



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

---

**CAMBIOS DE COBERTURA Y USO DE SUELO EN  
QUINTANA ROO, MÉXICO: ACCIONES ESTRATÉGICAS  
PARA LA CONSERVACIÓN FORESTAL**

---

**TESIS**  
**PARA OBTENER EL GRADO DE**  
**MAESTRO EN PLANEACIÓN**

**PRESENTA**  
**ANTONIO DEL JESÚS BATÚN GUERRERO**

**DIRECTOR**  
**DR. JOSÉ MANUEL CAMACHO SANABRIA**

**CODIRECTORA**  
**DRA. GIOVANNA SANTANA CASTAÑEDA**

**ASESORES**  
**DRA. ROSALÍA CHÁVEZ ALVARADO**  
**M. EN PL. MARÍA ANGÉLICA GONZÁLEZ VERA**  
**DR. DAVID VELÁZQUEZ TORRES**



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2018



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**TRABAJO DE TESIS BAJO LA SUPERVISIÓN DEL  
COMITÉ DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA Y  
APROBADA COMO REQUISITO PARA OBTENER  
EL GRADO DE:  
MAESTRO EN PLANEACIÓN**

COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR:

DR. JOSÉ MANUEL CAMACHO SANABRIA

CODIRECTORA:

DRA. GIOVANNA SANTANA CASTAÑEDA

ASESORA:

DRA. ROSALÍA CHÁVEZ ALVARADO

ASESORA:

M. EN PL. MARÍA ANGÉLICA GONZÁLEZ VERA

ASESOR:

DR. DAVID VELÁZQUEZ TORRES



CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2018



## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	7
Planteamiento del Problema .....	8
Preguntas de investigación.....	12
Hipótesis.....	12
Objetivos .....	13
General .....	13
Particulares .....	13
Justificación .....	13
CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL.....	15
1.1 Antecedentes .....	15
1.2 El Estado de los Bosques.....	30
1.3 Estrategia Regional de la Península de Yucatán para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+ PY).....	34
1.4 Estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación .....	37
Forestal (REDD+) del Estado de Quintana Roo .....	37
1.5 Acuerdo General de Coordinación para la Sustentabilidad de la Península de Yucatán (ASPY 2030) .....	40
1.6 Fundamentos teóricos-conceptuales .....	44
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO .....	56

2.1 Área de estudio .....	56
2.1.1 Características físico-naturales.....	57
2.1.2 Características Sociales.....	68
2.2 Metodología.....	74
2.2.1 Determinación de la dinámica de uso del suelo y procesos de cambio. ....	74
2.2.2 Categorización de los procesos de cambio .....	77
2.2.3 Construcción de la Matriz Prospectiva y Matriz Estratégica.....	79
CAPÍTULO III.....	87
RESULTADOS.....	87
3.1 Dinámica de los cambios de coberturas y usos del suelo.....	87
3.2 Semaforización y procesos de cambio .....	96
3.3 Matriz Prospectiva.....	104
3.4 Plan de acción .....	107
DISCUSIONES .....	118
CONCLUSIONES.....	122
RECOMENDACIONES.....	125
REFERENCIAS .....	127

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estudios de cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) en el contexto Internacional.....	14
Cuadro 2. Estudios de cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) en el contexto nacional.....	19
Cuadro 3. Estudios de cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) a nivel Península y Estatal.....	25
Cuadro 4. Extensión de bosques en México 1990-2015.....	31
Cuadro 5. Líneas Estratégicas REDD+ PY.....	34
Cuadro 6. Principales líneas de acción de la EEREDD+ de Quintana Roo.....	38
Cuadro 7. Componentes ASPY.....	40
Cuadro 8. Tipo de escenarios según su enfoque.....	49
Cuadro 9. Tipo de escenarios según su temporalidad.....	50
Cuadro 10. Componentes de la planeación estratégica.....	53
Cuadro 11. Principales corrientes y cuerpos de agua en Quintana Roo.....	58
Cuadro 12. Características de los tipos de suelo del Estado de Quintana Roo.....	59
Cuadro 13. Uso del Suelo y Vegetación del Estado de Quintana Roo.....	62
Cuadro 14. Reclasificación de las CUS.....	65
Cuadro 15. Matriz de cambios.....	74
Cuadro 16. Ecuaciones para determinar indicadores de cambio.....	75
Cuadro 17. Semaforización y descripción de procesos de cambio.....	78
Cuadro 18. Elementos de la Matriz Prospectiva y Estratégica.....	83
Cuadro 19. Matriz de cambio 2007-2011.....	89
Cuadro 20. Matriz de cambio 2011-2014.....	89
Cuadro 21. Matriz de cambio 2007-2014.....	89
Cuadro 22. Indicadores de cambio en el estadio de Quintana Roo 2007-2011.....	91
Cuadro 23. Indicadores de cambio en el estadio de Quintana Roo 2011-2014.....	91
Cuadro 24. Indicadores de cambio en el estadio de Quintana Roo 2007-2014.....	92
Cuadro 25. Tasas de cambio periodos 2007-2011, 2011-2014 y 2007-2014.....	93
Cuadro 26. Semaforización de los cambios de cobertura y uso de suelo para Quintana Roo.....	94
Cuadro 27. Índices de Braimoh de las categorías de análisis.....	102
Cuadro 28. Proyecciones de las coberturas para el año 2020.....	103
Cuadro 29. Matriz Prospectiva.....	103
Cuadro 30. Matriz plan de acción.....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Estado de Quintana Roo en el contexto peninsular y nacional.....	55
Figura 2. Fisiografía del Estado de Quintana Roo.....	56
Figura 3. Geología del Estado de Quintana Roo.....	57
Figura 4. Climas, Temperatura y precipitación del Estado de Quintana Roo.....	57
Figura 5. Hidrología del Estado de Quintana Roo.....	58
Figura 6. Edafología del Estado de Quintana Roo.....	61
Figura 7. Localización y distribución del Uso de Suelo y Vegetación para el Estado de Quintana Roo.....	66
Figura 8. Metodología Prospectiva.....	81
Figura 9. Matriz Prospectiva y Estratégica.....	82
Figura 10. Cambios de Cobertura y Uso de Suelo. Período: 2007-2011.....	86
Figura 11. Cambios de Cobertura y Uso de Suelo. Período: 2011-2014.....	87
Figura 12. Cambios de Cobertura y Uso de Suelo. Período: 2007-2014.....	87
Figura 13. Persistencia y Cambio Período: 2007-2011 y 2011-2014.....	88
Figura 14. Porcentajes de proyectos y superficies aprobadas para el componente servicios ambientales.....	108
Figura 15. Coberturas y uso de suelo coincidentes a los polígonos de Servicios Ambientales.....	109
Figura 16. Porcentajes de proyectos y superficies aprobadas para el componente reforestación y reconversión.....	111
Figura 17. Coberturas y uso del suelo coincidentes con el componente Restauración Forestal y Reconversión Productiva.....	112
Figura 18. Porcentajes de proyectos y superficies aprobadas para compensación ambiental.....	114
Figura 19. Coberturas y uso del suelo coincidentes con el programa de apoyo tiene el de Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.....	115

## ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Habitantes en el estado de Quintana Roo, censo 2000 y 2010.....	67
Grafica 2. Habitantes hombres y mujeres en el estado de Quintana Roo. ....	68
Grafica 3. Población que habla algún tipo de lengua indígena.....	69
Grafica 4 .Población económicamente activa y población económicamente inactiva.....	70
Grafica 5. Escolaridad.....	71
Grafica 6. Superficie inicial de las coberturas y usos de suelo para los años 2007, 2011 y 2014. ....	85

## INTRODUCCIÓN

### Resumen

Las actividades antropogénicas han originado y desarrollado problemas ambientales, los cuales ocurren en las distintas escalas de análisis (global, regional y local) y en los diferentes ambientes (socioculturales y naturales). Es así que se reconoce a las actividades humanas como las principales fuerzas motrices de los procesos de cambios de cobertura y uso de suelo. En Quintana Roo se ha evaluado los procesos de los CCUS, pero estos estudios solo se han llevado en pequeñas regiones del estado. En este trabajo se aborda la descripción cuantitativa y espacial de los cambios que ha tenido lugar las diversas coberturas que conforman al estado de Quintana Roo a través de indicadores e índices de cambio, así como el análisis de las causas y consecuencias de los principales transformadores de cambio, además se plantea tres acciones estratégicas para la conservación de la cobertura forestal, el cual sirva como una herramienta oportuna y precisa en la toma de decisiones.

## **Planteamiento del Problema**

En la actualidad millones de hectáreas de ecosistemas naturales se transforman continuamente para albergar actividades humanas, siendo así que aproximadamente un tercio de la superficie terrestre mundial se utiliza para la agricultura. De continuar con esta tendencia, se pronostica que para el 2050 alrededor de 10 mil millones de hectáreas de ecosistemas naturales se conviertan en terrenos agrícolas (Tilman et al., 2001; Foley et al., 2007; Ramankutty et al., 2008).

Para satisfacer las necesidades de alimentación, vivienda y abastecimiento y consumo de agua, la población mundial se han generado transformaciones en las coberturas terrestres, que se traducen en procesos de cambios como la deforestación, crecimiento urbano, expansión de la frontera agrícola, entre otros (Foley, 2005). A nivel global se tiene documentado que los procesos en el cambio de uso de suelo son más profundos en los llamados países con economías emergentes, estos están caracterizados por su dependencia a las actividades agropecuarias y un rápido aumento de la población (Watson et al., 2001).

La conversión del uso de suelo, o bien, la intensificación de su uso que conlleva a la degradación de la tierra, son los cambios que mayormente se dan en los ecosistemas terrestres (Lambin, 1994; Lambin, 1997; Lambin y Geist, 2006). Estos procesos son producto de las actividades antrópicas, como la agricultura, la ganadería, el aprovechamiento forestal y el crecimiento urbano.

De acuerdo con lo establecido por Manson (2006), los cambios en las coberturas y usos del suelo (CCUS) es una de las principales problemáticas que contribuye al cambio ambiental global, por lo que su análisis requiere de la interdisciplinariedad sujeta a la incorporación de fundamentos teóricos, conceptuales y metodológicos de diferentes áreas del conocimiento.



