000	-0.18		(Macario, 2003)
Laguna Om, Quintana Roo	1975-1998	-0.46		
Subregión sur de la península de Yucatán	1975-1985	-2.0		(Bray y Klepeis, 2005)
Sur de Campeche y Quintana Roo	1975-1990	-0.27 sur de quintana roo para 1975-1984 0.33 para 1984-1990. para el sur de Campeche -0.15 para 1975-1986 y -0.54 para 1986-1990		(Cortina <i>et al.</i> , 1998)
Zona maya de Quintana Roo	1976-2000	-0.4 para el período 1976-1984 y -0.1 para el período 1984-2000		(Ellis y Beck, 2004)
Zona maya de Quintana Roo	1976-1984 1984-2000	-0.4 -0.1		(Bray <i>et al.</i> , 2004)
Ejido Xmaben, Quintana Roo	1976-2000	-0.6 para 1978-1988 -0.7 para 1988-2000		(Dalle <i>et al.</i> , 2006)
Sur de la península de Yucatán	1977-1992	-1.9		(Bray y Klepeis, 2005)
Estado de Campeche	1978/80 - 1992	-4.4	990,000	(Mas, 1996)
Estado de Quintana Roo	1978-2000	-0.7	500,000	(Mas, 2006)
Solferino, Quintana Roo	1979-2000	2.34 Solferino		(Dupuy <i>et al.</i> , 2007)
San Ángel, Quintana Roo		5.47 San Ángel		
Corredor biológico Calakmul-Sian Ka'an	80's - 2000	-0.6	497,000	(Díaz-Gallegos <i>et al.</i> , 2008)
Centro de Quintana Roo	1984-2000	-0.1		(Bray y Klepeis, 2005)
Subregión sur de la península de Yucatán	1985-1990	-0.2		(Bray y Klepeis, 2005)
Reserva de la biósfera de Calakmul	1987-2000	-0.2		(Vester <i>et al.</i> , 2007)
La Montaña, Campeche	1988-2005	-0.3 para 1988-2000 y -0.7 para 2000-2005		(Porter-Bolland <i>et al.</i> , 2007)
Campeche	1990-2006	-0.42 para 1990-2000 -0.35 para 2000-2006	122,285 60,067	(Vaca <i>et al.</i> , 2012)
Quintana Roo	1990-2006	-0.48 para 1990-2000 -0.40 para 2000-2006	156,640 75,793	(Vaca <i>et al.</i> , 2012)
Yucatán	1990-2006	-0.76 para 1990-2000 -0.48 para 2000-2006	98,472 38,328	(Vaca <i>et al.</i> , 2012)
Reserva de la biósfera de Calakmul	1993-2000	-0.3 al interior de la reserva -1.6 en el buffer		(Mas, 2005)
Zona de Calakmul	1997-2003	-0.28		(Busch, 2006)
La Montaña, Campeche y Zona Maya en Quintana Roo	2000-2005	0.7 para 2000-2005 La Montaña -0.002 para 2000-2004 Zona Maya		(Ellis y Porter-Bolland, 2008)

Fuente: Elaboración propia con las fuentes que se citan.

## 2.3. Las causas de la deforestación

### 2.3.1. A nivel mundial

Uno de los trabajos más relevantes en investigación sobre los factores de la deforestación, ha sido desarrollado mediante el meta-análisis de 152 estudios de bosques tropicales de todo el mundo, 78 de los cuales fueron de Latinoamérica (Geist y Lambin, 2001). Este meta-análisis sirvió para generar una clasificación de las causas (figura 4). Los resultados de los autores muestran para Latinoamérica, que dentro de las causas próximas, el 4% de la deforestación es explicada por la expansión agrícola, y que al combinarse con el aumento en infraestructura, el porcentaje es de 32%. Cuando se combina expansión de agricultura, extracción de madera e infraestructura entonces estas variables representan el 19% de las causas de la deforestación, lo cual muestra que un solo factor no explica la probabilidad o el proceso de deforestación. Cuando los autores hacen un desagregado de las causas, encuentran que para Latinoamérica las vías de comunicación representan el 76% de las causas, el 17% el crecimiento de los asentamientos y la minería el 8% (Geist y Lambin, 2001).

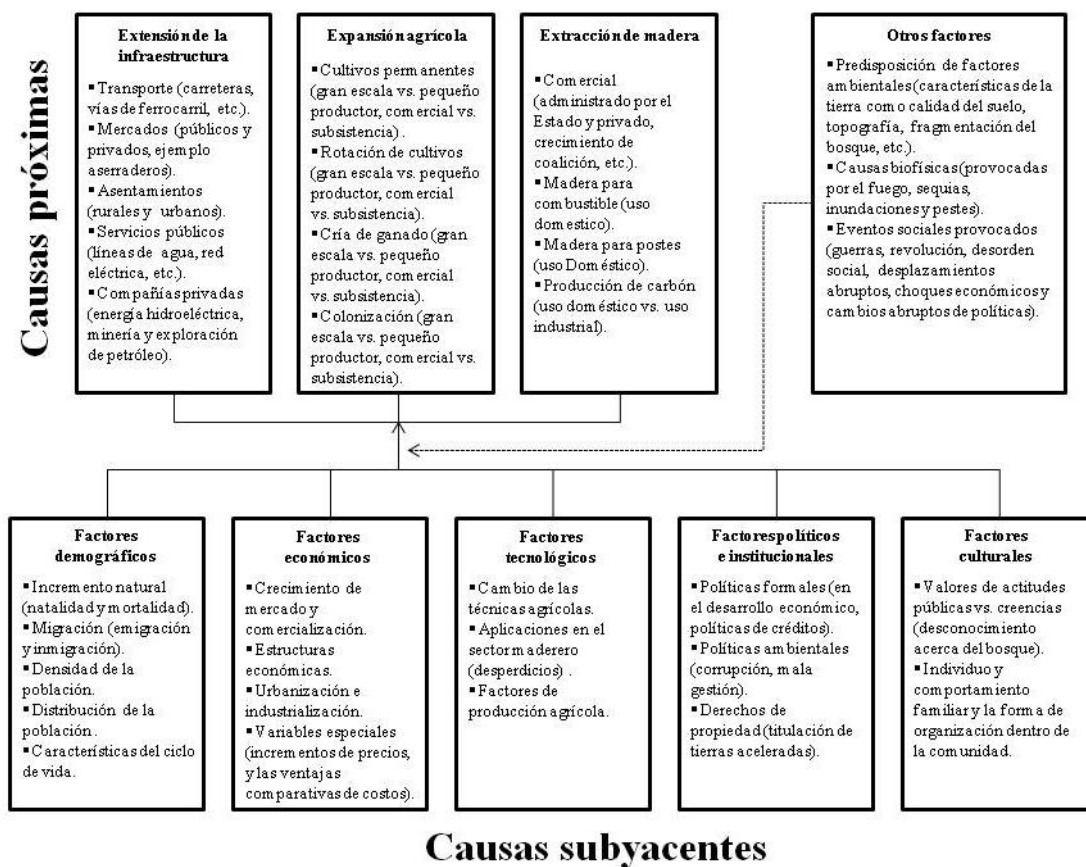


Figura 4. Las causas de la disminución de los bosques (Geist y Lambin, 2001).

### 2.3.2. En México

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología, entre las causas de la deforestación en México destacan los desmontes agropecuarios, con el 82% del daño total, tala ilegal, con 8%, los incendios forestales, con 3%, las plagas y enfermedades, con 3%, y los; cambios autorizados con 2% y otros con 2% (Elvira, 2006).

López-Feldman (2012), agrupa de una manera muy interesante la dirección de los efectos de los factores de deforestación de diferentes estudios para distintas regiones de México (tabla 3). En esta tabla podemos mencionar un efecto hacia la deforestación de los programas de apoyo a actividades agropecuarias y créditos del gobierno. También se encuentran relaciones entre las condiciones del sitio como la pendiente, la calidad del suelo, la elevación y la temperatura, influyendo de manera distinta sobre la deforestación. Es posible, por otro lado, observar que las variables socioeconómicas son las que con mayor frecuencia se citan en estos trabajos y que tienen efectos muy distintos.

Tabla 3. Resultados empíricos sobre el efecto de factores físicos, económicos y socio demográficos en la deforestación en México.

Factores	Dirección del efecto	Fuente
Programa Alianza para el Campo	+	Braña y Martínez (2005)
Calidad del suelo	+	Deiningering y Minten (1999)
Comunidad indígena o porcentaje de población indígena	-	Alix-García <i>et al.</i> , (2005); Deiningering y Minten (1999 y 2002); Muñoz <i>et al.</i> , (2003)
Créditos del gobierno	+	Barbier y Burgess (1996); Deiningering y Minten (2002)
Densidad de caminos	-	Torres, <i>et al.</i> ,(2008)
Densidad de población	+	Barbier y Burgess (1996); Barbier (2002); Deiningering y Minten (2002)
Distancia al mercado más cercano	-	Deiningering y Minten (2002); Muñoz, <i>et al.</i> , (2003)
Distribución de la riqueza	-	Torres, <i>et al.</i> , (2008)
Distancia entre viviendas y bosque	-	Alix-García (2007);
Ejido o comunidad	+	Torres, <i>et al.</i> , (2008)
Ejido	-	Deiningering y Minten (2002)
Elevación del terreno	-	Alix-García (2007); Deiningering y Minten (1999 y 2002)
Ingreso	+	Barbier y Burgess (1996)
Migración	+	Torres, <i>et al.</i> , (2008)
Programa Oportunidades	+	Alix-García <i>et al.</i> , (2011)
Pendiente del terreno	-	Alix-García (2007); Deiningering y Minten (1999 y 2002); Muñoz, <i>et al.</i> , (2003)
Porcentaje de campesinos que recibe servicios de extensión	-	Deiningering y Minten (1999)
Precio del ganado	+	Barbier y Burgess(1996)
Precio del maíz	+	Barbier y Burgess (1996); Barbier (2002)
Precipitación	+	Deiningering y Minten (1999); Torres, <i>et al.</i> , (2008)
Programa PROCAMPO	+	Schmook y Vance (2009)
Proporción de población rural	+	Torres, <i>et al.</i> , (2008)
Pobreza	+	Deiningering y Minten (1999 y 2002), Muñoz <i>et al.</i> , (2003)
Rendimiento agrícola	+	Muñoz <i>et al.</i> , (2003)
Temperatura	+	Torres, <i>et al.</i> , (2008)

Fuente: López-Feldman (2012)

### **2.3.3. En la Selva Maya de México**

Diversos estudios han determinado los cambios de cobertura y uso del suelo en la región de la selva maya y han evaluado posibles factores socioeconómicos y ambientales asociados con la transformación del paisaje en las últimas décadas (Abizaid y Coomes, 2004; Braña y Martínez, 2005; Bray *et al.*, 2004; Dalle *et al.*, 2006; Díaz-Gallegos *et al.*, 2010b; Ellis y Beck, 2004; Ellis y Porter-Bolland, 2008; Porter-Bolland *et al.*, 2007; Sánchez y Rebollar, 1999; Vester *et al.*, 2007). Los estudios sobre deforestación realizados en el estado de Quintana Roo muestran que la reducción de las selvas es una situación preocupante. Sin embargo, dichos estudios se han realizado en áreas específicas del estado, por lo que no se ha hecho una cuantificación cartográfica detallada de la disminución de los recursos forestales por la ampliación de la frontera agrícola-pecuaria en la zona maya del estado de Quintana Roo (Mas, 2006), o en Campeche. Para los fines de esta investigación, se hace un análisis de la deforestación en dos zonas de Quintana Roo y Campeche, integrado el análisis de las causas que generan el cambio de cobertura forestal, incluyendo factores ambientales, socioeconómicos e institucionales.

#### **2.3.3.1 Factores ambientales**

En la región de Calakmul, se observa que más del 90% de las parcelas se encuentran en planicies no inundables y en laderas, las planicies inundables son poco usadas (Pool *et al.*, 2002). Contrario a lo anterior, se ha encontrado que ciertos ejidos cercanos a la RBC prefieren deforestar áreas con mayores pendientes, sin embargo el autor lo atribuye al modelo digital de elevación empleado (Chowdhury, 2006). En esta misma región, Martínez (2010) encontró que la edafología e hidrología (bajos inundables) son más una limitante para la deforestación. Esto también fue observado en Bacalar donde los bajos inundables no fueron perturbados (Segundo *et al.*, 1998), lo cual coincide con lo reportado por Ellis y Porter-Bolland (2008) y Porter-Bolland y colaboradores (2007) en la región de HOP donde los ejidatarios prefieren deforestar en la zona de transición entre la selva y la selva baja inundable sin tocar a esta última.

Otra variable ambiental analizada fue la precipitación en el sur de la RBC, encontrando que en las áreas más sureñas, donde la precipitación es mayor, aumenta la probabilidad de deforestación (Chowdhury, 2006).

#### **2.3.3.2. Factores socioeconómicos**

Entre los factores causados por el desarrollo y crecimiento socioeconómico en la región que son probables causantes de la deforestación, uno de los más citados para esta región son las vías de



comunicación (Bray *et al.*, 2004; Cortina *et al.*, 1998; Chowdhury, 2006; Mas, 2005; Porter-Bolland *et al.*, 2007), lo que ha sido comprobado en el año 2000, con el análisis de fotografías aéreas de la RBC notándose aparejados la deforestación con caminos y brechas (García y Fernández, 2000) y entre 1975 y 1990 con la apertura de la carretera Escárcega-Chetumal (Cortina *et al.*, 1998).

También la distancia a sitios previamente desforestados (Bray *et al.*, 2008) y la cercanía a asentamientos humanos (Mas, 2005) explican mayormente la probabilidad de ocurrencia de deforestación (Bray *et al.*, 2004; L. M. Digiano y Ellis, 2010).

La región de Calakmul conformada por migrantes de muy diversos orígenes culturales, étnicos y socioeconómicos representa una alta heterogeneidad, que se refleja en procesos deforestación específicos para cada ejido. Así, en esta región, los factores de impacto directo de la deforestación son la agricultura y la ganadería, los cuales surgieron de factores de impacto indirecto como las actividades productivas del lugar de origen de cada ejidatario-migrante y de las decisiones comunitarias sobre el destino de la selva (Martínez, 2010).

En lo que se refiere a pobreza de los ejidatarios, Martínez (2010) concluye que no es determinante en el proceso de deforestación, dado que se requiere cierta capacidad económica, financiera y técnica para deforestar de manera intensiva y extensiva. Así, en Calakmul los ejidatarios mencionan que tumar la selva conservada es caro y prefieren tumar, quemar y rozar acahuales con menos de 20 años de edad.

Otras variables que se han reportado con influencia sobre el proceso de deforestación son la edad del jefe de familia, el tamaño de la familia (Reyes *et al.*, 2003) y la población dedicada a la agricultura (Reyes *et al.*, 2003).

Mas (2006) encontró en 11 ejidos de Quintana Roo que la complejidad que se presenta entre las variables socioeconómicas y la deforestación es un proceso que debe ser analizado desde varias perspectivas. Sus resultados preliminares no muestran una relación clara y significativa con el proceso de deforestación en la zona maya de Quintana Roo.

Ha sido posible notar que la mayoría de los estudios se han enfocado en casos y áreas de estudio muy puntuales, abarcando solo un grupo reducido de comunidades o ejidos y han evaluado un

conjunto reducido de variables de interés (Abizaid y Coomes, 2004; Dupuy *et al.*, 2007; Reyes *et al.*, 2003).

### **2.3.3.3. Factores institucionales**

En estudios realizados en la zona de CAL y HOP se encontró que la deforestación para el período 1997-2003 fue debido a la expansión de pastizales para la ganadería (Busch, 2006) y a la expansión de la agricultura (Porter-Bolland *et al.*, 2007). Sin embargo, Martínez (2010) señala para la misma zona pero en fechas más recientes, que las políticas públicas que fomentan la producción agrícola y la ganadera no han sido factores de impacto indirecto importantes en el proceso de deforestación. Por otro lado, se ha encontrado para el sur de la península de Yucatán que programas como Alianza para el Campo y PROCAMPO determinan el uso del suelo y la deforestación (Schmook y Vance, 2009).

Un ejemplo más de análisis de programas gubernamentales se realizó en 39 ejidos de Calakmul, Campeche donde se encontró que el efecto de Crédito a la palabra, Alianza para el campo y PROCAMPO varió de acuerdo al periodo analizado y la escala local o regional. Así, Crédito a la Palabra provocó un incremento en la deforestación durante el período 1990-1993, pero entre 1994 y 1998 a escala regional tuvo un efecto contrario. Respecto a PROCAMPO, a escala local los ejidatarios que recibieron mayor subsidio deforestaron menor superficie. Alianza para el Campo no mostró vínculo respecto de la superficie deforestada en ambas escalas (Reyes *et al.*, 2003).

En lo que se refiere a las políticas de conservación, éstas han jugado un papel fundamental en los procesos de deforestación, en particular con el establecimiento de la RBC y sobre todo debido a la normatividad impuesta que ha regulado y limitado las actividades productivas en las zonas de amortiguamiento y núcleo (Martínez, 2010). Lo anterior puede ser corroborado al encontrarse que la tasa de deforestación dentro de la RBC es más baja que fuera de ella (Mas, 2005). Adicionalmente, los incentivos para la conservación de selvas pueden ser otra variable que explica el proceso de deforestación (L. M. Digiano y Ellis, 2010). Otra forma de conservación implementada en Quintana Roo fue las Áreas Forestales Permanentes (AFP) derivadas del Plan Piloto Forestal. Esta estrategia mostró, de acuerdo a los resultados de Ellis y Porter-Bolland (2008), que AFP más grandes tienen a conservar más selva.

Existen además, ciertas características de los ejidos, como su antigüedad, que también pueden explicar la probabilidad de ocurrencia de deforestación. Por ejemplo, ejidos más antiguos han

mostrado tener menor probabilidad de deforestación (Bray *et al.*, 2004). Otra característica del ejido que se ha encontrado que tiene influencia en la deforestación es la privatización de los ejidos a lo largo del tiempo, ya que a medida que su superficie privatizada aumenta, la probabilidad de deforestación es mayor (Digiano y Ellis, 2010).

En ejidos del centro de Quintana Roo se encontró que ejidos grandes retienen más superficie forestal en sitios más distantes a áreas pobladas, con extracción de madera y con actividades forestales como contar con un área forestal permanente (AFP) y realizar manejo forestal (Ellis y Beck, 2004). Lo anterior significa que también el tamaño tiene influencia en la probabilidad de deforestación (Reyes *et al.*, 2003). Otras características del ejido asociadas a la probabilidad de deforestación son el tiempo de ser ejidatario y la distancia a la parcela (Reyes *et al.*, 2003) así como con la cantidad de ejidatarios que se relaciona de manera positiva con la deforestación (Ellis y Porter-Bolland, 2008).

#### **2.4. Breve historia forestal de Campeche**

La historia del paisaje maya ha sido muy dinámica, en este apartado se hace un rápido recorrido por algunos aspectos relevantes de la historia forestal, que han sido detonadores del cambio en el uso del suelo en Campeche.

El estado de Campeche, a finales del siglo XVII, comenzó a sufrir la extracción y posterior exportación de maderas como el palo de tinte, principalmente por madereros ingleses, aunque durante la época colonial la extracción no se consideró una actividad económicamente importante (Konrad, 1994). Hacia 1813, las zonas agrícolas y ganaderas fueron apareciendo y desarrollándose bajo la organización de la hacienda en la medida en que las actividades extractivas de tinte y madera fueron agotándose con la misma devastación de la selva (Baez, 1990). Konrad (1994) separa en períodos la actividad forestal, mismos que serán descritos con mayor detalle.

En el período 1876-1910 se registró uno de los saqueos más importantes de las selvas tropicales en Campeche, con una cercana colaboración de intereses económicos nacionales y extranjeros. Para 1896, la mayoría de las selvas campechanas habían quedado bajo el control de extranjeros, predominando ocho compañías norteamericanas que poseían 1'363,636 ha y tanto el gobierno mexicano como las compañías iniciaron campañas de propaganda para favorecer la inversión en la agricultura tropical, la extracción de madera y las empresas ganaderas (Konrad, 1994), con la consecuente pérdida de cobertura forestal. Sin embargo, también hubo intentos por no perder la

selva ya que hacia 1889 se organizaron juntas y exposiciones agrícolas en el estado para que sus representantes evitaran la tala de los bosques y montes e incendios, entre otras acciones (Sierra, 1973).

En el período 1901-1940 se registra la primera fase de explotación forestal, durante la cual se dieron las concesiones a ocho empresas mayoritariamente norteamericanas de tierras, madera y fruta tropical que controlaban 1,363,636 hectáreas sobre todo hacia el Este del estado. Posterior al Porfiriato, entre 1913-1919, se duplicaron las exportaciones de chicle, representando la década de los 1920 una etapa de auge. La participación local y regional en las actividades de extracción forestal se incrementó, al igual que las exportaciones forestales en la economía de Campeche (Konrad, 1994).

Ya hacia 1923, la agricultura continuó su crecimiento con la introducción de maquinaria a las labores agrícolas, estimulando el cultivo de caña de azúcar. Lo anterior se complementaba con la superficie obtenida por los ejidos a través del reparto agrario que para entonces ya sumaba 43,413 ha. En ese tiempo, Campeche se constituyó como el primer productor de chicle (Sierra, 1973).

En 1926, tras el decreto de la Ley forestal, se consideró obligatorio la conservación, restauración y propagación de la vegetación forestal. Sin embargo, esto no fue posible pues los inspectores forestales federales encargados del cumplimiento, no aplicaban la ley, pues eran pagados por las compañías que explotaban las selvas (Konrad, 1994).

De acuerdo con el censo de 1930, el 63% del territorio de Campeche estaba cubierto por selva (Konrad, 1994), pero la agricultura continuaba creciendo. Se iniciaba la organización de las cooperativas agrícolas (Sierra, 1973). Para 1940 se calculó en un 50% del territorio cubierto por selva, lo cual los escritores campechanos atribuían a que debido a los métodos de explotación, los recursos habían sido destruidos a gran escala (Konrad, 1994). En 1939 se impulsa la industria turística (Sierra, 1973). Estos eventos afectaron al estado, pues las centrales chicleras y madereras se convirtieron en asentamientos permanentes que serían la base para la expansión de la agricultura, la ganadería y la deforestación (Konrad, 1999). Sin embargo aun cuando la explotación de chicle fue aparentemente selectiva, los propios productores indicaban que cerca del 20% los árboles que se les extraía la goma no se recuperaban, lo que da una idea del impacto a la selva. Tan solo entre 1929 y 1930, México exportó 21 millones de libras de chicle, sus selvas perdieron un millón de árboles (Konrad, 1994).

Una segunda fase de explotación forestal se dio en el período 1940-1960, para 1940 se estimaba que el estado de Campeche tenía una superficie “boscosa” de 2,390,346 ha (Ponce, 1990). Durante la segunda guerra mundial, la extracción de chicle y en menor medida de la madera se intensificaron, aunque después de la guerra de Corea el chicle disminuyó su demanda (Konrad, 1994). En el período de 1939-1943, el gobernador Dr. Héctor Pérez Martínez promovió la explotación ganadera en el estado (Sierra, 1973). Además, durante 1940-1941, los permisos de extracción de chicle fueron otorgados a 68 empresas que trabajaban más de 2 millones de hectáreas de tierras públicas y privadas y 6 ejidos, superficie de explotación que había aumentado enormemente a lo señalado en 1896 (Konrad, 1994).

A mediados de la década de 1960 las empresas extranjeras explotadoras de recursos forestales terminaron su actividad. La sobreexplotación había dañado las reservas de chicozapote, caoba y cedro. En 1964 se señalaba que el 50% del estado estaba aún cubierto por selvas y el resto con la destrucción de grandes extensiones de zonas arboladas (Konrad, 1994).

En el período 1960-1990 se intensifica el aumento de la población y es la época caracterizada por la deforestación más intensa (Konrad, 1999). Al final de los sesentas, sucede una importante cantidad de sucesos en Campeche que sin duda afectan la superficie forestal. Entre ellos el proceso de colonización, además de distintos programas implementados por el Gobierno. Entre ellos se incluye las dotaciones de tierras.

Los antecedentes de la migración a Campeche se remontan a un punto tan lejano como la Guerra de Castas, que se inicia en 1847 y dura hasta bien entrado el siglo XX. Hacia 1852, un grupo importante de mayas decide deslindarse de los rebeldes de Quintana Roo y llega a asentarse en el sur de la región de Los Chenes, en la zona llamada La Montaña (Morales, 2004). El primer intento de colonización fue publicado el primero de noviembre de 1861, ofreciendo tierras vírgenes del partido del Carmen para todos aquellos que desearan dedicarse a los trabajos del campo o al cultivo de cereales. Otro intento se da en 1875, con una iniciativa de ley tendiente a incrementar la población en el partido de Los Chenes, donde incluso se les ofrecía una subvención de un peso mensual a toda persona de fuera del estado que se estableciese en aquel lugar (Sierra, 1973).

Uno de los primeros procesos de colonización fue en la década de los sesenta, cuando por decreto presidencial se crean los ejidos de Nuevo Becal, 20 de noviembre, Gustavo Díaz Ordaz y Álvaro Obregón (Zoh-Laguna), entre otros (Pino, 1997), en lo que hoy es Calakmul. Entre 1956 y 1962, las

colonias agrícolas y ganaderas que se fundaron en diferentes municipios durante ese periodo fueron también: San Luis Carpizo (Champotón); Adolfo López Mateos (Carmen y Palizada); Morelos (Champotón) y Miguel Alemán (Campeche) (Morales, 2004).

En 1973 se otorgaron tierras en el Valle de Edzná dentro del programa nacional “Cuenca del Sureste” (Morales, 2004). Hacia 1978 el gobierno mexicano implementó en Campeche el Plan nacional de zonas deprimidas y grupos marginados para promover el desarrollo económico y social de diversas regiones del país caracterizadas por su alto grado de marginación (Coplamar, 1978). Dentro de un gran número de acciones propuestas para la siguiente década (concluyendo en 1982), se plantearon acciones a corto y mediano plazo que entre otras cosas involucraba habilitar mediante desmonte y mecanización una superficie de 25,525 ha, establecer 100 ha de frutales, la construcción de infraestructura requerida en 11,729 ha para alojar 9,657 cabezas, y la dotación de 22,650 colonias de abejas para la apicultura. Todo esto para aplicarse en una superficie de 1’210,900 ha en los municipios de Calkiní, Hecelchakán, Hopelchén (incluía lo que actualmente es el municipio de Calakmul), y Tenabo (Coplamar, 1978).

Otro proceso migratorio se dio en los costados de la carretera federal Escárcega-Chetumal y al sur de la región de Xpujil en la década de los setenta, con indígenas y campesinos provenientes del centro y norte del país (Pino, 1997). También se desmontó y colonizó el Valle de Yohaltún, a finales de 1970 (Morales, 2004).

En la década de los ochenta, llegaron al sur de Campeche indígenas y campesinos de Chiapas, Veracruz y Puebla (Pino, 1997). Además, el gobierno de México autorizó la repatriación de casi 17,000 guatemaltecos entre julio y diciembre de 1984 para reubicarlos en los estados de Campeche y Quintana Roo con el argumento de que ambos estados tenían una baja densidad de población y para estimular la colonización de tierras. En Campeche se asentaron en las localidades de Quetzal-Edzná y Maya-Tecumb (Aguayo *et al.*, 1989). Aún en los noventa, llegó al sur del municipio de Hopelchén, mucha gente desplazada de los altos de Chiapas y Ocosingo. Por su parte, en el año 2000, los menonitas llegaron a colonizar tierras hacia el municipio de Hopelchén (Morales, 2004). Con los nuevos asentamientos se inició gradualmente la deforestación (Pino, 1997).

Por otro lado, en el estado de Campeche, según datos del Programa Ganadero de la SARH (1980), entre 1970 y 1979 la superficie de pastos creció a una tasa superior a 7% del promedio anual. Este acelerado crecimiento de las áreas de pastizales ocurrió a costa de la superficie forestal que se

redujo drásticamente durante dicho período. Tan solo como ejemplo, en el municipio del Carmen, la superficie forestal disponible era de un millón 59 mil hectáreas en 1970 y en 1980 se redujo a 721 mil (32% menos), mientras que la superficie de pastos aumentó casi 243 mil hectáreas. En el municipio de Palizada, que contaba con 26 mil hectáreas de superficie forestal disponible, ésta se redujo a 16 mil hectáreas en 1980 (38% menos) (Villafuerte *et al.*, 1997).

Entre los programas implementados por el Gobierno, a partir de 1986 se creó un área arrocera en las inmediaciones de los ríos Candelaria, Chumpán, Usumacinta y Palizada, donde existían condiciones más apropiadas para ese cultivo (Morales, 2004). Hacia 1989 el gobierno de la república emite el decreto por el que se declara la Reserva de la Biósfera Calakmul ubicada en los municipios de Champotón y Hopelchén Campeche (CONANP, S/F).

## **2.5. Breve historia forestal de Quintana Roo**

Históricamente, los recursos forestales han jugado un papel importante en el desarrollo socioeconómico y político de Quintana Roo. A principios del siglo XX, en las selvas del estado vivían principalmente dos grupos sociales: los trabajadores forestales de la caoba y del chicle en el sur, y los mayas rebeldes de la guerra de castas en el centro y norte (González *et al.*, 2007). El auge del período de extracción de chicle (1903-1945) atrajo población de diversos estados de la República como Campeche, Veracruz y Yucatán, entre otros. Asimismo, cerca de 6000 chicleros fueron traídos de Honduras Británica, ahora Belice (González *et al.*, 2007).

La explotación chiclera en Quintana Roo tuvo tres períodos importantes (Ponce, 1990):

- 1915-1930; las concesiones estaban en manos de particulares y compañías norteamericanas, siendo estas las que acaparaban la producción. Su territorio se dividió en manos de 10 personas las cuales usufructuaron hasta 1920-1930.
- 1935-1950; auge de la producción. El gobierno trata de controlar la misma y se crean 43 cooperativas chicleras.
- 1950-1980; la caída de la producción que cierra la época histórica del chicle en Quintana Roo.

Al mismo tiempo, grandes concesiones de selva fueron otorgadas a compañías privadas para la extracción de madera y chicle, la mayoría de ellas extranjeras. En el interior del estado la extracción de madera para comercializarla comenzó en los años treinta mediante cortas selectivas de caoba y cedro. La explotación maderera se intensificó en 1953 con la creación de la paraestatal Maderas

Industrializadas de Quintana Roo (MIQRO) bajo el régimen de concesión a 29 años (González *et al.*, 2007) y por 550 mil hectáreas de terrenos nacionales y ejidales solo aprovechables por la empresa pagando un derecho de monte que fijaba la reforma agraria (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2000).

A partir de 1930, mediante reformas a las leyes de reparto agrario, se creó el sistema de tierras comunales o ejidos (Figura formación), otorgando así los derechos sobre la tierra a los campesinos. Por otro lado, se estableció legalmente el aprovechamiento forestal (extracción de chicle) a cargo de los ejidos. Para establecer los ejidos en Quintana Roo se aplicaron dos criterios: *a*) se reconoció la posesión de la tierra a los campamentos chicleros y poblados mayas y *b*) se otorgó la tierra con criterios forestales (420 ha *per ejidatario*). La idea detrás de esto era que los grupos sociales asentados en el territorio de Quintana Roo pudieran vivir de la explotación del chicle (González *et al.*, 2007). Los ejidos creados en Quintana Roo durante 1930 y 1940, fueron planeados específicamente para actividades económicas basadas en los recursos forestales (Ellis y Beck, 2004).

Los programas de colonización para abrir nuevas tierras al cultivo y aliviar la presión sobre los suelos agrícolas, se ejerció en áreas neurálgicas del país, se relacionan directamente con los desmontes. En Quintana Roo este hecho, que se considera irreversible, al iniciarse la década de los sesenta cuando comienzan a profundizarse los conflictos en algunos estados del norte de la República, propiciados por la concentración de campesinos sin tierra, motivó al gobierno federal a pensar en varios estados del sureste, con poca población y extensas áreas despobladas, para establecer planes de colonización dirigida. Como resultado están los casos de los nuevos centros de población en la ribera del Río Hondo, de la cuenca de Ucúm, y de las poblaciones que ocupan zonas a lo largo de la carretera Lázaro Cárdenas-Polyc (Fuentes, 1992). Estos ejidos se crearon con vocación claramente agrícola, ya que se dotó a cada ejido con superficies más pequeñas, tanto en términos absolutos como en términos relativos (50-80 ha/ejidatario) y sin obligaciones de conservación o de un uso racional (González *et al.*, 2007). Estos colonos desconocían la selva y bajo el esquema de MIQRO, se dedicaron a tumbar y quemar para abrir terrenos a la agricultura (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2000).



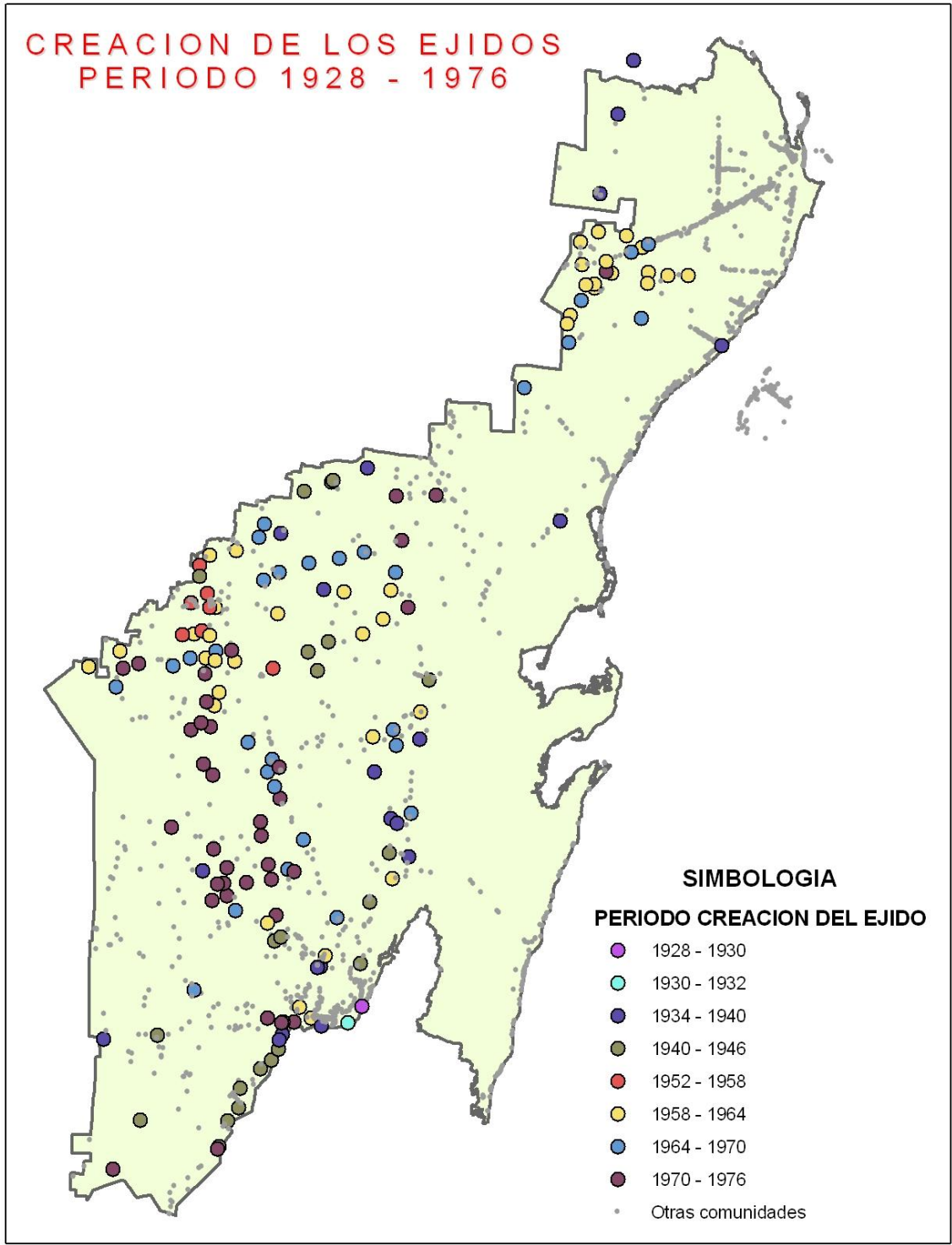


Figura 5. Creación de ejidos por año en el estado de Quintana Roo en el período 1928-1976. Fuente: Elaboración propia.

Entre 1960 y 1970 el territorio sufrió una intensa deforestación, producto de los programas gubernamentales de impulso a la ganadería y a la agricultura extensiva. El Programa Nacional de Desmontes, se fijó en 1975 una meta de 20,000 ha para siembra de pastizales con mano de obra local (figura 6). Cubierto este programa se sembraron las tierras desmontadas con semillas de zacate guinea, jaragua, green panic y estrella de África. Se proyectaron baños garrapaticidas, pozos a cielo abierto, corrales de manejo, tanques de almacenamiento, bebederos, embarcaderos, escurrideros y saladeros (Fuentes, 1992). Se estima que un colono de los nuevos asentamientos desmontó un promedio de cuatro hectáreas anualmente (Fuentes, 1992).

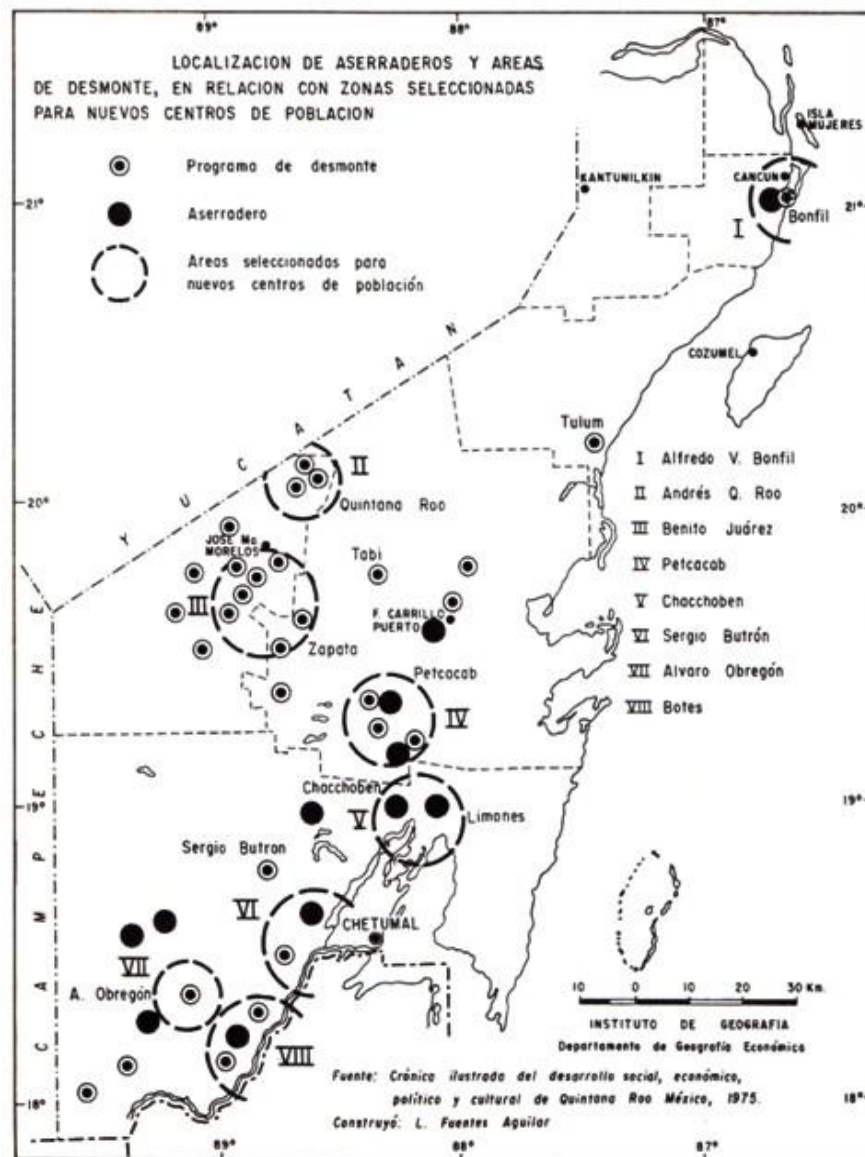


Figura 6. Localización de sitios de desmonte para nuevos centros de población. Fuente: (Fuentes, 1992).

Por si lo anterior no hubiera sido poco, en los años cincuenta el gobierno mexicano promovió la producción de durmientes de ferrocarril como un medio para comercializar especies de madera tropical menos conocidas y estimular la economía rural, actividad que entre 1970 y finales de 1990 fue importante para los campesinos de la zona maya junto con la producción de chicle y con base en la selva (Ellis y Beck, 2004).

La ganadería en Quintana Roo a partir de la década de los cincuenta ha experimentado un fuerte crecimiento ocupando grandes extensiones de tierra con un crecimiento doble y hasta triple que la media nacional para el sureste de México (Villafuerte *et al.*, 1997):

**La expansión 1950-1970.** En un período en realidad corto, la población ganadera aumentó considerablemente, consecuencia del ensanchamiento de las áreas ganaderas, al ocupar cada vez más superficie de selva. De acuerdo a las cifras censales, entre 1940 y 1950 se produjo un crecimiento extraordinario en la superficie de pastos en seis estados del trópico (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán) (Villafuerte *et al.*, 1997).