Muchos países han reconocido a los CCUS como una de las principales causas del deterioro ambiental, es por ello que se ubican en el centro de la investigación ambiental, representando un punto importante en diferentes ámbitos como un medio para entender la mecánica de los procesos de deterioro y una guía para la toma razonada de decisiones sobre el uso del suelo (Najera et al. 2010). Son múltiples y diversos los impactos que ocasionan los CCUS, destacan el calentamiento global, las variaciones climáticas, la pérdida de la biodiversidad, la degradación de los suelos, cambios en las cuencas hidrológicas, entre otros (Lambin et al., 2001; Lambin y Geist, 2002; Angelsen, 2017; Vázquez, 2017).

Uno de los principales procesos de cambio es la deforestación, que es producto del incremento de la frontera agrícola y ganadera, la expansión de zonas urbana, el aumento de los asentamientos humanos, la tala ilegal e inmoderada, los incendios forestales, el ineficiente manejo forestal y la presión que sufren los bosques por la extracción de recursos que se utilizan como materia prima para satisfacer las necesidades de las distintas sociedades (CONAFOR, 2013). A nivel mundial, se considera que la deforestación y la fragmentación de ecosistemas y su remplazo por sistemas agropecuarios, son una de las principales causas de la degradación de los suelos, la pérdida de la biodiversidad y la producción de gases del efecto invernadero (Dupuy et al., 2012).

La dinámica de pérdidas y ganancias que ocurre entre la conversión de los bosques a terrenos agrícolas y el aumento de la superficie forestal en tierras previamente destinadas a la agricultura, permite establecer que en el periodo de 2000 al 2010 en los países tropicales se registró una pérdida neta de 7 millones de hectáreas anuales y un incremento neto de 6 millones de hectáreas para terrenos de uso agrícola. Para el periodo 2010 – 2015 las pérdidas de los bosques se compensaron mediante la combinación de la expansión natural con la recuperación de terrenos agrícolas abandonados, aproximadamente se recuperaron 2.2 millones de hectáreas anuales (FAO, 2016).

En Centro y Sur América se considera que la expansión de los pastizales para la ganadería es una de las principales causas de la pérdida de la cobertura forestal. Los daños por deforestación son incalculables ya que se liberan grandes cantidades de bióxido de carbono a la atmósfera causando la extinción de miles de especies al año. El interés sobre la deforestación tropical radica en la amenaza a los biomas terrestres que son los que contienen los niveles más altos de biodiversidad. Se necesitan datos locales, regionales y nacionales sobre la dinámica de los cambios forestales con la finalidad de llegar a acuerdos ambientales multilaterales y el manejo sostenible de los bosques (Duveiller et al., 2008).

México, con 2 millones de kilómetros cuadrados de superficie, es un país que posee una gran riqueza de recursos naturales y diversidad biológica, esto lo posiciona entre los países con mayor diversidad y riqueza ecológica a nivel mundial, pero padece graves problemas ambientales como la pérdida de especies, contaminación y degradación de los suelos, pero sobre todo resalta la deforestación. Esto se debe al crecimiento poblacional y a la mala administración de los recursos naturales (Céspedes-Flores, 2010).

En México, muchos ecosistemas de diferentes regiones han presentado impactos ambientales severos ocasionados por la actividad humana asociada al crecimiento demográfico que altera la cobertura forestal de manera irreversible (Sahagún y Reyes, 2011). Dentro de los grandes tipos de vegetación de México, han sido las selvas tropicales las que más cambios antropogénicos han sufrido (CONABIO, 2006). Lo anterior obliga a contar con datos sobre el tipo de cobertura que se pierde, así como su localización para así elaborar estrategias que permitan reducir la pérdida de los bosques y sus funciones ecosistémicas (Challenger, 1998).

La deforestación en México es causada principalmente por los cambios de uso de suelo asociados a las actividades agropecuarias, el desarrollo urbano e infraestructura. También se considera que tanto la tala clandestina como los incendios convierten las áreas forestales en zonas más susceptibles para sufrir

cambios en el uso del suelo (FAO, 2010). Otras de las causas que relacionan con este proceso son la ganadería extensiva, el consumo de leña, las plagas y enfermedades, y la agricultura comercial. Lo anterior, sumado a los niveles de pobreza y los factores condicionados por el clima y por la calidad del suelo, contribuye de manera significativa a una mayor deforestación (Deininger y Minten, 1999). El territorio mexicano es de vocación forestal, ya que el 72% (141.7 millones de ha) de su superficie es de uso forestal (Muñoz et al., 2011). En 2011 México tenía aproximadamente 140 millones de hectáreas de comunidades vegetales naturales y 55 millones de hectáreas habían sido transformadas en terrenos agropecuarios, áreas urbanas y otros usos de suelo antrópicos (Flores, 2016).

La selva de la Península de Yucatán, durante varias décadas, ha sido considerada como importante productora de recursos maderables, como cedro, caoba, palo de tinte y chicozapote; la sobreexplotación de estos ha ocasionado un desequilibrio ecológico en esta región (Rebollar et al., 1993; Ruíz y Gómez, 1987). En la década de los 70 del siglo pasado, la península fue objeto de programas federales vinculados con el desmonte de áreas de bosque, la colonización y el desarrollo agropecuario que, en conjunto, ocasionaron una pérdida significativa de los ecosistemas de boques en las décadas siguientes (Challenger y Soberón 2008).

En el estado de Quintana Roo los procesos de CCUS se asocian al crecimiento poblacional, a la migración, al crecimiento de áreas agrícolas aledañas a áreas urbanas y a la expansión de la infraestructura producto del desarrollo turístico (Murray, 2007; Torres 2005; Hiraes et al., 2010). Respecto a la deforestación, las principales causas que han ocasionado este proceso en la entidad son las dinámicas de la expansión de la agricultura y la ganadería (Bray y Klepeis, 2005). En la Zona Maya, ubicado en el centro de Quintana Roo, los procesos de deforestación han sido menores debido a la presencia de suelos no muy aptos para la agricultura comercial y por otra parte a la actividad forestal que se da en esta zona (Ellis et al., 2015).

Los fenómenos naturales son otra causa de los CCUS en el estado de Quintana Roo, ya que impactan directa y negativamente a la cobertura forestal (Mascorro et al. 2014). Estos fenómenos, también han sido aprovechados para acelerar el cambio de uso de suelo, inclusive se han llegado a provocar incendios, destruir dunas, manglares y zonas de selva baja con el fin de reportarlas como afectadas e improductivas (Calmé et al., 2011).

### **Preguntas de investigación**

1. ¿Qué acciones estratégicas se requieren implementar para la conservación de los ecosistemas de bosque de Quintana Roo?
2. Durante los periodos 2007-2011 y 2011-2014 ¿Qué cambios de cobertura y uso del suelo ocurrieron en Quintana Roo?
3. ¿Cuáles son los principales procesos de cambio en Quintana Roo que generan impactos significativos?

### **Hipótesis**

La conservación de las masas forestales del estado de Quintana Roo requiere del diseño, ejecución y evaluación de acciones estratégicas a cargo de los tomadores de decisiones y especialistas en el área, así como de los habitantes que hacen uso de estos recursos, para lograr con ello un aprovechamiento y manejo sustentable.

## **Objetivos**

### **General**

Establecer acciones estratégicas que contribuyan a la conservación de la cobertura forestal en el estado de Quintana Roo.

### **Particulares**

- Caracterizar los CCUS de Quintana Roo a partir de mapas de uso de suelo y vegetación de los años 2007, 2011 y 2014, para determinar indicadores e índices cambio.
- Evaluar los procesos de cambio en el estado de Quintana Roo para categorizarlos en función de los impactos que estos ocasionan.
- Determinar la tendencia de los CCUS de Quintana Roo para el año 2020, para definir acciones estratégicas que contribuyan a la conservación de la cobertura forestal.

## **Justificación**

Este trabajo de tesis está ubicado en la línea de investigación Gestión y Administración Ambiental, que tiene por objetivo el desarrollo de actividades de investigación para el sector social, con especial interés en el estudio de los problemas regionales, urbanos y económicos para la implementación de alternativas viables de transformación de la realidad socioeconómica y territorial.

Los estudios de planeación requieren la participación interdisciplinaria, particularmente en la evaluación de tierras y estudios de suelos, pueden requerir de una cantidad importante de infraestructura, dinero y trabajo; sobre todo si se dispone de poca información, o ésta es muy general, obsoleta o de calidad inadecuada (Ortiz, 1999).

Los estudios de cambios de cobertura y uso del suelo se ubican en el centro de la investigación ambiental (Bocco et al., 2001; Nájera et al., 2010), debido a que son considerados como uno de los principales problemas que tienen lugar a nivel local, regional y global. Los cambios de cobertura y uso de suelo son resultado de una compleja interacción entre el ser humano y el medio biofísico; actúan sobre un amplio rango de escalas espaciales y temporales (Verburg et al., 1999).

Durante décadas las actividades humanas han sido reconocidas como la principal causa del cambio contemporáneo de las coberturas terrestres (Meyer y Turner II 1994; Velázquez y Bocco 1994; Foster et al., 1999; Verburg et al., 1999). Las antrópicas tienen un impacto considerable sobre la diversidad biótica en todo el mundo, en el clima global y local, en los ciclos biogeoquímicos, en la degradación y calidad del suelo, la hidrología, la seguridad alimentaria y el bienestar humano (Trimble et al., 2000; Foody, 2002); también afectan la capacidad de los sistemas biológicos (Tran et al., 2015). Sin embargo, los cambios de uso del suelo no tienen efectos negativos únicamente, algunos están relacionados con el aumento del rendimiento de alimentos, con efectos positivos para la salud, el bienestar y la riqueza de los pueblos (Lambin y Geist, 2006).

En este trabajo se caracterizaron los cambios de cobertura y uso del suelo del estado de Quintana Roo para los periodos 2007-2011 y 2011-2014, esto con la finalidad de identificar los principales procesos de cambio que ocurren en este territorio, así como los impactos que generan cada uno de estos para el diseño de acciones estratégicas que contribuyan a la conservación de la cobertura forestal que caracteriza a esta entidad. Estas acciones pueden ser el referente para que los tomadores de decisiones, o bien, las autoridades responsables del cuidado de estos ecosistemas las ejecuten y evalúen para obtener con ello un mejor aprovechamiento y manejo sustentable de estos recursos que pueden generar servicios ambientales para el beneficio de los habitantes de la entidad.