En los años sesenta, la ganadería se había extendido hasta las regiones más apartadas del trópico, como la península de Yucatán. En 1970 la superficie ocupada por la ganadería era de 6.7 millones de hectáreas que en términos relativos equivale a un incremento muy moderado en relación con décadas anteriores, es decir, únicamente 8%. Por lo contrario, la superficie de bosques se redujo en 48%, al pasar de 8 millones 249 mil hectáreas a solo 4 millones 244 mil (sin considerar el estado de Campeche). Paradójicamente, el aumento de la frontera ganadera en 1970 se debe al sector ejidal, cuestión que se relaciona directamente con los fenómenos de rentismo de parcelas y a la ganadería a medias. El hecho es que ya en 1970 se puede hablar de la ganaderización o la praderización del trópico.

**1970-1983, la consolidación de la expansión.** Durante estos 13 años se consolida la gran expansión ganadera que inicia en 1950. Ocurre en un contexto de relativa estabilidad económica y de un fuerte proteccionismo al aparato productivo y al mercado interno, lo que permitió el crecimiento de la ganadería ante la ausencia de la competencia internacional. En este período se acelera el crecimiento de la ganadería extensiva en los estados de Campeche, Chiapas y Quintana Roo. Sin embargo, en el período 1984-1992, se presenta la crisis de la ganadería en el trópico mexicano, a la cual se le llegó a llamar como un proceso de “desganaderización”, donde ocurrieron importaciones de carne de otros países, reducciones de créditos de BANRURAL del 65% a la

agricultura y 61% a la ganadería, entre otros (Villafuerte *et al.*, 1997). Tras esta crisis se constituye un elemento que puede contener el proceso de deforestación, pero no significa que las áreas de bosque y selva se preserven, por el contrario, pudo significar un riesgo de no haberse tomado las medidas adecuadas en términos de alternativas productivas capaces de generar ingresos para la población (Villafuerte *et al.*, 1997).

El fin de la concesión a MIQRO en 1983 abre una coyuntura para la aplicación de una nueva política forestal. Dicha política se puso en práctica a través del denominado Plan Piloto Forestal (PPF) (Galletti, 1999). En su estrategia de desarrollo, el plan aborda los siguientes aspectos (Argüelles y Armijo-Canto, 1995):

*Manejo forestal.*- Promovió la definición de Áreas Forestales Permanentes por parte de las propias comunidades, cuyo plan de manejo consideró un ciclo de corta de 25 años, regulación por áreas y diámetros mínimos de corta. Se inician inventarios forestales.

*Organización campesina.*- los campesinos son sujetos activos del manejo de la selva, administración forestal, extracción de trocería y comercialización. Se les ofreció asistencia técnica y capacitación.

*Aspectos institucionales.*- se buscó, mediante un grupo técnico capacitado, el apoyo y promoción al surgimiento de empresas de producción forestal campesina.

*Aspectos industriales.*- surgimiento de prácticas silvícolas adecuadas se hace necesario para el desarrollo de una industria forestal que consuma la variedad de especies de la selva.

*Aspectos comerciales.*- el acceso al mercado libre donde los ejidos pueden negociar el precio de la madera sin el proteccionismo clásico del enclave industrial fue una medida acertada.

Los cambios en los ejidos posteriores a la aplicación del Plan Piloto Forestal fueron la delimitación de su AFP exclusiva para uso forestal. Comenzaron a administrar su negocio forestal y los campesinos se hicieron cargo de las operaciones forestales hasta la entrega de la madera en rollo puesta en fábrica, adquirieron su propia maquinaria y los ejidos del PPF formaron un frente de comercialización para negociar en forma conjunta el precio y las condiciones de entrega de su madera (Galletti, 1999).

Hacia 1989 el estado creó el Plan Forestal Estatal retomando la metodología del PPF y cuyo resultado fue la delimitación de más de 400 mil ha de AFP a la que denominaron la reserva forestal estratégica (Galletti, 1999).

## **2.6. Técnicas de análisis de la deforestación en selvas tropicales**

La deforestación de los trópicos es una preocupación desde el siglo XIX debido a la dependencia que existe de los productos derivados del bosque, por ejemplo elementos para la construcción de buques de guerra. Sin embargo, la preocupación mundial sobre la deforestación en países tropicales, no comenzó hasta mediados del siglo XX, tras la segunda guerra mundial, cuando los bosques tropicales fueron transformados para fines agrícolas (Montagnini y Jordan, 2005).

Fue en los años sesenta en que los científicos comenzaron a reconocer que la disminución de los bosques tropicales representaba una pérdida importante de los recursos mundiales. Entre 1970 y 1980 se comenzó a cuantificar el área perdida y la velocidad a la que ocurría (Montagnini y Jordan, 2005).

Desde la década de 1990, una serie de estudios han tratado de explicar la dinámica del cambio en el uso del suelo en análisis de escala local y regional mediante la combinación de datos de sensores remotos, con referencias espaciales como información biofísica, social y económica (Chowdhury, 2006). Muchos de estos estudios han tenido el objetivo de comprender no sólo la ubicación y la naturaleza (causa próxima) del cambio en el uso de suelo, sino también la identificación de las causas fundamentales de ese cambio (Chowdhury, 2006).

Las preocupaciones científicas acerca de los efectos ecológicos de la deforestación, han incitado a un creciente número de estudios que tienen por objeto cuantificar los determinantes sociales y biofísicos de los procesos de deforestación, así como sus interacciones con el tiempo y el espacio (Geoghegan *et al.*, 2010). Un nuevo enfoque metodológico que combina estos temas con imágenes de satélite de alta resolución, usando SIG, e incorporando datos socioeconómicos y geofísicos se ha implementado para modelar las interacciones humano-ambientales que impulsan el uso del suelo (Geoghegan *et al.*, 2010).

Un área de importancia mundial en México, con una larga historia en su dinámica forestal, es la selva maya que se extiende del sur de México, abarcando Belice y el norte de Guatemala, la cual ha tenido una larga historia de uso y perturbación a través del tiempo, como la alta ocurrencia de huracanes e incendios forestales y alteraciones humana gracias a la agricultura que data de más de 5000 años atrás (Ellis y Beck, 2004). En la región sureste del país, se han empleado sobre todo tres técnicas para analizar el cambio en el uso del suelo, como clasificación de imágenes satelitales (Cortina *et al.*, 1998; Ellis y Beck, 2004; Macario, 2003; Porter-Bolland *et al.*, 2007; Vester *et al.*,

2007), sobreposición de cartografía de uso del suelo y vegetación generada por el INEGI y de los inventarios nacionales forestales (Mas, 2005, 2006) y digitalización en pantalla con fotografía aérea (Dupuy *et al.*, 2007; Macario, 2003), método que ya es poco empleado en la actualidad.

### **III. Objetivos**

- Determinar cuál ha sido la tendencia de los cambios en la cobertura forestal en ejidos de los estados de Campeche y Quintana Roo, México, en el período 1988-2010.
- Determinar cuáles son los factores ambientales, socioeconómicos e institucionales que intervienen en el cambio de la cobertura forestal en ejidos de los estados de Campeche y Quintana Roo, México, en el período 1988-2010.
- Proponer recomendaciones con base a los factores y acciones que han mitigado o reducido las tasas de deforestación en los ejidos de estudio.

#### **IV. Preguntas de investigación**

¿Cuál ha sido la dinámica en el cambio de cobertura forestal en los ejidos de los municipios de Calakmul y Hopelchén en Campeche y Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco en Quintana Roo en el período 1988-2010?.

¿Cuáles son los factores ambientales que pudieran tener influencia en los cambios de cobertura forestal en ejidos de los municipios de Campeche y Quintana en el período 1988-2010?.

¿Cuáles son los factores socioeconómicos que pudieran tener influencia en los cambios de cobertura forestal en ejidos de los municipios de Campeche y Quintana en el período 1988-2010?.

¿Cuáles son los factores institucionales que pudieran tener influencia en los cambios de cobertura forestal en ejidos de los municipios de Campeche y Quintana en el período 1988-2010?.



## V. Metodología

La metodología incluyó desde la elección del sitio de estudio, la adquisición de las imágenes satelitales y los datos estadísticos o cartográficos de los factores ambientales, socioeconómicos e institucionales, la aplicación de técnicas de percepción remota de imágenes satelitales, la estimación de las tasas y superficies de cambio de cobertura forestal y los modelos estadísticos de análisis utilizados. Algunos de los factores solo fue posible analizarlos espacialmente para el año 2010 y la mayoría de ellos se hizo mediante técnicas estadísticas para el período 1988-2010.

### 5.1 El área de estudio

El área de estudio comprendió 249 ejidos que pertenecen a cuatro municipios de la península de Yucatán (figura 7), Calakmul (CAL) y Hopelchén (HOP) en el estado de Campeche (102) y Felipe Carrillo Puerto (FCP) y Othón Pompeyo Blanco (OPB) en el estado de Quintana Roo (136) con una superficie de estudio mayor a los 31,700 km<sup>2</sup>. Estos ejidos fueron empleados para el análisis espacial, aunque solo 238 de ellos para el análisis estadístico debido a inconsistencias o faltantes encontradas en la información de algunas de las variables o falta de la misma en ejidos de Campeche. No fue posible analizar otros tipos de tenencia de la tierra debido a que no se contaba con sus polígonos correspondientes.

La elección de los municipios se basó tanto en similitudes como en contrastes y los factores fueron los siguientes:

- Cuentan con una amplia cobertura forestal.
- Hay colindancia entre ellos.
- La cobertura de norte al sur de ambos estados cuenta con ecosistemas similares pero con un gradiente de menor caída de hoja debido a condiciones climáticas y edafológicas.
- Muchos de los ejidos en los municipios seleccionados se formaron a partir de distintos procesos de colonización, en distintos períodos y por movimientos dentro del mismo estado, entre estados vecinos y provenientes de otros estados del país más lejanos e incluso de países vecinos.
- Algunos de los ejidos se encuentran dentro o cerca de áreas naturales protegidas del tipo federal o estatal.
- Los municipios presentan grandes diferencias en cuanto a áreas destinadas voluntariamente para la conservación (ADVC), manejo forestal y pago por servicios ambientales (PSA).

- Existen diferencias en sus actividades productivas como el turismo, el cultivo de caña, la producción de carbón, entre otros.

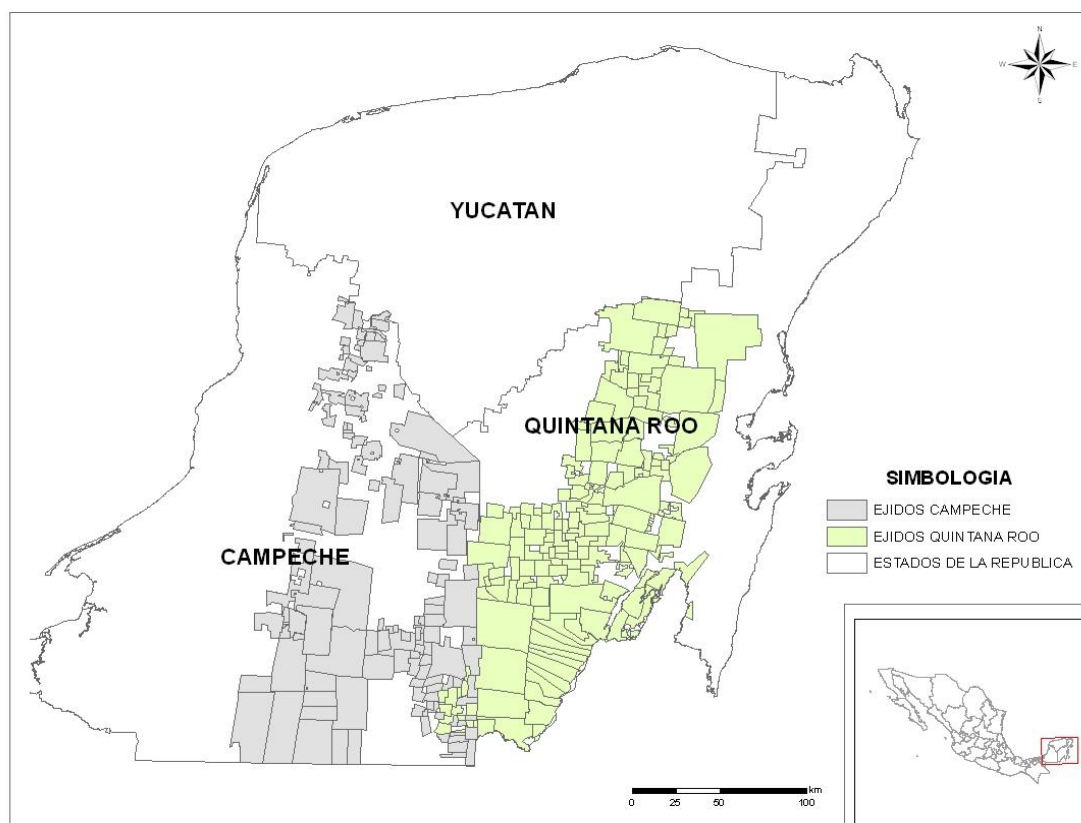


Figura 7. Ubicación de los ejidos analizados para el cambio de cobertura forestal en los estados de Campeche y Quintana Roo, representando los municipios de Hopolchen y Calakmul en Campeche y Othon P Blanco y Felipe Carrillo Puerto en Quintana Roo.

Tanto la cantidad de ejidos como la superficie de los mismos por municipio (tabla 4) como su distribución espacial fue muy heterogénea, lo que dificultó su comparación, razón por lo cual se propusieron diferentes formas de análisis para cumplir con los objetivos planteados en este estudio.

Tabla 4. Municipios, ejidos y superficie analizada en el presente estudio.

Municipio	Número de ejidos	Superficie de estudio (km <sup>2</sup> )
CAL	78	9,196.59
HOP	35	4,657.28
FCP	55	8,573.23
OPB	81	9,272.39

### **Calakmul (CAL)**

Colinda al norte con los municipios Champotón y Hopelchén; al este con el municipio de Hopelchén, la Zona Interestatal de Campeche-Quintana Roo y la República de Guatemala; al sur con la República de Guatemala y al oeste con los municipios Candelaria, Escárcega y Champotón. El municipio tuvo al año 2010 una población de 26,882 habitantes (INEGI, 2010) y una densidad de población de 1.92 habitantes/km<sup>2</sup> (SEDESOL, 2012a). Dentro del territorio de CAL se encuentra la Reserva de la Biósfera de Calakmul (RBC), decretada el 23 de mayo de 1989 (SEMARNAP, 1999).

Su topografía está compuesta por lomeríos bajos con hondonadas (67.61%) y llanuras de depósito lacustre de piso rocoso o cementado (32.30%). Los suelos son Leptosol (34.93%), Vertisol (33.75%), Phaeozem (24.93%), Gleysol (4.44%) y Fluvisol (1.86%) (INEGI, 2009b). Los climas del municipio son cálido subhúmedo con lluvias en verano en la parte central de CAL, cálido subhúmedo con lluvias en verano en la parte norte de CAL y cálido subhúmedo con lluvias en verano hacia el sur del CAL). El rango de precipitación es de 1,000 – 1,500 mm y una temperatura de 24° - 28°C (INEGI, 2009b). El uso del suelo y vegetación en CAL de acuerdo a la serie III de INEGI está compuesta por 4.09% agricultura, 34.27% selva (figuras 8 y 9), 61.33% vegetación secundaria, 0.06% cuerpo de agua y 0.04% de área urbana (INEGI, 2007a).

En la cuestión ejidal y de acuerdo al Censo ejidal, al 2007, CAL contaba con 3,690 ejidatarios y comuneros y 116 poseionarios en 65 ejidos y comunidades agrarias (figura 16) con una superficie de 504,081.3 ha, de la cual 33,138 ha estaba parcelada y 470,111.27 no parcelada, superficie de la cual 466,253 ha son de uso común. De estas últimas, 31 ejidos han desmontado para uso agrícola y 7 de ellos para uso ganadero. CAL ha tenido compra-venta de tierras ejidales, y hasta el 2007 el INEGI reportó que en 10 años este municipio vendió 4,203 ha, los compradores fueron 8 ejidatarios, 3 avecindado o poseionario y 4 personas ajenas al ejido. 50 de las transacciones no se reportan (INEGI, 2007c).



Figura 8. Selva en el ejido Álvaro Obregón, norte de CAL.



Figura 9. Selva en el ejido Ley de Fomento, sur de CAL.

### **Hopelchen (HOP)**

Colinda al norte con los municipios de Hecelchakán y Calkiní y la Zona Interestatal de Campeche-Yucatán; al este con las Zonas Interestatales de Campeche-Yucatán y Campeche-Quintana Roo-Yucatán; al sur con los municipios de Calakmul y Champotón y al oeste con los municipios de Champotón, Campeche, Tenabo y Hecelchakán. El municipio tuvo al año 2010 una población de 37,777 habitantes (INEGI, 2010) y una densidad de población de 4.84 habitantes/km<sup>2</sup> (SEDESOL, 2012c).

Los suelos en HOP son Leptosol (50.02%), Vertisol (14.64%), Luvisol (13.87%), Nitisol (9.40%), Gleysol (6.43%), Phaeozem (5.28%) y No aplicable (0.07%) (INEGI, 2009d). El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2009d). El uso del suelo y vegetación en HOP de acuerdo a la serie III de INEGI está compuesta por 8.3% agricultura (figura 11), 0.35% pastizal, 2.41 selva (figura 10), 0.07 otros tipos de vegetación, 88.66% vegetación secundaria, 0.1% cuerpos de agua y 0.11% áreas urbanas (INEGI, 2007b).



Figura 10. Selva en el norte del ejido Iturbide, HOP.



Figura 11. Potrero con maíz en el ejido Xkanha, sur de HOP.

De acuerdo al Censo ejidal, al 2007 en HOP se reportó 4,185 ejidatarios y comuneros y 1,053 poseionarios en 40 ejidos y comunidades agrarias (figura 17) con una superficie total de 636,756.15 ha, 16,673.15 ha de ellas parceladas y 616,512.74 ha no parceladas y de las cuales 614,006.78 ha son de uso común. De estas últimas, 10 ejidos desmontaron para uso agrícola y 5 para uso ganadero. HOP ha tenido compra-venta de tierras ejidales, así tenemos que hasta el 2007 el INEGI reportó que en 10 años este municipio vendió 280 ha, los compradores fueron 3 ejidatarios, 1 avecindado o poseionario y 1 persona ajena al ejido. 31 de las transacciones no se reportan (INEGI, 2007c).

### **Felipe Carrillo Puerto (FCP)**

Colinda al norte con la Zona Interestatal de Quintana Roo-Yucatán y el municipio de Tulum; al este con el municipio de Tulum y el Mar Caribe (Mar de las Antillas); al sur con el municipio de Othón P. Blanco y al oeste con el municipio de José María Morelos y la Zona Interestatal de Quintana Roo-Yucatán (INEGI, 2009c). El municipio tuvo al año 2010 una población de 75,026 habitantes (INEGI, 2010) y una densidad de población de 5.69 habitantes/km<sup>2</sup>. (SEDESOL, 2012b).

En FCP los suelos existentes son Leptosol (60.28%), Luvisol (11.33%), Arenosol (7.21%), Solonchak (5.18%), Gleysol (4.31%), Phaeozem (3.90%), Histosol (3.15%), Vertisol (1.59%), Regosol (1.31%) y Cambisol (0.60%) (INEGI, 2009c). Los climas son cálido subhúmedo con lluvias en verano en el centro y oeste de FCP, cálido subhúmedo con lluvias en verano al este de FCP y cálido subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2009c). La vegetación está compuesta por selva (81.01%), tular (9.77%), manglar (5.99%), área sin vegetación (0.53%) y otros (0.26%) mientras el uso de suelo está compuesto de Agricultura (0.70%), pastizal (0.59%), zona urbana (0.09%) y asentamientos humanos (0.09%) (INEGI, 2009c) (figuras 12 y 13). En la zona noreste dentro territorio municipal se localiza la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (RBSK) decretada el 20 de enero de 1986 (SEMARNAP, 1993).

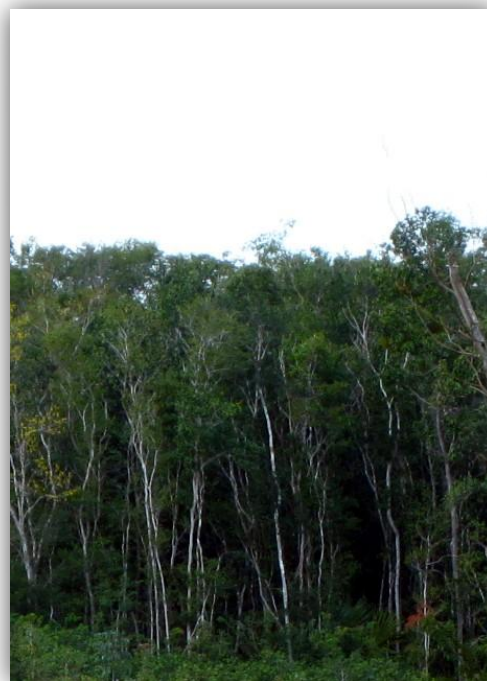


Figura 12. Sistema agroforestal en el ejido de Chunyaxché al norte de FCP.

Figura 13. Selva en el ejido Andrés Quintana Roo al sur de FCP.

De acuerdo al Censo ejidal, al 2007 en FCP se reportó 8,555 ejidatarios y comuneros y 3,425 posesionarios en 55 ejidos y comunidades agrarias (figura 18) con una superficie de 814,265.11 ha, con 12,316.74 ha parceladas y 798,001.93 ha no parceladas, de las cuales 791,349.97 ha son de uso común. De estas últimas, 17 ejidos desmontaron, 17 para uso agrícola y 3 para uso ganadero. FCP ha tenido compra-venta de tierras ejidales, así tenemos que hasta el 2007 el INEGI reportó que en 10 años este municipio vendió tan solo 710 ha, los compradores fueron 4 ejidatarios. El resto de las transacciones no se reportan (INEGI, 2007c).

### **Othón Pompeyo Blanco (OPB)**

Colinda al norte con los municipios de José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto; al este con el Mar Caribe (Mar de las Antillas) y Belice; al sur con Belice y la Zona Interestatal de Campeche-Quintana Roo y al oeste con la Zona Interestatal de Campeche-Quintana Roo (INEGI, 2009e). El municipio tuvo al año 2010 una población de 244,553 habitantes y una densidad de población de 15.28 habitantes/km<sup>2</sup> (SEDESOL, 2012d).

Los suelos existentes en OPB son Leptosol (43.03%), Vertisol (25.15%), Phaeozem (10.30%), Gleysol (8.30%), Regosol (4.83%), Luvisol (4.01%), Solonchak (1.67%), Arenosol (1.01%) y otros (0.14%) (INEGI, 2009e). En cuanto a climas tiene, cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (75.78%), cálido subhúmedo con lluvias en verano (21.73%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano (2.49%) (INEGI, 2009e). El uso de suelo está compuesto por agricultura (5.87%) (figura 14), pastizal (5.06%) y zona urbana (0.37%), mientras que la vegetación está compuesta por selva (76.90%) (figura 15), tular (4.85%), manglar (4.62%), otro (0.70%), no aplicable (0.44%) y sin vegetación aparente (0.002%) (INEGI, 2009e).



Figura 14. Caña en el ejido de Sacxan al centro de OPB.



Figura 15. Selva con caña en el ejido Botes al sur de OPB.

De acuerdo al Censo ejidal, al 2007 en OPB se reportó 15,140 ejidatarios y comuneros y 1,382 poseesionarios en 40 ejidos y comunidades agrarias (figura 19) con una superficie de 1'082,353.2 ha, de la cual 182,671 ha estaban parceladas y 884,171.36 ha no parceladas, de estas últimas 872,573.62 ha eran de uso común. En OPB 47 ejidos habían desmontado, 38 para uso agrícola y 29 para uso ganadero. OPB ha tenido una importante compra-venta de tierras ejidales, así tenemos que hasta el 2007, el INEGI reportó que en 10 años este municipio vendió 14,757 ha. Los compradores fueron 31 ejidatarios, 14 avecindados o poseesionarios y 9 personas ajenas al ejido. 51 no reportan compra-venta (INEGI, 2007c).



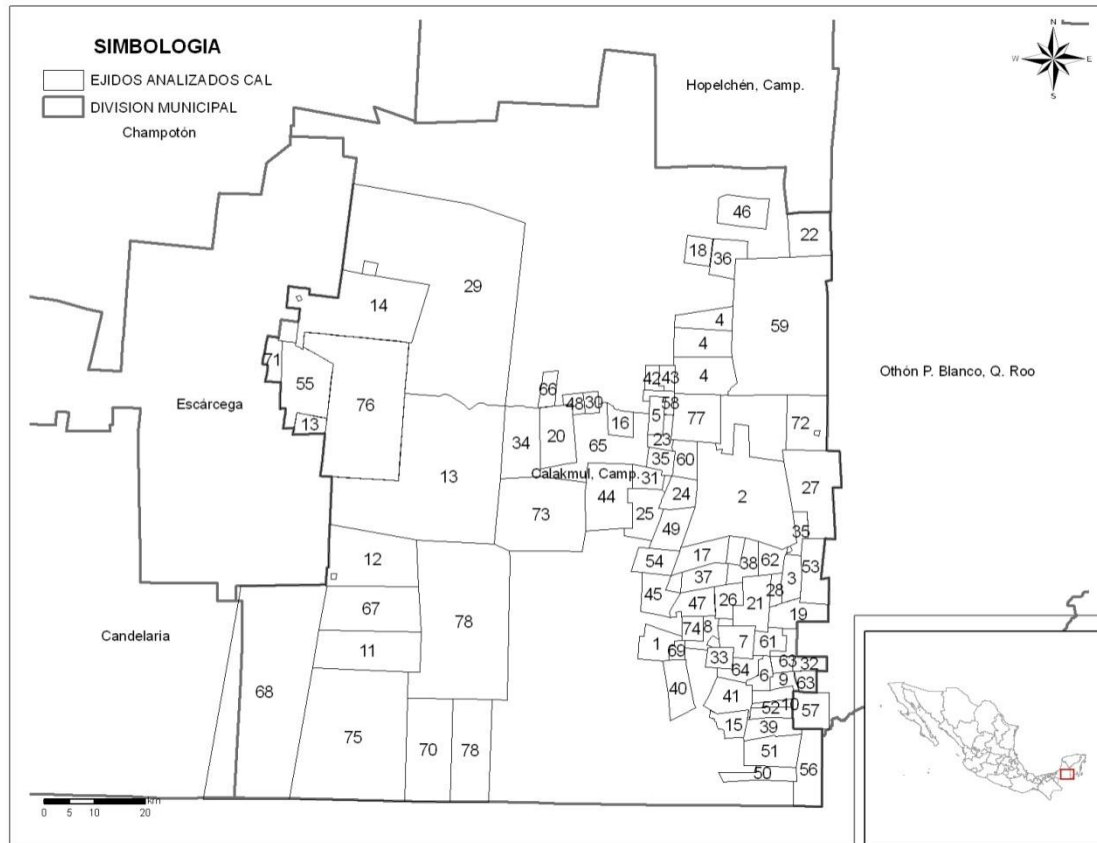


Figura 16. Ejidos analizados para el Municipio de CAL.

1. 11 De Mayo, 2. 20 De Noviembre, 3. 21 De Mayo, 4. Álvaro Obregón, 5. Becan, 6. Bella Unión De Veracruz, 7. Blasillo, 8. Caña Brava, 9. Carlos A. Madrazo, 10. Cerro De Las Flores, 11. Chaccheito, 12. Concepción, 13. Conhuas, 14. Constitución, 15. Dos Naciones, 16. El Chichonal, 17. El Manantial, 18. El Refugio, 19. El Tesoro, 20. Emiliano Zapata, 21. Felipe Ángeles, 22. Flores Magón, 23. Gral. Heriberto Jara, 24. Gral. Manuel Castilla Brito, 25. Guadalupe, 26. Guillermo Prieto, 27. Gustavo Díaz Ordaz Antes San Antonio Soda, 28. Hermenegildo Galeana, 29. Hopelchén, 30. Ing. Eugenio Echeverria Castellot, 31. Ing. Eugenio Echeverria Castellot No. 2, 32. Josefa Ortiz De Domínguez, 33. Kicche, 34. Kilometro 120, 35. La Lucha, 36. La Nueva Vida, 37. La Victoria, 38. La Virgencita De La Candelaria, 39. Lazaro Cardenas Numero 2, 40. Ley De Fomento Agropecuario, 41. Los Tambores De Emiliano Zapata, 42. N.C.P.A. El Porvenir, 43. N.C.P.E. Benito Juarez, 44. N.C.P.E. Centauro Del Norte, 45. N.C.P.E. Cristobal Colon, 46. N.C.P.E. Dos Lagunas, 47. N.C.P.E. El Carmen, 48. N.C.P.E. General Felipe Angeles, 49. N.C.P.E. Ing. Ricardo Payro Jene, 50. N.C.P.E. Justo Sierra Mendez, 51. N.C.P.E. Lic. Manuel Crescencio Rejon, 52. N.C.P.E. Los Alacranes, 53. N.C.P.E. Los Angeles, 54. N.C.P.E. Narciso Mendoza, 55. N.C.P.E. Pablo Garcia, 56. N.C.P.E. Pioneros Del Rio Xhon- Ha, 57. N.C.P.E. Santa Rosa, 58. N.C.P.E. Valentin Gomez Farias, 59. Nuevo Becal, 60. Nuevo Campanario, 61. Nuevo Paraiso, 62. Nuevo Progreso, 63. Nuevo Veracruz, 63. Nuevo Veracruz, 64. Plan De Ayala, 65. Plan De San Luis, 66. Puebla De Morelia, 67. Pustunich, 68. San José Carpizo, 69. San Miguel, 70. San Pablo, 71. Santa Lucia, 72. Tomas Aznar Barbachano, 73. Ulumal, 74. Unidad y Trabajo, 75. Villa de Guadalupe, 76. Xbonil, 77. Xpujil y 78. Yohaltun.

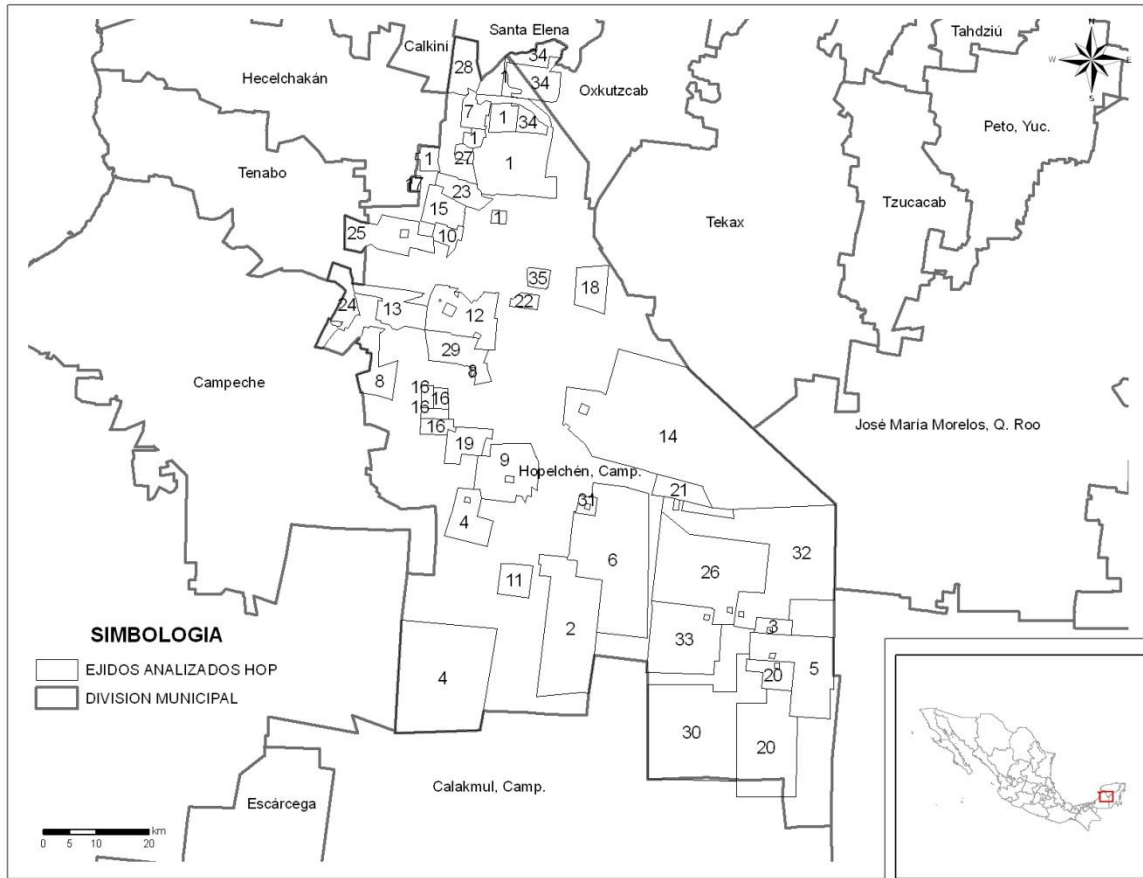


Figura 17. Ejidos analizados para el Municipio de HOP.

1. Bolonchenticul, 2. Cancabchen, 3. Chanchen, 4. Chencoh, 5. Chun-Ek, 6. Chunchintoc, 7. Chunyaxnic-Yaxcheil, 8. Crucero de San Luis, 9. Dzibalchen, 10. El Poste, 11. General Francisco J. Mujica, 12. Hopelchen, 13. Ich- Ek, 14. Iturbide, 15. Katab, 16. Konchen, 17. Monte Bello, 18. N.C.P.E. X-Tampak, 19. Pac-Chen, 20. Pachuitz, 21. Ramon Corona, 22. Rancho Sosa, 23. Rancho Xcalot –Akal, 24. San Francisco Suc- Tuc, 25. San Juan Bautista Sakcabchen, 26. Ukun, 27. Xcanahaltun, 28. Xculoc, 29. Xcupilcacab, 30. Xkanha, 31. Xkix, 32. Xmaben, 33. Xmejia, 34. Yaxche y 35. Yaxche Akal.

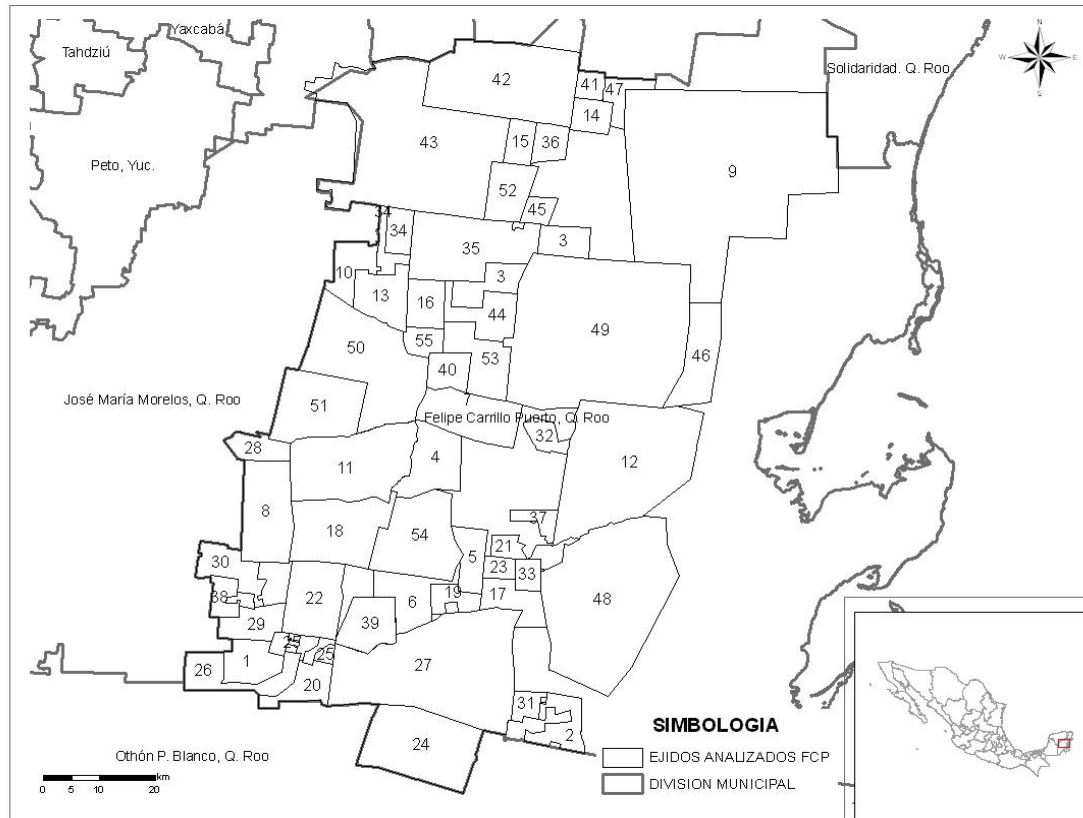


Figura 18. Ejidos analizados para el Municipio de FCP.

1. Altamirano, 2. Andres Quintana Roo, 3. Bernardino Cen, 4. Betania, 5. Chan-Cah-Derrepente, 6. Chan Santa Cruz, 7. Chunhuas, 8. Chunhuhub, 9. Chunyaxche, 10. Dzoyola, 11. Dzula y su Anexo Xhaas, 12. Felipe Carrillo Puerto, 13. Filomeno Mata, 14. Francisco I. Madero, 15. Gral.Francisco May, 16. Kampokolche, 17. Kopchen, 18. Laguna Kana, 19. Mixtequilla, 20. N.C.P.E. General Emiliano Zapata, 21. N.C.P.E. X-Con-Ha, 22. Naranjal Poniente, 23. Noh – Cah, 24. Noh Bec, 25. Nueva Loria, 26. Nuevo Israel, 27. Petcacab y Polinkin, 28. Polyuc, 29. Presidente Juarez, 30. Ramonal, 31. Reforma Agraria, 32. San Antonio Nuevo, 33. San Arturo, 34. San Francisco Ake, 35. San José, 36. San Ramón, 37. Santa Isabel, 38. Santa Lucía, 39. Santa María Poniente, 40. Tabi, 41. Tac-Chivo, 42. Tepich, 43. Tihozuco, 44. Tixcacal-Guardia, 45. Trapich, 46. Tres Reyes, 47. X-Hazil Norte, 48. X-Hazil y Anexos, 49. X-Maben y Anexos, 50. X-Pichil, 51. X-Yatil, 52. Xkalakdzonot, 53. Yaxley, 54. Yoactun y 55. Yodzonot Nuevo.

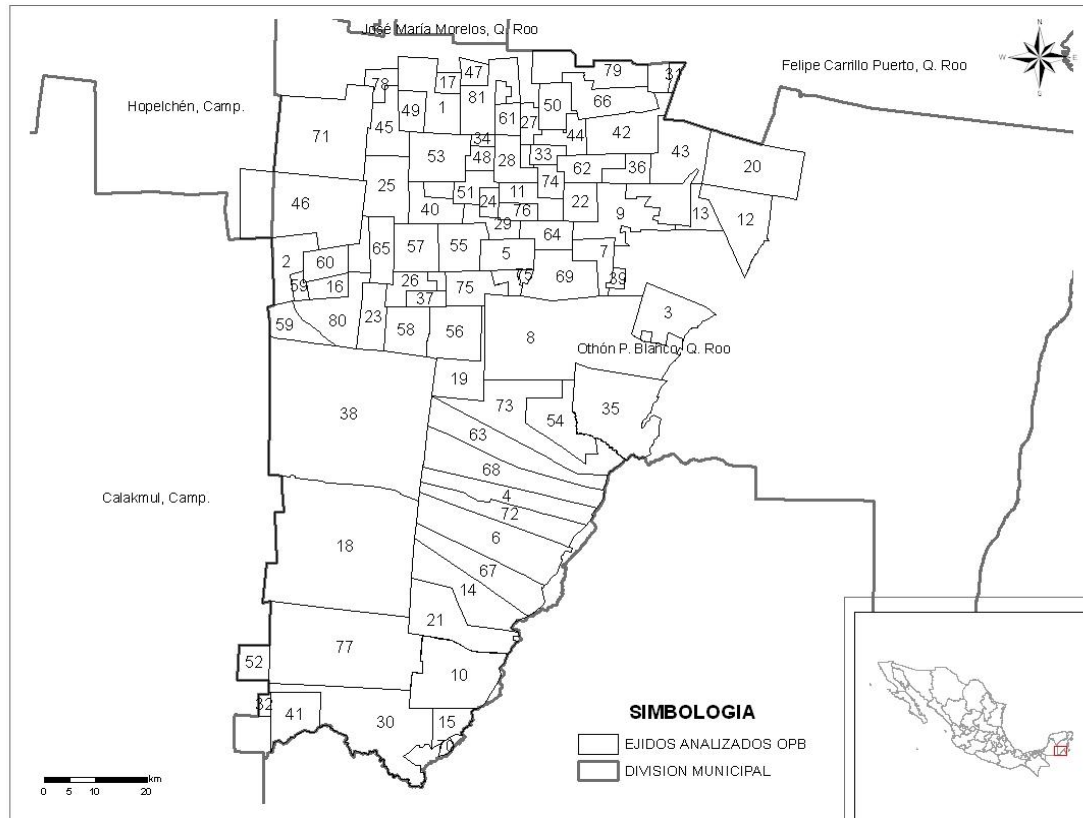


Figura 19. Ejidos analizados para el Municipio de OPB.