# CAPÍTULO I

## MARCO REFERENCIAL

### 1.1 Antecedentes

El estudio de los cambios de cobertura y uso de suelo se ha llevado a cabo en diferentes espacios geográficos con criterios multitemporales a diferentes escalas (regional, nacional, estatal, local). En las investigaciones de CCUS se han aplicado diferentes metodologías, técnicas, herramientas, software, insumos cartográficos para identificar los principales usos de suelo, las coberturas que estos ocupan y los factores que han impulsado su cambio. De este modo es posible hacer un análisis de las principales dinámicas que ocurren en un territorio determinado, con lo cual es posible modelar escenarios con las tendencias de los datos encontrados. A continuación se presenta diversos estudios sobre cambios de cobertura y uso de suelo en contexto internacional, nacional, regional y estatal (Cuadro 1, 2 y 3).

**Cuadro 1. Estudios de cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) en el contexto Internacional.**

Fuente	Título	Objetivos	Insumos Cartográficos	Área de estudio
<b>Akinyemi, (2017)</b>	Land change in the central Albertine rift: Insights from analysis and mapping of land use-land cover change in north-western Rwanda	Se tiene cuatro objetivos: 1. Identificar y mapear los principales tipos de usos de suelos-coberturas del suelo, 2. Analizar los cambios de usos de suelos-coberturas del suelo en un periodo de 29 años, 3. Identificar los impulsores de los cambios observados, y 4. Hacer recomendaciones para minimizar los impactos negativos de los cambios del suelo.	Como insumos se utilizaron tres imágenes satelitales correspondientes a las fechas: a) 07 agosto 1987 (Landsat 5), b) 31 de enero 2003 (Landsat 7), y c) 19 de junio (Landsat 8).	Noreste de Ruanda en la sección central de la falla Albertine, África.
<b>Da Silva (2014)</b>	Conversion of land use and cover in northwest Amazon (Brazil)	Analizar la conversión del uso de la tierra y la cobertura desde diferentes perspectivas, con respecto a las técnicas de geoprociamiento y	Se consideraron imágenes Landsat 5 de los años 2004 y 2010.	Sureste del estado de Roraima, Brasil (América del Sur).

		teledetección en dos periodos diferentes en el sureste del estado de Roraima, Brasil.		
<b>Mancilla et al. (2017)</b>	Dinámica del uso y cobertura del suelo en las dehesas de Sierra Morena (Parque Natural Sierra Norte de Sevilla, España), 1956-2007	Analizar los cambios en el uso y cubierta del suelo de las dehesas en el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla (Sierra Morena), durante el periodo 1956-2007.	Se utilizó un layer de Red Natura 2000 en Andalucía, en formato shape a escala 1:10 000. Además el mapa base de uso del suelo y cobertura del suelo de Andalucía para 1956, 1999, 2003 y 2007, escala 1: 25 000.	Parque Natural Sierra Norte de Sevilla (Reserva de la Biosfera Sierra Morena), sur de España (Europa).
<b>Rimal (2011)</b>	Application of remote sensing and gis,land use/land cover change in Kathmandu Metropolitan city, Nepal	1. Analizar el cambio en el uso del suelo y el patrón de cobertura del suelo de 1976 a 2009, y 2. Predecir el uso de la tierra / cobertura del suelo en el año 2017 utilizando el modelo de Markov.	Los insumos cartográficos fueron imágenes Landsat 2 del 28 de octubre de 1976, imagen Landsat 5 del 31 de octubre de 1989, imágenes del Landsat 7, una del 27 de diciembre de 2001 y otra del 15 de enero de 2009. Además se utilizaron mapas topográficos de 1978 (1: 50 000) y 1992 (escala 1:25 000) obtenidos del Land Resource Mapping Project.	Katmandú, la ciudad capital de Nepal (Asia).
<b>Zaehringer et al. (2015)</b>	Revealing Regional Deforestation Dynamics in North-Eastern Madagascar- Insights from Multi-Temporal Land Cover Change Analysis	Los principales objetivos del estudio fueron 1. Cuantificar los principales cambios en la extensión de los bosques y las diferentes clases de cobertura del suelo agrícola; y 2. Identificar y comprender la dinámica principal entre diferentes clases de cobertura del suelo en dos periodos 1995-2005 y 2005-2011.	Los insumos cartográficos fueron obtenidos del Landsat 5 Thematic Mapper (TM) y Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper + (ETM +) para los años 1995, 2005 y 2011.	Noreste de Madagascar, África.
<b>Prakash (2016)</b>	District-wise change analysis of land use-land cover in Delhi territory using remote sensing & GIS	Determinar los cambios en uso y cobertura del suelo durante el periodo 2008-2012 en Delhi, India, utilizando técnicas de Teledetección y SIG y factores derivados de los cambios y los efectos adversos de estos cambios en el sustento de las personas y las comunidades locales.	Se utilizaron dos imágenes: Indian Remote Sensing (IRS-P6). Las imágenes del sensor de escaneo automático de imágenes lineales (LISS-III) para el año 2008 y 2012 fueron adquiridas por la Agencia Nacional de Teledetección, Hyderabad, India.	Delhi, India.
<b>Sumiya, (2017)</b>	Land use and land cover mapping and identification of misuse in the permanent preservation areas	1. Mapear el municipio de Tailandia a escala 1: 20,000, 2. Identificar la distribución espacial de varios tipos de uso de la tierra y cobertura del suelo, 3. Analizar el contexto y la distribución espacial de las áreas de	Se utilizaron 16 imágenes satelitales RapidEye del 2012 y 8 imágenes del satélite Spot-5 de 2008.	Municipio de Tailandia, ubicado en el noreste de Pará, Brasil.



	in the Tailândia Municipality – PA	preservación permanente e identificar áreas de uso indebido.		
<b>Abd et al. (2011)</b>	Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data	Se establecieron 5 objetivos para este estudio: 1. Proporcionar mapas de uso de la tierra y cobertura de la tierra recientes e históricos para el delta occidental del Nilo de Egipto, a través de la integración de la clasificación supervisada de máxima verosimilitud y la interpretación visual de datos de teledetección; 2. Identificar la tendencia a largo plazo de los cambios de uso de la tierra y cobertura de la tierra a través del seguimiento de los cambios de las imágenes Landsat multitemporales, mediante la comparación posterior a la clasificación; 3. Determinar las causas de los cambios a través de la comparación espacial de los mapas de uso de la tierra y cobertura de la tierra producidos; 4. Proporcionar recomendaciones de políticas con respecto a las mejoras apropiadas hacia una mejor gestión de uso de la tierra y cobertura de la tierra; 5. Identificar lugares que faciliten el uso efectivo del riego de agua y la recuperación de tierras privadas	Los datos utilizados en este estudio fueron cuatro imágenes Landsat, incluida una imagen de mapeo temático adquirida el 11 de septiembre de 1984 y tres imágenes mejoradas de mapa temático Plus adquiridas del 2 de diciembre de 1999, en 2005 (un mosaico de dos imágenes del 28 de marzo y 12 de agosto) , y el 13 de diciembre de 2009. Estas series temporales de imágenes de Landsat fueron adquiridas durante las temporadas de crecimiento y están disponibles gratuitamente en el archivo Landsat del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Todas las bandas visibles e infrarrojas (excepto la banda infrarroja térmica) se incluyeron en el análisis. Se digitalizaron cinco mapas topográficos (escala 1: 50,000), los cuales se utilizaron para comprobar el terreno después de haber corregido geoméricamente las imágenes de satélite.	Región occidental del delta del Nilo, Egipto (África). Ubicada entre el camino del desierto Cairo-Alexandria y el camino del desierto de Natrun-Alamien.
<b>Alvarado y Araya (2013)</b>	Cambios de uso del suelo y crecimiento urbano. Estudio de caso en los municipios conurbados de la Mancomunidad Metrópoli de Los Altos, Quezaltenango, Guatemala	Se utilizaron fotografías aéreas correspondientes a los años 1964, 1970, 1982 y 1990, y las ortofotos de 2002 y 2006, obtenidas en el Instituto Geográfico Nacional de Guatemala.	Analizar los cambios de uso del suelo y el crecimiento urbano que ha sufrido el territorio que comprende los municipios conurbados de la Metrópoli de los Altos, Quezaltenango, Guatemala, como un indicador de la intensidad de uso del territorio.	La Mancomunidad Metrópoli de los Altos, integrada por los municipios conurbados a este territorio: Quezaltenango, Salcajá, La Esperanza, Olinstepeque y San Mateo, en Guatemala (Centroamérica).
<b>Bahadur y Murayama (2012)</b>	Scenario based urban growth allocation in Kathmandu Valley, Nepal	Estudiar el desarrollo urbano y optimizar los patrones espaciales del futuro crecimiento urbano en el Valle de Kathmandu, Nepal.	Los insumos utilizados fueron tres mapas de uso de la tierra para los años 1991, 2000 y 2010 basados en datos de teledetección. Los dos primeros mapas se obtuvieron de Thapa (2009), mientras que el otro se preparó a partir del Advanced Land Observation Satellite (ALOS).	Valle de Kathmandu, localizado en la posición central del Este de Nepal (Asia Meridional).

<b>Baluja et al. (2010)</b>	Análisis de factores explicativos del crecimiento urbano en el Área Metropolitana de Granada mediante técnicas estadísticas y SIG	Analizar los factores espaciales que incidieron en el crecimiento urbano del Área Metropolitana de Granada durante el periodo 1990-2000.	Se utilizó la cartografía del Corine Land Cover (Base de Datos del Continente Europeo, respecto la ocupación del suelo a escala 1:100 000).	Área Metropolitana de Granada (AMG), compuesta por 32 municipios originalmente. Se localiza al Sureste de España, dentro de la Comunidad de Andalucía, al Suroeste de la Provincia de Granada (Europa).
<b>Bond et al. (2012)</b>	Land-cover change and human population trends in the greater Serengeti ecosystem from 1984-2003.	Identificar las razones del crecimiento de la población humana y el cambio de la cobertura vegetal alrededor de las áreas protegidas del Serengeti (actualmente "parque"), y relacionar la conversión agrícola del periodo 1984-2003 con las tendencias de la demografía humana.	Los insumos fueron imágenes de satélite Landsat TM y ETM+ de los años 1984, 1987, 2002 y 2003. También se incluyeron datos demográficos del Censo Nacional de Tanzania del año 2002, a nivel distrito.	Parque Nacional Serengeti. Comprende las Áreas Protegidas: Área de Conservación de Ngorongoro y la Reserva Nacional Maasai Mara, así como las áreas circundantes a Maasai, en la región de Narok, en Kenia (África).
<b>García, Santé, y Crecente (2010).</b>	Análisis de los factores que condicionan la evolución de los usos del suelo en los pequeños asentamientos urbanos de la Costa Norte de Galicia.	Analizar la evolución de los usos del suelo en un área rural-urbana de la Costa Norte de Galicia, identificando los procesos de cambio de los pequeños asentamientos urbanos característicos de las áreas periféricas gallegas.	Se utilizó ortofotografías de los años 1995 y 2003, el mapa de parcelas catastrales de 1995, los datos de la Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales (EIEL) de los años 2000 y 2005, mapas de uso del suelo y carreteras de 1995, y un Modelo Digital del Terreno (MDT).	Costa Norte de Galicia, España (Europa).
<b>Grecchi et al. (2014).</b>	Land use and land cover changes in the Brazilian Cerrado: A multidisciplinary approach to assess the impacts of agricultural expansion.	Presentar un enfoque multidisciplinario para evaluar los cambios históricos de cobertura y uso del suelo y los impactos que ocasionan al medio ambiente en el Sureste del Estado de Mato Grosso, una región donde el Cerrado Brasileño ha sido intensamente convertido en suelos agrícolas.	Se utilizaron imágenes de satélite Landsat TM del periodo seco para tres años: 1985, 1995 y 2005. Este conjunto de datos fue complementado con imágenes MODIS y Landsat de diferentes fechas, y un Modelo Digital de Elevación.	Porción Sureste del Estado de Mato Grosso, Brasil (América del Sur).
<b>Hansen et al. (2014)</b>	Monitoring conterminous United States	Cuantificar la pérdida contigua de la cubierta forestal y el aumento del suelo desnudo, en el	Datos Landsat y LIDAR. Como complemento se utilizaron imágenes del Google Earth para validar la cartografía resultante.	Estados Unidos (América del Norte).

	(CONUS) land cover change with Web-Enabled Landsat Data (WELD)	periodo que comprendió los años 2006 y 2010 para los Estados Unidos.		
<b>Haregeweyn et al. (2012)</b>	The dynamics of urban expansion and its impacts on land use/land cover change and small-scale farmers living near the urban fringe: A case study of Bahir Dar, Ethiopia	Evaluar la dinámica de la expansión urbana y sus impactos en el cambio de cobertura y uso del suelo, y en los medios de subsistencia de los pequeños agricultores que viven cerca de la periferia urbana de Bahir Dar, en el Noroeste de Etiopía.	Se utilizaron fotografías aéreas de los años 1957, 1984 y 1994, así como cartografía de campo a través del uso del GPS para el año 2009. Se entrevistaron a 271 jefes de familias que fueron afectados por la expansión urbana, para evaluar los impactos de las modalidades de expansión y de compensación en la práctica.	Bahir Dar, capital del Amhara Estado Regional Nacional; se encuentra en el borde Sur del Lago de Tana, la fuente del río Nilo Azul (Abay), en la porción Noroeste de Etiopía (África).
<b>Kanianska et al. (2014)</b>	Land-use and land-cover changes in rural areas during different political systems: A case study of Slovakia from 1782 to 2006	Analizar la magnitud de los cambios de cobertura y uso del suelo, resultado de las fuerzas motrices correspondientes a los diferentes sistemas políticos (monarquía, revolucionario y la nueva era) en tres sitios distintos de Eslovaquia, durante el periodo 1782-2006.	Fue necesario mapas históricos de la primera, segunda y tercera cartografía militar del Imperio Húngaro (1782, 1846 y 1876) y el Checoslovaco; y mapas históricos de la primera cartografía militar de la Monarquía de los Habsburgo (1764-1787), así como la segunda (1810-1869) y tercera (1875-1884). También se consideró la cartografía topográfica militar del imperio Checoslovaco del periodo 1952-1957, así como imágenes de satélite Landsat TM, ETM+, SPOT 5 e IRS P6 de los años 1990, 2000 y 2006.	Catastro de Král'ov Brod (tierras bajas características de los usos de suelo agrícola), catastros Ocová y Dúbravy (zona montañosa con usos de suelo mixto agrícola con forestal) y Liptovská Teplicka (zona montañosa dominada por bosques), en Eslovaquia (Europa).
<b>Klein et al. (2012)</b>	Regional land cover mapping and change detection in central Asia using MODIS time-series	Elaborar mapas de cobertura del suelo de Asia Central para analizar los cambios detectados en las coberturas y usos del suelo de esta región, durante el periodo que comprende los años 2001 y 2009.	Se utilizaron datos de referencia correspondientes a dos series de tiempo (años 2001 y 2009), derivados de información espectral MODIS.	Región de Asia Central, la cual es considerada la zona de las antiguas repúblicas de la Unión Soviética de Kazajstán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán.
<b>Liu, Huang, y Zhong (2014)</b>	Environmental Effects of land-use/cover change caused by urbanization and policies in	1. Explorar cómo los cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) cambiaron en una zona de Karst en el Suroeste de China, durante el periodo 1996-2010, 2. Determinar el efecto de los CCUS y la política de urbanización sobre el medio ambiente de Karst, y 3. Proponer	Se utilizaron como insumos cartográficos imágenes de satélite Landsat-TM de los años 1996, 2000, 2006 y 2010.	Zona de Karst, ubicada en la ciudad de Guiyang, en el Suroeste de China (Asia).

	Southwest China Karst area – A case study of Guiyang	algunas políticas para el desarrollo sostenible en la zona Karst, bajo el nivel continuo probable de la urbanización y los CCUS.		
<b>Mas, Pérez, y Clarke (2012)</b>	Assessing simulated land use/cover maps using similarity and fragmentation indices	Elaborar y comparar mapas simulados generados por dos modelos computacionales (Land Change Modeler y DINAMICA), para replicar el patrón del paisaje y evaluar estos mapas utilizando métricas basadas tanto en el patrón de coincidencia, así como en el paisaje espacial.	Se utilizaron mapas de cobertura y uso del suelo de los años 1986 y 1994.	Las tierras bajas de Bolivia, ubicadas aproximadamente a 200 km al Norte / Noroeste de Santa Cruz de la Sierra (América del Sur).
<b>Munthali y Murayama (2011)</b>	Land use/cover change detection and analysis for Dzalanyama forest reserve, Lilongwe, Malawi	Presentar un análisis de escenarios que permita cuantificar, y a su vez, sea el referente para la proyección de las tendencias actuales y futuras de la deforestación en la reserva forestal de Dzalanyama.	Fueron necesarios dos imágenes de satélite Landsat TM de los años 1990 y 2000, así como una imagen multiespectral ALOS del año 2008. Para evaluar la exactitud o precisión de los mapas derivados de las imágenes de satélite, se consideraron fotografías aéreas e imágenes GeoEye del Google Earth.	Reserva forestal de Dzalanyama, ubicada al Oeste del Sur de Lilongüe, capital de Malawi (África).
<b>Promper et al. (2014)</b>	Analysis of land cover changes in the past and the future as contribution to landslide risk scenarios	Analizar los cambios de cobertura y uso del suelo ocurridos en Waidhofen/Ybbs, Austria, durante el periodo que comprende los años 1962 y 2005, para realizar escenarios futuros asociados con la cobertura del suelo que coadyuven hacia la identificación de futuros procesos que conlleven a la generación de riesgos geológicos, en especial, los deslizamientos.	Los insumos cartográficos fueron fotografías aéreas de los años 1962, 1979 y 1988, así como ortofotografías de los años 1992 y 2005.	Waidhofen/Ybbs, ubicada en la Provincia Baja de Austria (Europa).

**Cuadro 2. Estudios de cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) en el contexto nacional.**

Fuente	Título	Objetivos	Insumos Cartográficos	Área de Estudio
<b>Camacho et al. (2011)</b>	Procesos y cambios de ocupación del suelo en un espacio geográfico de México. 1976 y 1993	Analizar los procesos y cambios de ocupación del suelo ocurridos en el territorio del Estado de México en los años 1976 y 1993.	Se utilizaron los mapas de uso del suelo y vegetación de la Serie I y Serie II del INEGI.	Estado de México.
<b>Chapa, Sosa, y Alba (2008)</b>	Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México	Determinar el grado y patrón de fragmentación del mosaico de rodales forestales de la Sierra Fría.	Como insumos se utilizaron fotografías aéreas de marzo de 1956, fotografías del vuelo SINFA del 6 de abril de 1970 y fotografías del vuelo SINFA del 2 de febrero de 1993 del INEGI. También se consideraron la carta topográfica y la carta de uso del suelo de "Sierra Fría, Zona Centro", ambas a escala 1:50 000 y editadas por el INEGI. Como material digital se incluyeron la imagen de satélite Landsat TM de 1993 de Aguascalientes y ortofotografías digitales escala 1: 20 000.	La Sierra Fría, en Aguascalientes.
<b>Garibay y Bocco (2011)</b>	Cambios de uso del suelo en la meseta purépecha (1976 -2005)	Se establecieron 4 objetivos: 1. Dimensionar el cambio de uso del suelo durante los últimos 30 años (1976-2005); 2. Mostrar las tendencias del cambio de uso del suelo y sus efectos generales en el ecosistema; 3. Precisar las causas que provocan estos cambios de uso del suelo y el papel de las comunidades indígenas en dichos cambios; y 4. Ofrecer lineamientos para el desarrollo de políticas públicas acordes con el buen manejo	La Serie I del INEGI de 1976, el Inventario Forestal Nacional (2000) y tres imágenes de satélite del sensor SPOT 5 del año 2005.	La meseta Purépecha, considerando los municipios de: Charapan, Cherán, Los Reyes, Nahuatzen, Nuevo Parangaricutiro, Paracho, Peribán, Tancítaro, Tingambato, Uruapan y Ziracuaretiro, en el Estado de Michoacán.