1. 18 De Marzo, 2. 5 De Mayo, 3. Aarón Merino Fernández, 4. Allende, 5. Altos de Sevilla, 6. Álvaro Obregón, 7. Andrés Quintana Roo, 8. Bacalar, 9. Blanca Flor, 10. San Francisco Botes, 11. Buena Esperanza, 12. Buenavista, 13. Caanlumil, 14. Cacao, 15. Calderón, 16. California, 17. Canaan, 18. Caoba, 19. Central Flores Hoy El Morocoy, 20. Chac-Choben, 21. Cocoyol, 22. El Bajío, 23. El Cedral, 24. El Cedralito, 25. El Gallito, 26. El Limonar, 27. El Progreso, 28. Gral. Francisco J. Mujica, 29. Gregorio Mendez Magaña. 30. Guadalajara, 31. Gustavo Díaz Ordaz, 32. Ica-Iche, 33. Iturbide, 34. Jesús Martínez Ross, 35. Juan Sarabia (Antes Santa Lucia), 36. La Buena Fe, 37. La Libertad, 38. Laguna Om, 39. Lázaro Cárdenas, 40. Lic. Isidro Favela, 41. Lic. Tomas Garrido Canabal, 42. Los Divorciados, 43. Manuel Ávila Camacho, 44. Margarita Maza de Juárez, 45. Melchor Ocampo, 46. Miguel Alemán, 47. Monte de Olivo, 48. N.C.P.E. Gabino Vázquez, 49. N.C.P.E. General Francisco Villa, 50. N.C.P.E. Guadalupe Victoria, 51. N.C.P.E. Lázaro Cárdenas Del Rio, 52. N.C.P.E. Nueva Esperanza, 53. N.C.P.E. Otilio Montañó, 54. N.C.P.E. Prof. Sergio Butrón Casas, 55. N.C.P.E. Rio Escondido, 56. N.C.P.E. San Pedro De Peralta, 57. N.C.P.E. Huatusco, 58. N.C.P.E. Lázaro Cárdenas, 59. Nuevo Becar, 60. Nuevo Canaan, 61. Nuevo Hochtún, 62. Nuevo Jerusalén, 63. Palmar, 64. Paraíso, 65. Payo Obispo, 66. Prof. Graciano Sánchez, 67. Pucté, 68. Ramonal Rio Hondo, 69. Reforma, 70. Revolución, 71. Rio Verde, 72. Sabidos, 73. Sacxan, 74. San Fernando, 75. San Román, 75. San Román, 76. Tierra Negra, 77. Tres Garantías, 78. Valentín Gómez Farías, 79. Valle Hermoso, 80. Veracruz y 81. Zamora Antes Emiliano Zapata.

## 5.2 Adquisición de imágenes

Debido a que el análisis de los cambios en la cobertura forestal se realizó con el uso de técnicas de percepción remota, se adquirieron distintas imágenes LANDSAT del Servicio Geológico de los Estados Unidos (<http://glovis.usgs.gov/>), del archivo de imágenes de la Universidad de Arizona (<http://aria.arizona.edu/>) y del Global Land Cover Facility de la Universidad de Maryland (<http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>), quedando finalmente las que se indican en la tabla 5.

Tabla 5. Listado de imágenes empleadas para el análisis de cambio de cobertura forestal en ejidos de Campeche y Quintana Roo.

Path	Row	Sensor	Fecha
19	46	Landsat 4 TM	12/dic/1988
19	46	Landsat 7 ETM	28/feb/2010
19	47	Landsat 4 TM	20/nov/1990
19	47	Landsat 7 ETM	28/feb/2010
20	46	Landsat 4 TM	27/feb/1988
20	46	Landsat 7 ETM	26/ene/2010
20	47	Landsat 4 TM	27/abr/1988
20	47	Landsat 7 ETM	26/ene/2010
20	48	Landsat 4 TM	11/may/1988
20	48	Landsat 7 ETM	26/ene/2010

Dichas imágenes fueron seleccionadas para los años de 1988 y 2010. Es importante aclarar que no siempre fue posible obtener imágenes del año deseado pues dependió de la disponibilidad de la misma y de la cantidad de nubosidad presente. Este fue el caso para OPB donde fue necesario emplear una escena del año 1990 por presencia de nubes en 1987, 1988 y 1989, siempre con la intención de cumplir con los mismos años en toda la zona.

## 5.3 Adquisición de datos estadísticos y cartografía digital

La mayoría de las variables independientes fueron recopiladas de distintas dependencias gubernamentales, instituciones y organizaciones, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Listado de variables independientes empleadas y fuentes de la información.

Variable	Dependencia/institución/organismo
Superficie ejidal	Registro Agrario Nacional (RAN)
Superficie parcelada	Registro Agrario Nacional (RAN)
Total de ejidatarios	Registro Agrario Nacional (RAN)
Total de vecindados	Registro Agrario Nacional (RAN)
Total de posesionarios*	Registro Agrario Nacional (RAN)
Primera/única dotación	Registro Agrario Nacional (RAN)
Superficie promedio de ejido por ejidatario	Calculada con datos del RAN
Población total 1990****	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Población económicamente activa 1990****	INEGI
Población total 2010	INEGI
Población económicamente activa 2010	INEGI
Tasa de crecimiento poblacional 1990-2010	Calculada con datos de INEGI
Volumen total autorizado de maderas preciosas	SEMARNAT
Volumen total autorizado de maderas comunes	SEMARNAT
Volumen total autorizado	SEMARNAT
Superficie de área forestal permanente*	Argüelles y Armijo-Canto (1995)
Superficie del área voluntaria de conservación	Elizondo y López (2009)
Superficie bajo manejo forestal	SEMARNAT
Superficie de pago por servicios ambientales (2004-2010)	CONAFOR
Monto por pago por servicios ambientales (2004-2010)	CONAFOR
Superficie promedio anual apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	SAGARPA
Porcentaje de la superficie ejidal apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	Calculada con datos de SAGARPA
Monto (\$) del apoyo de PROCAMPO (1994-2010)	SAGARPA
Monto de apoyos recibidos de PROCYMAF (2004-2010)	CONAFOR
Superficie desmontada por COPLAMAR (1977-1982)***	Coplamar (1978)
Ejididos apoyados por COPLAMAR (1977-1982)	Coplamar (1978)
Ejididos apoyados por PROCYMAF para la elaboración de ordenamientos territoriales	CONAFOR
Ejididos apoyados por PROCYMAF para la elaboración de reglamentos ejidales	CONAFOR
Condición de indigenismo o mestizaje a nivel ejidal en el año 2005	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
Manejo forestal	SEMARNAT
Ejido con pago por servicios ambientales	CONAFOR
Tipo de pago por servicios ambientales	CONAFOR
Ejididos que implementaron el Plan piloto forestal*	Argüelles y Armijo-Canto (1995)
Ejididos cañeros*	SAGARPA
Ejididos con parte o dentro de Áreas Naturales Protegidas**	Obtenidos con cartografía de CONANP
Edafología (tipos de suelo)	INEGI
Distancia a selva baja subperenifolia	CONAFOR
Puntos de incendios registrados por CONAFOR hasta el 2007	CONAFOR
Índice de marginación al 2010	CONAPO
Índice de rezago social al 2010	CONEVAL

\* Variables exclusivas para ejidos del estado de Quintana Roo.

\*\* Variables exclusivas para ejidos del estado de Campeche.

\*\*\* En los ejidos de Campeche se señaló la superficie desmontada como parte del programa y en Quintana Roo se sumó la superficie desmontada más la empleada para ganado y fruticultura debido a mayor disponibilidad de datos.

\*\*\*\* Para algunas localidades fueron empleados los datos del censo de INEGI de 1995 por aparecer sin población registrada para 1990 debido a las políticas de privacidad establecidas por el INEGI para comunidades con muy pocos pobladores.

En el caso de la cartografía, la fuente de información fue prácticamente la misma para ambos estados. Para el caso de la edafología se empleó la cartografía digital del INEGI serie II, escala 1:250,000. Tomando como indicador en el análisis espacial al suelo dominante, referido así por el INEGI como el suelo que ocupa la mayor extensión en el sitio, estimándose que ocupa el 60% más (INEGI, 2009a). En lo que se refiere a las estrategias de conservación, se agruparon, de acuerdo al municipio y estado, los polígonos disponibles de pagos por servicios ambientales ([www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)), las ADVC de Quintana Roo (Elizondo y López, 2009), los polígonos de

las áreas de MF obtenidas de los estudios de impacto ambiental presentados a SEMARNAT (<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/CUSF> ), las AFP en el estado de Quintana Roo derivadas del plan piloto forestal (Argüelles y Armijo-Canto, 1995), los polígonos de la RBSK de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (<http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm>). En el tema de conservación, para Campeche no se incluyó información de AFP, ni ADVC, pero si el resto de lo indicado arriba, además de la RBC y los polígonos de las áreas de Balan kin y Balán ku del Gobierno del estado de Campeche (Secretaría de Ecología, 2009a, 2009b).

Los polígonos de la selva baja subperenifolia fueron obtenidos de la cartografía del inventario nacional forestal 2007-2009 de la Comisión Nacional Forestal (Comisión Nacional Forestal, 2009). Mientras el índice de rezago social fue obtenido de la Comisión Nacional de Evaluación ([www.coneval.gob.mx](http://www.coneval.gob.mx)) y el índice de marginación del Consejo Nacional de Población ([www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)). Las vías de comunicación se emplearon las que comprende la cartografía vectorial del INEGI, escala 1:50,000, que fueron actualizadas al año 2009 con imágenes Spot 5 y google earth.

#### 5.4 Recorridos de campo

Debido a que la clasificación de imágenes se realizó de manera supervisada, se tomaron puntos de campo que fueron utilizados como puntos de control terrestre. Los recorridos se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Recorridos de campo en los estados de Campeche y Quintana Roo en distintas fechas.

Fecha	Estado(s)	Puntos registrados
Febrero 2010	Quintana Roo	128
Marzo 2010	Campeche	144
Febrero 2011	Quintana Roo	46
Mayo 2011	Campeche	33
Noviembre 2011	Campeche	24

Durante el trabajo de campo, con el apoyo de un guía de la zona de interés (cuando fue posible), se hicieron los recorridos por ejidos de los cuatro municipios analizados (figura 20). En el registro de cada sitio se colectó información sobre uso de suelo y cobertura forestal, sus coordenadas y fotografía del sitio, para apoyar el trabajo de gabinete para el proceso de clasificación supervisada. Las coordenadas fueron tomadas con un navegador Garmin 60csx del Laboratorio de Geomática Tropical del Centro de Investigaciones Tropicales-UV y del Instituto de Ecología A.C., evitando un error mayor a 5 metros.

En el caso de los acahuales, estos se consideraron con mayor detalle, especialmente anotando su edad y separándolos entre menores y mayores a 15 años, debido a la dificultad de reconocer en las imágenes acahuales de mayor edad, pues en esta zona la clasificación supervisada de imágenes Landsat es muy difícil de separar con selva madura.

El objetivo principal del recorrido fue ubicar sitios a lo largo y ancho de la zona de estudio, sitios donde se determinó su cobertura vegetal, una o varias fotografía(s) y su correspondiente coordenada. Las características de forestado/deforestado de estos sitios se emplearon para realizar la clasificación supervisada mediante el software Envi 4.8, todo ello en gabinete. Algunos sitios de los municipios de CAL y HOP no fueron visitados debido a las dificultades en los caminos o por recomendaciones relacionadas con falta de seguridad.

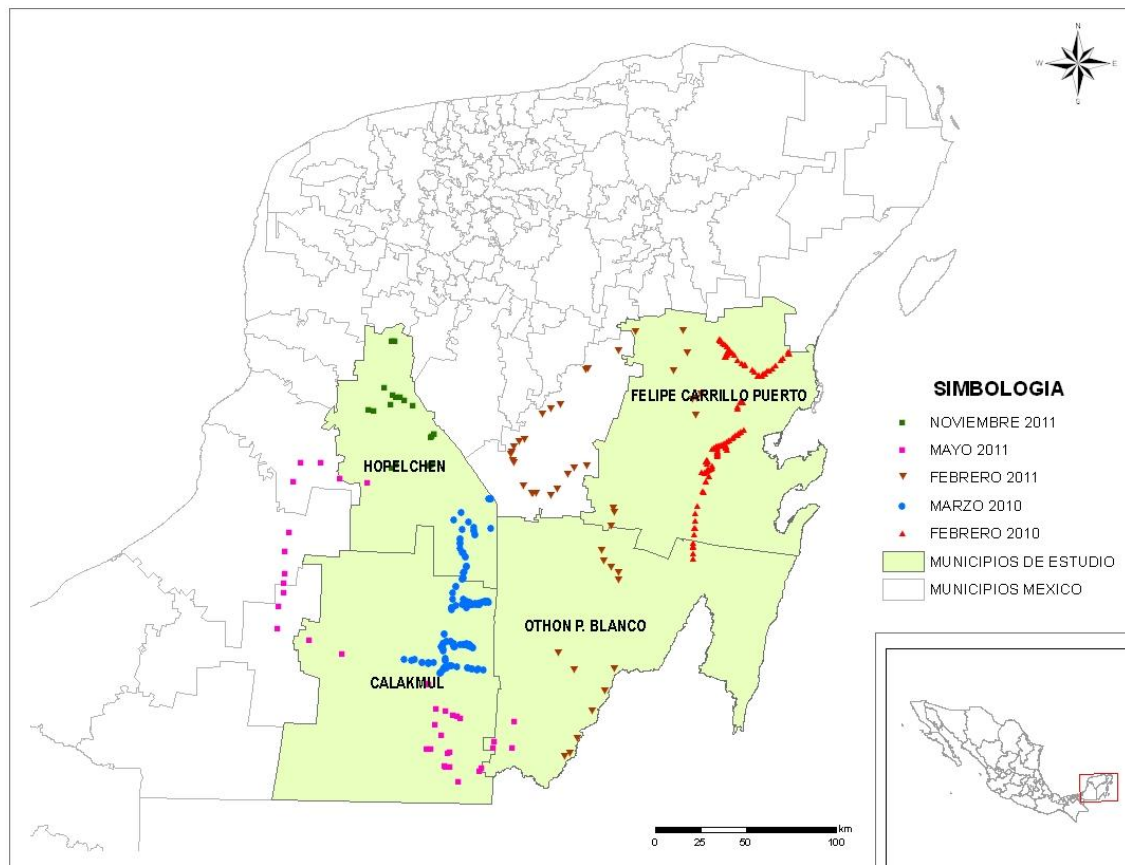


Figura 20. Recorridos de campo realizados en municipios de Campeche y Quintana Roo durante los años 2010 y 2011.

En la etapa de campo se realizó la consulta documental de la Universidad de Quintana Roo, Campus Chetumal, ECOSUR, Campus Campeche y bibliotecas públicas. Adicionalmente se



realizaron entrevistas informales a diversas personas que están relacionadas con aspectos forestales del sureste de México, entre ellos al Ingeniero Alfonso Argüelles (técnico forestal), a la M.C. Victoria Santos de Trópica Rural (técnico forestal de diversos ejidos en el estado de Quintana Roo), al Mtro. Sebastien Proust e Ingeniero Forestal José Arreola Palacios de U'yooyche A.C. en Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo y en el estado de Campeche, al Ingeniero Arturo Medina Pech del Consejo Regional Indígena y Popular de Xpujil, S.C., Campeche y al M.C. Luciano Pool investigador de ECOSUR, Campeche. La intención de estas entrevistas fue conocer de acuerdo a su experiencia en los sitios de estudio o trabajo, sobre los factores que intervienen en la deforestación como un apoyo a la discusión de los resultados encontrados.

### **5.5. Pre-procesamiento/pre-tratamiento de imágenes**

A las diez imágenes (escenas) Landsat se les realizó primeramente un pre-procesamiento de corrección radiométrica de cada una de sus bandas con la herramienta Landsat calibration del software Envi 4.8®, empleando información de los metadatos de cada escena como el tipo de sensor, fecha de la escena, elevación del sol, Lmin y Lmax para Landsat 7 o Gain/Bias para Landsat 4.

El proceso anterior se realizó para convertir la radiancia a reflectancia, ya que la radiancia o valor de ND es un modo relativo, es decir que a mayor ND mayor reflectividad, pero no es adecuada para comparar bandas o imágenes de distinta fecha. Por el contrario, la reflectividad es una variable cuyos valores son comparables para distintos lugares y distintas fechas. Esto hace más sólida la interpretación de los datos y el análisis integrado entre imágenes de distintos sensores (Brizuela *et al.*, 2007), como fue nuestro caso.

El siguiente proceso que se les realizó a las escenas fue la corrección atmosférica relativa mediante la herramienta Dark Object Subtract de Envi 4.8®. Esta hace la búsqueda en cada banda de la escena el valor de píxel más oscuro. Suponiendo que los objetos oscuros no reflejan la luz, cualquier valor mayor que cero debe ser resultado de la dispersión atmosférica. ENVI elimina la dispersión al restar el valor de cada píxel en la banda y es una sencilla técnica eficaz para la corrección de neblina que ha demostrado generar resultados con una precisión aproximadamente igual a los generados por el modelo mediante mediciones *in situ* de la atmósfera (Chavez, 1996).

Las imágenes del sensor Landsat 7 ETM del año 2010 presentaron franjas sin datos hacia los extremos de la escena debido a la falla en el corrector del escaneo lineal (SLC). Fue entonces

necesario emplear el programa Frame and fill versión 1.0. creado por Richard Irish de la NASA Goddard Space Flight Center, empleando 4 imágenes Landsat 7 de fechas cercanas para la corrección de la imagen y que consistió en el rellenado de gaps (pequeñas áreas de datos faltantes).

## **5.6. Clasificación supervisada de imágenes**

Esta actividad se realizó en gabinete y consistió en el análisis de cada una de las escenas/imágenes Landsat, donde con el apoyo de los puntos de campo se realizó la clasificación supervisada mediante el empleo de software Envi® 4.8 con una combinación de bandas R-5 G-4 B-3 y con el apoyo de los puntos de verificación en campo. El algoritmo utilizado con el software fue Maximum Likelihood. El tamaño del pixel empleado fue de 30 metros.

Primeramente se realizó la clasificación para las escenas del año 2010 de todos los sitios debido a que los puntos de campo corresponden a los años 2010-2011. Inicialmente se clasificó considerando las clases agua, nubes, agrícola, ganadero, acahual, selva baja y selva mediana subperenifolia. Sin embargo dado que el interés fue el cambio de forestado y deforestado se agruparon las clases agrícola, ganadero y acahual como no forestado y selva baja y mediana subperenifolias como forestado, esto debido a las dificultades para identificar la zona límite entre ambas (Tun, 2007).

## **5.7. Cálculo de las tasas de cambio**

Al tiempo en que se concluyó la clasificación, se agruparon las clases nubes, agua y sabana de las dos fechas en una sola clase, con la finalidad de considerar una máscara o área que no se calculó en las imágenes, evitando con ello la sobreestimación o subestimación de las superficies de estas clases. Después de tener estas máscaras, se hicieron los cálculos de las superficies forestada/deforestada para cada uno de los ejidos y en cada una de las fechas. Para ello se empleó la herramienta Spatial Analyst Tools de Arcmap 9.2®.

Para el cálculo de la tasa de cambio (TC) se empleó una de las fórmulas más empleadas en México (Palacio-Prieto *et al.*, 2004), que es la que se muestra:

$$TC = ((T2/T1)^{1/n} - 1) * 100$$

Donde:

TC = Tasa de cambio

T1 = Año de inicio (con el que se quiere comparar)

T2 = Año actual o más reciente

n = Número de años entre T1 y T2

Todos los resultados de TC están expresados en porcentaje anual de cambio. Asimismo la TC negativa se refiere a la pérdida de cobertura forestal tomando como base el año 1988 y TC positiva cuando hubo ganancia de cobertura forestal con base en el mismo año.

## **5.8. Análisis de resultados**

Debido al número y tipo de variables analizadas, fue necesario plantear varias formas de análisis, que comprende, análisis espacial, correlaciones de Pearson y análisis comparativo cualitativo comúnmente conocido como QCA. El total de variables empleadas para los tres tipos de análisis fue de 45. En la tabla 8 se muestran estas variables, indicando la unidad de medida, el tipo de variable y qué tipo de factor representa. La cantidad de variables fue distinta por tipo de análisis debido a la disponibilidad de información a nivel ejidal.

### **5.8.1 Análisis espacial**

El análisis espacial ha sido empleado por distintos autores (Bray *et al.*, 2004; Díaz-Gallegos *et al.*, 2001; Ellis y Beck, 2004; Mas, 2005, 2006) para determinar las variables que pueden estar relacionadas con el proceso de deforestación. En nuestro caso, dicho análisis se hizo con las variables que pudieran explicar los sitios deforestados al año 2010, calculado a partir de la clasificación supervisada previamente realizada. En este análisis se consideraron los polígonos de 249 ejidos para Campeche y Quintana Roo. Debido a las diferencias tanto topográficas como de aplicación de políticas entre los estados de Campeche y Quintana Roo, que en algunos casos son muy marcados, tanto el análisis espacial como el estadístico se hizo por separado con la intención de captar a mayor detalle el comportamiento de los factores que espacialmente pudieran estar relacionados con los sitios deforestados en ambos estados.

El procedimiento general fue a partir del GRID obtenido de la clasificación supervisada (forestado/deforestado) y empleando el software Arcgis 9.3® se generaron puntos aleatorios sobre el área de análisis con la información del área deforestada y forestada del año 2010. Para FCP se generaron 95 puntos, para OPB 100 puntos, para FCP y OPB juntos 160 puntos, para CAL 90 puntos, HOP 75 puntos y CAL y HOP juntos, 95 puntos.

Tabla 8. Variables independientes empleadas en la investigación.

Variable	Abreviatura	Unidad de medida	Tipo de variable	Tipo de factor
Superficie ejidal	SUPEJI	Hectáreas	Continua	Institucional
Superficie parcelada	SUPARC	Hectáreas	Continua	Institucional
Total de ejidatarios	TOTEJID	Número	Continua	Institucional
Total de vecindados	TOTAVE	Número	Continua	Institucional
Total de posesionarios*	TOTPOS	Número	Continua	Institucional
Primera/única dotación	DOTACI	Año	Continua	Institucional
Superficie promedio de ejido por ejidatario	EJIEJI	Hectáreas	Continua	Institucional
Población total 1990****	POBL90	Número	Continua	Socioeconómico
Población económicamente activa 1990****	PEAC90	Número	Continua	Socioeconómico
Población total 2010	POBL10	Número	Continua	Socioeconómico
Población económicamente activa 2010	PEAC10	Número	Continua	Socioeconómico
Tasa de crecimiento poblacional 1990-2010	TCRECI	Número	Continua	Socioeconómico
Volumen total autorizado de maderas preciosas	VOLPRE	MVA	Continua	Socioeconómico
Volumen total autorizado de maderas comunes	VOLCOM	MVA	Continua	Socioeconómico
Volumen total autorizado	VOLTOT	MVA	Continua	Socioeconómico
Superficie de área forestal permanente*	ARFOPE	Hectáreas	Continua	Socioeconómico
Superficie del área voluntaria de conservación	SUPAVC	Hectáreas	Continua	Institucional
Superficie bajo manejo forestal	SUPMAN	Hectáreas	Continua	Socioeconómico
Superficie de pago por servicios ambientales (2004-2010)	SUPPSA	Hectáreas	Continua	Institucional
Monto por pago por servicios ambientales (2004-2010)	MONPSA	Pesos	Continua	Institucional
Superficie promedio anual apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	SUPPRO	Hectáreas	Continua	Institucional
Porcentaje de la superficie ejidal apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	PORPRO	Porcentaje	Continua	Institucional
Monto (\$) del apoyo de PROCAMPO (1994-2010)	MONPRO	Pesos	Continua	Institucional
Monto de apoyos recibidos de PROCYMAF (2004-2010)	MONPCF	Pesos	Continua	Institucional
Superficie desmontada por COPLAMAR (1977-1982)***	SUPCOP	Hectáreas	Continua	Institucional
Ejididos apoyados por COPLAMAR (1977-1982)	APOCOP	Si/No	Discreta	Institucional
Ejididos apoyados por PROCYMAF para la elaboración de ordenamientos territoriales	ORDPCF	Con/Sin	Discreta	Institucional
Ejididos apoyados por PROCYMAF para la elaboración de reglamentos ejidales	REGPCF	Con/Sin	Discreta	Institucional
Condición de indigenismo o mestizaje a nivel ejidal en el año 2005	INDMES	Categoría	Discreta	Socioeconómico
Manejo forestal	MANFOR	Con/Sin	Discreta	Institucional
Ejido con pago por servicios ambientales	EJIPSA	Si/No	Discreta	Institucional
Tipo de pago por servicios ambientales	TIPPSA	Tipo	Discreta	Institucional
Ejididos que implementaron el Plan piloto forestal*	EJIPPF	Si/No	Discreta	Institucional
Ejididos cañeros*	EJICAN	Si/no	Discreta	Socioeconómico
Ejididos con parte o dentro de Áreas Naturales Protegidas**	EJIPPF	Si/No	Discreta	Institucional
Edafología (tipo de suelo dominante)		Suelo	Shapefile	Ambiental
Distancia a selva baja subperenifolia		Polígono	Shapefile	Ambiental
Puntos de incendios registrados por CONAFOR hasta el 2007		Puntos	Shapefile	Ambiental
Índice de marginación al 2010		Índice	Shapefile	Socioeconómico
Índice de rezago social al 2010		Índice	Shapefile	Socioeconómico
Grado de pendiente		Grados	Shapefile	Ambiental
Altitud		Altitud	Shapefile	Ambiental
Áreas naturales protegidas		Polígonos	Shapefile	Institucional
Distancia a sitios con alguna estrategia de conservación		Polígonos	Shapefile	Institucional
Áreas voluntarias de conservación*		Polígonos	Shapefile	Institucional
Vías de comunicación		Líneas	Shapefile	Institucional

\* Variables exclusivas para ejidos del estado de Quintana Roo.

\*\* Variables exclusivas para ejidos del estado de Campeche.

\*\*\* En los ejidos de Campeche se señaló la superficie desmontada como parte del programa y en Quintana Roo se sumó la superficie desmontada más la empleada para ganado y fruticultura debido a mayor disponibilidad de datos.

\*\*\*\* Para algunas localidades fueron empleados los datos del censo de INEGI de 1995 por aparecer sin población registrada para 1990 debido a las políticas de privacidad establecidas por el INEGI para comunidades con muy pocos pobladores.

Para evitar que los puntos asignados presentaran autocorrelación espacial se les ejecutó el Índice de Moran's I y se extrajo espacialmente el dato de cada sitio tanto de la condición forestado o deforestado (0/1) como de los factores ya mencionados que pudieran influir en dicho proceso. Con esta información se generó una tabla del número de observaciones de acuerdo a los puntos

aleatorios y las variables independientes para realizar la regresión logística binaria, empleando como variable dependiente la condición forestado (0) y deforestado (1) (figura 21).

Los modelos empíricos de análisis de cambio de uso del suelo como los métodos de regresión, derivan en relaciones entre el cambio observado (la variable dependiente) y los valores de los indicadores físicos, económicos o sociales (las variables de predicción). Estas técnicas se pueden utilizar para mejorar la explicación de los mecanismos y procesos de cambio (mediante el examen de la significancia estadística de la influencia de la variable predictora en la variable dependiente) y la predicción de cambio en sí mismo (Millington *et al.*, 2007). Debido a que los cambios de uso de suelo se representan normalmente como un cambio discreto (por ejemplo, forestado a deforestado), la regresión logística (binaria y multivariada) es un modelo estadístico apropiado para utilizar y ha sido empleada en estudios de cambio de uso de suelo (Bray *et al.*, 2004; Ellis y Porter-Bolland, 2008), con énfasis en los diferentes tipos de variables independientes que puedan usarse (por ejemplo, sociales biofísicos o económicos) (Millington *et al.*, 2007).

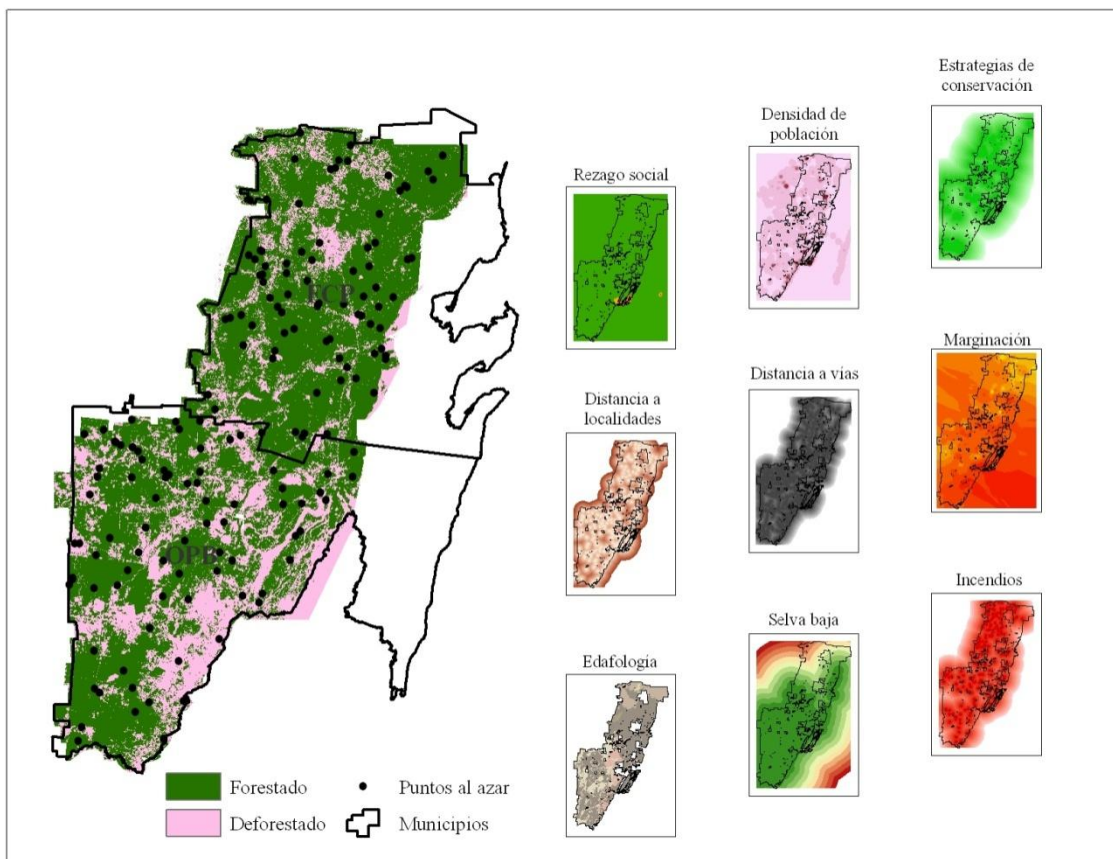


Figura 21. Representación del análisis espacial en FCP y OPB, Quintana Roo para el año 2010. Fuente: Elaboración propia.

Las variables empleadas se muestran en la tabla 9, que se asemejan entre sí, aunque en mayor número para el estado de Campeche debido a las diferencias en condiciones físicas de los terrenos forestales.

Tabla 9. Variables empleadas en el análisis espacial en ejidos de Campeche y Quintana Roo.

Campeche	Quintana Roo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia a selva baja subperenifolia</li> <li>• Distancia a localidades del censo 2010</li> <li>• Índice de marginación al año 2010</li> <li>• Índice de rezago social al año 2010</li> <li>• Densidad de población con datos del censo de población y vivienda del año 2010</li> <li>• Distancia a vías de comunicación</li> <li>• Distancia a puntos de incendios registrados por CONAFOR hasta el 2007</li> <li>• Edafología (suelo dominante)</li> <li>• Pendiente</li> <li>• Altitud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia a selva baja subperenifolia</li> <li>• Distancia a localidades del censo 2010</li> <li>• Índice de marginación al año 2010</li> <li>• Índice de rezago social al año 2010</li> <li>• Densidad de población con datos de del censo de población del año 2010</li> <li>• Distancia a vías de comunicación</li> <li>• Distancia a puntos de incendios registrados por CONAFOR hasta el 2007</li> <li>• Distancia a estrategias/instrumentos de conservación (PSA, ADVC, MF, AFP, RBSK).</li> <li>• Edafología (suelo dominante)</li> </ul>

Las variables que son representadas por líneas, puntos o polígonos, como la distancia a localidades, vías de comunicación, distancia a selvas bajas subperenifolias, etc., fueron convertidas a GRID mediante la interpolación de los datos correspondientes, usando la herramienta IDW dentro del módulo de análisis espacial de Arcgis 9.3.

### 5.8.2. Correlaciones de Pearson

Con el objeto de estudiar el comportamiento conjuntos de dos variables y saber si están relacionadas, se empleó la correlación (Devore, 2005). El coeficiente de correlación “r”, también se llama coeficiente de correlación de Pearson. Este coeficiente es un índice de la fuerza de la asociación lineal entre las variables X y Y. El valor varía de -1 a 0 si la correlación es negativa y de 0 a 1 si la relación es positiva (Quevedo, 2006). Además, “r” no depende de cuál de las dos variables bajo estudio se indique como dependiente o independiente. Su valor es independiente de las unidades en que se midan X y Y (Devore, 2005). En nuestro caso, la variable dependiente fue tasa de cambio (TC) de cada ejido y, las variables independientes las indicadas para cada uno de los ejidos analizados estadísticamente.

La primera de las correlaciones realizadas fue a cada uno de los ejidos de los cuatro municipios, teniendo TC como variable dependiente y el resto de las variables como independientes. La segunda de las correlaciones fue entre todos los ejidos de FCP y OPB agrupándolos de acuerdo al tamaño del ejido. Dicha clasificación se emplea tanto por autoridades estatales (Secretaría de Desarrollo

Económico, 2007), como por otros autores (Argüelles y Armijo-Canto, 1995) pues implica diferencias marcadas por su potencial forestal, como se explica a continuación:

a) *Ejidos con superficie mayor de 20,000 hectáreas y grandes áreas forestales.* En estos, la principal actividad económica es la forestal, aprovechamiento maderero, extracción de chicle y aprovechamiento de palizada. Son ejidos con larga experiencia en extracción de los recursos forestales.

b) *Ejidos con superficie entre 20,000 y 5,000 hectáreas y que cuentan con áreas forestales productivas.* En estos ejidos se cuenta con programas de manejo autorizados pero la actividad forestal representa solamente una parte del ingreso de los productores, complementándola con otros sistemas producto de corte agropecuario. En estas comunidades, debido a que la participación de los ejidatarios en el sistema producto forestal es de tiempo parcial, se registran paralelamente grupos importantes, al interior de los propios ejidos, que no están interesados en el manejo de la selva, y;

c) *Ejidos con superficies menores de 5,000 hectáreas y pequeñas reservas forestales,* son ejidos donde la apropiación del proceso de utilización y manejo de los recursos forestales ha sido muy marginal, sin formar parte de las rutinas de trabajo pues el aprovechamiento forestal no ha sido una alternativa central de desarrollo para los ejidatarios.

### **5.8.3. Análisis comparativo cualitativo (QCA)**

Esta herramienta es conocida como el análisis comparativo cualitativo (QCA, por sus siglas en inglés), éste utiliza algoritmos extraídos de álgebra booleana para ordenar los casos en conjuntos minimizados de factores que en diferentes combinaciones causan una condición particular. Funciona mejor para conjuntos de datos que oscilan entre 6 y 70 casos, que es el tamaño aproximado en la literatura sobre la deforestación tropical en cada región, si se analizan regiones o países. Este modelo se centra en un conjunto de datos de observaciones binarias.

Así, un análisis de deforestación puede indicar cada observación en forma binaria que indicaría la presencia o ausencia de un factor en particular, como el crecimiento de la población en un estudio de caso de cambio de la cubierta forestal. Es así que para crear un conjunto de datos de QCA, se tiene que codificar cada caso para determinar la presencia o ausencia de una larga lista de posibles causas de la deforestación tropical (Rudel, 2005).

Para esta prueba se empleó el software Tosmana® versión 1.3.2. El número de ejidos que se eligió para analizar y tratar de captar con mayor claridad los factores que pudieran intervenir con el

proceso de deforestación y revegetación fue de 15 ejidos con mayor ganancia y 15 con mayor pérdida en cada uno de los municipios. Esto último debido a que cada municipio tuvo variables diferentes que dependió de la cantidad de información disponible a nivel ejidal. Los datos fueron transformados como se muestra en la tabla 10 con 16 variables para Campeche y la tabla 11 con 21 variables para Quintana Roo. La mayoría de ellas son comunes entre ambos estados.

Tabla 10. Descriptores empleados para Campeche en QCA.

Variable	Abreviatura	Clasificación
Tasa de cambio	TC	1- Pérdida (-) 0- Ganancia (+)
Superficie ejidal	SUPEJI	1- Superficie mayor a 5,000 ha 0 - Superficie menor o igual a 5,000 ha
Total de ejidatarios	TOTEJID	1- Mayor de 70 ejidatarios 0 - Igual o menos de 70 ejidatarios La mediana de ejidatarios es 70
Avecindados	TOTAVE	1 - Con avecindados 0 - Sin avecindados
Posesionarios	TOTPOS	1 - Con posesionarios 0 - Sin posesionarios
Año de la primera o única dotación	DOTACI	1 - Ejidos con dotación después de 1970 0 - Ejidos con dotación antes de 1970
Superficie promedio de ejido por ejidatario	EJIEJI	1- Mayor de 90 ha 0 - Igual o menos de 90 ha
Porcentaje población económicamente activa 1990	PPEAC90	1 - Arriba de 27.5% de la población total 0 - Igual o menos del 27.5% de la población total La media fue 27.5
Porcentaje de población económicamente activa 2010	PPEAC10	1 - Arriba de 28.8% de la población total 0 - Igual o menos del 28.8% de la población total La media fue 28.5
Crecimiento poblacional 1990-2010	TCRECI	1 - Con crecimiento poblacional 0 - Sin crecimiento poblacional
Volumen total autorizado de maderas preciosas	VOLPRE	1 - Con volumen de maderas preciosas 0 - Sin volumen de maderas preciosas
Volumen total autorizado de maderas comunes	VOLCOM	1 - Con volumen de maderas comunes 0 - Sin volumen de maderas comunes
Porcentaje de la superficie ejidal apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	PORPRO	1- Con más de 3.5% de superficie apoyada 0 - Con menos de 3.5% de superficie apoyada Media es 3.5 por ciento
Ejidos apoyados por COPLAMAR 1978-1982	APOCOP	1 - Ejidos con apoyo coplamar 0 - Ejidos sin apoyo coplamar
Manejo forestal	MANFOR	1 - Ejidos con manejo forestal 0 - Ejidos sin manejo forestal
Pago por servicios ambientales	EJIPSA	1 - Ejidos con PSA 0 - Ejidos sin PSA
Ejidos con al menos una parte de su territorio dentro de ANP	ANP	1 - Ejidos en ANP 0 - Ejidos fuera de ANP



Tabla 11. Descriptores empleados para Quintana Roo en QCA.

Variable	Abreviatura	Clasificación
Tasa de cambio	TC	1- Pérdida (-) 0- Ganancia (+)
Superficie ejidal	SUPEJI	1- Superficie mayor a 5,000 ha 0 - Superficie menor o igual a 5,000 ha
Superficie parcelada	SUPARC	1 - Con superficie parcelada 0 - Sin superficie parcelada
Total de ejidatarios	TOTEJID	1- Mayor de 102 ejidatarios 0 - Igual o menos de 102 ejidatarios La mediana de ejidatarios es 102
Total de vecindados	TOTAVE	1 - Con vecindados 0 - Sin vecindados
Año de la primera o única dotación	DOTACI	1 - Ejidos con dotación igual o después de 1970 0 - Ejidos con dotación antes de 1970
Superficie promedio de ejido por ejidatario	EJIEJI	1- Mayor de 90 ha 0 - Igual o menos de 90 ha
Porcentaje población económicamente activa 1990	PPEAC90	1 - Arriba de 26% de la población total 0 - Igual o menos del 26% de la población total La media fue 26%.
Porcentaje de población económicamente activa 2010	PPEAC10	1 - Arriba de 31.2% de la población total 0 - Igual o menos del 31.2% de la población total La media fue 31.2%.
Tasa de crecimiento poblacional 1990-2010	TCRECI	1 - Con crecimiento poblacional 0 - Sin crecimiento poblacional
Área forestal permanente	ARFOPE	1 - Con área forestal permanente 0 - Sin área forestal permanente
Volumen total autorizado de maderas preciosas	VOLPRE	1 - Con volumen de maderas preciosas 0 - Sin volumen de maderas preciosas
Volumen total autorizado de maderas comunes	VOLCOM	1 - Con volumen de maderas comunes 0 - Sin volumen de maderas comunes
Área voluntaria de conservación	SUPAVC	1 - Con área voluntaria de conservación 0 - Sin área voluntaria de conservación
Porcentaje de la superficie ejidal apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	PORPRO	1- Con más de 3.5% de superficie apoyada 0 - Con menos de 3.5% de superficie apoyada Media es 3.5 por ciento
COPLAMAR 1978-1982	APOCOP	1 - Ejidos con apoyo coplamar 0 - Ejidos sin apoyo coplamar
Condición de indigenismo o mestizaje a nivel ejidal en el año 2005	INDMES	1 - Indígena 0 - Mestizo
Manejo forestal	MANFOR	1 - Ejidos con manejo forestal 0 - Ejidos sin manejo forestal
Pago por servicios ambientales	EJIPSA	1 - Ejidos con PSA 0 - Ejidos sin PSA
Ejidos que implementaron el Plan piloto forestal	EJIPPF	1 - Ejidos con PPF 0 - Ejidos sin PPF
Ejidos cañeros	EJICAN	1 - Ejidos cañeros 0 - Ejidos no cañeros
Ejidos apoyados por PROCYMAF para la elaboración de reglamentos ejidales	REGPCF	0 - Ejidos sin reglamento 1 - Ejidos con reglamento

## VI. Resultados

### 6.1 Dinámica del cambio de cobertura forestal en el período 1988-2010

En el período 1988-2010 para los ejidos de los municipios de estudio, se encontró que perdieron cobertura forestal, pasando de una superficie de 2,619,760.23 ha a 2,542,557.24 ha, lo que representó un 2.94% de pérdida. Sin embargo, esta pérdida no fue de la misma magnitud en todos los ejidos (figura 22). Así se encontró que los ejidos de Quintana Roo son los que tienen mayor superficie deforestada en el período analizado. En cuanto a superficie perdida, OPB sobresale del resto, seguido por CAL y finalmente FCP, ya que HOP muestra una recuperación de la cobertura forestal a nivel ejidal.