		del ecosistema regional y el beneficio de las comunidades indígenas de la región.		
<b>Mas y Fernández (2003)</b>	Una evaluación cuantitativa de los errores en el monitoreo de los cambios de cobertura por comparación de mapas	Evaluar y cuantificar los errores relacionados con el análisis del cambio de cobertura por comparación de mapas.	Se utilizó cartografía de uso del suelo y vegetación (USV) del INEGI, escala 1:250,000 y 1:1000,000, y la del Inventario Nacional Forestal de 1994 y el Inventario Forestal Nacional 2000.	Estado de Michoacán, y los Estados limítrofes de Jalisco, Colima, Estado de México, Guanajuato, Querétaro y Guerrero.
<b>Mas y Flamenco (2011)</b>	Modelación de los cambios de coberturas/ uso del suelo en una región tropical de México	Se establecieron dos objetivos: 1) Modelar los cambios de cobertura y uso del suelo en una región del trópico mexicano que ha presentado altas tasas de deforestación, durante las últimas décadas; y 2) Evaluar el modelo para identificar sus potenciales y limitaciones.	Se utilizaron imágenes Landsat ETM+ de la época seca de los años 1986, 1995, 2000, 2008 y 2009. También se utilizó un modelo digital de elevación, mapas de pendientes, distancia a carreteras, distancia a poblaciones, distancia a rasgos hidrográficos, distancia a ciertos cambios de uso del suelo, Áreas Naturales Protegidas y mapas de tenencia de la tierra.	Los municipios de Berriozabal, Copainalá, Francisco León Ocoatepec, San Fernando, Tecpatán. También se incluyeron las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) de las regiones norte de los municipios de Cintalapa, Jiquipilas y Ocozocoautla, en el Estado de Chiapas.
<b>Mas et al. (2009)</b>	La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana	Analiza la cobertura y uso del suelo, los ejercicios de evaluación de su calidad que lo acompañaron y se discute la importancia de estas evaluaciones.	Como insumos cartográficos se utilizó las principales bases de datos sobre uso del suelo y vegetación a nivel nacional y a una escala semidetallada (1:250,000); las series I (1968-1986) y II (1993-1996), provenientes del INEGI; y los inventarios nacionales forestales (de 1994 y 2000) realizados por el Instituto de Geografía de la UNAM.	México.
<b>Pineda et al (2009)</b>	Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante	Describir los cambios en la cobertura y uso del suelo sucedidos en el Estado de México, en el periodo 1993-2002.	Se utilizaron mapas digitales de vegetación y uso del suelo escala 1: 250,000 de la serie II de 1993(t1) y serie III (t2) de 2002 INEGI.	Estado de México.

	sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación		Se hizo una reclasificación para eliminar inconsistencias. Para el análisis de los cambios se utilizó el módulo de IDRISI Andes Land Change Modeler for Ecological Sustainability. Se recopilaron 19 variables a nivel municipal de los Censos de Población y Vivienda de 1990 y 2000.	
<b>Pineda et al. (2008)</b>	Cambios de ocupación del suelo y análisis de transiciones sistemáticas en el Estado de México (México) mediante Tecnologías de la Información Geográfica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar la distribución y cuantificar la magnitud de los cambios ocurridos en la ocupación del suelo en el Estado de México durante el periodo 1993 y 2000, destacando las pérdidas, ganancias, cambio total, cambio neto e intercambios entre cada una de las categorías evaluadas.</li> <li>2. Analizar la vulnerabilidad que presentan las ocupaciones del suelo a ser transformadas a otras categorías mediante el cálculo de índices de persistencia; y</li> <li>3. Detectar los cambios más significativos del paisaje a través del cálculo de transiciones sistemáticas y aplicando un modelo de estimación de los procesos de deforestación en términos de ganancias y pérdidas.</li> </ol>	Se utilizaron los mapas de uso del suelo y vegetación de la Serie II (1993) del INEGI y el Inventario Nacional Forestal del año 2000 (IFN2000).	Estado de México.
<b>Pineda et al. (2011)</b>	Análisis de los factores inductores de los cambios ocurridos en la superficie forestal del Estado de México en el periodo 1993-2000.	Conocer y relacionar las causas que han inducido la pérdida de la superficie forestal en el Estado de México.	Se utilizaron dos mapas digitales de coberturas forestales escala 1:250,000 (INE). Un mapa de 1993 serie II INEGI y otro del año 2000 (IFN2000).	Estado de México.
<b>Rosete et al. (2009)</b>	Contribución al análisis del cambio de uso del suelo y vegetación (1978-2000) en la Península de Baja California, México.	Conocer los principales procesos de cambio de uso del suelo y vegetación en la Península de Baja California, en particular, aquellos asociados con los cambios en el matorral xerófilo, los usos agropecuarios y el crecimiento de la mancha urbana, con la finalidad de explorar posibles tendencias de cambio y la identificación de ventanas para	Se utilizaron las cartas del INEGI (Serie I) y las correspondientes al Inventario Nacional Forestal 2000, escala 1:250,000, ambas en formato digital. También se utilizó el mapa del límite de la Península de Baja California, de acuerdo con el Marco Geoadministrativo Municipal 2000, escala 1:250,000 del INEGI.	La Península de Baja California.

		estudiar los procesos de cambio a mayor detalle.		
<b>Valdez, Aguirre, y Ángeles (2011)</b>	Análisis de los cambios en el uso del suelo en la cuenca del río Metztlán (México) usando imágenes de satélite: 1985-2007.	Analizar los cambios en la cobertura vegetal y usos del suelo en la cuenca del río Metztlán durante el periodo 1985-2007, mediante técnicas de clasificación supervisada de imágenes Landsat.	Imágenes Landsat 5 TM de 1985 y Landsat 7 ETM+ de 2007.	La cuenca del río Metztlán, localizada en el Estado de Hidalgo (89.9%) con dirección sureste-noroeste, aunque pequeñas porciones pertenecen a los Estados de Veracruz (6.4%) y Puebla (3.7%).
<b>Zepeda et al. (2012)</b>	Análisis del cambio del uso del suelo en las ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática	Determinar el cambio de uso de suelo ocurrido entre 1973 y 2008 en las ciénegas de Lerma y relacionarlo con la diversidad de la vegetación acuática que conservan.	Se utilizaron como insumos cartográficos las imágenes Landsat MSS de 1973, Landsat TM de 1989 y SPOT 2008.	Las ciénegas de Lerma, ubicadas en el curso alto del río Lerma en el Estado de México.
<b>Camacho, Pérez y Pineda (2015)</b>	Modelado de cambios de cobertura y uso del suelo: escenarios prospectivos en el Estado de México. Estudio de caso Amanalco de Becerra	Evaluar la dinámica y los procesos de transformación ocurridos en el municipio de Amanalco de Becerra, Estado de México, mediante la construcción de un modelo espacialmente explicativo de cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS).	Los insumos cartográficos que se utilizaron son mapas de uso de suelo y vegetación de los años 1989, 1997 y 2009, y algunas variables espaciales de proximidad, físico-geográficas, ambientales y de explotación de la tierra.	Municipio de Amanalco de Becerra, Estado de México.
<b>Rosete et al. (2014)</b>	El avance de la deforestación en México 1976-2007	Se presentan 5 objetivos: 1. Calcular las tasas de cambio de uso del suelo y vegetación para el periodo de 1976 (Serie I de INEGI) a 2007 (Serie IV de INEGI). 2. Utilizar al INF 2000 (Mas et al., 2002) como fecha intermedia, con la finalidad de conocer si existe diferencia en las tasas si se calculan en dos periodos (1976-2000 y 2000-2007). 3. Confirmar que las tasas de cambio han disminuido. 4. Identificar si la superficie etiquetada como vegetación secundaria en el 2007 responde a un proceso de recuperación de la cobertura vegetal, y 5.	Mapas digitales de vegetación y uso de suelo, escala 1:250,000, de la serie I y serie II del INEGI.	México.



		Comparar los resultados obtenidos con las cifras oficiales existentes.		
<b>Osorio et al. (2014)</b>	Análisis y modelación de los procesos de deforestación: un caso de estudio en la cuenca del río Coyuquilla, Guerrero, México	Analizar los cambios de cubierta y uso del suelo en la cuenca del río Coyuquilla, en Guerrero, México, durante los periodos 1986-2000 y 2000-2011.	Se utilizaron imágenes de satélite Landsat MSS (año 1986), ETM+ (año 2000) y SPOT (año 2011). Como referencia se emplearon los mapas de cubierta y uso del suelo a una escala 1:250,000 de la serie I (1976), serie II (1993) y serie IV (2007) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el mapa del Inventario Forestal Nacional (IFN) 2000.	La cuenca del río Coyuquilla, localizada en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, al suroeste del Estado de Guerrero.
<b>Vázquez y Roldán (2010)</b>	Evaluación de los cambios de cobertura del suelo en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México (1973-2006)	Establecer los cambios de cobertura del suelo de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán (RBBM) en el periodo 1973-2006, así como la estimación de la tasa y dirección de cambio de las coberturas consideradas.	Se utilizaron sub-escenas de tres imágenes satelitales de la zona de Pachuca de Soto, Hidalgo, México; dos Landsat MSS y ETM+ de los años 1973 y 2006, respectivamente, y una imagen SPOT de la misma región del año 2006.	La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, localizada en el centro-este del Estado de Hidalgo.
<b>Pérez, Mas, y Ligmann (2012)</b>	Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest	Desarrollar y evaluar los mapas de cambio potencial producidos por dos modelos espacialmente explicativos y aplicados a un bosque tropical caducifolio en el oeste de México.	Se utilizaron mapas de cobertura y uso del suelo, derivados de la interpretación visual de fotografías aéreas del año 1986 y las imágenes Landsat de los años 1993 y 2002. Para modelar los cambios de cobertura y uso del suelo se utilizaron los programas DINAMICA EGO e IDRISI versión 16.05	Estado de Colima.