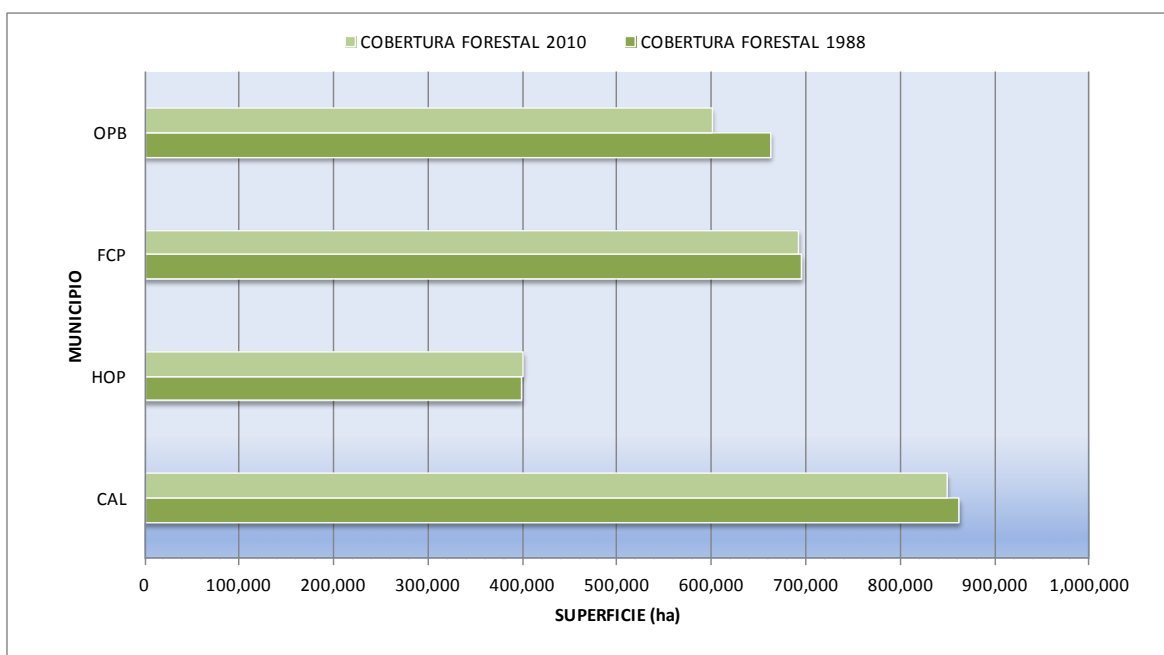


Figura 22. Gráfico de la cobertura forestal en los años 1988 y 2010 en los ejidos analizados.

En lo que corresponde a TC los resultados muestran diferencias muy marcadas entre municipios (tabla 12). La TC de pérdida se registró en los ejidos de OPB -0.597, seguido por CAL con una TC de -0.200, FCP con TC de -0.153 y HOP con TC positiva de +0.211.

Tabla 12. Estadísticas descriptivas de la TC para los municipios de estudio en el período 1988-2010.

Municipio	Mínima	Máxima	Mediana	Media	Varianza	Desviación
CAL	-1.830	1.473	-0.142	-0.200	0.387	0.622
HOP	-3.343	1.654	0.353	0.211	0.804	0.896
FCP	-2.889	2.488	-0.080	-0.153	0.647	0.805
OPB	-5.137	3.024	-0.515	-0.597	1.169	1.081

### 6.1.1. Calakmul

El cálculo de la TC arrojó que 42 ejidos mostraron pérdida de cobertura forestal y 26 con ganancia de cobertura (figura 23). Los ejidos que mostraron TC de mayor pérdida, fueron N.C.P.E. Pablo García, Cerro de las Flores, Lázaro Cárdenas número 2, Dos Naciones, y Plan de Ayala. Por otro lado, los ejidos que tuvieron la TC de mayor ganancia de cobertura forestal fueron N.C.P.E. El Carmen, La Virgencita de la Candelaria, San Miguel, Carlos A. Madrazo y N.C.P.E. General Felipe Ángeles.

El municipio de CAL muestra espacialmente sitios con cambio en su cobertura forestal en áreas pequeñas en ejidos del sur del municipio, donde se localizan un gran número de ejidos pequeños. Sin embargo, es la zona oeste del municipio (figura 24) la que presenta áreas más grandes y concentradas de deforestación, en los ejidos N.C.P.E. Pablo García (55), Xbonil (76), Unidad y Trabajo (71), Conhuas (13) y Constitución (14) muy cerca de la carretera federal Escárcega-Chetumal del estado de Campeche.

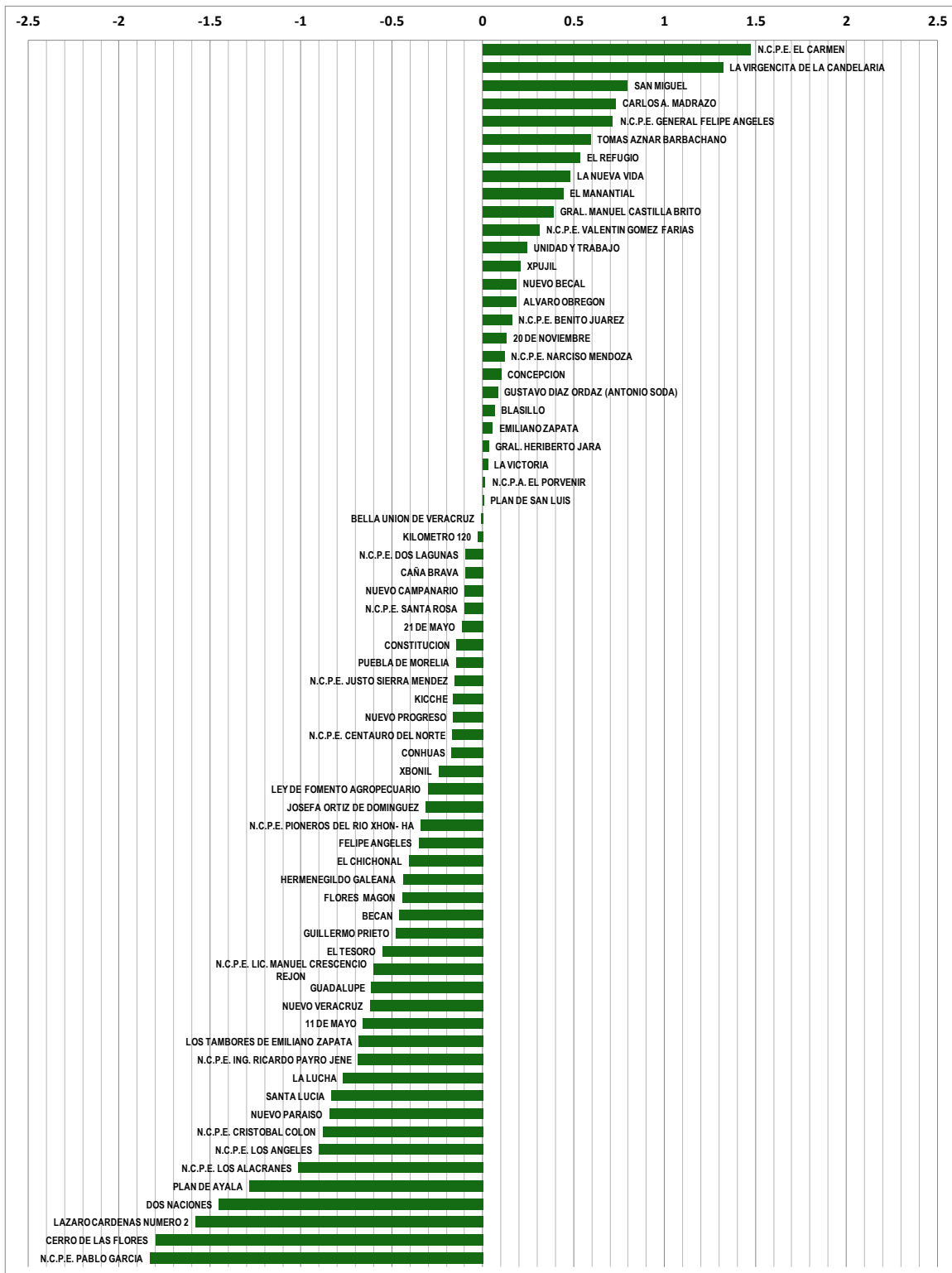


Figura 23. Gráfico de la TC de ejidos de CAL en el período 1988-2010.

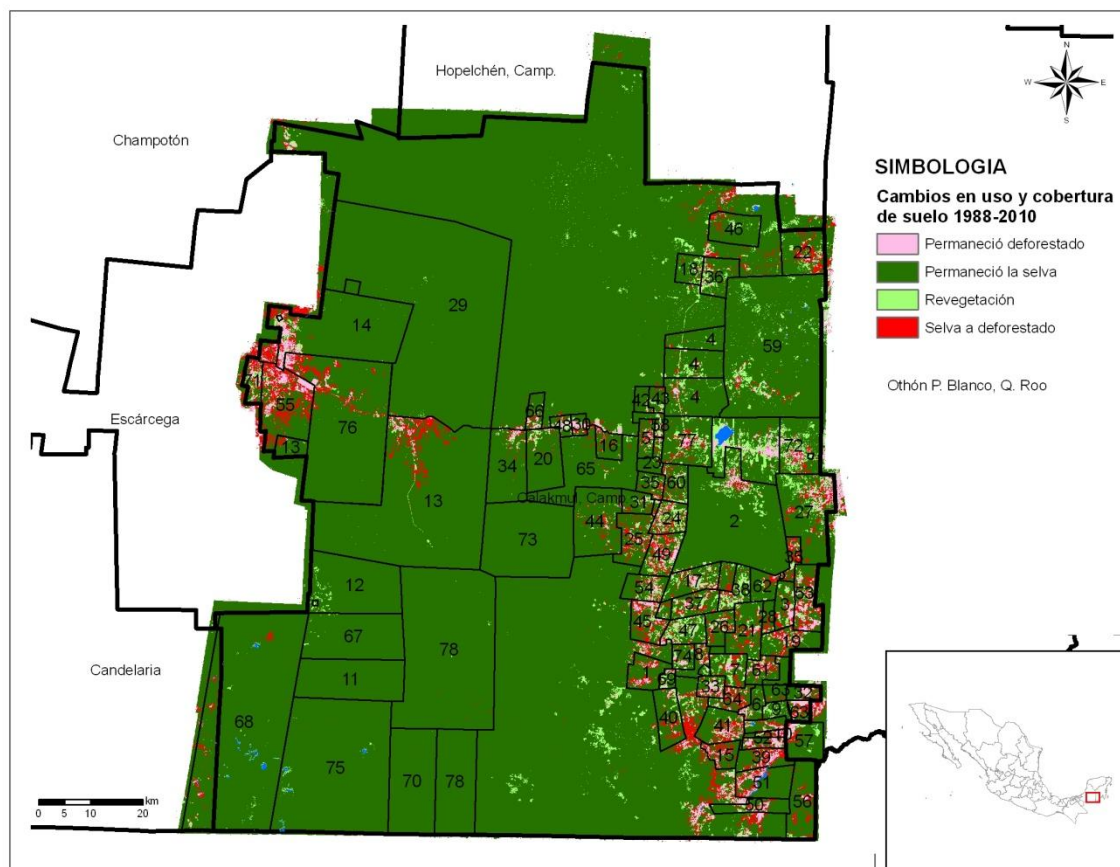


Figura 24. Cambios detectados en ejidos de CAL en el período 1988-2010.

1. 11 De Mayo, 2. 20 De Noviembre, 3. 21 De Mayo, 4. Álvaro Obregón, 5. Becan, 6. Bella Unión De Veracruz, 7. Blasillo, 8. Caña Brava, 9. Carlos A. Madrazo, 10. Cerro De Las Flores, 11. Chaccheito, 12. Concepción, 13. Conhuas, 14. Constitución, 15. Dos Naciones, 16. El Chichonal, 17. El Manantial, 18. El Refugio, 19. El Tesoro, 20. Emiliano Zapata, 21. Felipe Ángeles, 22. Flores Magón, 23. Gral. Heriberto Jara, 24. Gral. Manuel Castilla Brito, 25. Guadalupe, 26. Guillermo Prieto, 27. Gustavo Díaz Ordaz Antes San Antonio Soda, 28. Hermenegildo Galeana, 29. Hopelchén, 30. Ing. Eugenio Echeverría Castellot, 31. Ing. Eugenio Echeverría Castellot No. 2, 32. Josefa Ortiz De Domínguez, 33. Kicche, 34. Kilometro 120, 35. La Lucha, 36. La Nueva Vida, 37. La Victoria, 38. La Virgencita De La Candelaria, 39. Lazaro Cardenas Numero 2, 40. Ley De Fomento Agropecuario, 41. Los Tambores De Emiliano Zapata, 42. N.C.P.A. El Porvenir, 43. N.C.P.E. Benito Juarez, 44. N.C.P.E. Centauro Del Norte, 45. N.C.P.E. Cristobal Colon, 46. N.C.P.E. Dos Lagunas, 47. N.C.P.E. El Carmen, 48. N.C.P.E. General Felipe Angeles, 49. N.C.P.E. Ing. Ricardo Payro Jene, 50. N.C.P.E. Justo Sierra Mendez, 51. N.C.P.E. Lic. Manuel Crescencio Rejon, 52. N.C.P.E. Los Alacranes, 53. N.C.P.E. Los Angeles, 54. N.C.P.E. Narciso Mendoza, 55. N.C.P.E. Pablo Garcia, 56. N.C.P.E. Pioneros Del Rio Xhon- Ha, 57. N.C.P.E. Santa Rosa, 58. N.C.P.E. Valentin Gomez Farias, 59. Nuevo Becal, 60. Nuevo Campanario, 61. Nuevo Paraiso, 62. Nuevo Progreso, 63. Nuevo Veracruz, 63. Nuevo Veracruz, 64. Plan De Ayala, 65. Plan De San Luis, 66. Puebla De Morelia, 67. Pustunich, 68. San José Carpizo, 69. San Miguel, 70. San Pablo, 71. Santa Lucia, 72. Tomas Aznar Barbachano, 73. Ulumal, 74. Unidad y Trabajo, 75. Villa de Guadalupe, 76. Xbonil, 77. Xpujil y 78. Yohaltun.

### 6.1.2. Hopelchén.

En HOP se encontró que 25 ejidos reportaron TC de ganancia de cobertura forestal y 9 ejidos con TC de pérdida (figura 25). Los ejidos que reportaron mayor pérdida fueron Chanchen, Ukun, Xmaben, Cancabchen y Xmejia. Por otro lado, los ejidos con mayor ganancia fueron Xculoc, Bolonchenticul, Hopelchen, Xcupilcacab y Konchen.

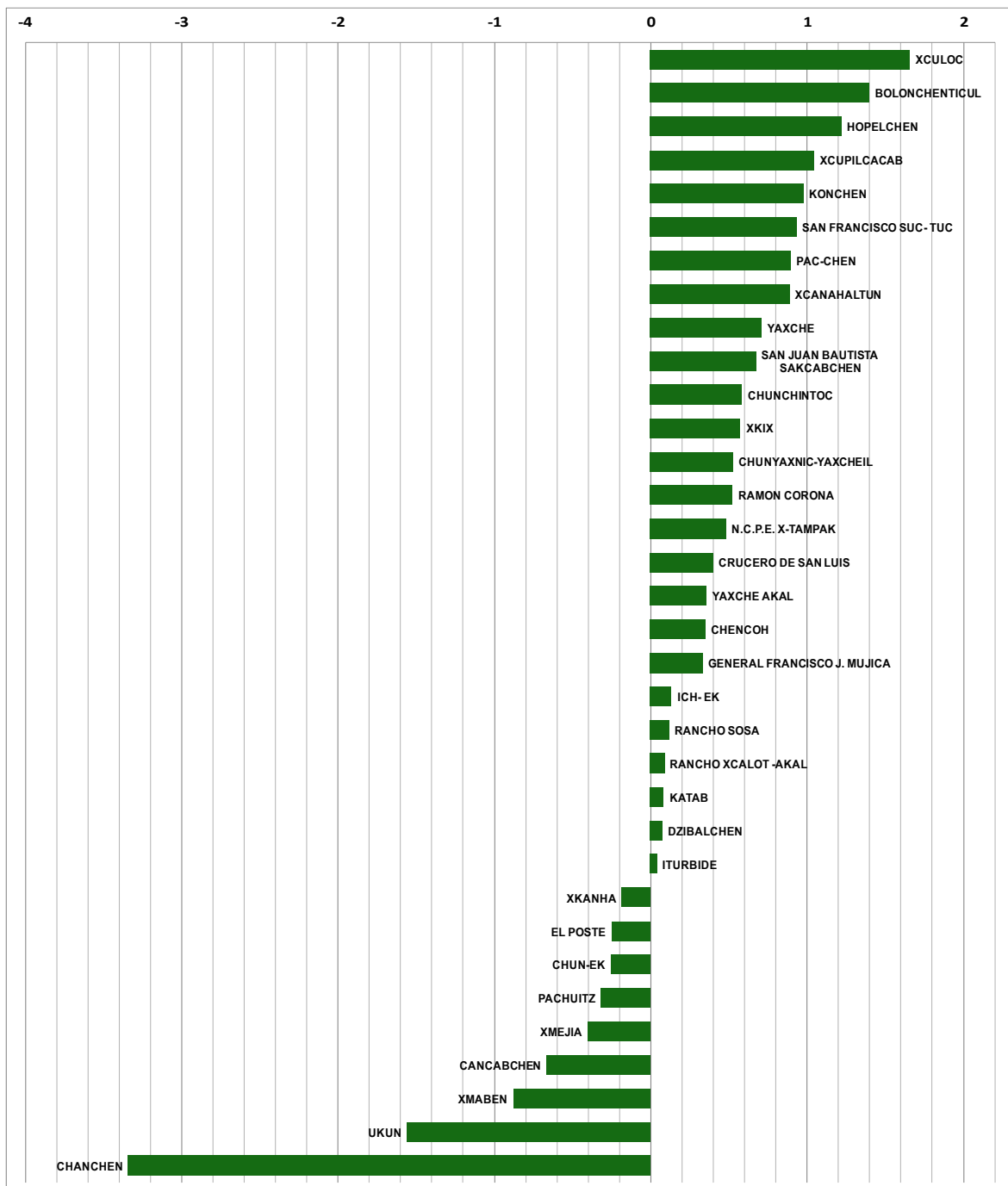


Figura 25. Gráfico de la TC de ejidos de HOP en el período 1988-2010.

La distribución espacial de los cambios en la cobertura forestal en HOP fue muy variada, pero son tres las zonas donde se nota el cambio de selva a deforestado. La zona donde este cambio es más notorio y definido es el sur del municipio en la zona de la Montaña, conformada por los ejidos Xmaben (32), Ukun (26), Xmejia (33), Chun-Ek (5), Pachuitz (20) y Xkanha (30). Otra zona es

hacia el centro sur, en parte de los ejidos pero mayoritariamente en áreas con otro tipo de tenencia no ejidal, entre los ejidos Xkanha (31), Chunchintoc (6), Cancabchen (2), Chencoh (4), General Francisco J. Mujica (11) y Crucero de San Luis (9). Una tercera zona se ubica hacia el centro norte entre los ejidos (Iturbide) (14), incluye N.C.P.E. X-Tampak (18), Yaxche Akal (35), Katab (15), El Poste (10), Hopelchén (12), Rancho Sosa (22) y Xcupilcacab (29), aunque más dispersa, se aprecian cambios de de selva a deforestado junto a sitios con una previa deforestación (figura 26) en sitios también con otro tipo de tenencia. Es importante mencionar que la apreciación de las zonas con deforestación así como las TC es únicamente para los ejidos numerados que se encuentran en la figura 26 y el análisis no contempló sitios con otro tipo de tenencia de la tierra.

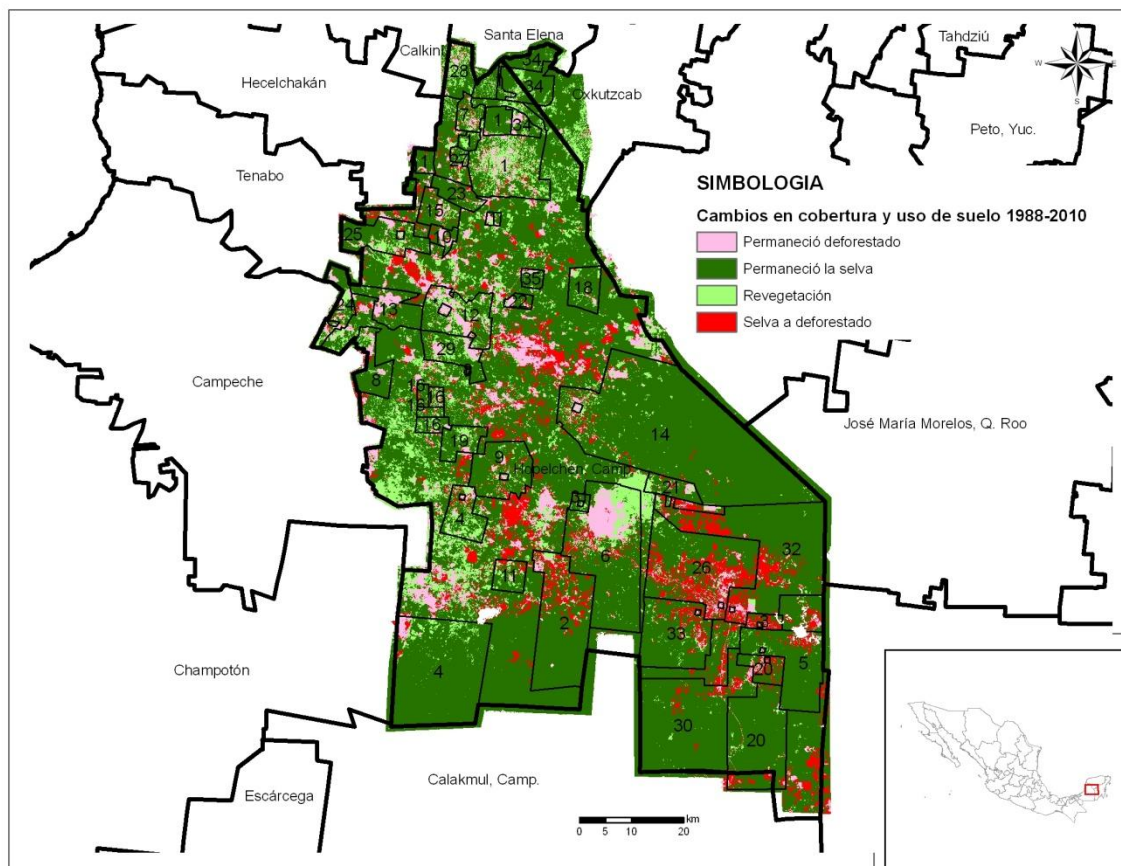


Figura 26. Cambios detectados en ejidos de HOP en el período 1988-2010.

1. Bolonchenticul, 2. Cancabchen, 3. Chanchen, 4. Chencoh, 5. Chun-Ek, 6. Chunchintoc, 7. Chunyaxnic-Yaxcheil, 8. Crucero de San Luis, 9. Dzibalchen, 10. El Poste, 11. General Francisco J. Mujica, 12. Hopelchen, 13. Ich- Ek, 14. Iturbide, 15. Katab, 16. Konchen, 17. Monte Bello, 18. N.C.P.E. X-Tampak, 19. Pac-Chen, 20. Pachuitz, 21. Ramon Corona, 22. Rancho Sosa, 23. Rancho Xcalot –Akal, 24. San Francisco Suc- Tuc, 25. San Juan Bautista Sakcabchen, 26. Ukun, 27. Xcanahaltun, 28. Xculoc, 29. Xcupilcacab, 30. Xkanha, 31. Xkix, 32. Xmaben, 33. Xmejia, 34. Yaxche y 35. Yaxche Akal.

### **6.1.3. Felipe Carrillo Puerto**

Los resultados del análisis de cambios para los ejidos este municipio reportaron 23 ejidos con ganancia de cobertura forestal y 32 ejidos con pérdida (figura 27). Los ejidos que reportaron las TC de mayor pérdida fueron Francisco I. Madero, Reforma Agraria, San Ramón, Xkaladzonot y N.C.P.E. Emiliano Zapata. Por el contrario, los que tuvieron TC mayor ganancia fueron Polyuc, San Arturo, Tihozuco, Chan-Cah-Derrepenete y Chunhuhub.

En FCP la distribución espacial de los cambios en la cobertura forestal (figura 28) mostró que hay zonas de cambio por todo el municipio. Sin embargo, la zona que se notó mayormente fue el centro-norte, en los ejidos X-Hazil Norte (49), Tixcacal-Guardia (44), Bernardino Cen (3), Trapich (45), X-Yatil (52), Gral. Francisco May (15), (San Ramón) (36), Chunyaxché (9), Francisco I. Madero (14), Tac-Chivo (41), Tepich (42) y X-Hazil Norte (47). Además, visualmente se notan cambios de selva a deforestado cercano a vías de comunicación, áreas previamente deforestadas y alrededor de áreas urbanas, como Felipe Carrillo Puerto (12).



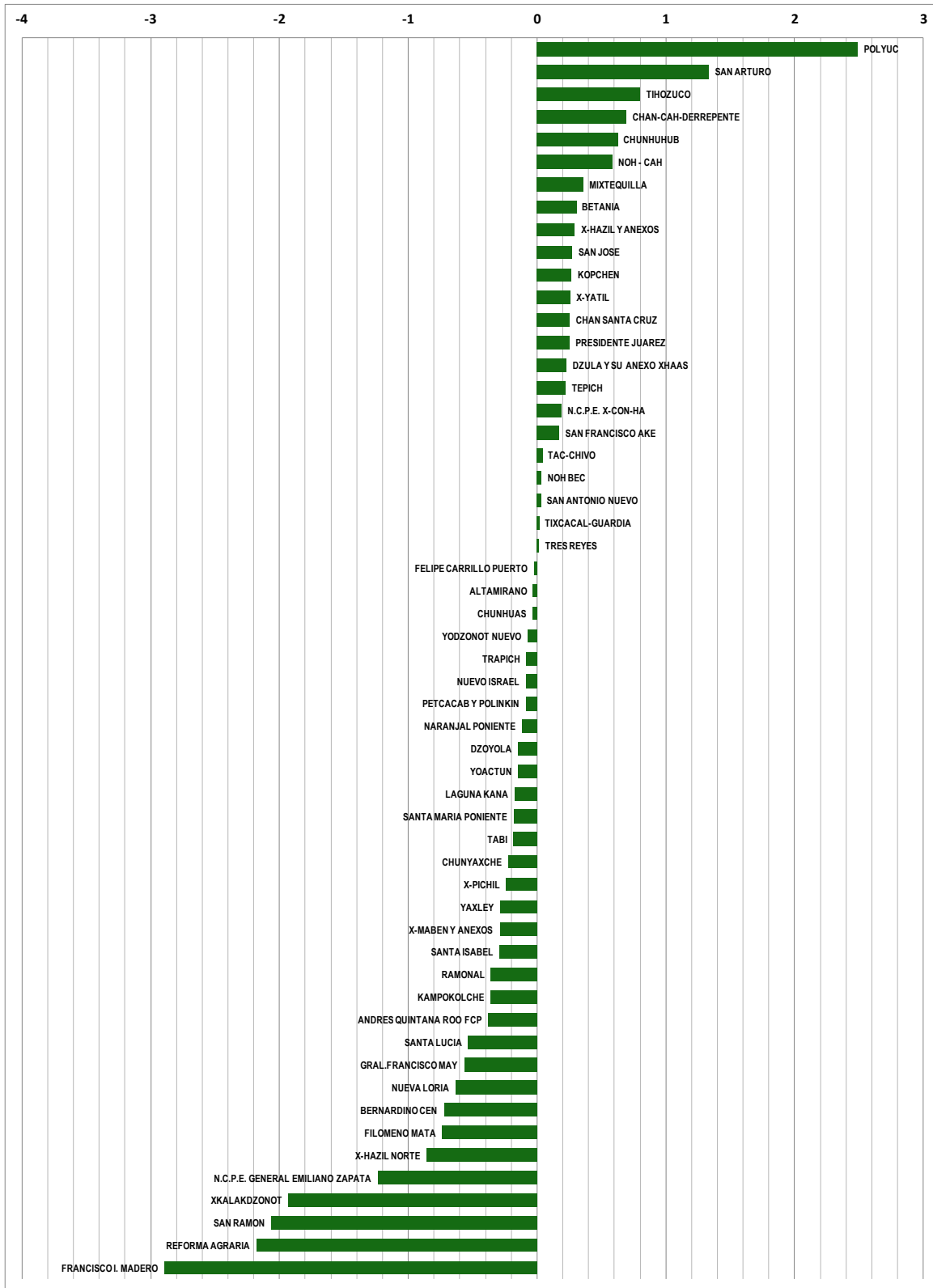


Figura 27. Gráfico de la TC de ejidos de FCP en el período 1988-2010.

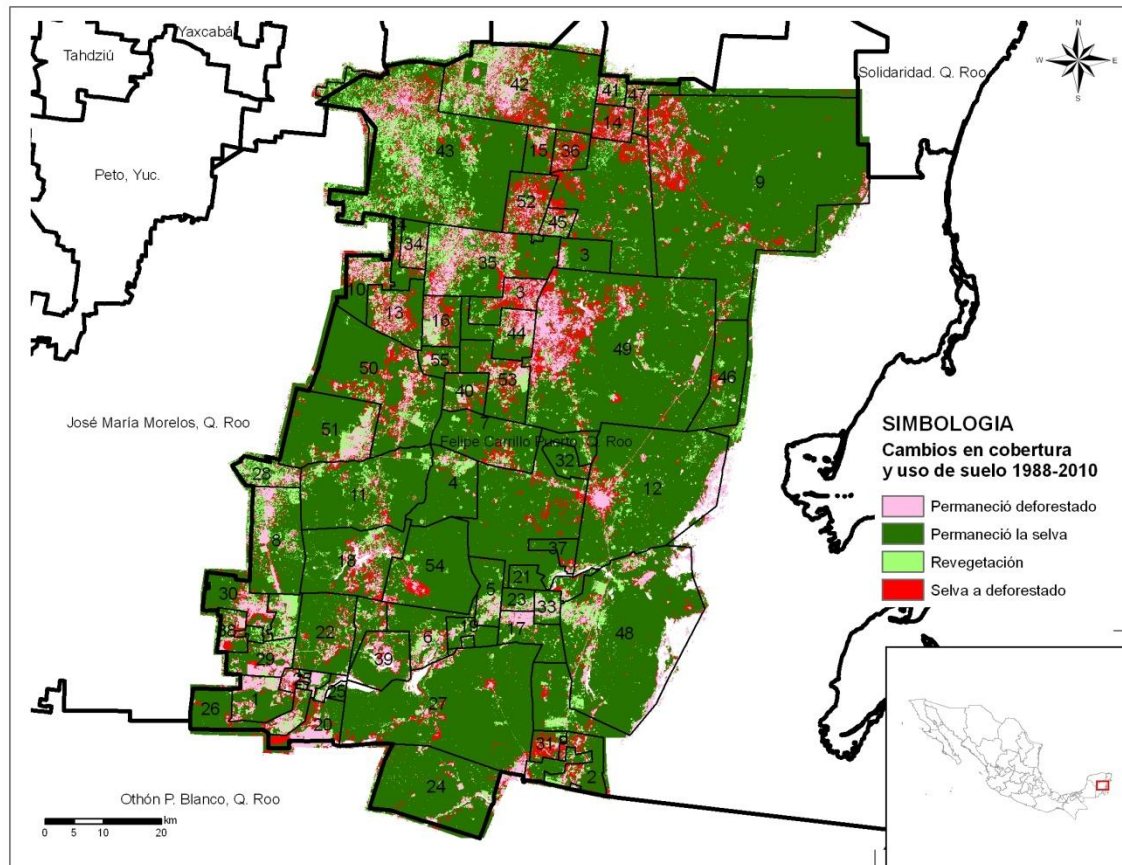


Figura 28. Cambios detectados en ejidos de FCP en el período 1988-2010.

1. Altamirano, 2. Andres Quintana Roo, 3. Bernardino Cen, 4. Betania, 5. Chan-Cah-Derrepenete, 6. Chan Santa Cruz, 7. Chunhuas, 8. Chunhuhub, 9. Chunyaxche, 10. Dzoyola, 11. Dzula y su Anexo Xhaas, 12. Felipe Carrillo Puerto, 13. Filomeno Mata, 14. Francisco I. Madero, 15. Gral.Francisco May, 16. Kampokolche, 17. Kopchen, 18. Laguna Kana, 19. Mixtequilla, 20. N.C.P.E. General Emiliano Zapata, 21. N.C.P.E. X-Con-Ha, 22. Naranjal Poniente, 23. Noh – Cah, 24. Noh Bec, 25. Nueva Loria, 26. Nuevo Israel, 27. Petcacab y Polinkin, 28. Polyuc, 29. Presidente Juarez, 30. Ramonal, 31. Reforma Agraria, 32. San Antonio Nuevo, 33. San Arturo, 34. San Francisco Ake, 35. San José, 36. San Ramón, 37. Santa Isabel, 38. Santa Lucía, 39. Santa María Poniente, 40. Tabi, 41. Tac-Chivo, 42. Tepich, 43. Tihozuco, 44. Tixcaal-Guardia, 45. Trapich, 46. Tres Reyes, 47. X-Hazil Norte, 48. X-Hazil y Anexos, 49. X-Maben y Anexos, 50. X-Pichil, 51. X-Yatil, 52. Xkalakdzonot, 53. Yaxley, 54. Yoactun y 55. Yodzonot Nuevo.

#### 6.1.4. Othón Pompeyo Blanco

OPB fue el municipio con el mayor número de ejidos con pérdida de cobertura forestal con 68 y solo 18 ejidos con ganancia (figura 29). Los ejidos con más pérdida fueron Ica-iche, Pucté, Valle Hermoso, Lázaro Cárdenas y Miguel Alemán. Los ejidos con más ganancia fueron Tierra Negra, Buena Esperanza, N.C.P.E. Río Escondido, Manuel Ávila Camacho y Gregorio Méndez Magaña.

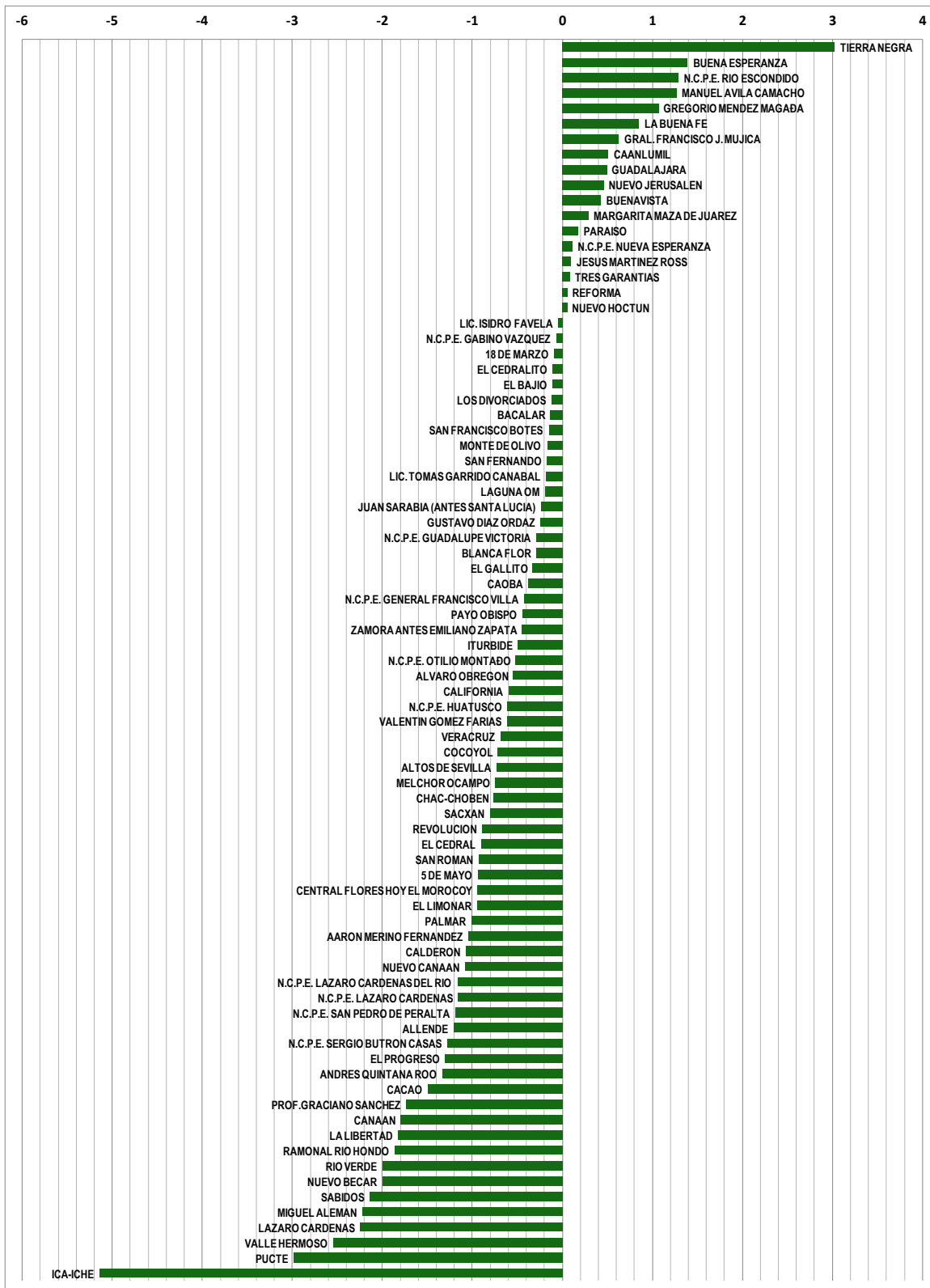


Figura 29. Gráfico de la TC de ejidos de OPB en el período 1988-2010.

Los cambios más notorios en cuanto a pérdida de cobertura forestal se aprecian por todo el territorio (figura 30). Las áreas más grandes se localizan al noroeste, en los ejidos Río Verde (71) y Miguel Alemán (46), así como también se aprecia el crecimiento de las áreas para cultivo de caña que son los ejidos más al sur, como N.C.P.E. Prof. Sergio Butrón Casas (54), Sacxan (73), Palmar (63), Ramonal Río Hondo (68), Allende (4), Sabidos (72), Álvaro Obregón (6), Pucté (67), Cacao (14), Cocoyol (21), San Francisco Botes (10), Calderón (15) y Guadalajara (30).

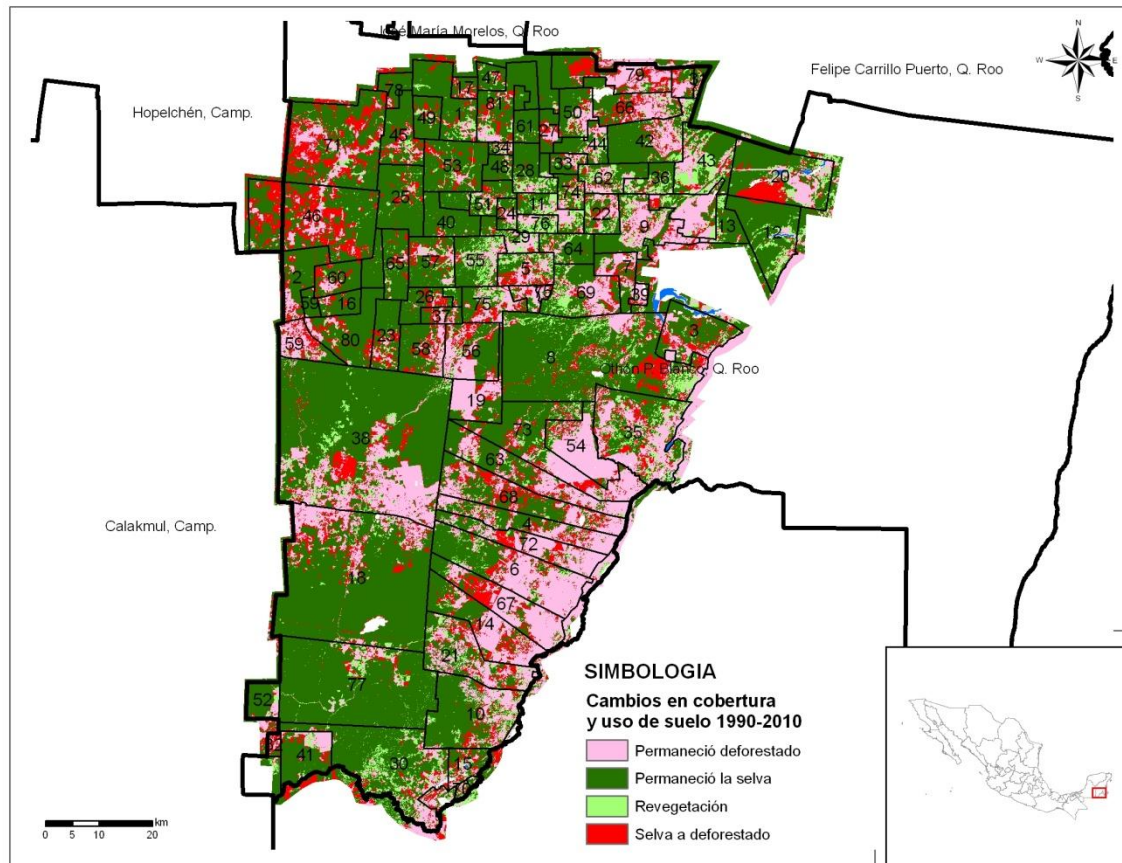


Figura 30. Cambios detectados en ejidos de OPB en el período 1990-2010.

1. 18 De Marzo, 2. 5 De Mayo, 3. Aarón Merino Fernández, 4. Allende, 5. Altos de Sevilla, 6. Álvaro Obregón, 7. Andrés Quintana Roo, 8. Bacalar, 9. Blanca Flor, 10. San Francisco Botes, 11. Buena Esperanza, 12. Buenavista, 13. Caanlumil, 14. Cacao, 15. Calderón, 16. California, 17. Canaan, 18. Caoba, 19. Central Flores Hoy El Morocoy, 20. Chac-Choben, 21. Cocoyol, 22. El Bajío, 23. El Cedral, 24. El Cedralito, 25. El Gallito, 26. El Limonar, 27. El Progreso, 28. Gral. Francisco J. Mujica, 29. Gregorio Mendez Magaña, 30. Guadalajara, 31. Gustavo Díaz Ordaz, 32. Ica-Iche, 33. Iturbide, 34. Jesús Martínez Ross, 35. Juan Sarabia (Antes Santa Lucia), 36. La Buena Fe, 37. La Libertad, 38. Laguna Om, 39. Lázaro Cárdenas, 40. Lic. Isidro Favela, 41. Lic. Tomas Garrido Canabal, 42. Los Divorciados, 43. Manuel Ávila Camacho, 44. Margarita Maza de Juárez, 45. Melchor Ocampo, 46. Miguel Alemán, 47. Monte de Olivo, 48. N.C.P.E. Gabino Vázquez, 49. N.C.P.E. General Francisco Villa, 50. N.C.P.E. Guadalupe Victoria, 51. N.C.P.E. Lázaro Cárdenas Del Rio, 52. N.C.P.E. Nueva Esperanza, 53. N.C.P.E. Otilio Montaña, 54. N.C.P.E. Prof. Sergio Butrón Casas, 55. N.C.P.E. Rio Escondido, 56. N.C.P.E. San Pedro De Peralta, 57. N.C.P.E. Huatusco, 58. N.C.P.E. Lázaro Cárdenas, 59. Nuevo Becar, 60. Nuevo Canaan, 61. Nuevo Hochtún, 62. Nuevo Jerusalén, 63. Palmar, 64. Paraíso, 65. Payo Obispo, 66. Prof. Graciano Sánchez, 67. Pucté, 68. Ramonal Rio Hondo, 69. Reforma, 70. Revolución, 71. Río Verde, 72. Sabidos, 73. Sacxan, 74. San Fernando, 75. San Román, 76. Tierra Negra, 77. Tres Garantías, 78. Valentín Gómez Fariás, 79. Valle Hermoso, 80. Veracruz y 81. Zamora Antes Emiliano Zapata.

### 6.1.5. Ejidos de Quintana Roo según tamaño

Los resultados indican que son los ejidos grandes los que tuvieron menor pérdida de cobertura forestal con un valor de -0.210, seguidos por los ejidos pequeños, con una TC media de -0.390 y los que tienen la TC de mayor pérdida fueron los ejidos de tamaño mediano, con una TC de -0.498. Lo anterior muestra las grandes diferencias de TC que hay entre los ejidos debido a su tamaño (tabla 13). En cuanto a la varianza, los ejidos pequeños son los que mostraron una varianza más elevada, seguido por los ejidos medianos y grandes con la varianza más baja.

Tabla 13. Estadísticas descriptivas de la TC para los ejidos de Quintana Roo según tamaño en el período 1988-2010.

Tamaño	Superficie (ha)	Número de ejidos	Mínima	Máxima	Mediana	Media	Varianza	Desviación
Grandes	>20,000	21	-2.211	0.800	-0.083	-0.210	0.483	0.695
Medianos	5,000 – 20,000	69	-2.981	1.389	-0.359	-0.498	0.690	0.831
Pequeños	<5,000	46	-5.137	3.024	-0.176	-0.390	1.686	1.298

## 6.2 Análisis espacial

El análisis espacial para CAL empleó 90 puntos con una distribución aleatoria (Índice de Moran's  $I=-0.01$  y  $Z$  score=0.01) y una bondad de ajuste  $R^2$  (Nagelkerke)= 0.954. Mostró que la variable *distancia a sitios de incendio* resultó ser significativa ( $\alpha= 0.047$ ), con una relación positiva, indicando que los sitios forestados más distantes a puntos de incendio anteriores tienen una mayor probabilidad de deforestación. Otra variable que se encontró significativa ( $\alpha= 0.044$ ) y que está relacionada negativamente fue la *distancia a localidades*. Indicando que sitios forestados más distantes a localidades tienen una probabilidad de deforestación menor. Se encontraron dos variables ambientales que están relacionadas. Por un lado se encontró una relación negativa y estadísticamente significativa ( $\alpha= 0.047$ ) con el *grado de pendiente*. Es decir que cuanto sea mayor la pendiente del sitio forestado la probabilidad de deforestación es menor. La otra variable significativa ( $\alpha= 0.050$ ) que tuvo una relación positiva, fue el *suelo fluvisol*, lo que indica que donde se encuentra este tipo de suelo es mayor la probabilidad de deforestación (tabla 14).

Cuando se analizaron los ejidos de HOP, se consideraron 75 puntos distribuidos aleatoriamente (Índice de Moran's  $I=-0.01$  y  $Z$  score=0.04) y una bondad de ajuste de  $R^2$  (Nagelkerke)= 0.877. La variable *distancia a caminos* fue estadísticamente significativa ( $\alpha= 0.027$ ), y el sentido de la relación fue negativo, indicando que sitios forestados más distantes a caminos tienen menor probabilidad de deforestación (tabla 15).

Tabla 14. Regresión logística binaria en ejidos de CAL para el año 2010.

Fuente	Valor	Desviación típica	Chi-cuadrado de Wald	Pr > Chi <sup>2</sup>
Intersección	-0.40173	2.954	0.018	0.892
Altitud	-0.01700	0.012	1.967	0.161
<b>Distancia a sitios de incendio</b>	<b>0.00009</b>	<b>0.000</b>	<b>3.944</b>	<b>0.047*</b>
Distancia a sitios con alguna estrategia de conservación	-0.00039	0.000	1.126	0.289
Índice de rezago social al 2010	-9.92795	6.383	2.419	0.120
Distancia a selva baja	0.00010	0.000	0.151	0.697
Distancia a caminos	-0.00022	0.000	2.025	0.155
<b>Distancia a localidades</b>	<b>-0.00022</b>	<b>0.000</b>	<b>4.064</b>	<b>0.044*</b>
<b>Grado de pendiente</b>	<b>-0.29839</b>	<b>0.150</b>	<b>3.956</b>	<b>0.047*</b>
Marginación al año 2010	7.06147	6.322	1.247	0.264
Densidad de población al 2010	0.21940	0.129	2.872	0.090
Edafología – vertisol	0.00000	0.000		
Edafología – phaeozem	3.08575	2.051	2.263	0.132
Edafología – leptosol	2.42131	1.828	1.755	0.185
Edafología – gleysol	4.03600	3.283	1.511	0.219
<b>Edafología – fluvisol</b>	<b>8.74088</b>	<b>4.469</b>	<b>3.826</b>	<b>0.050*</b>

\* Significancia  $\alpha=0.05$

Tabla 15. Regresión logística binaria en ejidos de HOP para el año 2010.

Fuente	Valor	Desviación típica	Chi-cuadrado de Wald	Pr > Chi <sup>2</sup>
Intersección	0.395	2.484	0.025	0.874
Altitud	0.007	0.016	0.178	0.673
Distancia a sitios de incendio	0.000	0.000	1.647	0.199
Distancia a sitios con alguna estrategia de conservación	0.000	0.000	1.582	0.208
Índice de rezago social al 2010	0.527	2.238	0.056	0.814
Distancia a selva baja	0.000	0.000	0.811	0.368
<b>Distancia a caminos</b>	<b>-0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>4.920</b>	<b>0.027*</b>
Distancia a localidades	0.000	0.000	0.011	0.916
Grado de pendiente	0.081	0.180	0.205	0.651
Marginación al año 2010	-0.415	1.908	0.047	0.828
Densidad de población al 2010	0.008	0.028	0.078	0.780
Edafología – vertisol	0.000	0.000		
Edafología – leptosol	-0.582	1.336	0.190	0.663
Edafología – phaeozem	-0.790	1.588	0.248	0.619
Edafología – luvisol	-1.229	1.651	0.554	0.457
Edafología – gleysol	-1.492	2.570	0.337	0.562
Edafología – nitisol	2.335	2.044	1.305	0.253

\* Significancia  $\alpha=0.05$

### 6.2.2. Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco

El análisis espacial para FCP se hizo mediante 95 puntos distribuidos aleatoriamente (Índice de Moran's  $I=0.05$  y  $Z$  score=0.68) y una bondad de ajuste con una  $R^2$  (Nagelkerke)=0.768. Se encontraron cuatro variables significativas, *distancia a sitios con alguna estrategia de conservación* ( $\alpha=0.016$ ), lo que indica que sitios forestados más distantes de sitios con estrategias de conservación tienen una probabilidad de deforestación mayor. Otra variable fue *distancia a localidades* ( $\alpha=0.047$ ), la relación negativa indicó que sitios forestados más lejanos a localidades tienen menor probabilidad de deforestación. Una variable más fue *densidad de población al año 2010* ( $\alpha=0.045$ ),

con una relación positiva; es decir que sitios forestados más cercanos a localidades con mayor densidad de población, tienen una mayor probabilidad de deforestación. Finalmente la variable *índice de rezago social* ( $\alpha=0.016$ ), cuya relación fue positiva, indica que sitios forestados más cercanos a poblados con mayor índice de rezago social, tienen una probabilidad de deforestación (tabla 16).

Los resultados del análisis espacial de OPB se apoyó con 100 puntos distribuidos aleatoriamente (Índice de Moran's  $I=0.01$  y  $Z$  score= $0.14$ ) y una bondad de ajuste con una  $R^2$  (Nagelkerke)= $0.700$ . Se encontró que fueron dos las variables significativas, *distancia a selva baja* ( $\alpha=0.042$ ), con una relación positiva lo que indica que sitios forestados ubicados a mayor distancia de selva baja tienen mayor probabilidad de deforestación. La segunda variable fue *distancia a caminos* ( $\alpha=0.004$ ), que se relacionó negativamente; es decir que sitios forestados más distantes a caminos, tienen menor probabilidad de deforestación (tabla 17).

Tabla 16. Regresión logística binaria de 54 ejidos de FCP para el año 2010.

Fuente	Valor	Desviación típica	Chi-cuadrado de Wald	Pr > Chi <sup>2</sup>
Intersección	-0.765978	2.65431	0.083	0.773
Distancia a selva baja	-0.000040	0.00003	2.102	0.147
Distancia a sitios de incendio	-0.000028	0.00011	0.063	0.802
<b><i>Distancia a sitios con alguna estrategia de conservación</i></b>	<b>0.000168</b>	<b>0.00007</b>	<b>5.759</b>	<b>0.016*</b>
<b><i>Distancia a localidades</i></b>	<b>-0.000367</b>	<b>0.00018</b>	<b>3.962</b>	<b>0.047*</b>
Distancia a caminos	-0.000035	0.00018	0.038	0.846
<b><i>Densidad de población al 2010</i></b>	<b>0.066869</b>	<b>0.03341</b>	<b>4.006</b>	<b>0.045*</b>
Marginación al año 2005	-0.666277	1.18883	0.314	0.575
<b><i>Índice de rezago social al 2010</i></b>	<b>3272.41</b>	<b>1600.42</b>	<b>4.181</b>	<b>0.041*</b>
Edafología - phaeozem	0.000000	0.00000		
Edafología - leptosol	0.875577	2.15683	0.165	0.685
Edafología - luvisol	2.268045	2.42105	0.878	0.349
Edafología - gleysol	2.356939	2.45556	0.921	0.337
Edafología - cambisol	-0.807972	3.24704	0.062	0.803

\* Significancia  $\alpha=0.05$

Tabla 17. Regresión logística binaria de 86 ejidos de OPB para el año 2010.

Fuente	Valor	Desviación típica	Chi-cuadrado de Wald	Pr > Chi <sup>2</sup>
Intersección	1.02901	0.934	1.213	0.271
<b><i>Distancia a selva baja</i></b>	<b>0.0003</b>	<b>0.000</b>	<b>4.121</b>	<b>0.042*</b>
Distancia a localidades	-0.0001	0.000	2.383	0.123
Distancia a sitios de incendio	-0.0000	0.000	0.565	0.452
Distancia a sitios con alguna estrategia de conservación	0.0000	0.000	0.020	0.887
<b><i>Distancia a caminos</i></b>	<b>-0.0004</b>	<b>0.000</b>	<b>6.440</b>	<b>0.011*</b>
Marginación al año 2005	-0.6092	0.731	0.695	0.404
Índice de rezago social al 2010	904.56	565.450	2.559	0.110
Densidad de población al 2010	0.0008	0.002	0.284	0.594
Edafología – leptosol	0.0000	0.000		
Edafología – vertisol	-0.0911	0.648	0.020	0.888
Edafología – gleysol	1.6490	0.945	3.045	0.081
Edafología – luvisol	-1.0316	1.144	0.813	0.367
Edafología – phaeozem	-0.9923	0.810	1.503	0.220
Edafología - regosol	4.4360	2.963	2.241	0.134

\* Significancia  $\alpha=0.05$

### 6.3. Análisis de correlaciones

#### 6.3.1. Correlaciones Pearson CAL

Los resultados mostraron que la TC se correlacionó con cinco variables (tabla 18 y anexo 1): al aumentar la superficie parcelada la pérdida de cobertura forestal es mayor. Al aumentar el número total de vecindados y de posesionarios, es mayor la pérdida de cobertura forestal, de esto último se encontró que la mayoría de ejidos de CAL no tienen ni vecindados ni posesionarios y son muy pocos casos los que están ocasionando estas correlaciones. Otra correlación encontrada fue con el apoyo por PROCAMPO, al aumentar el monto del apoyo es mayor la pérdida de cobertura forestal.



Tabla 18. Resultado de la correlación de Pearson para 68 ejidos de CAL.

<b>Variables</b>	<b>TC</b>
Superficie ejidal	0.063
Superficie parcelada	<b>-0.250*</b>
Total de ejidatarios	-0.147
Total de vecindados	<b>-0.245*</b>
Total de posesionarios	<b>-0.306*</b>
Primera/única dotación	-0.185
Superficie promedio de ejido por ejidatario	0.139
Población total a 1990	-0.036
Población económicamente activa a 1990	-0.034
Población total a 2010	0.061
Población económicamente activa a 2010	0.075
Tasa de crecimiento poblacional 1990-2010	0.119
Superficie bajo manejo forestal	0.153
Volumen total autorizado de maderas preciosas	0.084
Volumen total autorizado de maderas comunes	0.113
Volumen total autorizado	0.113
Superficie de pago por servicios ambientales (2004-2010)	0.174
Monto por pago por servicios ambientales (2004-2010)	0.116
Superficie promedio anual apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	<b>-0.266*</b>
Monto (\$) del apoyo de PROCAMPO (1994-2010)	-0.180
Porcentaje de la superficie ejidal apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	<b>-0.244*</b>
Superficie desmontada por COPLAMAR (1977-1982)	0.155

\*Nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

### 6.3.2 Correlaciones Pearson HOP

Para el caso de HOP fueron solo 34 ejidos los que se correlacionaron. Los resultados (tabla 19 y anexo 2) muestran que la TC se correlacionó con cuatro variables. Especial interés tiene la variable superficie bajo manejo forestal la que con una  $R^2=0.321$  (figura 31) tuvo una correlación negativa que indicó que cuando la superficie bajo MF aumentó, la TC fue de más pérdida de cobertura forestal. En HOP solo once ejidos tienen manejo y son los que están dando esta correlación. Las variables volumen total autorizado de maderas preciosas, volumen total autorizado de maderas comunes y el volumen total autorizado están altamente correlacionadas con la superficie bajo manejo, manteniéndose con ello que esos once ejidos son los que están causando que al aumentar la superficie bajo manejo, aumentan la TC a negativa.

Tabla 19. Resultado de la correlación de Pearson para 34 ejidos de HOP.

Variables	TC
Superficie ejidal	0.031
Superficie parcelada	0.216
Total de ejidatarios	0.020
Total de avecindados	0.090
Total de posesionarios	0.075
Primera/única dotación	0.110
Superficie promedio de ejido por ejidatario	-0.274
Población total 1990	0.226
Población económicamente activa 1990	0.211
Población total 2010	0.186
Población económicamente activa 2010	0.209
Tasa de crecimiento poblacional 1990-2010	-0.078
Superficie bajo manejo forestal	<b>-0.566**</b>
Volumen total autorizado de maderas preciosas	<b>-0.426*</b>
Volumen total autorizado de maderas comunes	<b>-0.424*</b>
Volumen total autorizado	<b>-0.426*</b>
Superficie de pago por servicios ambientales (2004-2010)	-0.113
Monto por pago por servicios ambientales (2004-2010)	-0.101
Superficie promedio anual apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	0.167
Monto (\$) del apoyo de PROCAMPO (1994-2010)	0.197
Porcentaje de la superficie ejidal apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	0.281
Superficie desmontada por COPLAMAR (1977-1982)	0.080

\*Nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , \*\*Nivel de significancia  $\alpha=0.001$  y \*\*\* Nivel de significancia  $\alpha=0.0001$ .

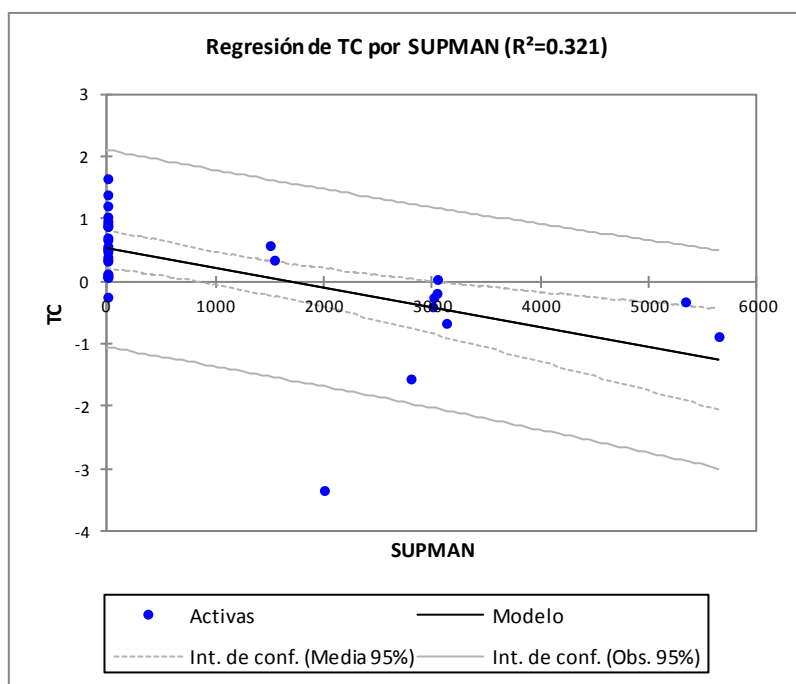


Figura 31. Regresión lineal simple para las variables tasa de cambio (TC) y superficie bajo manejo forestal (SUPMAN) en HOP.

### 6.3.5. Correlaciones Pearson FCP

Para FCP se encontró que la TC tuvo una correlación negativa con la tasa de crecimiento poblacional 1990-2010. Es decir que cuando dicha tasa aumentó fue mayor la pérdida de cobertura forestal (tabla 20 y anexo 3).

Tabla 20. Resultado de la correlación de Pearson para 55 ejidos de FCP.

Variables	TC
Superficie ejidal	0.120
Superficie parcelada	-0.179
Total de ejidatarios	0.233
Total de vecindados	-0.068
Primera/única dotación	-0.124
Superficie promedio de ejido por ejidatario	-0.040
Población total 1990	0.147
Población económicamente activa 1990	0.132
Población total 2010	0.100
Población económicamente activa 2010	0.092
Tasa de crecimiento poblacional 1990-2010	<b>-0.405*</b>
Superficie de área forestal permanente	0.057
Volumen total autorizado de maderas preciosas	0.068
Volumen total autorizado de maderas comunes	0.037
Superficie del área voluntaria de conservación	-0.023
Superficie bajo manejo forestal	0.027
Superficie de pago por servicios ambientales (2004-2010)	0.075
Monto por pago por servicios ambientales (2004-2010)	0.074
Superficie promedio anual apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	0.132
Porcentaje de la superficie ejidal apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	-0.012
Monto de apoyos recibidos de PROCYMAF (2004-2010)	0.126
Superficie desmontada por COPLAMAR (1977-1982)	0.171

\*Nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , \*\*Nivel de significancia  $\alpha=0.001$ .

### 6.3.6. Correlaciones Pearson OPB

Los ejidos de este municipio no mostraron correlaciones entre la TC y el resto de las variables (anexo 4).

### 6.3.7. Correlaciones Pearson FCP y OPB según tamaño.

Los resultados de las correlaciones de la TC de los ejidos grandes con las variables explicatorias no mostraron correlación significancia alguna (anexo 5).

Resultado del análisis de los ejidos de tamaño mediano (tabla 21 y anexo 6), se encontró correlaciones con seis variables. La correlación más fuerte fue ( $\alpha=0.001$ ) con el total de ejidatarios, esta relación muestra que al aumentar el número de ellos, la tendencia es una mayor pérdida de cobertura forestal (figura 32). Por otro lado se encontró que todas las variables que tienen que ver con la población, como población total a 1990, población económicamente activa a 1990, población total a 2010 y población económicamente activa a 2010, mostraron una relación negativa con TC.

Lo anterior significa que al aumentar tanto la población total como la población económicamente activa para 1990 y 2010 disminuye la TC, es decir, hay mayor pérdida de cobertura forestal. La última variable que mostró una correlación positiva es monto de apoyos recibidos por PROCYMAF, lo que indica que al aumentar el monto del apoyo económico hay una ganancia de cobertura forestal.

Tabla 21. Resultado de la correlación de Pearson para 69 ejidos medianos de FCP y OPB.

Variables	TC
Superficie ejidal	-0.082
Superficie parcelada	-0.126
Total de ejidatarios	<b>-0.401**</b>
Total de avecindados	-0.209
Primera/única dotación	0.115
Superficie promedio de ejido por ejidatario	0.231
Población total 1990	<b>-0.310*</b>
Población económicamente activa 1990	<b>-0.325*</b>
Población total 2010	<b>-0.292*</b>
Población económicamente activa 2010	<b>-0.321*</b>
Tasa de crecimiento poblacional 1990-2010	-0.035
Superficie de área forestal permanente	0.192
Volumen total autorizado de maderas preciosas	0.158
Volumen total autorizado de maderas comunes	0.090
Superficie del área voluntaria de conservación	0.128
Superficie bajo manejo forestal	0.106
Superficie de pago por servicios ambientales (2004-2010)	0.201
Monto por pago por servicios ambientales (2004-2010)	0.208
Superficie promedio anual apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	-0.059
Porcentaje de la superficie ejidal apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	-0.069
Monto de apoyos recibidos de PROCYMAF (2004-2010)	<b>0.261*</b>
Superficie desmontada por COPLAMAR (1977-1982)	0.222

\*Nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , \*\*Nivel de significancia  $\alpha=0.001$  y \*\*\* Nivel de significancia  $\alpha=0.0001$ .

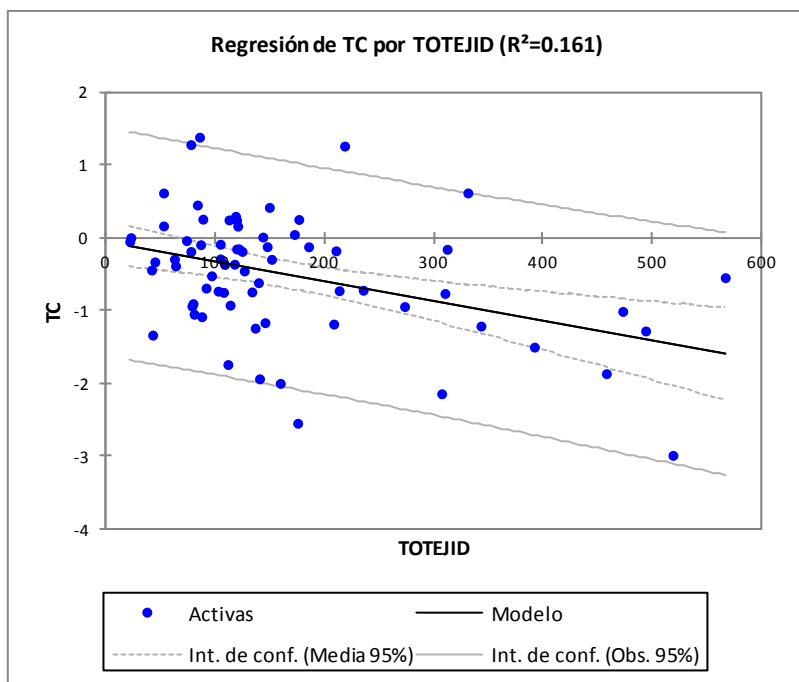


Figura 32. Regresión lineal simple para las variables tasa de cambio (TC) y total de ejidatarios (TOTEJID) en ejidos medianos de FCP y OPB.

En ejidos de tamaño pequeño los resultados de las correlaciones ocurren con mayor número de variables (tabla 22 y anexo 7). La variable superficie ejidal mostró una correlación positiva, por lo que al aumentar la superficie del ejido, aumenta la TC de ganancia de cobertura forestal. Situación similar sucede con total de ejidatarios, al aumentar el número de estos, aumenta la ganancia de cobertura forestal. Primera/única dotación es otra de las variables con una correlación negativa, es decir que ejidos con dotaciones más recientes tienen la tendencia tener una pérdida de cobertura forestal (figura 33). Las variables población total a 1990 y mostraron una correlación positiva, es decir que al aumentar tanto la población de 1990 como la población económicamente activa se registra una ganancia de cobertura forestal.

Otras dos variables que se encontraron correlacionadas positivamente con la TC fueron monto por pago por servicios ambientales y monto de apoyos recibidos de PROCYMAF (figuras 34 y 35). Ambas variables se refieren a apoyos económicos. Monto por pago por servicios ambientales genera una correlación únicamente con solo son 3 ejidos, lo que podría considerarse como poco consistente. Sin embargo, los apoyos de PROCYMAF son los que si muestran una tendencia que indica que a medida que estos aumentan, hay una ganancia de cobertura forestal.

Tabla 22. Resultado de la correlación de Pearson para 46 ejidos pequeños de FCP y OPB.

Variables	TC
Superficie ejidal	<b>0.315*</b>
Superficie parcelada	-0.088
Total de ejidatarios	<b>0.382*</b>
Total de vecindados	-0.144
Primera/única dotación	<b>-0.383*</b>
Superficie promedio de ejido por ejidatario	0.008
Población total 1990	<b>0.385*</b>
Población económicamente activa 1990	<b>0.399*</b>
Población total 2010	0.226
Población económicamente activa 2010	0.238
Tasa de crecimiento poblacional 1990-2010	-0.281
Superficie de área forestal permanente	0.042
Volumen total autorizado de maderas preciosas	0.143
Volumen total autorizado de maderas comunes	0.143
Superficie del área voluntaria de conservación	-0.048
Superficie bajo manejo forestal	
Superficie de pago por servicios ambientales (2004-2010)	0.124
Monto por pago por servicios ambientales (2004-2010)	<b>0.339*</b>
Superficie promedio anual apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	0.140
Porcentaje de la superficie ejidal apoyada por PROCAMPO (1994-2010)	-0.213
Monto de apoyos recibidos de PROCYMAF (2004-2010)	<b>0.394*</b>
Superficie desmontada por COPLAMAR (1977-1982)	0.228

\*Nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , \*\*Nivel de significancia  $\alpha=0.001$  y \*\*\* Nivel de significancia  $\alpha=0.0001$ .

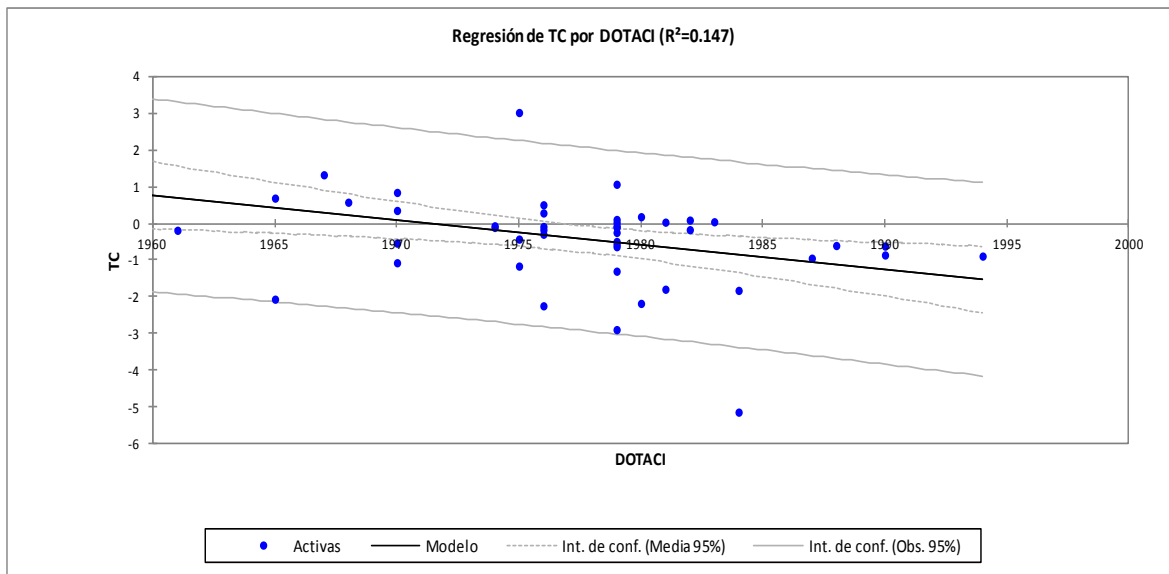


Figura 33. Regresión lineal simple para las variables tasa de cambio (TC) y primera/única dotación (DOTACI) en ejidos pequeños de FCP y OPB.

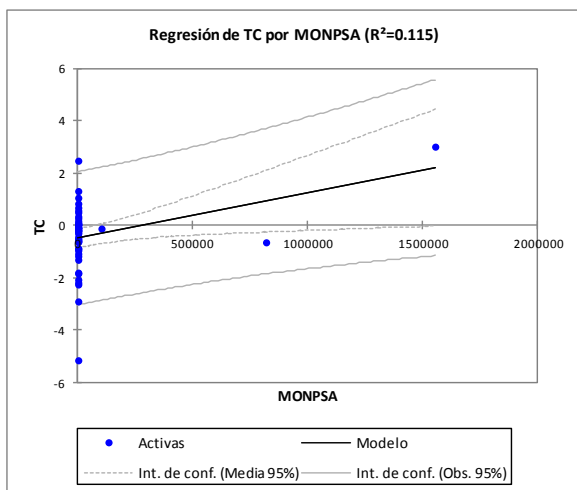


Figura 34. Regresión lineal simple para las variables TC y monto por pago por servicios ambientales en ejidos pequeños de FCP y OPB.

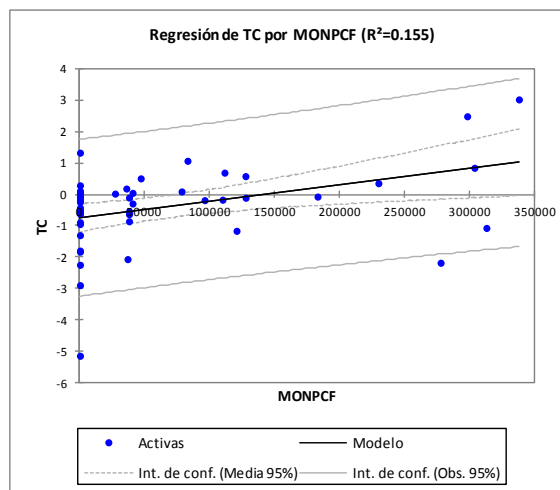


Figura 35. Regresión lineal simple para las variables TC y monto de apoyos recibidos de PROCYMAF en ejidos pequeños de FCP y OPB.

## 6.4. Análisis QCA

### 6.4.1. Análisis de los 15 ejidos de CAL con mayor pérdida y ganancia

En CAL la totalidad de los ejidos con mayor ganancia de cobertura forestal no tuvieron vecindados ni poseionarios y la mitad de ellos (50%) tuvieron manejo forestal, formándose tres grupos de ejidos (tabla 25) que además el 90% de ellos se ubican fuera de alguna ANP. La diferencia con los ejidos con mayor pérdida es que el 33% de estos tuvo vecindados y el 26% se ubican dentro de la zona de amortiguamiento de la RBC (anexos 8 y 9), en estos también se formaron tres grupos (tabla 23).

Tabla 23. Ejidos del municipio de Calakmul agrupados empleando QCA.

Grupo	Ejidos	Características
<b>Ejidos con ganancia</b>	N.C.P.E. El Carmen, N.C.P.E. General Felipe Ángeles, Gral. Manuel Castilla Brito, Unidad y Trabajo	Superficie ejidal menor a la media de CAL y HOP Con superficie parcelada Sin avocindados Sin posesionarios Dotación posterior a 1970 Sin manejo forestal Fuera de alguna ANP
<b>Ejidos con ganancia</b>	La Virgencita de la Candelaria, San Miguel y N.C.P.E. Valentín Gómez Farías	Superficie ejidal menor a la media de CAL y HOP Con superficie parcelada Sin avocindados Sin posesionarios Dotación posterior a 1970 Porcentaje de apoyo PROCAMPO superior a la media de CAL y HOP Sin manejo forestal Fuera de alguna ANP
<b>Ejidos con ganancia</b>	Tomas Aznar Barbachano y Nuevo Becal	Superficie ejidal mayor a la media de CAL y HOP Con superficie parcelada Sin avocindados Sin posesionarios Dotación posterior a 1970 Con manejo forestal Fuera de alguna ANP
<b>Ejidos con pérdida</b>	N.C.P.E. Ing. Ricardo Payro Jene, Santa Lucia, N.C.P.E. Los Alacranes y Lázaro Cárdenas Numero 2	Superficie ejidal menor a la media de CAL y HOP Con superficie parcelada Sin avocindados Sin posesionarios Dotación posterior a 1970 Porcentaje de apoyo PROCAMPO superior a la media de CAL y HOP Sin manejo forestal Fuera de alguna ANP
<b>Ejidos con pérdida</b>	11 de Mayo, N.C.P.E. Cristóbal Colon y Dos Naciones	Superficie ejidal menor a la media de CAL y HOP Con superficie parcelada Sin avocindados Sin posesionarios Dotación posterior a 1970 Sin manejo forestal Dentro de alguna ANP
<b>Ejidos con pérdida</b>	Nuevo Veracruz y Cerro de las Flores	Superficie ejidal menor a la media de CAL y HOP Con superficie parcelada Con avocindados Con posesionarios Dotación posterior a 1970 Sin manejo forestal Fuera de alguna ANP

#### 6.4.2. Análisis de los 15 ejidos de HOP con mayor pérdida y ganancia

Los resultados indicaron que el 88% de los ejidos con mayor pérdida de cobertura forestal tienen una superficie ejidal mayor a la media de los ejidos de CAL y HOP, 77% tienen manejo forestal, la totalidad de estos ejidos tuvieron apoyo COPLAMAR y el 55% de ellos tienen parte de su superficie ejidal dentro de la RBC (anexos 10 y 11).



Se encontró que de los 15 ejidos de HOP con mayor ganancia se hicieron dos grupos (tabla 24), el primero formado por Xculoc, Konchen, Xcanahaltun y Ramón Corona que básicamente son ejidos no tan grandes, con superficie parcelada, sin avecindados, con dotaciones anteriores a 1970, sin manejo forestal y fuera de ANP alguna. El segundo grupo formado por Xcupilcacab, San Francisco Suc- Tuc, Pac-Chen y Chunyaxnic-Yaxcheil no tiene avecindados pero si poseionarios. En los ejidos de HOP con pérdida de cobertura forestal no se formaron grupos.

Tabla 24. Ejidos del municipio de Hopelchén agrupados empleando QCA.

Grupo	Ejidos	Características
<b>Ejidos con ganancia</b>	Xculoc, Konchen, Xcanahaltun y Ramon Corona	Superficie ejidal menor a la media de CAL y HOP Con superficie parcelada Sin avecindados Sin poseionarios Dotación anterior a 1970 Sin manejo forestal Fuera de alguna ANP
<b>Ejidos con ganancia</b>	Xcupilcacab, San Francisco Suc- Tuc, Pac-Chen, Chunyaxnic-Yaxcheil	Superficie ejidal menor a la media de CAL y HOP Con superficie parcelada Sin avecindados Con poseionarios Dotación anterior a 1970 Sin manejo forestal Fuera de alguna ANP

#### 6.4.3. Análisis de los 15 ejidos de FCP con mayor pérdida y ganancia

En FCP se encontró que el 66% de los ejidos con más pérdida de cobertura forestal tienen superficie parcelada, 60% con dotaciones posteriores a 1970 y 33% de ellos con avecindados. Por otro lado, 40% de los ejidos con más ganancia de cobertura forestal tuvieron volúmenes autorizados de extracción de maderas preciosas y el 66% de ellos tuvieron apoyos de COPLAMAR (anexos 12 y 13). Se formó solo un grupo de ejidos con ganancia (Chunhuhub y Dzula y su Anexo Xhaas) y su característica más notoria fue que no tienen superficie parcelada contra los dos grupos con más pérdida que si tuvieron superficie parcelada (tabla 25).

Tabla 25. Ejidos del municipio de Felipe Carrillo Puerto agrupados empleando QCA.

Grupo	Ejidos	Características
<b>Ejidos con ganancia</b>	Chunhuhub y Dzula y su Anexo Xhaas	Superficie ejidal mayor a la media de FCP y OPB Sin superficie parcelada Número de ejidatarios por arriba de la media de los ejidos de FCP y OPB Sin avocindados Dotación anterior a 1970 Tasa de crecimiento poblacional por arriba de la media de FCP y OPB Tuvieron apoyo COPLAMAR Con manejo forestal
<b>Ejidos con pérdida</b>	Gral. Francisco May y Nueva Loria	Superficie ejidal menor a la media de FCP y OPB Con superficie parcelada Número de ejidatarios por abajo de la media de los ejidos de FCP y OPB Sin avocindados Dotación posterior a 1970 Tasa de crecimiento poblacional por arriba de la media de FCP y OPB Sin apoyo COPLAMAR Sin manejo forestal
<b>Ejidos con pérdida</b>	Kampokolche y Ramonal	Superficie ejidal mayor a la media de FCP y OPB Con superficie parcelada Número de ejidatarios por arriba de la media de los ejidos de FCP y OPB Sin avocindados Dotación anterior a 1970 Tasa de crecimiento poblacional por arriba de la media de FCP y OPB Con apoyo COPLAMAR Con manejo forestal

#### 6.4.4. Análisis de los 15 ejidos de OPB con mayor pérdida y ganancia

En OPB el análisis QCA no creó grupos de ejidos, lo más notorio fue que el 60% de los ejidos con más pérdida tuvieron más ejidatarios que la media de FCP y OPB y también el 20% de ellos son ejidos cañeros. Por otro lado, el 66% de los ejidos con más ganancia fueron apoyados con recursos para elaboración de sus reglamentos ejidales (anexos 14 y 15).

## VII. Discusión

Los trabajos previos de investigación realizados sobre cambio en el uso del suelo y cobertura vegetal en el sureste mexicano han reportado tasas de cambio muy distintas para diversos períodos (Bray y Klepeis, 2005; Cortina *et al.*, 1998; Dalle *et al.*, 2006; Díaz-Gallegos *et al.*, 2001; Dupuy *et al.*, 2007; Ellis y Beck, 2004; Porter-Bolland *et al.*, 2007), lo cual dificulta la comparación entre ellos. Uno de los objetivos de esta investigación fue determinar la tendencia de los cambios de cobertura forestal en ejidos de los estados de Campeche y Quintana Roo, aplicando para ello una misma técnica de percepción remota y un mismo período de años en una superficie forestal muy amplia. Además, otro objetivo fue evaluar qué variables pudieran estar influyendo en los cambios en la cobertura forestal, que permitiera explicar estos cambios y emitir recomendaciones útiles para los tomadores de decisiones de las políticas públicas forestales y agrícolas de la región de estudio.

Este análisis ejidal del cambio de cobertura forestal mostró que las diferencias entre los ejidos pueden llegar a ser muy extremas, siendo más el número de ejidos con pérdida de cobertura que con ganancia. Al respecto Pérez-Verdín (2007) citado por Bonilla-Moheno (2013) señala que no todos los ejidos pueden ser tan eficientes en el control de la deforestación, parte de esta diversidad puede explicarse por distintos flujos de colonización, diferencias en el origen de los pobladores, nivel de indigenismo/mestizaje y formas de organización a nivel del ejido, entre otros no menos importantes.