**Cuadro 3. Estudios de cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) a nivel Península y Estatal.**

Fuente	Título	Objetivos	Insumos Cartográficos	Área de Estudio
<b>Dupuy et al. (2007)</b>	Cambios de cobertura y uso del suelo (1979-2000) en dos comunidades rurales en el noroeste de Quintana Roo	a) Analizar los CCUS ocurridos en el periodo 1979-2000; b) Interpretar dichos cambios a la luz de factores ecológicos, geográficos, socioeconómicos e institucionales; y c) Discutir las posibles tendencias en los CCUS futuros en función de las actuales actividades productivas, políticas institucionales y tendencias climáticas.	Fotografías aéreas escala 1:75,000 en tonos de gris, de dos fechas distintas: febrero de 1979 y enero de 2000. Adicionalmente se utilizaron imágenes de satélite Landsat MSS de 1976 y Landsat TM de 2000.	Las comunidades de Solferino y San Ángel, Quintana Roo.
<b>García, Schmook, y Carvajal (2005)</b>	Dinámica en el uso del suelo en tres ejidos cercanos a la ciudad de Chetumal, Quintana Roo	Cuantificar las dinámicas en los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal (1990 al 2000), utilizando dos imágenes Landsat ETM, en tres ejidos cercanos a la ciudad de Chetumal, hacer una proyección al futuro con las cadenas de Markov y por medio de entrevistas y archivos del Registro Agrario Nacional explorar las causas inmediatas y subyacentes.	Imágenes Landsat ETM de los años 1990 y 2000 correspondientes a la temporada de secas.	Ejidos Laguna Guerrero, Úrsulo Galván y el poblado de Luis Echeverría, Quintana Roo.
<b>Falcón (2014)</b>	Dinámica de cambio en la cobertura/uso del suelo, en una región del estado de Quintana Roo, México	Determinar y analizar la dinámica de cambio en la cobertura del suelo de diversos ejidos en los municipios Felipe Carrillo Puerto, Bacalar y Othón P. Blanco del estado de Quintana Roo, México, así como evaluar la influencia que las políticas públicas han tenido sobre dicha dinámica a través de los años a partir de la implementación del Plan Piloto Forestal (PPF) en el año de 1984.	Se utilizaron imágenes Landsat TM comprendidas entre los años 1984-2001. También se requirió de imágenes SPOT correspondientes a los años 2003, 2004, 2006, 2010 y 2012.	Ejidos Noh-Bec, Petcacab, los Divorciados, Plan de la Noria, Manuel Ávila Camacho, Kuchumatán, Maya Balam, Lázaro Cárdenas, Emiliano Zapata, Valle Hermoso, Gustavo Díaz Ordaz y Reforma Agraria.
<b>Cortina et al. (1999)</b>	Cambios en el uso del suelo y deforestación en el sur de los estados de Campeche y Quintana Roo, México	a) Examinar que proporción de la superficie de selvas y sabanas fue transformada en áreas agrícolas y ganaderas en el periodo comprendido entre 1975 y 1990; b) Delimitar las áreas transformadas; y c) Explorar las causas que impulsaron y frenaron el cambio de uso del suelo.	Imágenes Landsat de los años 1975, 1986 y 1990 del Paht 20/Row 47 (Campeche), imágenes Landsat de los años 1975, 1984 y 1990 del Path 19/Row 47 (Quintana Roo). También se utilizaron mapas de uso de suelo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos (SARH, 1976), mapas de uso de suelo y vegetación de INEGI de 1985 en escala 1:250,000 y una línea de fotografías	Ejidos a lo largo de la carretera Escárcega-Chetumal.

			aéreas de los años 1984-1985 en escala 1:35,000.	
<b>Ellis y Porter (2008)</b>	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 Yucatán Peninsula, Mexico	Comparar dos áreas adyacentes dentro de la Región Peninsular Central de Yucatán para evaluar los procesos de Cambio de Cobertura y Uso del Suelo.	Para la zona correspondiente a Campeche se utilizaron 3 imágenes satelitales Landsat 7: a) 27 de abril de 1998, b) 21 de marzo de 2000, y c) 20 de enero de 2005. Para la Zona Maya en Quintana Roo se utilizaron una imagen Landsat 5 del 11 de noviembre de 1984 y dos imágenes del Landsat 7: a) 21 de marzo de 2000 y b) 20 de enero de 2004.	Región conocida como La Montaña en el municipio de Hopelchen, Campeche (incluye 8 ejidos) y una porción de la Zona Maya, que se encuentra en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo (comprende 12 ejidos y algunas propiedades privadas).
<b>Romero (2014)</b>	Evaluación de los factores ambientales, socioeconómicos e institucionales que intervienen en la dinámica del cambio de cobertura forestal en ejidos de Campeche y Quintana Roo, México	Se plantean tres objetivos: 1. 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 periodo 1988-2010; 2. 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 periodo 1988-2010; 3. Proponer recomendaciones con base en los factores y acciones que han mitigado o reducido las tasas de deforestación en los ejidos de estudio.	Se utilizaron cinco imágenes satelitales del Landsat 4 y cinco imágenes satelitales del Landsat 7 de los años 1988, 1990 y 2010.	Comprende 249 ejidos de cuatro municipios de la península de Yucatán: Calakmul y Hopelchen en el estado de Campeche; y Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco del estado de Quintana Roo.
<b>Bray et al. (2004)</b>	The institutional drivers of sustainable landscapes: a case study of the 'Mayan Zone' in Quintana Roo, Mexico	Evaluar el uso del suelo y cambio de cobertura para el centro de Quintana Roo.	Se utilizaron dos imágenes Landsat MMS de 1976; dos Landsat 5 de 1984; y dos Landsat 7 de 2000.	Mitad occidental del municipio de Felipe Carrillo Puerto.
<b>Ellis, Romero, y Hernández (2015)</b>	Evaluación y mapeo de los determinantes de la deforestación	Evaluar los procesos y dinámicas de la deforestación en la Península de Yucatán y determinar los factores próximos y subyacentes	Uso de los datos de deforestación de Global Forest Change (GFC) de Hansen et al. (2013). Estos datos representan la deforestación entre el periodo 2001-2013.	Ejidos en municipios de Hopelchén y Calakmul en Campeche y

	en la Península Yucatán	que inciden en la remoción de la cobertura forestal.		Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco en Quintana Roo.
<b>Hirales et al. (2010)</b>	Agentes de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, sureste de México	1. Estimar la pérdida de cobertura de manglar en la zona Mahahual-Xcalak (Quintana Roo, México) entre 1995 y 2007 2. Calcular la tasa de deforestación anual e identificar los agentes de deforestación. Para estimar la pérdida de cobertura de manglar se hizo un análisis multitemporal	Como insumos se utilizaron imágenes satelitales Landsat TM y ETM+ de 1995 y 2007	Mahahual-Xcalak en Quintana Roo
<b>Dalle et al. (2006)</b>	Integrating analyses of local land-use regulations, cultural perceptions and land-use/land cover data for assessing the success of community-based conservation	Presentar un estudio de caso de la " zona maya " de Quintana Roo, México, para demostrar que un análisis de las reglas y regulaciones de uso de la tierra reconocidas localmente incluidas en las instituciones locales puede informar las evaluaciones de teledetección de las comunidades basadas en la comunidad.	Los insumos fueron imágenes de LANDSAT de 1976, 1988, 1991, 1997 y 2000	Ejido X-Maben, localizado en la parte central de Quintana Roo
<b>Simbangala et al. (2015)</b>	Análisis de imágenes orientadas a objetos para mapear y monitorear cambios en la cobertura terrestre de la Región Costa Maya, México: 1993-2010	1. Desarrollar una metodología apropiada de teledetección utilizando los datos de Landsat TM / ETM + para monitorear los cambios en la cobertura del suelo en la Región Costa Maya; 2. Dibujar mapas de cobertura terrestre para la misma área durante los años 1993, 2000 y 2010; y 3. Identificar las tendencias de la cobertura terrestre durante este período.	Se utilizaron tres mapas de cobertura del suelo con fecha del 10/04/1993, 02/09/2000 y 14/02/2010, derivados de imágenes de Landsat TM / ETM + (Path 19, Row 47).	La Región Costa Maya, Quintana Roo.
<b>Díaz-Gallegos et al. (2008)</b>	Monitoreo de los patrones de deforestación en el corredor biológico Mesoamericano, México	Elaborar mapas de procesos de cambio y cuantificar tasas y matrices de cambio para estimar la pérdida forestal.	Se utilizó la cartografía de uso del suelo y tipos de vegetación de la Serie I del INEGI y la cartografía digital del Inventario Forestal Nacional 2000 elaborada por el Instituto de Geografía de la UNAM, ambas en escala 1:250000	Corredor Mesoamericano incluye la franja de las reservas Calakmul y Sian Kaan. Municipios Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco (Quintana Roo) y Calakmul (Campeche)

<b>Durán, Mas y Velázquez (2007)</b>	Cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y áreas naturales protegidas de México	Analizar los cambios en las coberturas forestales y usos del suelo antrópicos para portar evidencia a favor de la hipótesis de que las áreas donde se realiza un manejo forestal comunitario con buena organización social, mantienen las coberturas de los bosque a niveles comparables con el mantenimiento de vegetación nativa en las áreas naturales protegidas. Para ello, se analizaron los procesos de cambio en las coberturas de vegetación en dos regiones donde ejidos organizados han realizado el manejo colectivo	Utilizó cartografía de uso de suelo y vegetación correspondientes a la serie I del INEGI.	Ejidos forestales en centro de Quintana Roo, Municipio Felipe Carrillo Puerto.
<b>Mascorro et al. (2014)</b>	Attributing changes in land cover using independent disturbance datasets: a case study of the Yucatán Peninsula, México	1. caracterizar espacialmente el tipo, extensión y ubicación de las principales perturbaciones (naturales y antropogénicas) para el modelado de carbono; 2. Obtener observaciones sobre cambios en la cubierta terrestre, y 3. Atribuir cambios en la cubierta terrestre a su controlador de perturbaciones más probable.	Imágenes satelitales del espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS) de 2005 a 2010	Península de Yucatán

## 1.2 El Estado de los Bosques

Los bosques están fuertemente ligados a la historia de la humanidad y han cumplido una función destacada al proporcionar productos para satisfacer necesidades como: alimentación, transporte, energía y vivienda. El crecimiento demográfico, el desarrollo tecnológico, el clima, la cultura, la tecnología y el comercio han ejercido gran influencia en la aceleración o reducción del ritmo de la deforestación (FAO, 2014).