La tendencia del cambio de cobertura forestal en los ejidos analizados fue en general de pérdida, aunque la media de los ejidos de Hopelchén mostró una recuperación de la cobertura forestal. En la Península de Yucatán, esta tendencia de pérdida se ha reportado en trabajos previos como el desarrollado por Bray y Klepeis (2005) para la región sur de la península de Yucatán (1969-1997); Cortina y colaboradores (1998) para el sur de Campeche y Quintana Roo (1975-1990); Chodhury (2006) en el centro del municipio de Calakmul (1987-1996); Ellis y Beck (2004) para la zona maya de Quintana Roo; Porter-Bolland y colaboradores (2007) en La Montaña en Campeche; Ellis y Porter-Bolland (2008) comparando La Montaña en Campeche y la Zona Maya en Quintana Roo y Vaca y colaboradores (2012) para Campeche, Quintana Roo y Yucatán (1990-2000 y 2000-2006).

Al revisar la literatura encontramos que la región de Calakmul cuenta con una importante cantidad de estudios sobre deforestación (Chowdhury, 2006; Díaz-Gallegos *et al.*, 2008; Mas, 2005; Vester *et al.*, 2007). En estos trabajos, las tasas de cambio reportadas han sido muy variables, pero todas fueron negativas. Nuestros resultados tienen plena coincidencia con los obtenidos por Vester y

colaboradores (2007), quienes reportan al igual que en este estudio, una tasa de -0.2 para el período 1987-2000. La tasa para Calakmul sin duda puede considerarse baja y pudiera obedecer a que tienen una gran cantidad de ejidos con manejo forestal (es el que más registra en el estado de Campeche), tiene una baja densidad de población, tiene restricciones debido a la Reserva de la Biósfera de Calakmul, una baja densidad de caminos, poca superficie parcelada y pocos avecindados. Aunque los ejidos que presentaron mayores pérdidas fueron los denominados Nuevos Centros de Población Ejidal (NCPE). Esta situación de asociación entre los NCPE y deforestación ya se ha presentado en Los Altos de Chiapas, donde la formación de nuevos centros combinado con la implementación de políticas agropecuarias fomentaron el desmonte y la agricultura (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C., 2012).

La ganancia de cobertura forestal en ejidos de Hopelchén fue sin duda inesperada. Esto debido en gran parte de la historia que acompaña a este municipio, tras la inmigración dirigida en los sesenta con el Programa de la Cuenca del Sureste que fomentó la expansión de agricultura y ganadería (Morales, 2004) y en los años recientes la migración “espontánea” de comunidades menonitas (Arriola y Martínez, 2010) con su agricultura mecanizada que en el período 1991-2009 creció de 9,452 a 51,581 ha (Anuarios estadísticos INEGI), aunque es conveniente aclarar que estas comunidades han llegado a hacer agricultura mecanizada en áreas no ejidales o de propiedad privada. Si bien nuestro análisis no consideró la propiedad privada, el resultado de la percepción remota muestra que son esas áreas privadas las de mayor evidencia de cambios de la cobertura forestal hacia esta agricultura mecanizada, lo que convierte a Hopelchén en un foco rojo de la deforestación.

La recuperación de la cobertura forestal en ejidos de Hopelchén, puede deberse al abandono por parte de los ejidatarios que salen a trabajar a otros centros de mayor población como peones o incluso a las ciudades como Campeche con trabajos diversos como lo menciona Luciano Pool (comunicación personal, 2 julio 2013). Aunque algunos ejidatarios han adoptado o querido adoptar la agricultura mecanizada que implementan los menonitas, esto se ha dificultado debido a que tienen poca superficie mecanizable, algunos de sus terrenos conservan mucha humedad o son bajos inundables y no los ocupan para agricultura, además de que los costos de producción para maíz o soya son muy altos al tener que pagar la renta de la maquinaria a los mismos menonitas. Por otro lado, la zona con pérdida de cobertura forestal es la zona de la montaña, la cual muestra grandes áreas de agricultura lo que pudiera ser una de las causantes de esta pérdida de cobertura y que ya ha sido previamente documentado para esa zona (Porter-Bolland *et al.*, 2006).

Felipe Carrillo Puerto fue otro municipio con tasa de cambio negativa para la zona ejidal, lo cual coincide con lo descrito por Bray y colaboradores (2004) en la zona centro de Quintana Roo, quienes presentan una tasa de -0.01% para el período 1984-2000 y Ellis y Porter-Bolland (2008), que presentan tasas de -0.002 para el período 2000-2004 en la misma región. No obstante estos estudios presentan tasas de cambio negativas, todas ellas fueron muy bajas, al grado que podrían incluso no considerarse deforestación, como lo reconocen Porter-Bolland y colaboradores (2011) con el respaldo de la literatura, al señalar que una tasa de cambio con valores superiores a -0.25% se considera deforestación.

Felipe Carrillo Puerto muestra una tasa de cambio estable debido al menos a las siguientes razones: a) Una gran parte de los ejidatarios de Felipe Carrillo Puerto se dedican a otras actividades productivas como el turismo/pesca, chicle, apicultura, agroforestería, entre otros no menos importantes; b) Es poco el interés por la ganadería y/o la agricultura excepto ésta última que se encuentra alrededor de las localidades y que es en gran parte para consumo propio; c) tiene ejidos con manejo forestal, con una amplia cultura forestal, ejidos como Nohbec y Petcacab cuentan con empresas forestales comunitarias, al respecto Digiano y colaboradores (2013) señalan que el contar con silvicultura comunitaria puede generar bajas tasas de deforestación; d) reciben una importante cantidad de apoyos al ramo forestal; e) existen alrededor de 25 áreas forestales permanentes (Argüelles y Armijo-Canto, 1995), 15 áreas destinadas voluntariamente a conservación (Elizondo y López, 2009) y alrededor de 46 ejidos con ordenamiento territorial comunitario elaborado entre los años 2005 y 2010.

La tasa de cambio media para los ejidos de Othón P. Blanco fue la más alta de los cuatro municipios analizados, tasa más alta que la tasa nacional, que de acuerdo a algunos autores ya es inferior a -0.5 (Mas y Flamenco, 2011). Esto sin duda era de esperarse debido al crecimiento acelerado de las zonas de pastizales y cultivo de caña cuya superficie aumentó de 16,000 ha en 1993 a más de 22,000 ha en el 2009 (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2012) y que comienza a limitarse debido a que han llegado a las zonas de bajos inundables (abundantes en el municipio) que dificultan su cultivo. Además en Othón P. Blanco se ha registrado un gran número de transacciones de tierras que posiblemente están pasando a privadas, como se ha registrado hasta el censo ejidal de 2007, tierras que muy probablemente pudieron tener cambios en su cobertura forestal. Otra probable causa pudiera ser que Othón P. Blanco tiene una gran densidad de vías de comunicación

con hasta un 50% más que Felipe Carrillo Puerto (Romero-Montero, 2012) lo que aumenta la probabilidad de deforestación.

El tamaño del ejido en Quintana Roo sin duda es importante en la pérdida, conservación o ganancia de cobertura forestal. Nuestros resultados concuerdan parcialmente con lo encontrado para el sur de la Península, próximo a la RBC (Campeche y Quintana Roo), donde se encontró que la deforestación fue mayor en ejidos grandes y antiguos y en ejidos pequeños y nuevos (Rueda, 2010). Existe coincidencia con lo encontrado por Martínez (2010) para Campeche, pues encontró que ejidos de menor tamaño y área comunal y parcelada, presentan intensidades de deforestación de intermedia a alta, también existe coincidencia con los resultados obtenidos por Bray y colaboradores (2004) y Ellis y Beck (2004).

Los resultados podrían estar obedeciendo a diversas causas, por un lado, los ejidos grandes se crearon en los años 30's-40's bajo los gobiernos de Lázaro Cárdenas y Manuel Ávila Camacho, cuando aún le fueron dotados con 420 ha por ejidatario (Argüelles y Armijo-Canto, 1995), en áreas meramente forestales y cuyos ejidatarios tenían la obligación de conservar sus selvas. También es importante reconocer que son ejidos con amplia experiencia forestal que se asocia con una cubierta forestal estable (Digiano *et al.*, 2013). En los ejidos pequeños, aunque estos tienen fuertes presiones sobre el recurso forestal por ser menor su superficie, también tienen una baja dependencia económica de lo forestal, además de que el tiempo para deforestar ha sido menor que los ejidos de tamaño mediano por ser de creación más reciente.

Nuestros resultados confirman que son los factores institucionales los que tienen mayor impacto sobre el cambio en la cobertura forestal comparado con los factores socioeconómicos (con efectos poco claros) y con los factores ambientales. Al respecto Bonilla (2013) menciona que en México los factores institucionales e históricos han tenido un gran impacto en el cambio en el uso de suelo incluso más que los ambientales, Digiano (2011) con su estudio en la zona maya ha encontrado resultados similares. Sin duda nuestros resultados obedecen a la asociación entre las variables analizadas, así tenemos que la fecha de dotación está muy asociada al tamaño de ejido, experiencia en lo forestal, programas forestales implementados, nivel de organización, capacidad de autogestión, captación de recursos para el sector forestal, predominancia maya, ubicados en zonas más forestales, entre otras.

**Factores ambientales.** En Campeche existe preferencia por deforestar sitios con poca pendiente, lo cual confirma una de las hipótesis planteadas en esta investigación y concuerda con los resultados de autores como Alix-García (2007) y Deininger y Minten (1999 y 2002) citados por López-Feldman (2012). Hacia la zona de Calakmul se intensifica más en los terrenos planos y profundos (Pool *et al.*, 2002), aunque Chowdhury (2006) afirma lo contrario, que cerca de la RBC se prefieren deforestar áreas con mayores pendientes, pero menciona que puede ser debido al modelo digital de elevación empleado. Lo anterior ha sido posible constatar en los recorridos de campo, donde se muestran pequeños lomeríos cubiertos de selva y no se diga hacia la zona de Hopelchén donde en terrenos de propiedad privada los menonitas han empleado una gran superficie en terrenos planos que facilita la mecanización.

El tipo de suelo también fue relevante en Campeche, prefiriendo los del tipo fluvisol, preferidos en la zona cacaotera y cañera de Tabasco debido a su gran contenido de potasio (Palma-López *et al.*, 2005). Mientras la selva baja subperenifolia tiene una baja probabilidad de ser deforestada, en Campeche los productores la consideran de baja calidad, por lo que no tiene un uso intensivo y por lo tanto son poco usadas (Díaz-Gallegos *et al.*, 2002; Pool *et al.*, 2002), en ese mismo estado pero en la zona denominada La Montaña, los productores eligen sus sitios agrícolas y para ganado junto a la selva baja (Porter-Bolland *et al.*, 2006) o en sitios de transición entre tierras bajas y la selva baja (Ellis y Porter-Bolland, 2008). El motivo de que esta selva no se preferida puede ser porque parte del año permanece inundada, el suelo es muy pesado para su cultivo y no es considerada para aprovechamientos forestales por las especies que componen su flora.

**Factores Socioeconómicos.** Nuestros resultados mostraron que a una mayor población y población económicamente activa puede aumentar la deforestación. Sin embargo en Quintana Roo dichas variables pueden aumentar la deforestación en ejidos grandes pero en los pequeños sucede lo contrario, la explicación de lo anterior no es clara, otros trabajos desarrollados en la zona maya del mismo estado concluyen que la complejidad entre variables socioeconómicas y deforestación indica que es un proceso que debe ser analizado desde varias perspectivas (Mas, 2006) ya que en el período 1978-2003 sus variables no muestran relaciones claras y significativas con el proceso de deforestación en el estado.

El aumento de la densidad de población puede provocar deforestación como sucedió en Felipe Carrillo Puerto. Esta variable es una de las causas subyacentes de la deforestación para América Latina (Geist y Lambin, 2001), para México trabajos citados por López-Feldman (2012) han

obtenido resultados similares, Braña y Martínez (2005) han señalado que tras el incremento del 1% de la población, la probabilidad de deforestación crece en 0.06%. Gracias al análisis espacial fue posible apreciar que la cabecera municipal de Felipe Carrillo Puerto tiene un importante crecimiento así como su población al igual que en otras localidades.

Los sitios forestados más cercanos a vías de comunicación y localidades tienen mayor probabilidad de deforestación. Estas variables han sido señaladas por Geist y Lambin (2001) como causas de la deforestación. Para la región, otros estudios (Bray *et al.*, 2004; Cortina *et al.*, 1998; Chowdhury, 2006; Mas, 2005; Porter-Bolland *et al.*, 2006) han encontrado resultados similares, lo cual también se encontró con la distancia a localidades (Bray *et al.*, 2004; Digiano y Ellis, 2010). La causa más probable de debido a mayor accesibilidad a sus áreas de cultivo o ganaderas.

**Factores Institucionales.** Una mayor cantidad de ejidatarios en el ejido provoca una mayor probabilidad de deforestación, lo que pudiera obedecer a una mayor presión sobre el recurso forestal al ir agotando la superficie parcelada disponible y aprovechar con ello acahuales maduros para aprovechamiento agrícola o ganadero, esto ha sido reportado por Ellis y Beck (2004) y Ellis y Porter-Bolland (2008) en la zona maya de Quintana Roo. En los ejidos grandes no hay influencia del número de ejidatarios lo que puede ser debido a la disponibilidad de grandes extensiones de terrenos agrícolas, ganaderos y forestales.

La presencia y el aumento en el número de vecindados y posesionarios pueden provocar mayor pérdida de cobertura forestal. Braña y Martínez (2005), plantea como hipótesis que la interacción del Programa de Certificación de Derechos Ejidales (PROCEDE) con la organización del ejido y pocos ejidatarios y un exceso en la demanda de tierra por posesionarios podría ser una de las causas de deforestación en México, sin embargo su análisis econométrico no demostró esto. Al respecto, nuestros resultados pueden confirmar que la sola presencia de posesionarios y vecindados está asociada con los ejidos de mayor pérdida, una posible explicación es que estos vecindados pueden llegar a convertirse en ejidatarios de acuerdo con la Ley Agraria de 1992, como sucede en los ejidos Nuevo Becal, Nueva Vida y Cristóbal Colón de Campeche (Martínez, 2010), lo cual puede ser una presión más sobre el recurso forestal al requerirse más tierra disponible para el cultivo y como lo mencionan otros autores (Ordorica y Prud'homme, 2012), también ha sido necesario aplicar dos estrategias, el cambio de uso de la tierra y fragmentación de las parcelas existentes incrementando la superficie parcelada del país entre 1991 y 2007.



El aumento de la superficie parcelada aumenta la pérdida de superficie forestada. Esto ya había sido previamente reportado para ocho ejidos de Felipe Carrillo Puerto en Quintana Roo (Digiano *et al.*, 2013), así como por Martínez (2010) en Campeche, donde ejidos pequeños, con área comunal y mayor porcentaje de área parcelada presentan intensidades de deforestación de intermedia a alta, sin que sea una relación lineal. A nivel municipal también pudo comprobarse que Othón P. Blanco es el que tiene la superficie parcelada más alta, seguido por Calakmul y finalmente FCP y la pérdida de cobertura se mostró en similar intensidad. Casos muy específicos como el ejido N.C.P.E. Pablo García en Calakmul el cual tiene el 77% de superficie ejidal de más de 12,000 ha parceladas y tiene la mayor tasa de pérdida de cobertura forestal. Y lo anterior puede obedecer al avance de la frontera agrícola y ganadera, reduciendo con ello la cobertura forestal lo que a la vez limita a los ejidos para desarrollar proyectos de pago por servicios ambientales, manejo forestal o de conservación.

El manejo forestal comunitario de los bosques es recurrente en la mayor parte de las regiones forestales de México, aunque existen pocos estudios que cuantifique su efectividad para preservar los bosques (Duran-Medina *et al.*, 2007). Recientemente Porter-Bolland *et al.* (2012) reportó que las tasas de deforestación en áreas con manejo son más bajas que en las áreas naturales protegidas. Duran-Medina y colaboradores (2007), encontraron que en ejidos de Quintana Roo con manejo forestal registraron una ganancia anual de la cobertura de vegetación nativa y la superficie de usos del suelo antropogénico disminuyó con respecto a su extensión original. Con respecto al manejo forestal nuestros resultados indican por un lado, que los ejidos de Calakmul con manejo tienden a tener ganancia de cobertura forestal. Calakmul por cierto, es el municipio con la mayor superficie bajo manejo del estado de Campeche (Tropica Rural, 2007). Estos resultados son coincidentes con los mencionados por Duran-Medina y colaboradores (2007) y que seguramente se debe a que han encontrado las bondades que ofrece tener un aprovechamiento racional del recurso forestal y que seguramente estará asociado a que están llevando su programa de una manera correcta.

En la zona de la Montaña del municipio de Hopelchén el manejo forestal se asoció con la pérdida de cobertura forestal, lo cual es contrario a los resultados previamente comentados, pero pudiera deberse a un manejo no adecuado, poca experiencia en el manejo o falta de apoyo institucional en la materia. Lo anterior sustentado en lo encontrado por Porter-Bolland y colaboradores (2007) reportando pérdida de cobertura forestal, así como trabajos publicados (CONABIO, 2008) en esa misma zona que hablan de un aprovechamiento forestal estancado, con poca contribución al bienestar social y la sostenibilidad forestal, debido entre otras causas a condiciones ambientales adversas, organización deficiente, dependencia económica, técnicas inadecuadas, falta de

planeación y falta de una política ambiental de protección a la producción local. Sin embargo nuestros resultados no podrían asegurar que la deforestación se presentó espacialmente en las áreas de corta o polígonos de manejo, pero hay una importante correlación detectada por el análisis.

En lo que se refiere a programas gubernamentales implementados, nuestras hipótesis señalan que los programas de apoyo a la agricultura o ganadería promueven la deforestación. En casos como Alianza para el campo donde se ha observado que el incremento del 1% en los ejidatarios inscritos al programa aumenta en 0.64% la probabilidad de observar deforestación (Braña y Martínez, 2005), y Crédito a la Palabra que en un período provocó deforestación pero regionalmente tuvo un efecto contrario en Calakmul, Campeche (Reyes *et al.*, 2003).

Nuestros resultados mostraron que PROCAMPO regionalmente (Calakmul y Hopelchén) tuvo un impacto positivo en la cobertura forestal, pero en los ejidos de Calakmul mostraron un impacto negativo sobre dicha cobertura. Estos resultados tienen coincidencia con otros trabajos relacionados para el sur de Yucatán (alrededor de la RBC Campeche y Quintana Roo), donde se encontró que PROCAMPO tiene una asociación negativa con la cubierta forestal (Schmook y Vance, 2009). Los autores explican que esta situación puede ser debido a que uno de los requisitos del programa es que se mantenga la misma extensión bajo cultivo, lo que va contra la superficie forestal, lo cual pudiera estar sucediendo en los ejidos analizados. Reyes y colaboradores (2003) también en la zona de Calakmul, señalan resultados similares y señalan pudieron deberse al período analizado y a la escala, local o regional.

Todo lo anterior da la pauta para resumir que este programa por si mismo puede impactar de distinta manera, incluso no mostrar impacto alguno como sucedió en el resto de los ejidos analizados, por lo que su impacto será de acuerdo a las condiciones particulares del ejido o incluso a la combinación de otras características del ejido como número de ejidatarios, tamaño del ejido o superficie parcelada.

COPLAMAR fue un programa que promovió el desmonte para el establecimiento de agricultura y ganadería, pero también promovió la creación de ADVC, como en X-Maben (Dalle *et al.*, 2006), Nuevo Israel y Tuzik (Elizondo y López, 2009), todos de FCP. Lo anterior sugiere concluir que el impacto positivo de dicho programa en Felipe Carrillo Puerto pudiera estar asociado a la implementación de estos sitios como una estrategia de conservación pero que además pudiera sumarse la superficie de tierras que fueron inicialmente desmontadas por el programa y se

abandonaron como sucedió con la ganadería en los 80's en la zona maya (Ellis y Beck, 2004). Desafortunadamente no se contó con los sitios exactos donde se realizaron los desmontes para demostrar con evidencia dicho abandono.

Otro programa evaluado en esta investigación fue PROCYMAF, el aumento del monto de los apoyos por el programa en ejidos pequeños y medianos tuvieron un impacto positivo en la cobertura forestal. Consideramos que estos resultados obedecen a que al tener una menor superficie forestal son pocos los apoyos económicos de otros programas forestales, por ejemplo los ejidos pequeños analizados no tienen áreas bajo manejo forestal. Por el contrario en los ejidos grandes no se mostró influencia de los apoyos de PROCYMAF, lo cual no se esperaba, pero posiblemente su impacto pudo haberse combinado o enmascarado con un impacto similar de otros programas de conservación de la cubierta forestal. PROCYMAF ha tenido impactos similares en Oaxaca, donde la implementación del mismo y PRODEFOR dio como resultado un incremento en la producción maderable, número de comunidades con manejo forestal y mayores ingresos forestales de las comunidades (Merino-Pérez y Segura-Warnholtz, 2007).

Dos de las hipótesis planteadas señalan por un lado que los instrumentos de conservación de la selva contribuyen a la disminución de las tasas de deforestación y por otro lado que el otorgamiento de incentivos para la conservación de la selva disminuye la probabilidad de deforestación. Nuestros resultados dan evidencia de que en Felipe Carrillo Puerto dichos instrumentos sí están cumpliendo con la función de conservar la selva. Lo anterior también puede ser debido a que este municipio tiene una amplia experiencia en labores de conservación, que como ya se ha discutido previamente, tiene ordenamientos comunitarios, Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, Áreas Forestales Permanentes, cercanía con Sian Ka'an y Pago por Servicios Ambientales, cuya suma de superficies e impacto pudiera estar explicando una ganancia en la cobertura forestal.

Por otro lado, PSA mostró un impacto similar a PROCYMAF en ejidos pequeños, pues al aumentar el monto del apoyo hay una ganancia de cobertura forestal. Esto puede reflejar que los ejidatarios sí se están beneficiando al conservar la poca superficie de selva con la que cuentan, además de que los ejidos pequeños no dependen económicamente del ingreso forestal. Estos resultados ya se han documentado al señalar que el pago por servicios ambientales hidrológicos en ejidos mostró que el programa sí podría frenar el proceso de deforestación (Muñoz, 2011).

Los resultados también mostraron que hay una pérdida de cobertura forestal en los ejidos de Campeche analizados justo donde se sobreponen el polígono de la Reserva de la Biósfera de Calakmul y los polígonos de los ejidos. Al respecto, Alberto Villaseñor (comunicación personal, julio 2013), técnico forestal en la región de Calakmul, señala de acuerdo a su experiencia, que los ejidos que limitan con la RBC normalmente tienen deforestación, situación que ya había sido mencionada por Mas (2005) en esa región, señalando una deforestación más alta en la zona de amortiguamiento que en la zona núcleo. Esta situación encontrada puede deberse a la falta de una buena relación entre la dirección de la Reserva con los ejidos, pues de alguna manera cuando se establece la RBC en 1989 no se tomó en cuenta a los ejidatarios y hasta el 2012 la reserva sigue sin tomar en cuenta los intereses de la población que habita en la zona de amortiguamiento sobre todo por las restricciones al uso de suelo y actividades productivas (Sosa-Montes *et al.*, 2012) así como por la falta de vigilancia en dicha reserva.

## VIII. Conclusiones

Los estudios del cambio en la cobertura forestal en México señalan que son muchos y muy diversos los factores que han influido en estos cambios, el impacto ha cambiado de acuerdo al sitio de estudio, al período de análisis, la forma de análisis, las imágenes empleadas, las características de la población que se analiza, entre otras. Los resultados de esta investigación por un lado confirman algunos de estos factores y por otro se indican nuevos factores que no habían sido previamente explorados.

La tendencia generalizada de la tasa de cambio en la cobertura forestal en la mayoría de los ejidos de Campeche y Quintana Roo sigue siendo negativa, es decir de pérdida de cobertura forestal. Felipe Carrillo Puerto se considera con una tasa de cambio estable que se ha venido registrando en estudios previos, mientras que en Othón P. Blanco continúa de manera acelerada su pérdida de cobertura forestal con cultivos de caña, pastizales y gran cantidad de transacciones de compra-venta de tierras, aunque con algunos ejidos con un buen manejo forestal. Calakmul continúa manteniendo su tasa de cambio baja, mientras que la zona ejidal de Hopelchén ha generado sorpresa al tener ganancia de cobertura forestal y solo la zona denominada La Montaña registró pérdida.

Algunos factores ambientales llegaron a promover procesos de deforestación como los sitios con pendientes bajas o planos sobre todo en Campeche, el tipo de suelo y las zonas cercanas a selva baja subperenifolia sin afectar este ecosistema.

Las variables socioeconómicas como la población total y la población económicamente activa produjeron relaciones no claras con impactos tanto positivos como negativos en la cobertura forestal que variaron de acuerdo al municipio analizado. El aumento en la tasa de crecimiento poblacional en ejidos de Felipe Carrillo Puerto si aumentó la probabilidad de deforestación. Asimismo y como se esperaba, la distancia a localidades y a vías de comunicación tuvieron influencia en la deforestación.

Los factores institucionales fueron los que en mayor número de variables tuvieron impacto sobre las tasas de cambio. De las características de los habitantes ejido, el aumento en el número de ejidatarios, posesionarios y avecindados puede provocar una mayor deforestación. De las características del ejido, una mayor superficie ejidal y parcelada puede provocar deforestación. En

Quintana Roo el tamaño de ejido tiene influencia en la deforestación, especialmente en los de menos de 20,000 ha.

El impacto del manejo forestal está asociado con ganancia de cobertura forestal en el municipio de Calakmul, mientras que hacia la montaña de Campeche se asoció con pérdida, sin embargo nuestros resultados no permiten concluir que dicha pérdida es debida al manejo, aún cuando trabajos previos reconocen alguna problemática en dicho manejo.

Los programas gubernamentales implementados como COPLAMAR y PROCAMPO tuvieron impactos tanto positivos como negativos en la cobertura forestal, COPLAMAR tuvo mayor influencia en ejidos de Quintana Roo posiblemente por el abandono de los sitios donde se implementó combinado con la creación de áreas voluntarias de conservación del mismo programa.

El aumento en el monto económico de los programas PROCYMAF y pago por servicios ambientales tuvieron influencia sobre la ganancia de cobertura forestal especialmente en ejidos con superficies menores a 20,000 ha.

En lo que respecta a instrumentos de conservación, esta investigación ha mostrado evidencia de que espacialmente, la implementación conjunta de diversos instrumentos de conservación (PROCYMAF, Pago por Servicios Ambientales, Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación y Áreas Forestales Permanentes) en ejidos grandes de Quintana Roo puede dar estabilidad en la conservación de la cobertura forestal y disminuir la probabilidad de deforestación. También se concluye que las zonas de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas en Campeche son sitios donde se registra deforestación.

## **IX. Recomendaciones**

Los resultados obtenidos nos permitieron construir una serie de recomendaciones que pudieran aportar elementos de apoyo a la implementación y de ser posible mejora de las políticas públicas que se desarrollan en las selvas del sureste mexicano.

A dependencias como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional Forestal se recomienda analizar el impacto sus programas sobre el recurso natural y en específico el forestal dentro de sus respectivos ámbitos de competencia, cuyos resultados pudieran sugerir la realización de ajustes o adaptaciones del programa pues como hemos encontrado para la Península de Yucatán, las características de los ejidos tienen una influencia sobre el cambio en la cobertura forestal. De forma paralela será importante incorporar en las evaluaciones externas a dichas dependencias el análisis del cambio de la cobertura forestal así como una evaluación de la probable degradación en los sitios donde se hayan implementado programas de apoyo forestal, logrando con ello que estas evaluaciones que se realizan actualmente, sean no tan solo de procesos administrativos sino también del impacto sobre los recursos naturales.

Específicamente para CONAFOR será importante fortalecer el sistema de monitoreo de deforestación con el empleo de los sensores remotos a los que actualmente tiene acceso, a fin de priorizar las áreas para la implementación de sus programas. En este mismo sentido se sugiere a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas realizar los trabajos de cálculo de la tasa de cambio en el uso de suelo y el monitoreo de las áreas de amortiguamiento y núcleo de sus ANP en la Península de Yucatán tal como se ha hecho en la Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas en Veracruz.

En México existen criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad del manejo forestal en los bosques del norte del país. Sin embargo es necesario crear o en caso de existir algunos previamente construidos, implementarlos en las selvas del sureste de México. Esta actividad podría realizarse con el apoyo de instituciones de gobierno, universidades, centros de investigación como INIFAP y la experiencia de técnicos forestales y ejidatarios.

A instituciones académicas, se recomienda analizar de forma separada los casos de ganancia de cobertura forestal encontrados a nivel ejidal en las selvas de la Península de Yucatán para captar si

dicha ganancia puede ser debida al impacto de programas, acciones de conservación, abandono de tierras de cultivo, transición forestal o incluso la interacción de diversas causas.

Finalmente una actividad nada fácil de realizar pero muy recomendable, sería crear las bases de datos históricas y actuales de estadísticas a nivel ejidal, especialmente en las redes de investigación de institutos y universidades. Lo anterior debido a que como se ha podido demostrar en esta investigación, la información existe pero se encuentra dispersa en dependencias e instituciones gubernamentales de los tres niveles, todo con la intención de evitar la duplicidad de esfuerzos para la obtención de la misma información.



## X. Fuentes de consulta

- Abizaid, C. y Coomes, O. (2004). Land use and forest fallowing dynamics in seasonally dry tropical forest of the southern Yucatán peninsula, Mexico. *Land Use Policy*: 71-84.
- Aguayo, S., Christensen, H., O'Dogerty, L. y Varese, S. (1989). *Los refugiados guatemaltecos en Campeche y Quintana Roo: condiciones sociales y culturales*: El Colegio de México, Centro de Estudios Internacionales.
- Argüelles, S. L. A. y Armijo-Canto, N. (1995). *Utilización y conservación de los recursos forestales en Quintana Roo, problemática y perspectivas del manejo forestal*. Mimeo. Unión Nacional de Organizaciones de Forestería Comunal, A.C. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Arriola, V.L.A. y Martínez, R. E. (2010). Estudio de caso: migración, deforestación y pérdida de la biodiversidad en el estado de Campeche. En: G.J. Villalobos-Zapata y V.J. Mendoza (Eds.), *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. (Vol. Medio Socioeconómico, pp. 56-60). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur.
- Baez, L. M. (1990). *Campeche la otra puerta de México*. Xalapa, Veracruz: Comisión estatal conmemorativa del v centenario del encuentro de dos mundos: Gobierno del estado de Veracruz.
- Braña, V. J. y Martínez, C. A. L. (2005). El PROCEDE y su impacto en la toma de decisiones sobre los recursos de uso común. *Gaceta Ecológica*(abril-junio): 35-49.
- Bray, D. B., Duran, E., Ramos, V. H., Mas, J. F., Velazquez, A., McNab, R. B., . . . Radachowsky, J. (2008). Tropical Deforestation, Community Forests, and Protected Areas in the Maya Forest. *Ecology & Society*, 13(2): 1-18.
- Bray, D. B., Ellis, E. A. , Armijo-Canto, N. y Beck, C. T. (2004). The institutional drivers of sustainable landscapes: a case study of the 'Mayan Zone' in Quintana Roo, Mexico. *Land Use Policy*, 21: 333-346.
- Bray, D. B. y Klepeis, P. (2005). Deforestation, Forest Transitions, and Institutions for Sustainability in Southeastern Mexico, 1990-2000. *Environment History*, 11: 195-223.
- Brizuela, Armando B., Aguirre, César A. y Velasco, Inés. (2007). Aplicación de métodos de corrección atmosférica de datos Landsat 5 para análisis multitemporal. En: E. Chuvieco, I. Aguado, M. Yebra, H. Nieto, M.P. Martín, L. Vilar, J. Martínez, D. Padrón, S. Martín y J. SALAS (Eds.), *Teledetección. Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional* (pp. 207-214). Buenos Aires: Editorial Martín.
- Busch, B. C. (2006). *Deforestation in the southern Yucatan: recent trends, their causes and policy implications*. Doctor of Philosophy, University of California.
- Comisión Nacional Forestal. (2009). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009*. México: Comisión Nacional Forestal.
- CONABIO. (2008). Fortalecimiento organizativo, autogestivo y de gestión a una organización de la Montaña (pp. 67). Región Península: Coordinación General de Corredores y Recursos Biológicos.
- CONABIO (Ed.). (2006). *Capital natural y bienestar social*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONAFOR. (2010). Visión de México sobre REDD+. 54. Obtenido de Proceso Nacional REDD+ website:  
[http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/1393Visi%C3%B3n%20de%20M%C3%A9xico%20sobre%20REDD\\_.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/1393Visi%C3%B3n%20de%20M%C3%A9xico%20sobre%20REDD_.pdf)

- CONAFOR. (2012). *Evaluación específica de los programas de desarrollo forestal. Informe ejecutivo de evaluación OEI*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONANP. (S/F). Áreas naturales decretadas Consultado el 10 AGOSTO, 2012, de [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/aviso\\_calakmul.pdf](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/aviso_calakmul.pdf)
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. (2012). Evaluación de los potenciales determinantes del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la promoción del manejo sostenible de los bosques y el diseño de un mecanismo REDD+ en México (pp. 188). México: USAID MEXICO.
- Coplamar. (1978). *Programas integrados 16: Zona maya de Campeche*. México: Coordinación general del plan nacional de zonas deprimidas y grupos marginados.
- Cortina, V. S., Mendoza, P. M. y Ogneva-Himmelberger, Y. (1998). Cambios en el uso del suelo y deforestación en el sur de los estados de Campeche y Quintana Roo, México. *Investigaciones geográficas, Boletín 38*: 41-56.
- Chavez, Pat S. (1996). Image-based atmospheric corrections - Revisited and improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62(9)*: 1025-1036.
- Chowdhury, R. R. (2006). Driving forces of tropical deforestation: The role of remote sensing and spatial models. [Article]. *Singapore Journal of Tropical Geography, 27(1)*: 82-101. doi: 10.1111/j.1467-9493.2006.00241.x
- Dalle, S. P.; De Blois, S.; Caballero, J. y Johns, T. (2006). Integrating analyses of local land-use regulations, cultural perceptions and land-use/land cover data for assessing the success of community-based conservation. *Forest Ecology and Management, 222(1-3)*: 370-383.
- Deininger, W. K. y Minten, B. (1999). Poverty, policies and deforestation: the case of Mexico. *Economic Development and Cultural Change, 47(2)*: 313-344.
- Devore, J.L. (2005). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (6a. ed.). México: Thomson.
- Díaz-Gallegos, J. R., Castillo, A. O. y García, G. G. (2002). Distribución espacial y estructura arbórea de la selva baja subperenifolia en un ejido de la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche, México. *Universidad y ciencia, Vol. 18, número 35*: 11-28.
- Díaz-Gallegos, J. R., García, G. G., Castillo, A. O. y March, M. I. (2001). Uso del suelo y transformación de selvas en un ejido de la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México (parte 1). *Investigaciones geográficas(044)*: 39-53.
- Díaz-Gallegos, J. R., Mas, J. F. y Velázquez, A. (2008). Monitoreo de los patrones de deforestación en el corredor biológico mesoamericano, México. *Interciencia(diciembre)*: 882-890.
- Díaz-Gallegos, J. R., Mas, J. F. y Velázquez, A. (2010a). Trends of tropical deforestation in southeast Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography, 31(2010)*: 180-196.
- Díaz-Gallegos, J. R., Mas, J. F. y Velázquez, A. (2010b). Trends of tropical deforestation in Southeast Mexico. [Article]. *Singapore Journal of Tropical Geography, 31(2)*: 180-196. doi: 10.1111/j.1467-9493.2010.00396.x
- Digiano, L.M. y Ellis, E.A. (2010). The political ecology of Mexico's agrarian counter-reform. *AAG Annual meeting*.
- Digiano, M., Ellis, E. y Keys, E. (2013). Changing Landscapes for Forest Commons: Linking Land Tenure with Forest Cover Change Following Mexico's 1992 Agrarian Counter-Reforms. *Human Ecology, 41(5)*: 707-723.
- Dupuy, R. J. M., González, I. J. A., Iriarte, V. S., Calvo, I. L. M., Espadas, M. C., Tun, D. F. y Dorantes, E. A. (2007). Cambios de cobertura y uso del suelo (1979-2000) en dos comunidades rurales en el noroeste de Quintana Roo. *Investigaciones geográficas, Núm. 62*: 104-124.
- Dupuy, R. J. M., Hernández, S. J. L., Hernández, J. R., Tun, D. F. y May, P. F. (2012). Efectos del cambio de uso del suelo en la biomasa y diversidad de plantas leñosas en un paisaje de bosque tropical seco en Yucatán. *Investigación ambiental, 4(1)*: 130-140.

- Duran-Medina, E., Mas, J. F. y Velásquez, A. (2007). Cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y Áreas Naturales Protegidas de México. En: D. B. Bray, P. L. Merino y D. Barry (Eds.), *Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales* (pp. 433): Instituto Nacional de Ecología.
- Elizondo, C. y López, M. D. (2009). Las áreas voluntarias de conservación en Quintana Roo Vol. Serie Acciones / Número 6. Corredor Biológico Mesoamericano México (Ed.) (pp. 126).
- Elvira, Q. J. R. (2006). El cambio del uso del suelo y sus repercusiones en la atmósfera. En: S. J. Urbina y J. Martínez (Eds.), *Más allá del cambio climático: las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global* (Primera ed., pp. 288). México: Instituto Nacional de Ecología.
- Ellis, A. E. y Beck, T. C. (2004). Dinámica de la vegetación y uso del suelo en los bosques tropicales de la zona maya de Quintana Roo. En: Natalia Armijo y Carlos Llorens (Eds.), *Uso conservación y cambio en los bosques de Quintana Roo* (pp. 203-230): Universidad de Quintana Roo.
- Ellis, A. E. y Porter-Bolland, L. (2008). Is community-based forest management more effective than protected areas? A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 256(2008): 1971-1983.
- FAO. (2010a). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe Nacional Mexico. *Estudio FAO: Montes* (Vol. 132). Rome: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
- FAO. (2010b). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe principal. *Estudio FAO: Montes* (Vol. 163). Rome: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
- FAO. (2010c). Global forest land-use change from to 1990 to 2005. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Fuentes, A.L. (1992). La colonización como factor de cambio en el uso del suelo en Quintana Roo, México. En: Aguilar Luis Fuentes (Ed.), *Cambios en el uso del suelo agrícola en México*. México: Instituto de Geografía UNAM.
- Galletti, Hugo Alfredo. (1999). La selva maya en Quintana Roo (1983-1996). Trece años de conservación y desarrollo comunal. En: Richard B. Primack, David Barton Bray, Hugo A. Galletti y Ismael Ponciano (Eds.), *La selva maya conservación y desarrollo* (Primera edición en español ed., pp. 53-73). México: Siglo veintiuno editores, s.a. de c.v.
- García, G. G. y Fernández, P. J. M. (2000). Apropiación del espacio y colonización en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana del Caribe*, V(010): 212-231.
- Geist, H. J. y Lambin, E. F. (2001). What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. *LUCC Report Series, No. 4*.
- Geoghegan, J., Lawrence, D., Schneider, L. C. y Tully, K. (2010). Accounting for carbon stocks in models of land-use change: an application to Southern Yucatan. [Article]. *Regional Environmental Change*, 10(3): 247-260. doi: 10.1007/s10113-010-0111-y
- Gobierno del Estado de Quintana Roo. (2000). *Plan estratégico de desarrollo integral del estado de Quintana Roo 2000-2025*: Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- Gobierno del Estado de Quintana Roo. (2012). Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Sustentable Consultado el 10 de agosto, 2012, de [www.oeidrus.qroo.gob.mx](http://www.oeidrus.qroo.gob.mx)
- González, A. A., Schmook, B. y Calmé, S. (2007). Distribución espacio-temporal de las actividades extractivas en los bosques del ejido Caoba, Quintana Roo. *Investigaciones geográficas*(Número 062): 69-86.

- Hansen, A. J., DeFries, R. S. y Turner, W. (2004). Land Use Change and Biodiversity. En: Garik Gutman, AnthonyC Janetos, ChristopherO Justice, EmilioF Moran, JohnF Mustard, RonaldR Rindfuss, David Skole, BillyLee Turner, II y MarkA Cochrane (Eds.), *Land Change Science* (Vol. 6, pp. 277-299): Springer Netherlands.
- Hirales-Cota, M, Espinoza-Avalos, J, Schmook, B, Ruiz-Luna, A y Ramos-Reyes, R. (2010). *Drivers of mangrove deforestation in Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, southeast Mexico* (Vol. 36).
- INEGI. (2007a). *Cuaderno Estadístico Municipal Calakmul, Campeche*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem07/estatal/cam/m010/index.htm>.
- INEGI. (2007b). *Cuaderno Estadístico Municipal Hopelchen, Campeche*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem07/estatal/cam/m010/index.htm>.
- INEGI. (2007c). *IX Censo ejidal*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2009a). Diccionario de datos edafológicos escala 1:250000 (pp. 32): Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2009b). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Calakmul, Campeche*: INEGI.
- INEGI. (2009c). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo*: INEGI.
- INEGI. (2009d). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Hopelchen, Campeche*: INEGI.
- INEGI. (2009e). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Othón P. Blanco, Quintana Roo*: INEGI.
- INEGI. (2010). Censo de población y vivienda 2010 Consultado el 10 agosto, 2011, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>
- Konrad, H.W. (1994). Campeche y el uso de los recursos de su selva tropical: una revisión preliminar. En: Folan Higgins William (Ed.), *Campeche Maya Colonial* (pp. 206-224). San Francisco Campeche, Camp.: Universidad Autónoma de Campeche.
- Konrad, H.W. (1999). Historia de la región. En: M. Folan, M.C. Sánchez y J.M. Ortega (Eds.), *Naturaleza y cultura en Calakmul, Campeche* (pp. 91-106): CIHS. Universidad Autónoma de Campeche.
- Lambin, Eric F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B. , Angelsen, A., Bruce, J. W. , . . . Xu, J. . (2001). The cauces of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11: 261-269.
- Macario, M. P. A. (2003). *Efecto del cambio en el uso del suelo sobre la selva y estrategias para el manejo sustentable de la vegetación secundaria en Quintana Roo*. Doctor en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Martínez, R. E. (2010). *Factores de impacto directos e indirectos que determinaron el proceso complejo de la deforestación a nivel ejidal, en la región de Calakmul, Campeche, durante el período 1976-2008*. Doctorado, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Mas, J. F. (1996). Estimación preliminar de las tasas de deforestación en el estado de Campeche. *JAINA*, 7(1): 5-6.
- Mas, J. F. (2005). Assessing protected area effectiveness using surrounding (buffer) areas environmentally similar to the target area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 105(1): 69-80. doi: 10.1007/s10661-005-3156-5
- Mas, J. F. (2006). Evaluación de la dinámica espacio-temporal de la frontera agrícola de Quintana Roo (pp. 74): Fondo mixto de fomento a la investigación científica y tecnológica.