La pérdida de bosques se asocia a dos factores: los antropogénicos y los naturales, siendo el primero de mayor frecuencia. Las causas de la deforestación antropogénica pueden ser directas o indirectas; los procesos directos de la deforestación son las actividades humanas con repercusiones inmediatas en la cubierta forestal (por ejemplo, la expansión agrícola, el crecimiento urbano y el desarrollo de infraestructura) y las causas indirectas están relacionadas con factores de carácter demográfico, económico, tecnológico, cultural, social y político. Los factores naturales, en concreto las catástrofes, pueden propiciar la conversión de los bosques a otros usos de la tierra si estos no se regeneran de forma natural (FAO, 2016).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) realiza estudios periódicos desde la perspectiva del sector forestal para examinar los efectos que podrían tener los bosques debido a factores como cambios demográficos, tecnológicos, económicos, climáticos, institucionales, entre otros. Es así que la FAO publica informes y evaluaciones sobre el estado de los bosques a nivel mundial, dando así información de los principales cambios que afectan a los bosques en las diferentes regiones del mundo. Estos documentos proporcionan información cualitativa y cuantitativa, dichos informes llevan por título “estado de los bosques en el mundo” el cual se publica cada dos años y el otro es “Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales” el cual se actualiza cada 5 años.

En el 2010 se estimaba que la superficie forestal de todo el mundo era de 4,033 millones de hectáreas, lo que representaba cerca del 31% de la superficie del

planeta (FRA, 2010). La trayectoria de la deforestación a escala mundial ha ido a la par del crecimiento demográfico. En el periodo entre los años 2000 y 2010 hubo una pérdida de 130 millones de hectáreas de bosque esto representa cerca del 3.2% de la superficie forestal total que existía para el año 2000. Pero también hubo una recuperación de 78 millones de hectáreas, principalmente por bosques plantados y de expansión natural de los bosques. La desaparición neta de superficie forestal fue de 1.3% en el mismo periodo (FAO, 2012).

Entre el año 2000 y 2005 se registró a escala mundial una deforestación neta del 0.12% anual, mientras que en el periodo entre los años 2005 y 2010 la deforestación neta fue del 0.14%. Estas tasas se calcularon estimando la superficie forestal total convertida a otros usos agregando a la ecuación la zona repoblada, así como cualquier expansión natural del bosque (FRA, 2010).

En países tropicales se registró una pérdida neta de bosques correspondiente 7 millones de hectáreas anuales y un aumento neto de los terrenos de uso agrícola de 6 millones de hectáreas al año, en el periodo de 2000-2010. De estas pérdidas el 40% se debe a la agricultura comercial, 33% a la agricultura de subsistencia local, 10% a infraestructura y 7% la minería (FAO, 2016).

En la Evaluaciones de recursos forestales mundiales publicada por la FAO en el 2015, determinó que la superficie forestal mundial se redujo 129 de hectáreas en el periodo 1990-2015. Estas pérdidas se compensaron parcialmente a través de dos factores: el primero es la expansión natural mayormente en terrenos agrícolas abandonados, esto comprende una superficie de 2.2 millones de hectáreas anuales, el segundo factor es el establecimiento de bosques plantados el cual corresponde a 3.1 millones de hectáreas anuales (FAO, 2016).

La FAO divide sus resultados en 5 regiones, siendo América del Norte la que abarca a México. Esta región abarca el 16% de la superficie de tierra y 17% de la superficie forestal global. Entre el periodo 2000-2005 esta región contribuyó al 2% aproximadamente de la deforestación mundial anual. La mayor parte de esta

deforestación tuvo lugar en México, debido a la expansión agrícola y a la explotación maderera (FAO, 2009).

Para el año 2010 los bosques representaban el 34% de la superficie de la tierra en América del Norte, siendo el 6% de estos bosques plantados (más de 37 millones de hectáreas). De esta región el 15% de los bosques se destinó para la conservación de la diversidad biológica frente al 12% a escala mundial. En el caso de México se asignó el 13% de la superficie total de sus bosques para la conservación y un 5% principalmente para fines productivos (FAO, 2011).

En el 2015 México contaba con 66,040,000 hectáreas de bosque, lo que representa una pérdida de 1,043,000 hectáreas comparada con la superficie existente en el año 2005 y una disminución de 458,000 hectáreas si lo comparamos con el año 2010. Entre el periodo 1990-2015 se registró una tasa de cambio anual correspondiente al -0.2% (148,800 ha) y una tasa de cambio de -0.1% (91,600 ha) para el periodo 2010-2015 (FRA, 2015) [Cuadro 4].

**Cuadro 4. Extensión de bosques en México 1990-2015.**

	Superficie de bosque (1000 ha)					Tasa de cambio anual							
	1990	2000	2005	2010	2015	1990-2000		2000-2010		2010-2015		1990-2015	
						1,000 ha/año	%	1,000 ha/año	%	1,000 ha/año	%	1,000 ha/año	%
<b>México</b>	69,760	67,856	67,083	66,498	66,040	-190.4	-0.3	-135.8	-0.2	-91,6	-0.1	-148.8	-0.2

Fuente: FRA (2015).

Los bosques también pueden presentar aumento lo cual puede suceder mediante la expansión natural o la plantación deliberada en tierras no boscosas, por ejemplo, en terrenos agrícolas abandonados este proceso se conoce como forestación (FAO, 2016). Para el año 2005, México presentó una expansión anual del bosque de



428,300 hectáreas y 323,800 hectáreas para el 2010, estos valores son la suma de la expansión natural y la forestación (FRA, 2015).

Cuando una superficie forestal se desmonta y se replanta o cuando el bosque crece de nuevo en un tiempo corto mediante regeneración natural recibe el nombre de reforestación (FAO, 2016). Para la superficie total de bosques en México para el 2015, los bosques primarios representaban el 50.1 % (33,056,000 ha), el 48.8% (32,897,000 ha) bosques regenerados de manera natural y 0.1% (87,000 ha) bosques plantados (FRA, 2015).

Respecto a los datos proporcionados por la FRA, México ha mostrado una disminución en sus tasas anuales de deforestación en los diferentes periodos reportados y también ha tenido un aumento de bosques plantados, esto al contrastar la superficies plantadas del año 2015 (87,000 ha) y la del 2000 (35,000 ha).

La FAO (2016) señala que la agricultura sigue siendo el factor más importante de la deforestación mundial, además de observarse una constante conversión de los bosques en terrenos agrícolas y la conversión de terrenos agrícolas en bosques. Dada la importancia de la agricultura y los bosques para el futuro del planeta, es necesario promover interacciones positivas entre estos dos usos del suelo. Ante la necesidad de alimentar a la creciente población mundial surgen desafíos al confrontar amenazas como el cambio climático, que ha agravado la escasez de agua y la degradación de los suelos.

Para ayudar en la mitigación del cambio climático, la protección de los suelos, la conservación de los bosques y la biodiversidad que en ellos existen, la FAO considera importante la aplicación de estrategias que contribuyan a la gestión sostenible de los bosques. Para la gestión integral de los bosques, la FAO afirma que resulta importante la adopción de iniciativas como; Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Causadas por la Deforestación y Degradación de los Bosques, la Conservación y el Incremento de las Capturas de Dióxido de Carbono (REDD+), el cual representa un mecanismo para establecer políticas y acciones

dirigidas a frenar la degradación de los bosques, además de cuantificar y reducir las emisiones de dióxido de carbono, mediante incentivos que ayudan a mejorar las técnicas operacionales, normativas e institucionales ante la demanda constante de servicios ambientales forestales (FAO, 2009; FAO, 2014; FAO, 2016; FAO, 2018).

### **1.3 Estrategia Regional de la Península de Yucatán para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+ PY)**

En el marco de la conferencia de las Partes de Cambio Climático de las naciones Unidas celebrada en Cancún en 2010, se llevó a cabo un Acuerdo General de Coordinación entre los gobernadores de los tres estados de la península de Yucatán con el objetivo de desarrollar un marco de cooperación y coordinación para llevar a cabo acciones y estrategias conjuntas para abordar la adaptación y mitigación al cambio climático, teniendo como eje rector la elaboración y puesta en marcha de la estrategia REDD+ PY.

En el 2012 surge la REDD+ PY con el objetivo de reducir la degradación de los recursos naturales y la deforestación, así como promover el desarrollo rural sustentable, mediante la implementación de buenas prácticas en el manejo integral del territorio, que contribuyan al abatimiento de las concentraciones de gases de efecto invernadero y en consecuencia a una mejor calidad de vida (Mendoza et al., 2012).

Los objetivos específicos de la REDD+ PY son:

- Elaborar el plan de acción de las actividades de la estrategia regional REDD+ de la Península de Yucatán que incluya el marco temporal y la distribución de las responsabilidades interinstitucionales para su puesta en marcha en el corto y mediano plazo.
- Establecer y consensuar con las autoridades locales y la sociedad civil los objetivos estratégicos de los componentes de la estrategia regional REDD+.

- Realizar un proceso amplio de consulta y diagnóstico participativo, principalmente en los territorios rurales, con los principales agentes clave del desarrollo rural de la Península de Yucatán, a fin de generar el marco situacional de desarrollo rural para la estrategia REDD+ de la región (Mendoza et al., 2012).

La REDD+ PY tiene cinco componentes (líneas estratégicas): Gobernanza, Fortalecimiento de Capacidades, Participación Ciudadana, Mecanismos de Financiamiento y Monitoreo, Reporte y Verificación (Cuadro 5). De estos componentes se delinea el Plan de Acción que contiene Metas, Actividades, Plazos, Responsables e Indicadores de Evaluación.

**Cuadro 5. Líneas Estratégicas REDD+ PY.**

Componente	Metas		
Gobernanza	La gobernanza (acto o manera de gobernar) inclusiva y transparente permite a los diferentes actores que inciden en las áreas prioritarias REDD+ PY influir en la formulación e implementación de políticas hacia la reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal. En este sentido la gobernanza en la REDD+ PY tiene como meta: fortalecer la organización comunitaria en las regiones prioritarias, fomentar alianzas entre los diferentes actores involucrados en esta estrategia y generar plataformas que permitan la negociación y acuerdos entre actores.		
Fortalecimiento de Capacidades	Sub-Componentes	Agricultura	Entre sus metas se encuentra; Promover un modelo de producción agrícola que intensifique la actividad, aumentando los programas de apoyo que ayudan a disminuir el cambio climático y mejorar las prácticas agrícolas para garantizar la seguridad alimentaria y un menor impacto en la degradación forestal.