- Mas, J. F. y Flamenco, S. A. 2011. Modelación de los cambios de coberturas/uso de suelo en una región tropical de México. *GeoTrópico*, 5(1): 1-24.
- Mas, J. F., Velázquez, A. y Couturier, S. (2009). La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana. *Investigación ambiental*, 1(1): 23-39.
- Mas, J. F., Velázquez, A., Díaz, J. R., Mayorga, R., Alcántara, C., Castro, R. y Fernández, T. (2002). *Monitoreo de los cambios de cobertura en México*. Conferencia presentada en: II seminario latinoamericano de Geografía Física, Maracaibo, Venezuela.
- Masera, O. R., Ordóñez, M. J. y Dirzo, R. (1997). Carbon emissions from mexican forest: current situation and long-term scenarios. *Climatic Change*, 35(3): 265-295. doi: 10.1023/a:1005309908420
- Merino-Pérez, L. y Segura-Warnholtz, G. (2007). Las políticas forestales y de conservación y sus impactos en las comunidades forestales en México. En: D. B. Bray, P. L. Merino y D. Barry (Eds.), *Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales* (pp. 433): Instituto Nacional de Ecología.
- Millington, James D. A., Perry, George L. W. y Romero-Calcerrada, Raúl. (2007). Regression Techniques for Examining Land Use/Cover Change: A Case Study of a Mediterranean Landscape. [Article]. *Ecosystems*, 10(4): 562-578. doi: 10.1007/s10021-007-9020-4
- Montagnini, F. y Jordan, C. F. (2005). Deforestation in the Tropics *Tropical Forest Ecology* (pp. 97-130): Springer Berlin Heidelberg.
- Morales, Valderrama Carmen. (2004). Identidad y modernización agrícola en los chenes, Campeche, México. *Perspectivas latinoamericanas, Número 1, 2004*: 123-143.
- Muñoz, P.C. (2011, 4-5 de agosto). *Programa de pago por servicios ambientales hidrológicos de los bosques*. Presentada en Seminario internacional sobre evaluación de políticas públicas forestales, Ciudad de México.
- Ordorica, M. y Prud'homme, J.F. (2012). Los grandes problemas de México, edición abreviada; v. 3 Economía *Los grandes problemas de México*. México: El Colegio de México A.C.
- Palacio-Prieto, J.L., Sánchez-Salazar, M.T., Casado, I. J.M., Propin, F. E., Delgado, C. J., Velazquez, M. A., Márquez, H. R. (2004). *Indicadores para la caracterización y el ordenamiento territorial*. México, D.F.: SEMARNAT-INE.
- Palma-López, D.J., Salgado, S. y Triano, A. (2005). Diagnóstico de suelos para el mantenimiento de la fertilidad en áreas tropicales. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.), *Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales* (pp. 282): Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Pino, C. E. (1997). Calakmul: una deuda histórica comienza a saldarse. En: Gobierno del estado libre y soberano de Campeche (Ed.), *Calakmul: volver al sur* (pp. 283). Campeche, Camp.: Gobierno del estado libre y soberano de Campeche.
- Ponce, J. M. P. (1990). *La montaña chicletera Campeche: vida cotidiana y trabajo (1900-1950)*. México, D.F.: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Pool, N. L., Jiménez, O. J. J., Parra, V. M. R. y Bautista, F. Z. (2002). *El cambio en el uso del suelo en Calakmul, Campeche*: El Colegio de la Frontera Sur.
- Porter-Bolland, L., Ellis, A. E. y Gholz, H.L. (2007). Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, México. . *Landscape and Urban Planning*, 82: 198-207.
- Porter-Bolland, L., Ellis, E. A., Espejel, G.V.E. y Montoy, K. J. A. (2006). Caracterización del paisaje y su aprovechamiento por las comunidades rurales en la región de La Montaña, Campeche. (pp. 40): Instituto de Ecología AC.
- Quevedo, U. H. A. (2006). Métodos estadísticos para la ingeniería ambiental y la ciencia (pp. 848). Retrieved from <http://bivir.uacj.mx/LibrosElectronicosLibres/UACJ/ua00001.pdf>
- Reyes, H. H., Cortina, V. S., Perales, R. H., Kauffer, M. E. y Pat, F. J. M. (2003). Efecto de los subsidios agropecuarios y apoyos gubernamentales sobre la deforestación durante el

- período 1990-2000 en la región de Calakmul, Campeche, México. *Investigaciones geográficas, Número 051*: 20.
- Romero-Montero, J.A. (2012). Análisis espacial de la deforestación en Quintana Roo, una aproximación a las causas. In P. D. A. Fabre y J. C. Egea (Eds.), *Socializando saberes. Un primer encuentro internacional de posgrados* (pp. 119-134). Granada, España: Universidad de Granada.
- Rudel, K. T. (2005). *Tropical forests: regional paths of destruction and regeneration in the late twentieth century.*: Columbia University Press.
- Rueda, X. (2010). Understanding deforestation in the southern Yucatán: insights from a sub-regional, multi-temporal analysis. *Regional Environmental Change, 10*(3): 175-189. doi: 10.1007/s10113-010-0115-7
- Sánchez, A. R. L. y Rebollar, D. S. (1999). Deforestación en la península de Yucatán, los retos que enfrentar. *Madera y bosques, año/vol. 5, número 002*: 16.
- Schmook, B. y Vance, C. (2009). Agricultural Policy, Market Barriers, and Deforestation: The Case of Mexico's Southern Yucatan. [Article]. *World Development, 37*(5): 1015-1025. doi: 10.1016/j.worlddev.2008.09.006
- Secretaría de Desarrollo Económico. (2007). Estudio de mercado. Centro de Articulación Productiva de la Madera y el Mueble. 57.
- Secretaría de Ecología. (2009a). *Programa de conservación y manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Balam-Kin*: Gobierno del Estado de Campeche.
- Secretaría de Ecología. (2009b). *Programa de conservación y manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Balam-Kú*: Gobierno del Estado de Campeche.
- SEDESOL. (2012a). Cédula de Información Municipal Calakmul. Consultado el 10 agosto, 2012, de <http://microrregiones.sedesol.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=zap&ent=04&mun=010>
- SEDESOL. (2012b). Cédula de Información Municipal Felipe Carrillo Puerto. Consultado el 10 agosto, 2012, de <http://microrregiones.sedesol.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=pdzp&ent=23&mun=002>
- SEDESOL. (2012c). Cédula de Información Municipal Hopelchén. Consultado el 10 agosto, 2012, de <http://microrregiones.sedesol.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=zap&ent=04&mun=006>
- SEDESOL. (2012d). Cédula de Información Municipal Othón P. Blanco. Consultado el 10 agosto, 2012, de <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=23&mun=004>
- Segundo, A. , Macario, P. , De Alba R. y H.S., Cortina. (1998). Cambios en la vegetación y uso de suelo en el sur de la laguna de Bacalar, Quintana Roo. [Article]. *Revista Mexicana del Caribe, 3*(6): 164-193.
- SEMARNAP. (1993). *Reserva de la biósfera Sian Ka'an* (Vol. 3). México: SEMARNAP.
- SEMARNAP. (1999). *Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Calakmul*. México: SEMARNAP.
- SEMARNAT. (2012). Quinta comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático Instituto Nacional de Ecología (Ed.) (pp. 442).
- Sierra, Carlos J. (1973). *Acción gubernamental en Campeche 1857-1960*. México, D.F.: Talleres de impresión de estampillas de valores.
- Sosa-Montes, M., Durán-Fernán, P. y Hernández-García, M.A. (2012). Relaciones socioambientales entre comunidades y áreas naturales protegidas. Reserva de la Biósfera Calakmul: Entre el conflicto y la conservación. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 18*(1): 111-121.

- Tole, L. (1998). Sources of Deforestation in Tropical Developing Countries. *Environmental Management*, 22(1): 19-33. doi: 10.1007/s002679900081
- Tropica Rural, S.P.R. de R.L. de C.V. (2007). *Programa estratégico de desarrollo forestal sustentable del estado de Campeche*. Campeche, Camp.: Gobierno del Estado de Campeche. Secretaría de Desarrollo Rural.
- Vaca, R. A., Golicher, D. J., Cayuela, L., Hewson, J., Steininger, M. y Clifton, J. (2012). Evidence of Incipient Forest Transition in Southern Mexico. *PLoS ONE*, 7(8): 1-15. doi: 10.1371/journal.pone.0042309.
- Velázquez, A., Mas, J. F., Bocco, G. y Palacio-Prieto, J. L. (2010). Mapping land cover changes in Mexico, 1976–2000 and applications for guiding environmental management policy. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 31(2): 152-162. doi: 10.1111/j.1467-9493.2010.00398.x
- Vester, H.F., Lawrence, D., Eastmond, A., Turner II, B. L., Calme, S., Dickson, R., . . . Sangermano, F. (2007). Land change in the southern Yucatán and Calakmul biosphere reserve: effects on habitat and biodiversity. *Ecological applications*, 17(4): 989-1003.
- Villafuerte, D., García, M. C. y Meza, S. (1997). *La cuestión ganadera y la deforestación viejos y nuevos problemas en el trópico y Chiapas*: Centro de Estudios Superiores de México-Centroamérica. Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas.

## XI. Anexos

Anexo 1. Correlaciones de Pearson con 68 ejidos de CAL.

Variables	TC	SUPEJI	SUPARC	TOTEJID	TOTAVE	TOTPOS	DOTACI	EJEJI	POBL90	PEAC90	POBL10	PEAC10	TCRECI	SUPMAN	VOLPRE	VOLCOM	VOLTOT	SUPPSA	MONPSA	SUPPRO	MONPRO	PORPRO	SUPCOP
TC	<b>1</b>	0.063	<b>-0.250</b>	-0.147	<b>-0.245</b>	<b>-0.306</b>	-0.185	0.139	-0.036	-0.034	0.061	0.075	0.119	0.153	0.084	0.113	0.113	0.174	0.116	<b>-0.266</b>	-0.180	<b>-0.244</b>	0.155
SUPEJI	0.063	<b>1</b>	<b>0.372</b>	<b>0.639</b>	-0.137	-0.105	<b>-0.658</b>	<b>0.761</b>	<b>0.364</b>	<b>0.367</b>	0.212	0.198	0.094	<b>0.689</b>	<b>0.530</b>	<b>0.798</b>	<b>0.795</b>	<b>0.266</b>	0.127	<b>0.429</b>	<b>0.411</b>	<b>-0.485</b>	<b>0.502</b>
SUPARC	<b>-0.250</b>	<b>0.372</b>	<b>1</b>	<b>0.476</b>	-0.088	-0.078	<b>-0.335</b>	0.176	<b>0.380</b>	<b>0.356</b>	0.135	0.108	-0.026	<b>0.282</b>	<b>0.579</b>	<b>0.515</b>	<b>0.520</b>	-0.098	-0.062	<b>0.588</b>	<b>0.685</b>	-0.040	-0.010
TOTEJID	-0.147	<b>0.639</b>	<b>0.476</b>	<b>1</b>	-0.103	-0.007	<b>-0.354</b>	0.220	<b>0.565</b>	<b>0.548</b>	<b>0.292</b>	<b>0.267</b>	-0.033	<b>0.411</b>	0.208	<b>0.433</b>	<b>0.429</b>	0.077	0.080	<b>0.576</b>	<b>0.573</b>	-0.231	<b>0.268</b>
TOTAVE	<b>-0.245</b>	-0.137	-0.088	-0.103	<b>1</b>	<b>0.827</b>	<b>0.314</b>	-0.125	-0.096	-0.110	-0.077	-0.090	-0.021	-0.181	-0.122	-0.150	-0.150	-0.092	-0.033	-0.111	<b>-0.324</b>	0.054	-0.100
TOTPOS	<b>-0.306</b>	-0.105	-0.078	-0.007	<b>0.827</b>	<b>1</b>	<b>0.302</b>	-0.133	-0.071	-0.091	-0.060	-0.081	-0.053	-0.163	-0.109	-0.135	-0.135	-0.109	-0.058	-0.103	<b>-0.292</b>	0.069	-0.089
DOTACI	-0.185	<b>-0.658</b>	<b>-0.335</b>	<b>-0.354</b>	<b>0.314</b>	<b>0.302</b>	<b>1</b>	<b>-0.639</b>	-0.221	-0.227	-0.227	-0.229	-0.066	<b>-0.485</b>	<b>-0.449</b>	<b>-0.589</b>	<b>-0.589</b>	-0.112	-0.081	<b>-0.406</b>	<b>-0.438</b>	<b>0.327</b>	-0.154
EJEJI	0.139	<b>0.761</b>	0.176	0.220	-0.125	-0.133	<b>-0.639</b>	<b>1</b>	0.177	0.171	0.116	0.114	0.106	<b>0.653</b>	<b>0.454</b>	<b>0.660</b>	<b>0.659</b>	0.211	0.080	0.234	0.187	<b>-0.503</b>	<b>0.447</b>
POBL90	-0.036	<b>0.364</b>	<b>0.380</b>	<b>0.565</b>	-0.096	-0.071	-0.221	0.177	<b>1</b>	<b>0.988</b>	<b>0.666</b>	<b>0.664</b>	-0.161	<b>0.562</b>	0.166	<b>0.443</b>	<b>0.438</b>	0.060	0.040	<b>0.467</b>	<b>0.461</b>	-0.037	<b>0.385</b>
PEAC90	-0.034	<b>0.367</b>	<b>0.356</b>	<b>0.548</b>	-0.110	-0.091	-0.227	0.171	<b>0.988</b>	<b>1</b>	<b>0.678</b>	<b>0.683</b>	-0.139	<b>0.586</b>	0.171	<b>0.453</b>	<b>0.448</b>	0.086	0.063	<b>0.437</b>	<b>0.434</b>	-0.072	<b>0.396</b>
POBL10	0.061	0.212	0.135	<b>0.292</b>	-0.077	-0.060	-0.227	0.116	<b>0.666</b>	<b>0.678</b>	<b>1</b>	<b>0.996</b>	<b>0.287</b>	0.213	0.033	0.186	0.183	-0.017	-0.027	<b>0.398</b>	<b>0.364</b>	-0.044	0.237
PEAC10	0.075	0.198	0.108	<b>0.267</b>	-0.090	-0.081	-0.229	0.114	<b>0.664</b>	<b>0.683</b>	<b>0.996</b>	<b>1</b>	<b>0.262</b>	0.223	0.031	0.181	0.178	-0.010	-0.016	<b>0.362</b>	<b>0.336</b>	-0.056	0.229
TCRECI	0.119	0.094	-0.026	-0.033	-0.021	-0.053	-0.066	0.106	-0.161	-0.139	<b>0.287</b>	<b>0.262</b>	<b>1</b>	0.093	0.055	0.129	0.128	0.124	0.127	<b>0.256</b>	0.114	-0.047	-0.054
SUPMAN	0.153	<b>0.689</b>	<b>0.282</b>	<b>0.411</b>	-0.181	-0.163	<b>-0.485</b>	<b>0.653</b>	<b>0.562</b>	<b>0.586</b>	0.213	0.223	0.093	<b>1</b>	<b>0.515</b>	<b>0.861</b>	<b>0.856</b>	<b>0.335</b>	<b>0.239</b>	<b>0.368</b>	<b>0.315</b>	<b>-0.404</b>	<b>0.475</b>
VOLPRE	0.084	<b>0.530</b>	<b>0.579</b>	0.208	-0.122	-0.109	<b>-0.449</b>	<b>0.454</b>	0.166	0.171	0.033	0.031	0.055	<b>0.515</b>	<b>1</b>	<b>0.761</b>	<b>0.773</b>	-0.001	-0.060	<b>0.364</b>	<b>0.430</b>	<b>-0.245</b>	0.106
VOLCOM	0.113	<b>0.798</b>	<b>0.515</b>	<b>0.433</b>	-0.150	-0.135	<b>-0.589</b>	<b>0.660</b>	<b>0.443</b>	<b>0.453</b>	0.186	0.181	0.129	<b>0.861</b>	<b>0.761</b>	<b>1</b>	<b>1.000</b>	<b>0.240</b>	0.143	<b>0.482</b>	<b>0.440</b>	<b>-0.393</b>	<b>0.451</b>
VOLTOT	0.113	<b>0.795</b>	<b>0.520</b>	<b>0.429</b>	-0.150	-0.135	<b>-0.589</b>	<b>0.659</b>	<b>0.438</b>	<b>0.448</b>	0.183	0.178	0.128	<b>0.856</b>	<b>0.773</b>	<b>1.000</b>	<b>1</b>	0.234	0.138	<b>0.482</b>	<b>0.443</b>	<b>-0.391</b>	<b>0.444</b>
SUPPSA	0.174	<b>0.266</b>	-0.098	0.077	-0.092	-0.109	-0.112	0.211	0.060	0.086	-0.017	-0.010	0.124	<b>0.335</b>	-0.001	<b>0.240</b>	0.234	<b>1</b>	<b>0.834</b>	-0.088	-0.038	-0.228	<b>0.298</b>
MONPSA	0.116	0.127	-0.062	0.080	-0.033	-0.058	-0.081	0.080	0.040	0.063	-0.027	-0.016	0.127	<b>0.239</b>	-0.060	0.143	0.138	<b>0.834</b>	<b>1</b>	-0.065	-0.058	-0.232	0.059
SUPPRO	<b>-0.266</b>	<b>0.429</b>	<b>0.588</b>	<b>0.576</b>	-0.111	-0.103	<b>-0.406</b>	0.234	<b>0.467</b>	<b>0.437</b>	<b>0.398</b>	<b>0.362</b>	<b>0.256</b>	<b>0.368</b>	<b>0.364</b>	<b>0.482</b>	<b>0.482</b>	-0.088	-0.065	<b>1</b>	<b>0.820</b>	<b>0.248</b>	0.033
MONPRO	-0.180	<b>0.411</b>	<b>0.685</b>	<b>0.573</b>	<b>-0.324</b>	<b>-0.292</b>	<b>-0.438</b>	0.187	<b>0.461</b>	<b>0.434</b>	<b>0.364</b>	<b>0.336</b>	0.114	<b>0.315</b>	<b>0.430</b>	<b>0.440</b>	<b>0.443</b>	-0.038	-0.058	<b>0.820</b>	<b>1</b>	0.141	0.019
PORPRO	<b>-0.244</b>	<b>-0.485</b>	-0.040	-0.231	0.054	0.069	<b>0.327</b>	<b>-0.503</b>	-0.037	-0.072	-0.044	-0.056	-0.047	<b>-0.404</b>	<b>-0.245</b>	<b>-0.393</b>	<b>-0.391</b>	-0.228	-0.232	<b>0.248</b>	0.141	<b>1</b>	<b>-0.332</b>
SUPCOP	0.155	<b>0.502</b>	-0.010	<b>0.268</b>	-0.100	-0.089	-0.154	<b>0.447</b>	<b>0.385</b>	<b>0.396</b>	0.237	0.229	-0.054	<b>0.475</b>	0.106	<b>0.451</b>	<b>0.444</b>	<b>0.298</b>	0.059	0.033	0.019	<b>-0.332</b>	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0.05.



Anexo 2. Correlaciones de Pearson con 34 ejidos de HOP.

Variables	TC	SUPEJI	SUPARC	TOTEJID	TOTAVE	TOTPOS	DOTACI	EJIEJI	POBL90	PEAC90	POBL10	PEAC10	TC9010	SUPMAN	VOLPRE	VOLCOM	VOLTOT	SUPPSA	MONPSA	SUPPRO	MONPRO	PORPRO	SUPCOP
TC	1	0.031	0.216	0.020	0.090	0.075	0.110	-0.274	0.226	0.211	0.186	0.209	-0.078	<b>-0.566</b>	<b>-0.426</b>	<b>-0.424</b>	<b>-0.426</b>	-0.113	-0.101	0.167	0.197	0.281	0.080
SUPEJI	0.031	1	<b>0.447</b>	<b>0.790</b>	-0.078	-0.140	<b>-0.500</b>	<b>0.638</b>	<b>0.821</b>	<b>0.821</b>	<b>0.840</b>	<b>0.826</b>	0.102	<b>0.340</b>	0.050	0.305	0.304	<b>0.477</b>	<b>0.513</b>	<b>0.585</b>	<b>0.699</b>	<b>-0.530</b>	<b>0.445</b>
SUPARC	0.216	<b>0.447</b>	1	0.087	-0.018	0.188	-0.077	<b>0.377</b>	<b>0.746</b>	<b>0.729</b>	<b>0.718</b>	<b>0.751</b>	0.037	-0.217	-0.110	-0.177	-0.177	0.150	0.261	0.077	0.293	-0.059	-0.172
TOTEJID	0.020	<b>0.790</b>	0.087	1	0.004	-0.056	<b>-0.542</b>	0.186	<b>0.645</b>	<b>0.667</b>	<b>0.690</b>	<b>0.651</b>	0.136	<b>0.350</b>	-0.151	<b>0.341</b>	<b>0.340</b>	<b>0.422</b>	<b>0.384</b>	<b>0.790</b>	<b>0.817</b>	<b>-0.389</b>	<b>0.468</b>
TOTAVE	0.090	-0.078	-0.018	0.004	1	0.131	-0.169	-0.117	-0.035	-0.023	-0.058	-0.052	0.012	-0.108	-0.056	-0.086	-0.087	-0.158	-0.160	0.007	0.016	-0.026	0.183
TOTPOS	0.075	-0.140	0.188	-0.056	0.131	1	0.030	-0.196	0.003	0.021	0.000	-0.001	0.051	-0.201	-0.111	-0.158	-0.158	-0.161	-0.161	0.226	0.218	0.177	-0.123
DOTACI	0.110	<b>-0.500</b>	-0.077	<b>-0.542</b>	-0.169	0.030	1	-0.338	<b>-0.379</b>	<b>-0.401</b>	-0.392	-0.373	<b>-0.363</b>	<b>-0.446</b>	-0.218	<b>-0.359</b>	<b>-0.359</b>	-0.154	-0.186	-0.253	-0.302	<b>0.458</b>	-0.332
EJIEJI	-0.274	<b>0.638</b>	0.377	0.186	-0.117	-0.196	-0.338	1	<b>0.420</b>	<b>0.412</b>	0.418	0.423	0.094	<b>0.460</b>	<b>0.606</b>	<b>0.346</b>	<b>0.348</b>	<b>0.357</b>	<b>0.459</b>	-0.020	0.095	<b>-0.642</b>	0.165
POBL90	0.226	<b>0.821</b>	0.746	<b>0.645</b>	-0.035	0.003	<b>-0.379</b>	<b>0.420</b>	1	<b>0.998</b>	0.994	0.998	0.082	-0.051	-0.143	-0.043	-0.043	0.284	<b>0.353</b>	<b>0.561</b>	<b>0.731</b>	-0.263	0.231
PEAC90	0.211	<b>0.821</b>	0.729	<b>0.667</b>	-0.023	0.021	<b>-0.401</b>	<b>0.412</b>	<b>0.998</b>	1	0.992	0.995	0.091	-0.037	-0.145	-0.031	-0.031	0.274	<b>0.340</b>	<b>0.578</b>	<b>0.745</b>	-0.275	0.214
POBL10	0.186	<b>0.840</b>	0.718	<b>0.690</b>	-0.058	0.000	<b>-0.392</b>	<b>0.418</b>	<b>0.994</b>	<b>0.992</b>	1	0.997	0.105	0.000	-0.147	0.002	0.001	0.334	<b>0.397</b>	<b>0.597</b>	<b>0.762</b>	-0.285	0.266
PEAC10	0.209	<b>0.826</b>	0.751	<b>0.651</b>	-0.052	-0.001	<b>-0.373</b>	<b>0.423</b>	<b>0.998</b>	<b>0.995</b>	0.997	1	0.093	-0.033	-0.144	-0.029	-0.029	0.301	<b>0.372</b>	<b>0.562</b>	<b>0.735</b>	-0.268	0.227
TC9010	-0.078	0.102	0.037	0.136	0.012	0.051	<b>-0.363</b>	0.094	0.082	0.091	0.105	0.093	1	0.149	0.092	0.121	0.121	0.198	0.201	0.152	0.159	0.067	0.119
SUPMAN	<b>-0.566</b>	<b>0.340</b>	-0.217	<b>0.350</b>	-0.108	-0.201	<b>-0.446</b>	<b>0.460</b>	-0.051	-0.037	0.000	-0.033	0.149	1	0.322	<b>0.914</b>	<b>0.914</b>	0.318	0.315	-0.038	-0.045	<b>-0.546</b>	0.130
VOLPRE	<b>-0.426</b>	0.050	-0.110	-0.151	-0.056	-0.111	-0.218	<b>0.606</b>	-0.143	-0.145	-0.147	-0.144	0.092	0.322	1	0.290	0.294	0.064	0.137	-0.271	-0.275	-0.312	0.113
VOLCOM	<b>-0.424</b>	0.305	-0.177	<b>0.341</b>	-0.086	-0.158	<b>-0.359</b>	<b>0.346</b>	-0.043	-0.031	0.002	-0.029	0.121	<b>0.914</b>	0.290	1	<b>1.000</b>	<b>0.404</b>	<b>0.375</b>	-0.048	-0.054	<b>-0.446</b>	0.156
VOLTOT	<b>-0.426</b>	0.304	-0.177	<b>0.340</b>	-0.087	-0.158	<b>-0.359</b>	<b>0.348</b>	-0.043	-0.031	0.001	-0.029	0.121	<b>0.914</b>	0.294	<b>1.000</b>	1	<b>0.403</b>	<b>0.375</b>	-0.049	-0.055	<b>-0.447</b>	0.156
SUPPSA	-0.113	<b>0.477</b>	0.150	<b>0.422</b>	-0.158	-0.161	-0.154	<b>0.357</b>	0.284	0.274	0.334	0.301	0.198	0.318	0.064	<b>0.404</b>	<b>0.403</b>	1	<b>0.972</b>	0.299	0.324	<b>-0.379</b>	<b>0.457</b>
MONPSA	-0.101	<b>0.513</b>	0.261	<b>0.384</b>	-0.160	-0.161	-0.186	<b>0.459</b>	<b>0.353</b>	<b>0.340</b>	<b>0.397</b>	<b>0.372</b>	0.201	0.315	0.137	<b>0.375</b>	<b>0.375</b>	<b>0.972</b>	1	0.267	0.321	<b>-0.396</b>	<b>0.394</b>
SUPPRO	0.167	<b>0.585</b>	0.077	<b>0.790</b>	0.007	0.226	-0.253	-0.020	<b>0.561</b>	<b>0.578</b>	<b>0.597</b>	<b>0.562</b>	0.152	-0.038	-0.271	-0.048	-0.049	0.299	0.267	1	<b>0.969</b>	0.014	<b>0.490</b>
MONPRO	0.197	<b>0.699</b>	0.293	<b>0.817</b>	0.016	0.218	-0.302	0.095	<b>0.731</b>	<b>0.745</b>	<b>0.762</b>	<b>0.735</b>	0.159	-0.045	-0.275	-0.054	-0.055	0.324	0.321	<b>0.969</b>	1	-0.056	<b>0.444</b>
PORPRO	0.281	<b>-0.530</b>	-0.059	<b>-0.389</b>	-0.026	0.177	<b>0.458</b>	<b>-0.642</b>	-0.263	-0.275	-0.285	-0.268	0.067	<b>-0.546</b>	-0.312	<b>-0.446</b>	<b>-0.447</b>	<b>-0.379</b>	<b>-0.396</b>	0.014	-0.056	1	-0.221
SUPCOP	0.080	<b>0.445</b>	-0.172	<b>0.468</b>	0.183	-0.123	-0.332	0.165	0.231	0.214	0.266	0.227	0.119	0.130	0.113	0.156	0.156	<b>0.457</b>	<b>0.394</b>	<b>0.490</b>	<b>0.444</b>	-0.221	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0.05.

Anexo 3. Correlaciones de Pearson con 55 ejidos de FCP.

Variables	TC	SUPEJI	SUPARC	TOTEJID	TOTAVE	DOTACI	EJEJI	POBL90	PEAC90	POBL10	PEAC10	TCRECI	ARFOPE	VOLPRE	VOLCOM	SUPAVC	SUPMAN	SUPPSA	MONPSA	SUPPRO	PORPRO	MONPCF	SUPCOP
TC	<b>1</b>	0.120	-0.179	0.233	-0.068	-0.124	-0.040	0.147	0.132	0.100	0.092	<b>-0.405</b>	0.057	0.068	0.037	-0.023	0.027	0.075	0.074	0.132	-0.012	0.126	0.171
SUPEJI	0.120	<b>1</b>	-0.066	<b>0.742</b>	-0.059	<b>-0.501</b>	<b>0.448</b>	<b>0.427</b>	<b>0.400</b>	<b>0.391</b>	<b>0.362</b>	0.098	<b>0.581</b>	0.236	0.127	0.237	<b>0.425</b>	-0.057	-0.066	<b>0.650</b>	<b>-0.365</b>	<b>0.271</b>	0.214
SUPARC	-0.179	-0.066	<b>1</b>	-0.029	-0.050	0.060	-0.086	-0.035	-0.042	-0.038	-0.036	-0.134	-0.074	-0.027	-0.045	-0.036	-0.056	-0.044	-0.047	-0.045	0.170	-0.061	0.008
TOTEJID	0.233	<b>0.742</b>	-0.029	<b>1</b>	0.090	<b>-0.307</b>	-0.036	<b>0.371</b>	<b>0.344</b>	<b>0.303</b>	<b>0.267</b>	-0.009	0.165	0.086	-0.005	0.074	0.102	-0.051	-0.058	<b>0.720</b>	-0.134	0.036	0.218
TOTAVE	-0.068	-0.059	-0.050	0.090	<b>1</b>	0.028	-0.118	-0.043	-0.033	-0.058	-0.054	-0.055	-0.081	-0.016	0.172	-0.097	-0.123	-0.100	-0.106	0.048	0.025	-0.088	-0.103
DOTACI	-0.124	<b>-0.501</b>	0.060	<b>-0.307</b>	0.028	<b>1</b>	-0.215	<b>-0.272</b>	-0.265	-0.254	-0.250	0.157	<b>-0.499</b>	<b>-0.299</b>	-0.165	-0.148	<b>-0.399</b>	-0.063	-0.014	-0.208	0.126	<b>-0.385</b>	-0.151
EJEJI	-0.040	<b>0.448</b>	-0.086	-0.036	-0.118	-0.215	<b>1</b>	0.164	0.158	0.171	0.168	<b>0.281</b>	<b>0.619</b>	0.169	0.155	0.153	<b>0.460</b>	-0.054	-0.063	0.265	<b>-0.341</b>	0.259	0.085
POBL90	0.147	<b>0.427</b>	-0.035	<b>0.371</b>	-0.043	<b>-0.272</b>	0.164	<b>1</b>	<b>0.998</b>	<b>0.991</b>	<b>0.985</b>	0.098	<b>0.372</b>	0.067	0.033	<b>0.572</b>	0.112	-0.038	-0.044	<b>0.320</b>	-0.162	<b>0.670</b>	0.006
PEAC90	0.132	<b>0.400</b>	-0.042	<b>0.344</b>	-0.033	-0.265	0.158	<b>0.998</b>	<b>1</b>	<b>0.993</b>	<b>0.990</b>	0.103	<b>0.364</b>	0.077	0.047	<b>0.568</b>	0.105	-0.020	-0.027	<b>0.298</b>	-0.165	<b>0.680</b>	-0.016
POBL10	0.100	<b>0.391</b>	-0.038	<b>0.303</b>	-0.058	-0.254	0.171	<b>0.991</b>	<b>0.993</b>	<b>1</b>	<b>0.999</b>	0.148	<b>0.342</b>	0.053	0.026	<b>0.599</b>	0.070	-0.040	-0.045	0.249	-0.181	<b>0.676</b>	-0.025
PEAC10	0.092	<b>0.362</b>	-0.036	<b>0.267</b>	-0.054	-0.250	0.168	<b>0.985</b>	<b>0.990</b>	<b>0.999</b>	<b>1</b>	0.145	<b>0.336</b>	0.055	0.031	<b>0.606</b>	0.056	-0.036	-0.043	0.214	-0.181	<b>0.685</b>	-0.033
TCRECI	<b>-0.405</b>	0.098	-0.134	-0.009	-0.055	0.157	<b>0.281</b>	0.098	0.103	0.148	0.145	<b>1</b>	0.010	0.023	0.114	0.251	-0.069	-0.091	-0.090	-0.009	-0.085	0.019	-0.253
ARFOPE	0.057	<b>0.581</b>	-0.074	0.165	-0.081	<b>-0.499</b>	<b>0.619</b>	<b>0.372</b>	<b>0.364</b>	<b>0.342</b>	<b>0.336</b>	0.010	<b>1</b>	<b>0.506</b>	<b>0.384</b>	<b>0.349</b>	<b>0.660</b>	0.046	0.042	<b>0.347</b>	<b>-0.344</b>	<b>0.571</b>	0.245
VOLPRE	0.068	0.236	-0.027	0.086	-0.016	<b>-0.299</b>	0.169	0.067	0.077	0.053	0.055	0.023	<b>0.506</b>	<b>1</b>	<b>0.587</b>	0.145	0.171	0.213	0.198	-0.072	<b>-0.298</b>	<b>0.593</b>	0.089
VOLCOM	0.037	0.127	-0.045	-0.005	0.172	-0.165	0.155	0.033	0.047	0.026	0.031	0.114	<b>0.384</b>	<b>0.587</b>	<b>1</b>	0.034	0.185	0.125	0.105	-0.073	-0.201	<b>0.348</b>	0.043
SUPAVC	-0.023	0.237	-0.036	0.074	-0.097	-0.148	0.153	<b>0.572</b>	<b>0.568</b>	<b>0.599</b>	<b>0.606</b>	0.251	<b>0.349</b>	0.145	0.034	<b>1</b>	0.056	-0.074	-0.079	-0.055	<b>-0.297</b>	<b>0.477</b>	-0.056
SUPMAN	0.027	<b>0.425</b>	-0.056	0.102	-0.123	<b>-0.399</b>	<b>0.460</b>	0.112	0.105	0.070	0.056	-0.069	<b>0.660</b>	0.171	0.185	0.056	<b>1</b>	0.106	0.081	<b>0.459</b>	-0.010	0.047	0.213
SUPPSA	0.075	-0.057	-0.044	-0.051	-0.100	-0.063	-0.054	-0.038	-0.020	-0.040	-0.036	-0.091	0.046	0.213	0.125	-0.074	0.106	<b>1</b>	<b>0.988</b>	-0.128	-0.169	0.115	-0.186
MONPSA	0.074	-0.066	-0.047	-0.058	-0.106	-0.014	-0.063	-0.044	-0.027	-0.045	-0.043	-0.090	0.042	0.198	0.105	-0.079	0.081	<b>0.988</b>	<b>1</b>	-0.139	-0.174	0.107	-0.189
SUPPRO	0.132	<b>0.650</b>	-0.045	<b>0.720</b>	0.048	-0.208	0.265	<b>0.320</b>	<b>0.298</b>	0.249	0.214	-0.009	<b>0.347</b>	-0.072	-0.073	-0.055	<b>0.459</b>	-0.128	-0.139	<b>1</b>	0.071	-0.031	0.228
PORPRO	-0.012	<b>-0.365</b>	0.170	-0.134	0.025	0.126	<b>-0.341</b>	-0.162	-0.165	-0.181	-0.181	-0.085	<b>-0.344</b>	<b>-0.298</b>	-0.201	<b>-0.297</b>	-0.010	-0.169	-0.174	0.071	<b>1</b>	<b>-0.318</b>	0.046
MONPCF	0.126	<b>0.271</b>	-0.061	0.036	-0.088	<b>-0.385</b>	0.259	<b>0.670</b>	<b>0.680</b>	<b>0.676</b>	<b>0.685</b>	0.019	<b>0.571</b>	<b>0.593</b>	<b>0.348</b>	<b>0.477</b>	0.047	0.115	0.107	-0.031	<b>-0.318</b>	<b>1</b>	0.089
SUPCOP	0.171	0.214	0.008	0.218	-0.103	-0.151	0.085	0.006	-0.016	-0.025	-0.033	-0.253	0.245	0.089	0.043	-0.056	0.213	-0.186	-0.189	0.228	0.046	0.089	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0.05.

Anexo 4. Correlaciones de Pearson con 81 ejidos de OPB.

Variables	TC	SUPEJI	SUPARC	TOTEJID	TOTAVE	DOTACI	EJIEJI	POBL90	PEAC90	POBL10	PEAC10	TCRECI	ARFOPE	VOLPRE	VOLCOM	SUPAVC	SUPMAN	SUPPSA	MONPSA	SUPPRO	PORPRO	MONPCF	SUPCOP
TC	<b>1</b>	0.016	-0.020	-0.196	-0.083	-0.026	0.210	-0.197	-0.204	-0.203	-0.205	-0.125	0.089	0.118	0.035	0.019	0.088	0.166	0.194	-0.075	-0.156	0.216	0.194
SUPEJI	0.016	<b>1</b>	<b>0.354</b>	<b>0.523</b>	0.145	<b>-0.555</b>	<b>0.469</b>	<b>0.454</b>	<b>0.426</b>	<b>0.479</b>	<b>0.479</b>	0.064	<b>0.820</b>	<b>0.736</b>	<b>0.598</b>	-0.057	<b>0.475</b>	0.128	<b>0.253</b>	<b>0.690</b>	<b>-0.281</b>	<b>0.576</b>	-0.023
SUPARC	-0.020	<b>0.354</b>	<b>1</b>	0.181	0.029	<b>-0.374</b>	<b>0.299</b>	0.131	0.143	0.129	0.138	0.187	<b>0.441</b>	0.048	-0.050	-0.061	0.055	<b>0.555</b>	<b>0.777</b>	0.096	-0.139	0.169	-0.108
TOTEJID	-0.196	<b>0.523</b>	0.181	<b>1</b>	<b>0.353</b>	<b>-0.614</b>	<b>-0.244</b>	<b>0.890</b>	<b>0.870</b>	<b>0.896</b>	<b>0.893</b>	0.014	0.184	0.212	0.183	-0.095	0.022	-0.091	-0.018	<b>0.709</b>	0.053	0.123	0.055
TOTAVE	-0.083	0.145	0.029	<b>0.353</b>	<b>1</b>	<b>-0.326</b>	-0.130	<b>0.299</b>	<b>0.282</b>	<b>0.255</b>	<b>0.249</b>	0.151	0.038	0.067	0.085	-0.054	-0.050	-0.121	-0.079	<b>0.340</b>	0.159	0.015	-0.013
DOTACI	-0.026	<b>-0.555</b>	<b>-0.374</b>	<b>-0.614</b>	<b>-0.326</b>	<b>1</b>	-0.113	<b>-0.562</b>	<b>-0.557</b>	<b>-0.573</b>	<b>-0.575</b>	-0.092	<b>-0.512</b>	<b>-0.480</b>	<b>-0.408</b>	0.031	<b>-0.290</b>	-0.175	<b>-0.302</b>	<b>-0.454</b>	0.111	<b>-0.449</b>	-0.101
EJIEJI	0.210	<b>0.469</b>	<b>0.299</b>	<b>-0.244</b>	-0.130	-0.113	<b>1</b>	-0.217	-0.215	-0.207	-0.198	0.064	<b>0.643</b>	<b>0.513</b>	<b>0.462</b>	0.095	<b>0.660</b>	<b>0.244</b>	<b>0.287</b>	-0.028	<b>-0.488</b>	<b>0.459</b>	-0.116
POBL90	-0.197	<b>0.454</b>	0.131	<b>0.890</b>	<b>0.299</b>	<b>-0.562</b>	-0.217	<b>1</b>	<b>0.995</b>	<b>0.972</b>	<b>0.974</b>	-0.077	0.177	<b>0.275</b>	0.191	-0.077	0.072	-0.129	-0.078	<b>0.609</b>	0.065	0.127	0.030
PEAC90	-0.204	<b>0.426</b>	0.143	<b>0.870</b>	<b>0.282</b>	<b>-0.557</b>	-0.215	<b>0.995</b>	<b>1</b>	<b>0.966</b>	<b>0.971</b>	-0.073	0.154	<b>0.243</b>	0.167	-0.074	0.064	-0.128	-0.075	<b>0.566</b>	0.051	0.108	0.019
POBL10	-0.203	<b>0.479</b>	0.129	<b>0.896</b>	<b>0.255</b>	<b>-0.573</b>	-0.207	<b>0.972</b>	<b>0.966</b>	<b>1</b>	<b>0.998</b>	0.030	0.180	<b>0.284</b>	0.163	-0.072	0.073	-0.139	-0.083	<b>0.604</b>	0.044	0.083	-0.002
PEAC10	-0.205	<b>0.479</b>	0.138	<b>0.893</b>	<b>0.249</b>	<b>-0.575</b>	-0.198	<b>0.974</b>	<b>0.971</b>	<b>0.998</b>	<b>1</b>	0.024	0.180	<b>0.279</b>	0.158	-0.072	0.075	-0.128	-0.071	<b>0.591</b>	0.032	0.088	-0.019
TCRECI	-0.125	0.064	0.187	0.014	0.151	-0.092	0.064	-0.077	-0.073	0.030	0.024	<b>1</b>	0.114	-0.011	-0.034	-0.009	0.009	-0.122	0.130	-0.049	-0.016	-0.069	-0.101
ARFOPE	0.089	<b>0.820</b>	<b>0.441</b>	0.184	0.038	<b>-0.512</b>	<b>0.643</b>	0.177	0.154	0.180	0.180	0.114	<b>1</b>	<b>0.806</b>	<b>0.756</b>	0.002	<b>0.668</b>	<b>0.260</b>	<b>0.420</b>	<b>0.377</b>	<b>-0.267</b>	<b>0.758</b>	-0.028
VOLPRE	0.118	<b>0.736</b>	0.048	0.212	0.067	<b>-0.480</b>	<b>0.513</b>	<b>0.275</b>	<b>0.243</b>	<b>0.284</b>	<b>0.279</b>	-0.011	<b>0.806</b>	<b>1</b>	<b>0.769</b>	-0.040	<b>0.696</b>	0.023	0.095	<b>0.394</b>	<b>-0.249</b>	<b>0.648</b>	-0.042
VOLCOM	0.035	<b>0.598</b>	-0.050	0.183	0.085	<b>-0.408</b>	<b>0.462</b>	0.191	0.167	0.163	0.158	-0.034	<b>0.756</b>	<b>0.769</b>	<b>1</b>	0.014	<b>0.630</b>	-0.065	-0.019	<b>0.321</b>	<b>-0.245</b>	<b>0.784</b>	-0.026
SUPAVC	0.019	-0.057	-0.061	-0.095	-0.054	0.031	0.095	-0.077	-0.074	-0.072	-0.072	-0.009	0.002	-0.040	0.014	<b>1</b>	-0.021	-0.037	-0.024	-0.099	-0.089	-0.045	-0.045
SUPMAN	0.088	<b>0.475</b>	0.055	0.022	-0.050	<b>-0.290</b>	<b>0.660</b>	0.072	0.064	0.073	0.075	0.009	<b>0.668</b>	<b>0.696</b>	<b>0.630</b>	-0.021	<b>1</b>	0.025	0.067	0.163	-0.159	<b>0.513</b>	-0.053
SUPPSA	0.166	0.128	<b>0.555</b>	-0.091	-0.121	-0.175	<b>0.244</b>	-0.129	-0.128	-0.139	-0.128	-0.122	<b>0.260</b>	0.023	-0.065	-0.037	0.025	<b>1</b>	<b>0.707</b>	-0.054	-0.094	<b>0.268</b>	-0.070
MONPSA	0.194	<b>0.253</b>	<b>0.777</b>	-0.018	-0.079	<b>-0.302</b>	<b>0.287</b>	-0.078	-0.075	-0.083	-0.071	0.130	<b>0.420</b>	0.095	-0.019	-0.024	0.067	<b>0.707</b>	<b>1</b>	-0.017	-0.103	<b>0.272</b>	-0.011
SUPPRO	-0.075	<b>0.690</b>	0.096	<b>0.709</b>	<b>0.340</b>	<b>-0.454</b>	-0.028	<b>0.609</b>	<b>0.566</b>	<b>0.604</b>	<b>0.591</b>	-0.049	<b>0.377</b>	<b>0.394</b>	<b>0.321</b>	-0.099	0.163	-0.054	-0.017	<b>1</b>	<b>0.267</b>	<b>0.253</b>	0.047
PORPRO	-0.156	<b>-0.281</b>	-0.139	0.053	0.159	0.111	<b>-0.488</b>	0.065	0.051	0.044	0.032	-0.016	<b>-0.267</b>	<b>-0.249</b>	<b>-0.245</b>	-0.089	-0.159	-0.094	-0.103	<b>0.267</b>	<b>1</b>	<b>-0.267</b>	0.032
MONPCF	0.216	<b>0.576</b>	0.169	0.123	0.015	<b>-0.449</b>	<b>0.459</b>	0.127	0.108	0.083	0.088	-0.069	<b>0.758</b>	<b>0.648</b>	<b>0.784</b>	-0.045	<b>0.513</b>	<b>0.268</b>	<b>0.272</b>	<b>0.253</b>	<b>-0.267</b>	<b>1</b>	0.050
SUPCOP	0.194	-0.023	-0.108	0.055	-0.013	-0.101	-0.116	0.030	0.019	-0.002	-0.019	-0.101	-0.028	-0.042	-0.026	-0.045	-0.053	-0.070	-0.011	0.047	0.032	0.050	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0.05.

Anexo 5. Correlaciones de Pearson con 21 ejidos grandes de FCP y OPB.

Variables	TC	SUPEJI	SUPARC	TOTEJID	TOTAVE	DOTACI	EJEJEI	POBL90	PEAC90	POBL10	PEAC10	TCRECI	ARFOPE	VOLPRE	VOLCOM	SUPAVC	SUPMAN	SUPPSA	MONPSA	SUPPRO	PORPRO	MONPCF	SUPCOP
TC	<b>1</b>	0.131	0.066	0.243	0.146	-0.228	-0.001	0.148	0.131	0.132	0.121	0.284	0.099	0.125	0.040	0.150	0.129	0.058	0.058	0.282	-0.007	0.048	0.333
SUPEJI	0.131	<b>1</b>	0.031	0.113	-0.164	-0.206	<b>0.475</b>	0.058	0.026	0.076	0.056	0.396	0.407	-0.015	-0.057	0.082	0.133	-0.030	-0.030	0.326	-0.362	0.154	-0.003
SUPARC	0.066	0.031	<b>1</b>	-0.232	0.050	-0.165	0.262	-0.192	-0.184	-0.161	-0.149	<b>0.564</b>	0.317	0.032	-0.068	-0.080	-0.065	<b>0.832</b>	<b>0.832</b>	-0.263	-0.231	0.191	-0.115
TOTEJID	0.243	0.113	-0.232	<b>1</b>	-0.047	0.146	<b>-0.637</b>	0.089	0.068	0.042	0.016	0.125	<b>-0.628</b>	-0.335	<b>-0.498</b>	-0.168	<b>-0.472</b>	-0.297	-0.297	<b>0.434</b>	<b>0.491</b>	<b>-0.500</b>	0.052
TOTAVE	0.146	-0.164	0.050	-0.047	<b>1</b>	0.372	-0.205	-0.086	-0.078	-0.124	-0.115	<b>-0.451</b>	-0.294	-0.150	-0.249	-0.159	-0.171	-0.126	-0.126	-0.105	0.047	-0.131	-0.265
DOTACI	-0.228	-0.206	-0.165	0.146	0.372	<b>1</b>	-0.258	-0.054	-0.056	-0.091	-0.096	<b>-0.471</b>	<b>-0.455</b>	-0.287	-0.270	-0.218	-0.218	-0.201	-0.201	0.279	0.223	-0.269	-0.107
EJEJEI	-0.001	<b>0.475</b>	0.262	<b>-0.637</b>	-0.205	-0.258	<b>1</b>	-0.045	-0.051	-0.007	-0.006	0.228	<b>0.828</b>	0.167	0.293	0.078	<b>0.727</b>	0.232	0.232	0.043	<b>-0.441</b>	<b>0.500</b>	0.029
POBL90	0.148	0.058	-0.192	0.089	-0.086	-0.054	-0.045	<b>1</b>	<b>0.998</b>	<b>0.993</b>	<b>0.991</b>	0.244	0.021	-0.100	-0.146	<b>0.750</b>	-0.150	-0.186	-0.186	0.110	0.004	0.323	-0.140
PEAC90	0.131	0.026	-0.184	0.068	-0.078	-0.056	-0.051	<b>0.998</b>	<b>1</b>	<b>0.992</b>	<b>0.992</b>	0.238	0.017	-0.088	-0.127	<b>0.736</b>	-0.149	-0.163	-0.163	0.087	-0.001	0.336	-0.171
POBL10	0.132	0.076	-0.161	0.042	-0.124	-0.091	-0.007	<b>0.993</b>	<b>0.992</b>	<b>1</b>	<b>0.999</b>	0.302	0.046	-0.080	-0.122	<b>0.779</b>	-0.147	-0.141	-0.141	0.070	-0.067	0.343	-0.115
PEAC10	0.121	0.056	-0.149	0.016	-0.115	-0.096	-0.006	<b>0.991</b>	<b>0.992</b>	<b>0.999</b>	<b>1</b>	0.291	0.053	-0.067	-0.105	<b>0.784</b>	-0.144	-0.129	-0.129	0.035	-0.086	0.364	-0.127
TCRECI	0.284	0.396	<b>0.564</b>	0.125	<b>-0.451</b>	<b>-0.471</b>	0.228	0.244	0.238	0.302	0.291	<b>1</b>	0.287	0.054	-0.050	0.258	-0.124	<b>0.626</b>	<b>0.626</b>	0.086	-0.245	0.066	0.119
ARFOPE	0.099	0.407	0.317	<b>-0.628</b>	-0.294	<b>-0.455</b>	<b>0.828</b>	0.021	0.017	0.046	0.053	0.287	<b>1</b>	0.377	<b>0.450</b>	0.258	<b>0.577</b>	0.328	0.328	-0.046	-0.411	<b>0.624</b>	0.042
VOLPRE	0.125	-0.015	0.032	-0.335	-0.150	-0.287	0.167	-0.100	-0.088	-0.080	-0.067	0.054	0.377	<b>1</b>	<b>0.914</b>	0.171	0.111	0.230	0.230	-0.340	-0.397	0.402	0.183
VOLCOM	0.040	-0.057	-0.068	<b>-0.498</b>	-0.249	-0.270	0.293	-0.146	-0.127	-0.122	-0.105	-0.050	<b>0.450</b>	<b>0.914</b>	<b>1</b>	0.055	0.295	0.201	0.201	-0.319	-0.415	<b>0.513</b>	0.188
SUPAVC	0.150	0.082	-0.080	-0.168	-0.159	-0.218	0.078	<b>0.750</b>	<b>0.736</b>	<b>0.779</b>	<b>0.784</b>	0.258	0.258	0.171	0.055	<b>1</b>	-0.105	-0.107	-0.107	-0.187	-0.290	0.361	0.062
SUPMAN	0.129	0.133	-0.065	<b>-0.472</b>	-0.171	-0.218	<b>0.727</b>	-0.150	-0.149	-0.147	-0.144	-0.124	<b>0.577</b>	0.111	0.295	-0.105	<b>1</b>	0.024	0.024	-0.024	-0.204	0.378	-0.090
SUPPSA	0.058	-0.030	<b>0.832</b>	-0.297	-0.126	-0.201	0.232	-0.186	-0.163	-0.141	-0.129	<b>0.626</b>	0.328	0.230	0.201	-0.107	0.024	<b>1</b>	<b>1.000</b>	-0.277	-0.356	0.171	-0.197
MONPSA	0.058	-0.030	<b>0.832</b>	-0.297	-0.126	-0.201	0.232	-0.186	-0.163	-0.141	-0.129	<b>0.626</b>	0.328	0.230	0.201	-0.107	0.024	<b>1.000</b>	<b>1</b>	-0.277	-0.356	0.171	-0.197
SUPPRO	0.282	0.326	-0.263	<b>0.434</b>	-0.105	0.279	0.043	0.110	0.087	0.070	0.035	0.086	-0.046	-0.340	-0.319	-0.187	-0.024	-0.277	-0.277	<b>1</b>	<b>0.559</b>	-0.302	0.261
PORPRO	-0.007	-0.362	-0.231	<b>0.491</b>	0.047	0.223	<b>-0.441</b>	0.004	-0.001	-0.067	-0.086	-0.245	-0.411	-0.397	-0.415	-0.290	-0.204	-0.356	-0.356	<b>0.559</b>	<b>1</b>	-0.433	0.080
MONPCF	0.048	0.154	0.191	<b>-0.500</b>	-0.131	-0.269	<b>0.500</b>	0.323	0.336	0.343	0.364	0.066	<b>0.624</b>	0.402	<b>0.513</b>	0.361	0.378	0.171	0.171	-0.302	-0.433	<b>1</b>	-0.169
SUPCOP	0.333	-0.003	-0.115	0.052	-0.265	-0.107	0.029	-0.140	-0.171	-0.115	-0.127	0.119	0.042	0.183	0.188	0.062	-0.090	-0.197	-0.197	0.261	0.080	-0.169	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0.05.

Anexo 6. Correlaciones de Pearson con 69 ejidos medianos de FCP y OPB.

Variables	TC	SUPEJI	SUPARC	TOTEJID	TOTAVE	DOTACI	EJIEJI	POBL90	PEAC90	POBL10	PEAC10	TCRECI	ARFOPE	VOLPRE	VOLCOM	SUPAVC	SUPMAN	SUPPSA	MONPSA	SUPPRO	PORPRO	MONPCF	SUPCOP
TC	<b>1</b>	-0.082	-0.126	<b>-0.401</b>	-0.209	0.115	0.231	<b>-0.310</b>	<b>-0.325</b>	<b>-0.292</b>	<b>-0.321</b>	-0.035	0.192	0.158	0.090	0.128	0.106	0.201	0.208	-0.059	-0.069	<b>0.261</b>	0.222
SUPEJI	-0.082	<b>1</b>	-0.116	<b>0.636</b>	0.233	<b>-0.381</b>	-0.062	<b>0.479</b>	<b>0.449</b>	<b>0.459</b>	<b>0.447</b>	-0.115	<b>0.533</b>	<b>0.313</b>	0.049	-0.029	-0.170	-0.116	0.017	<b>0.339</b>	-0.203	<b>0.393</b>	0.189
SUPARC	-0.126	-0.116	<b>1</b>	-0.006	-0.047	0.015	-0.076	-0.009	-0.020	-0.018	-0.019	-0.043	-0.083	-0.044	-0.043	-0.043	-0.039	-0.039	-0.028	-0.004	0.070	-0.088	0.034
TOTEJID	<b>-0.401</b>	<b>0.636</b>	-0.006	<b>1</b>	<b>0.383</b>	<b>-0.391</b>	<b>-0.480</b>	<b>0.836</b>	<b>0.816</b>	<b>0.812</b>	<b>0.820</b>	-0.138	0.038	0.031	-0.056	-0.161	-0.113	-0.156	-0.087	<b>0.419</b>	<b>0.265</b>	0.017	-0.008
TOTAVE	-0.209	0.233	-0.047	<b>0.383</b>	<b>1</b>	<b>-0.342</b>	-0.135	<b>0.258</b>	<b>0.242</b>	0.217	0.227	0.170	0.105	0.003	0.057	-0.109	-0.101	-0.141	-0.112	0.186	0.235	0.018	-0.120
DOTACI	0.115	<b>-0.381</b>	0.015	<b>-0.391</b>	<b>-0.342</b>	<b>1</b>	0.215	<b>-0.352</b>	<b>-0.357</b>	<b>-0.319</b>	<b>-0.338</b>	0.092	-0.224	-0.045	0.015	0.088	-0.048	-0.056	-0.097	-0.218	-0.045	<b>-0.269</b>	0.001
EJIEJI	0.231	-0.062	-0.076	<b>-0.480</b>	-0.135	0.215	<b>1</b>	<b>-0.362</b>	<b>-0.346</b>	<b>-0.357</b>	<b>-0.350</b>	<b>0.263</b>	0.180	-0.005	0.027	<b>0.415</b>	-0.058	0.004	-0.012	<b>-0.255</b>	<b>-0.351</b>	0.011	-0.065
POBL90	<b>-0.310</b>	<b>0.479</b>	-0.009	<b>0.836</b>	<b>0.258</b>	<b>-0.352</b>	<b>-0.362</b>	<b>1</b>	<b>0.994</b>	<b>0.968</b>	<b>0.975</b>	-0.197	0.076	0.045	-0.010	-0.131	-0.097	-0.111	-0.063	<b>0.286</b>	0.192	0.094	0.008
PEAC90	<b>-0.325</b>	<b>0.449</b>	-0.020	<b>0.816</b>	<b>0.242</b>	<b>-0.357</b>	<b>-0.346</b>	<b>0.994</b>	<b>1</b>	<b>0.961</b>	<b>0.974</b>	-0.183	0.057	0.048	-0.004	-0.122	-0.091	-0.107	-0.056	<b>0.251</b>	0.165	0.070	-0.007
POBL10	<b>-0.292</b>	<b>0.459</b>	-0.018	<b>0.812</b>	0.217	<b>-0.319</b>	<b>-0.357</b>	<b>0.968</b>	<b>0.961</b>	<b>1</b>	<b>0.995</b>	-0.058	0.065	0.075	0.018	-0.107	-0.092	-0.128	-0.059	<b>0.272</b>	0.159	0.051	0.014
PEAC10	<b>-0.321</b>	<b>0.447</b>	-0.019	<b>0.820</b>	0.227	<b>-0.338</b>	<b>-0.350</b>	<b>0.975</b>	<b>0.974</b>	<b>0.995</b>	<b>1</b>	-0.067	0.054	0.046	0.013	-0.104	-0.092	-0.116	-0.055	<b>0.259</b>	0.159	0.044	-0.002
TCRECI	-0.035	-0.115	-0.043	-0.138	0.170	0.092	<b>0.263</b>	-0.197	-0.183	-0.058	-0.067	<b>1</b>	0.030	0.045	0.116	0.199	-0.007	-0.139	-0.027	-0.138	-0.190	-0.207	-0.086
ARFOPE	0.192	<b>0.533</b>	-0.083	0.038	0.105	-0.224	0.180	0.076	0.057	0.065	0.054	0.030	<b>1</b>	<b>0.431</b>	<b>0.343</b>	0.130	-0.132	0.043	0.167	0.165	<b>-0.260</b>	<b>0.582</b>	<b>0.268</b>
VOLPRE	0.158	<b>0.313</b>	-0.044	0.031	0.003	-0.045	-0.005	0.045	0.048	0.075	0.046	0.045	<b>0.431</b>	<b>1</b>	0.215	-0.025	-0.068	-0.002	0.079	0.148	-0.159	<b>0.299</b>	-0.030
VOLCOM	0.090	0.049	-0.043	-0.056	0.057	0.015	0.027	-0.010	-0.004	0.018	0.013	0.116	<b>0.343</b>	0.215	<b>1</b>	0.023	-0.062	-0.067	-0.026	-0.066	-0.107	0.139	-0.016
SUPAVC	0.128	-0.029	-0.043	-0.161	-0.109	0.088	<b>0.415</b>	-0.131	-0.122	-0.107	-0.104	0.199	0.130	-0.025	0.023	<b>1</b>	0.039	-0.052	-0.016	-0.011	-0.108	0.058	-0.095
SUPMAN	0.106	-0.170	-0.039	-0.113	-0.101	-0.048	-0.058	-0.097	-0.091	-0.092	-0.092	-0.007	-0.132	-0.068	-0.062	0.039	<b>1</b>	0.114	0.166	0.060	<b>0.252</b>	-0.135	<b>0.349</b>
SUPPSA	0.201	-0.116	-0.039	-0.156	-0.141	-0.056	0.004	-0.111	-0.107	-0.128	-0.116	-0.139	0.043	-0.002	-0.067	-0.052	0.114	<b>1</b>	<b>0.780</b>	-0.143	-0.079	<b>0.260</b>	-0.152
MONPSA	0.208	0.017	-0.028	-0.087	-0.112	-0.097	-0.012	-0.063	-0.056	-0.059	-0.055	-0.027	0.167	0.079	-0.026	-0.016	0.166	<b>0.780</b>	<b>1</b>	-0.113	-0.168	0.146	-0.107
SUPPRO	-0.059	<b>0.339</b>	-0.004	<b>0.419</b>	0.186	-0.218	<b>-0.255</b>	<b>0.286</b>	<b>0.251</b>	<b>0.272</b>	<b>0.259</b>	-0.138	0.165	0.148	-0.066	-0.011	0.060	-0.143	-0.113	<b>1</b>	<b>0.609</b>	-0.138	0.221
PORPRO	-0.069	-0.203	0.070	<b>0.265</b>	0.235	-0.045	<b>-0.351</b>	0.192	0.165	0.159	0.159	-0.190	<b>-0.260</b>	-0.159	-0.107	-0.108	<b>0.252</b>	-0.079	-0.168	<b>0.609</b>	<b>1</b>	<b>-0.282</b>	0.056
MONPCF	<b>0.261</b>	<b>0.393</b>	-0.088	0.017	0.018	<b>-0.269</b>	0.011	0.094	0.070	0.051	0.044	-0.207	<b>0.582</b>	<b>0.299</b>	0.139	0.058	-0.135	<b>0.260</b>	0.146	-0.138	<b>-0.282</b>	<b>1</b>	0.048
SUPCOP	0.222	0.189	0.034	-0.008	-0.120	0.001	-0.065	0.008	-0.007	0.014	-0.002	-0.086	<b>0.268</b>	-0.030	-0.016	-0.095	<b>0.349</b>	-0.152	-0.107	0.221	0.056	0.048	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0.05.

Anexo 7. Correlaciones de Pearson con 46 ejidos pequeños de FCP y OPB.

Variables	TC	SUPEJI	SUPARC	TOTEJID	TOTAVE	DOTACI	EJIEJI	POBL90	PEAC90	POBL10	PEAC10	TCRECI	ARFOPE	VOLPRE	VOLCOM	SUPAVC	SUPMAN	SUPPSA	MONPSA	SUPPRO	PORPRO	MONPCF	SUPCOP
TC	<b>1</b>	<b>0.315</b>	-0.088	<b>0.382</b>	-0.144	<b>-0.383</b>	0.008	<b>0.385</b>	<b>0.399</b>	0.226	0.238	-0.281	0.042	0.143	0.143	-0.048		0.124	<b>0.339</b>	0.140	-0.213	<b>0.394</b>	0.228
SUPEJI	<b>0.315</b>	<b>1</b>	0.247	<b>0.544</b>	0.075	<b>-0.453</b>	<b>0.358</b>	<b>0.366</b>	<b>0.391</b>	<b>0.345</b>	<b>0.347</b>	-0.211	0.277	0.145	0.265	0.123		0.235	-0.033	<b>0.407</b>	<b>-0.461</b>	<b>0.307</b>	-0.039
SUPARC	-0.088	0.247	<b>1</b>	0.107	<b>0.481</b>	0.003	0.020	-0.025	-0.006	-0.006	0.006	-0.126	0.013	-0.128	0.019	-0.047		0.282	-0.106	0.122	-0.022	0.102	0.091
TOTEJID	<b>0.382</b>	<b>0.544</b>	0.107	<b>1</b>	0.042	<b>-0.431</b>	<b>-0.486</b>	<b>0.843</b>	<b>0.856</b>	<b>0.801</b>	<b>0.820</b>	0.044	0.158	0.006	<b>0.292</b>	0.133		-0.047	-0.004	<b>0.634</b>	0.070	0.284	-0.053
TOTAVE	-0.144	0.075	<b>0.481</b>	0.042	<b>1</b>	-0.089	-0.106	-0.007	0.024	-0.018	-0.024	0.023	0.037	-0.049	-0.019	-0.064		-0.077	-0.081	0.287	0.205	0.213	0.092
DOTACI	<b>-0.383</b>	<b>-0.453</b>	0.003	<b>-0.431</b>	-0.089	<b>1</b>	-0.040	<b>-0.518</b>	<b>-0.554</b>	<b>-0.538</b>	<b>-0.539</b>	0.007	-0.262	-0.145	<b>-0.292</b>	0.191		-0.065	-0.023	<b>-0.616</b>	-0.037	<b>-0.473</b>	<b>-0.392</b>
EJIEJI	0.008	<b>0.358</b>	0.020	<b>-0.486</b>	-0.106	-0.040	<b>1</b>	<b>-0.404</b>	<b>-0.423</b>	<b>-0.389</b>	<b>-0.396</b>	<b>-0.294</b>	0.069	0.059	-0.038	0.002		0.224	-0.074	<b>-0.329</b>	<b>-0.610</b>	0.005	0.000
POBL90	<b>0.385</b>	<b>0.366</b>	-0.025	<b>0.843</b>	-0.007	<b>-0.518</b>	<b>-0.404</b>	<b>1</b>	<b>0.982</b>	<b>0.914</b>	<b>0.936</b>	-0.027	-0.022	0.054	0.045	-0.080		-0.106	0.071	<b>0.540</b>	0.228	<b>0.394</b>	-0.051
PEAC90	<b>0.399</b>	<b>0.391</b>	-0.006	<b>0.856</b>	0.024	<b>-0.554</b>	<b>-0.423</b>	<b>0.982</b>	<b>1</b>	<b>0.892</b>	<b>0.916</b>	-0.036	0.028	0.048	0.116	-0.094		-0.070	0.169	<b>0.585</b>	0.249	<b>0.435</b>	-0.004
POBL10	0.226	<b>0.345</b>	-0.006	<b>0.801</b>	-0.018	<b>-0.538</b>	<b>-0.389</b>	<b>0.914</b>	<b>0.892</b>	<b>1</b>	<b>0.991</b>	0.270	0.056	0.010	0.093	-0.031		-0.151	0.001	<b>0.622</b>	0.214	<b>0.349</b>	-0.087
PEAC10	0.238	<b>0.347</b>	0.006	<b>0.820</b>	-0.024	<b>-0.539</b>	<b>-0.396</b>	<b>0.936</b>	<b>0.916</b>	<b>0.991</b>	<b>1</b>	0.222	0.084	0.001	0.120	-0.064		-0.151	-0.016	<b>0.598</b>	0.212	<b>0.363</b>	-0.081
TCRECI	-0.281	-0.211	-0.126	0.044	0.023	0.007	<b>-0.294</b>	-0.027	-0.036	0.270	0.222	<b>1</b>	0.191	-0.050	0.094	0.143		<b>-0.600</b>	-0.121	0.247	0.183	-0.135	-0.073
ARFOPE	0.042	0.277	0.013	0.158	0.037	-0.262	0.069	-0.022	0.028	0.056	0.084	0.191	<b>1</b>	0.154	<b>0.721</b>	0.130		-0.097	-0.102	0.238	-0.199	0.119	0.083
VOLPRE	0.143	0.145	-0.128	0.006	-0.049	-0.145	0.059	0.054	0.048	0.010	0.001	-0.050	0.154	<b>1</b>	0.002	-0.035		-0.033	-0.035	-0.004	-0.017	<b>0.349</b>	-0.038
VOLCOM	0.143	0.265	0.019	<b>0.292</b>	-0.019	<b>-0.292</b>	-0.038	0.045	0.116	0.093	0.120	0.094	<b>0.721</b>	0.002	<b>1</b>	0.037		-0.067	-0.070	<b>0.396</b>	-0.101	0.046	0.019
SUPAVC	-0.048	0.123	-0.047	0.133	-0.064	0.191	0.002	-0.080	-0.094	-0.031	-0.064	0.143	0.130	-0.035	0.037	<b>1</b>		-0.042	-0.043	-0.087	-0.184	-0.091	-0.061
SUPMAN																							
SUPPSA	0.124	0.235	0.282	-0.047	-0.077	-0.065	0.224	-0.106	-0.070	-0.151	-0.151	<b>-0.600</b>	-0.097	-0.033	-0.067	-0.042		<b>1</b>	<b>0.305</b>	-0.118	-0.090	0.179	-0.021
MONPSA	<b>0.339</b>	-0.033	-0.106	-0.004	-0.081	-0.023	-0.074	0.071	0.169	0.001	-0.016	-0.121	-0.102	-0.035	-0.070	-0.043		<b>0.305</b>	<b>1</b>	0.039	0.239	<b>0.347</b>	0.118
SUPPRO	0.140	<b>0.407</b>	0.122	<b>0.634</b>	0.287	<b>-0.616</b>	<b>-0.329</b>	<b>0.540</b>	<b>0.585</b>	<b>0.622</b>	<b>0.598</b>	0.247	0.238	-0.004	<b>0.396</b>	-0.087		-0.118	0.039	<b>1</b>	<b>0.364</b>	0.220	0.057
PORPRO	-0.213	<b>-0.461</b>	-0.022	0.070	0.205	-0.037	<b>-0.610</b>	0.228	0.249	0.214	0.212	0.183	-0.199	-0.017	-0.101	-0.184		-0.090	0.239	<b>0.364</b>	<b>1</b>	0.046	-0.089
MONPCF	<b>0.394</b>	<b>0.307</b>	0.102	0.284	0.213	<b>-0.473</b>	0.005	<b>0.394</b>	<b>0.435</b>	<b>0.349</b>	<b>0.363</b>	-0.135	0.119	<b>0.349</b>	0.046	-0.091		0.179	<b>0.347</b>	0.220	0.046	<b>1</b>	0.147
SUPCOP	0.228	-0.039	0.091	-0.053	0.092	<b>-0.392</b>	0.000	-0.051	-0.004	-0.087	-0.081	-0.073	0.083	-0.038	0.019	-0.061		-0.021	0.118	0.057	-0.089	0.147	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0.05.

Anexo 8. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de CAL con ganancia de cobertura forestal.

EJIDO(S)	VARIABLES																		
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	v19
N.C.P.E. EL CARMEN, UNIDAD Y TRABAJO	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LA VIRGENCITA DE LA CANDELARIA	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SAN MIGUEL	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CARLOS A. MADRAZO	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
N.C.P.E. GENERAL FELIPE ANGELES	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
TOMAS AZNAR BARBACHANO	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
EL REFUGIO	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
LA NUEVA VIDA	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
EL MANANTIAL	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
GRAL. MANUEL CASTILLA BRITO	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.C.P.E. VALENTIN GOMEZ FARIAS	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
XPUJIL	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
NUEVO BECAL	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
ALVARO OBREGON	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
<b>Porcentaje</b>	<b>28.57</b>	<b>92.86</b>	<b>28.57</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>78.57</b>	<b>28.57</b>	<b>64.29</b>	<b>71.43</b>	<b>92.86</b>	<b>35.71</b>	<b>50.00</b>	<b>21.43</b>	<b>28.57</b>	<b>21.43</b>	<b>0.00</b>	<b>50.00</b>	<b>57.14</b>	<b>7.14</b>

v1: SUPEJI, v2: SUPARC, v3: TOTEJID, v4: TOTAVE, v5: TOTPOS, v6: DOTACI, v7: EJEJI, v8: PPEAC90, v9: PPEAC10, v10: TCRECI, v11: VOLPRE, v12: VOLCOM, v13: PORPRO, v14: APOCOP, v15: ORDPCF, v16: REGPCF, v17: MANFOR, v18: EJPSA, v19: ANP.

Anexo 9. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de CAL con pérdida de cobertura forestal.

EJIDO(S)	VARIABLES																		
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	v19
NUEVO VERACRUZ	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 DE MAYO	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
LOS TAMBORES DE EMILIANO ZAPATA	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N.C.P.E. ING. RICARDO PAYRO JENE	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
LA LUCHA	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SANTA LUCIA	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NUEVO PARAISO	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.C.P.E. CRISTOBAL COLON	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N.C.P.E. LOS ANGELES	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
N.C.P.E. LOS ALACRANES	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
PLAN DE AYALA	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
DOS NACIONES	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
LAZARO CARDENAS NUMERO 2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CERRO DE LAS FLORES	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.C.P.E. PABLO GARCIA	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<b>Porcentaje</b>	<b>13.33</b>	<b>93.33</b>	<b>26.67</b>	<b>33.33</b>	<b>26.67</b>	<b>100.00</b>	<b>6.67</b>	<b>46.67</b>	<b>60.00</b>	<b>73.33</b>	<b>0.00</b>	<b>13.33</b>	<b>40.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>13.33</b>	<b>33.33</b>	<b>26.67</b>

v1: SUPEJI, v2: SUPARC, v3: TOTEJID, v4: TOTAVE, v5: TOTPOS, v6: DOTACI, v7: EJIEJI, v8: PPEAC90, v9: PPEAC10, v10: TCRECI, v11: VOLPRE, v12: VOLCOM, v13: PORPRO, v14: APOCOP, v15: ORDPCF, v16: REGPCF, v17: MANFOR, v18: EJIPSA, v19: ANP.



Anexo 10. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de HOP con ganancia de cobertura forestal.

EJIDO(S)	VARIABLES																		
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	V19
XCULOC	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
BOLONCHENTICUL	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
HOPELCHEN	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
XCUPILCACAB,SAN FRANCISCO SUC- TUC	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
KONCHEN	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
PAC-CHEN	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
XCANAHALTUN	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
YAXCHE	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
SAN JUAN BAUTISTA SAKCABCHEN	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
CHUNCHINTOC	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
XKIX	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHUNYAXNIC-YAXCHEIL	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
RAMON CORONA	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
N.C.P.E. X-TAMPAK	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Porcentaje</b>	<b>35.71</b>	<b>85.71</b>	<b>57.14</b>	<b>7.14</b>	<b>35.71</b>	<b>7.14</b>	<b>28.57</b>	<b>50.00</b>	<b>78.57</b>	<b>78.57</b>	<b>0.00</b>	<b>7.14</b>	<b>64.29</b>	<b>50.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>7.14</b>	<b>42.86</b>	<b>0.00</b>

v1: SUPEJI, v2: SUPARC, v3: TOTEJID, v4: TOTAVE, v5: TOTPOS, v6: DOTACI, v7: EJIEJI, v8: PPEAC90, v9: PPEAC10, v10: TCRECI, v11: VOLPRE, v12: VOLCOM, v13: PORPRO, v14: APOCOP, v15: ORDPCF, v16: REGPCF, v17: MANFOR, v18: EJIPSA, v19: ANP.

Anexo 11. Resultados de QCA para el análisis de 9 ejidos de HOP con pérdida de cobertura forestal.

EJIDO(S)	VARIABLES																		
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	V19
XKANHA	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
EL POSTE	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
CHUN-EK	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
PACHUITZ	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
XMEJIA	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
CANCABCHEN	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
XMABEN	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
UKUN	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
CHANCHEN	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
<b>Porcentaje</b>	<b>88.89</b>	<b>77.78</b>	<b>66.67</b>	<b>0.00</b>	<b>11.11</b>	<b>11.11</b>	<b>88.89</b>	<b>44.44</b>	<b>44.44</b>	<b>100.00</b>	<b>33.33</b>	<b>88.89</b>	<b>11.11</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>77.78</b>	<b>66.67</b>	<b>55.56</b>

v1: SUPEJI, v2: SUPARC, v3: TOTEJID, v4: TOTAVE, v5: TOTPOS, v6: DOTACI, v7: EJIEJI, v8: PPEAC90, v9: PPEAC10, v10: TCRECI, v11: VOLPRE, v12: VOLCOM, v13: PORPRO, v14: APOCOP, v15: ORDPCF, v16: REGPCF, v17: MANFOR, v18: EJIPSA, v19: ANP.

Anexo 12. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de FCP con ganancia de cobertura forestal.

EJIDO(S)	VARIABLES																					
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	v19	v20	v21	v22
BETANIA	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
CHAN SANTA CRUZ	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
CHAN-CAH-DERREPENTE	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
CHUNHUHUB	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
DZULA Y SU ANEXO XHAAS	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
KOPCHEN	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
MIXTEQUILLA	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
NOH - CAH	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
POLYUC	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
PRESIDENTE JUAREZ	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
SAN ARTURO	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
SAN JOSE	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
TIHOZUCO	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
X-HAZIL Y ANEXOS	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
X-YATIL	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
<b>Porcentaje</b>	<b>66.67</b>	<b>33.33</b>	<b>73.33</b>	<b>6.67</b>	<b>26.67</b>	<b>26.67</b>	<b>40.00</b>	<b>60.00</b>	<b>86.67</b>	<b>46.67</b>	<b>40.00</b>	<b>46.67</b>	<b>13.33</b>	<b>46.67</b>	<b>66.67</b>	<b>13.33</b>	<b>6.67</b>	<b>66.67</b>	<b>53.33</b>	<b>13.33</b>	<b>40.00</b>	<b>0.00</b>

v1: SUPEJI, v2: SUPARC, v3: TOTEJID, v4: TOTAVE, v5: DOTACI, v6: EJIEJI, v7: PPEAC90, v8: PPEAC10, v9: TCRECI, v10: ARFOPE, v11: VOLPRE, v12: VOLCOM, v13: SUPAVC, v14: PORPRO, v15: APOCOP, v16: ORDPFC, v17: REGPCF, v18: INDMES, v19: MANFOR, v20: EJIPSA, v21: EJIPPF, v22: EJICAN.

Anexo 13. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de FCP con pérdida de cobertura forestal.

EJIDO(S)	VARIABLES																					
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	v19	v20	v21	v22
ANDRES QUINTANA ROO	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
BERNARDINO CEN	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
FILOMENO MATA	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
FRANCISCO I. MADERO	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
GRAL.FRANCISCO MAY	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
KAMPOKOLCHE	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
N.C.P.E. GENERAL EMILIANO ZAPATA	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
NUEVA LORIA	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
RAMONAL	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
REFORMA AGRARIA	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
SAN RAMON	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
SANTA ISABEL	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
SANTA LUCIA	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
X-HAZIL NORTE	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
XKALAKDZONOT	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Porcentaje</b>	<b>46.67</b>	<b>60.00</b>	<b>40.00</b>	<b>33.33</b>	<b>60.00</b>	<b>33.33</b>	<b>66.67</b>	<b>40.00</b>	<b>100.00</b>	<b>33.33</b>	<b>6.67</b>	<b>26.67</b>	<b>20.00</b>	<b>73.33</b>	<b>33.33</b>	<b>6.67</b>	<b>6.67</b>	<b>73.33</b>	<b>40.00</b>	<b>6.67</b>	<b>20.00</b>	<b>6.67</b>

v1: SUPEJI, v2: SUPARC, v3: TOTEJID, v4: TOTAVE, v5: DOTACI, v6: EJIEJI, v7: PPEAC90, v8: PPEAC10, v9: TCRECI, v10: ARFOPE, v11: VOLPRE, v12: VOLCOM, v13: SUPAVC, v14: PORPRO, v15: APOCOP, v16: ORDPCF, v17: REGPCF, v18: INDMES, v19: MANFOR, v20: EJIPSA, v21: EJIPPF, v22: EJICAN.

Anexo 14. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de OPB con ganancia de cobertura forestal.

EJIDO(S)	VARIABLES																					
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	v19	v20	v21	v22
BUENA ESPERANZA	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
BUENAVISTA	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
CAANLUMIL	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
GRAL. FRANCISCO J. MUJICA	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
GREGORIO MENDEZ MAGAÑA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
GUADALAJARA	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
JESUS MARTINEZ ROSS	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
LA BUENA FE	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
MANUEL AVILA CAMACHO	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
MARGARITA MAZA DE JUAREZ	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
N.C.P.E. NUEVA ESPERANZA	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.C.P.E. RIO ESCONDIDO	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
NUEVO JERUSALEN	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0
PARAISO	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
TIERRA NEGRA	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
<b>Porcentaje</b>	<b>53.33</b>	<b>40.00</b>	<b>20.00</b>	<b>6.67</b>	<b>93.33</b>	<b>26.67</b>	<b>53.33</b>	<b>46.67</b>	<b>40.00</b>	<b>20.00</b>	<b>13.33</b>	<b>20.00</b>	<b>0.00</b>	<b>66.67</b>	<b>33.33</b>	<b>40.00</b>	<b>66.67</b>	<b>60.00</b>	<b>26.67</b>	<b>26.67</b>	<b>33.33</b>	<b>0.00</b>

v1: SUPEJI, v2: SUPARC, v3: TOTEJID, v4: TOTAVE, v5: DOTACI, v6: EJIEJI, v7: PPEAC90, v8: PPEAC10, v9: TCRECI, v10: ARFOPE, v11: VOLPRE, v12: VOLCOM, v13: SUPAVC, v14: PORPRO, v15: APOCOP, v16: ORDPFC, v17: REGPCF, v18: INDMES, v19: MANFOR, v20: EJIPSA, v21: EJIPPF, v22: EJICAN.

Anexo 15. Resultados de QCA para el análisis de 15 ejidos de OPB con pérdida de cobertura forestal.

EJIDO(S)	VARIABLES																					
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	v19	v20	v21	v22
ANDRES QUINTANA ROO	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
CACAO	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
CANAAN	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
EL PROGRESO	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICA-ICHE	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
LA LIBERTAD	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
LAZARO CARDENAS	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
MIGUEL ALEMAN	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
NUEVO BECAR	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
PROF.GRACIANO SANCHEZ	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
PUCTE	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
RAMONAL RIO HONDO	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
RIO VERDE	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
SABIDOS	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
VALLE HERMOSO	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Porcentaje</b>	<b>66.67</b>	<b>53.33</b>	<b>60.00</b>	<b>20.00</b>	<b>73.33</b>	<b>20.00</b>	<b>60.00</b>	<b>73.33</b>	<b>60.00</b>	<b>20.00</b>	<b>20.00</b>	<b>20.00</b>	<b>0.00</b>	<b>60.00</b>	<b>13.33</b>	<b>26.67</b>	<b>26.67</b>	<b>60.00</b>	<b>20.00</b>	<b>6.67</b>	<b>13.33</b>	<b>20.00</b>

v1: SUPEJI, v2: SUPARC, v3: TOTEJID, v4: TOTAVE, v5: DOTACI, v6: EJIEJI, v7: PPEAC90, v8: PPEAC10, v9: TCRECI, v10: ARFOPE, v11: VOLPRE, v12: VOLCOM, v13: SUPAVC, v14: PORPRO, v15: APOCOP, v16: ORDPFC, v17: REGPCF, v18: INDMES, v19: MANFOR, v20: EJIPSA, v21: EJIPPF, v22: EJICAN.