		Silvicultura	Fomentar una silvicultura sustentable compatible con los objetivos de REDD+ PY a través del mejoramiento de las prácticas de manejo y aprovechamiento forestal, además de estabilizar la frontera agropecuaria.
		Apicultura	Fomentar la apicultura y proyectos compatibles con los objetivos de REDD+ PY para garantizar la producción de miel y fomentar la competitividad de la producción apícola.
		Pecuario	Promover un modelo de producción pecuaria sustentable, mejorar las prácticas pecuarias que garanticen la seguridad alimentaria y reducir la degradación forestal, además de promover y hacer efectivos los Ordenamientos territoriales.
		Bienes y Servicios ambientales	Mantener e incrementar la superficie bajo el esquema del pago de servicios ambientales, incrementando y/o complementando los pagos económicos por esta actividad, contribuir a la captura de gases de efecto invernadero y fomentar planes participativos comunitarios y/o municipales de manejo y conservación de recursos naturales.
		Turismo Sustentable	Mantener y restaurar los paisajes y ecosistemas saludables para el turismo sustentable, promover el turismo sustentable en zonas con potencial, elevar la competitividad del turismo sustentable a nivel comunitario dándole identidad regional a las iniciativas, además promover y verificar el cumplimiento de buenas prácticas ecoturísticas.
Participación Ciudadana	Promover una participación incluyente: Establecer contacto con actores que participaron en el proceso para involucrarlos en las actividades REDD+ PY, Impulsar la participación de organizaciones no gubernamentales y académicas para promover actividades relacionadas con REDD+ PY, Entre otros.		

Mecanismos de Financiamiento	Impulsar un sistema de transparencia y rendimiento de cuentas, además de la creación de mecanismos para la difusión de fuentes de financiamiento.
Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)	Contar con un Sistema de Información MRV para la Península de Yucatán y Realización de estudios relacionados con MRV.

Fuente: Elaboración propia con base a Mendoza et al. (2012).

#### **1.4 Estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+) del Estado de Quintana Roo**

La Estrategia Estatal REDD+ (EEREDD+) de Quintana Roo se publica en septiembre del 2016 como “un instrumento de planeación Estatal en el que se identifican escenarios de reducción de emisiones por deforestación y degradación de la selva y se contemplan acciones para alcanzar dichos escenarios en un periodo determinado que defina formas de financiamiento y de evaluación” (Benavides et al., 2016). Tiene como fin orientar políticas y programas públicos tomando en cuenta su responsabilidad administrativa, además de favorecer el desarrollo de actividades en campo para lograr la reducción de emisiones.

El objetivo de la EEREDD+ de Quintana Roo es “Disminuir la deforestación y degradación forestal en el Estado, conservando e incrementando los acervos de carbono, a través del desarrollo rural sustentable, la alineación de políticas públicas y el fortalecimiento del capital social. Lo anterior busca favorecer el aumento de la cobertura forestal, contribuir a la conservación de la biodiversidad y garantizar la aplicación y cumplimiento efectivo de las salvaguardas sociales y ambientales, así como del marco legal vigente” (Benavides et al., 2016). Esta estrategia contempla diez metas:

1. Reducir, para el año 2030, un 80% de la superficie de cobertura vegetal deforestada, con respecto al año 2010, es decir, pasar de 17,883 hectáreas deforestadas al año a 3,576 ha.

2. Restaurar el paisaje forestal de 300,000 hectáreas al año 2020, y para el año 2030 restaurar un total de 700,000 hectáreas, para aumentar los reservorios de carbono en el Estado.

3. Incrementar en un 75% la superficie forestal bajo algún esquema de manejo sustentable, ya sea de recursos maderables o no maderables, con respecto al promedio 2009-2013. Es decir, pasar de 57,000 ha bajo manejo a 100,000 ha bajo manejo forestal sustentable en el 2030.

4. Incrementar en un 35% la superficie de conservación forestal con el consecuente aumento de las reservas o acervos de carbono, pasando de 1,895,000 hectáreas bajo esquemas de conservación como ANP, UMA o pago por servicios ambientales, a 2.5 millones de hectáreas en 2030, en concordancia con la Meta 15 de Aichi del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

5. Disminuir en un 50% la degradación de los ecosistemas causada por incendios forestales, pasando de un promedio de 14,000 hectáreas anuales degradadas por incendios (entre 1991 y 2015) a un promedio de 7,000 hectáreas anuales afectadas promedio (2016-2030) a través del manejo integral de fuego.

6. Conservar el 100% de la superficie forestal de los ecosistemas de manglar, equivalente a 187,210 ha, con la finalidad de mantener su elevada capacidad de captura de carbono.

7. Fortalecer las capacidades y el ámbito de incidencia de los espacios multisectoriales para la participación, coordinación y toma de decisiones de la política territorial, tales como los Comités Técnicos Consultivos, los Grupos de Trabajo REDD+ y los Agentes Públicos de Desarrollo Territorial.

8. Implementar un mecanismo financiero transparente, eficiente e incluyente (Fondo Climático Estatal) que permita canalizar los recursos para la implementación de las acciones planteadas en esta Estrategia, así como distribuir los recursos por el pago por resultados.

9. Garantizar el respeto de las Salvaguardas sociales y ambientales establecidas en los Acuerdos de la XVI Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en la ejecución de las acciones contempladas en esta estrategia.

10. Establecer la ruta crítica para armonizar la legislación estatal de tal forma que sea coherente con las Salvaguardas sociales y ambientales establecidas en los acuerdos de Cancún en la XVI reunión de las partes (COP).

Con la finalidad de contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la deforestación y/o la degradación de los ecosistemas forestales, y a su vez favorecer la conservación e incrementar los acervos de carbono forestal dentro del marco forestal del desarrollo rural sustentable, la Estrategia Estatal REDD+ de Quintana Roo establece líneas de acción correspondientes a cuatro sectores (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Principales líneas de acción de la EEREDD+ de Quintana Roo.**

SECTOR	LÍNEA DE ACCIÓN REDD+
Forestal	1. Aumento y conservación de los reservorios de carbono.
	2. Manejo forestal sustentable
	3. Fortalecimiento de la vigilancia forestal comunitaria
	4. Conservación de la fauna silvestre
	5. Sistemas tradicionales Mayas
	6. Turismo de bajo impacto en zonas forestales
	7. Agricultura de subsistencia

<b>Agrícola</b>	8. Eficientización de la agricultura comercial mecanizada y no mecanizada
<b>Pecuario</b>	9. Ganadería Sustentable
	10. Apicultura
<b>Transversal</b>	11. Manejo integral del fuego
	12. Fortalecimiento de la gobernanza local

Fuente: Benavides et al. (2016).

### **1.5 Acuerdo General de Coordinación para la Sustentabilidad de la Península de Yucatán (ASPY 2030)**

Una vez que se han cumplido las metas del acuerdo REDD+ PY firmadas durante la COP16 de Cambio Climático de 2010. Se enmarca una nueva etapa de colaboración entre los tres gobernadores de la Península de Yucatán, el cual lleva por nombre “Acuerdo para la Sustentabilidad de la Península de Yucatán (ASPY 2030)”. El ASPY es un plan de trabajo de colaboración, el cual se firmó en diciembre del 2016 entre los tres gobiernos de la Península de Yucatán con miras al 2030, en el marco de la COP13 de la Biodiversidad en Cancún, Quintana Roo (SEDUMA, 2016).

El ASPY tiene como objetivo fijar metas en común entre los gobiernos e implementar de forma coordinada estrategias para lograr la sustentabilidad de la Península de Yucatán, reconociendo el valor de la biodiversidad y la necesidad del desarrollo rural sustentable para que las comunidades y los ecosistemas puedan prosperar. Para la ejecución de este acuerdo, los tres gobiernos de la Península de Yucatán, en colaboración con la sociedad civil, la academia y la iniciativa privada, instrumentarán convenios específicos en los que se establecerán los procedimientos de coordinación, responsables, recursos y acciones de colaboración que resulten necesarias. El ASPY presenta seis metas (SEDUMA, 2016):



1. Lograr cero deforestación neta en el año 2030 con un paso interino de reducir 80% de deforestación bruta para el año 2020.

2. Restaurar dos millones de hectáreas terrestres, incluyendo:

- Intensificación sustentable de la producción agrícola en 250,000 ha en terrenos agropecuarios.
- Intensificación sustentable de la ganadería en 250,000 ha en terrenos agropecuarios.
- Reforestación y acciones de restauración de selvas degradadas en 420,100.08 ha.

3. Lograr que el 50% del territorio terrestre y costero de la Península de Yucatán este bajo esquemas de conservación y/o manejo forestal.

4. Promover paisajes bioculturales mayas.

5. Atraer recursos provenientes de fuentes privadas y/o internacionales que representen lo equivalente a la inversión de los recursos públicos destinados actualmente a actividades que promuevan la economía verde y busque su incremento progresivo.

6. Restaurar el 20% de las de crestas arrecifales (54 km) y el 30% de los sistemas playa-dunas costeras alteradas por asentamientos humanos (80 km) que protegen comunidades humanas, playas e infraestructura.

Para la consecución de los principios, metas y objetivos establecidos en el ASPY se desarrollaron líneas de acción para ocho componentes (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Componentes ASPY.**

Componente	Línea de acción
<b>1. Desarrollo agropecuario sustentable.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover mejores prácticas agrícolas en terrenos agropecuarios.</li> <li>• Estrategia integral de ganadería sustentable que incorpore mejores prácticas.</li> <li>• Restauración de áreas degradadas.</li> <li>• Uso del mapa de Zonificación Productiva Sustentable.</li> <li>• Promover y fortalecer sistemas de producción agrodiversos tradicionales.</li> <li>• Fomentar la agroforestería.</li> </ul>
<b>2. Manejo efectivo de las selvas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer los esquemas de fomento de aprovechamiento forestal sustentable.</li> <li>• Incentivar buenas prácticas del manejo forestal maderable y no maderable para reducir el impacto sobre la biodiversidad y los acervos de carbono.</li> <li>• Promover una economía forestal competitiva.</li> <li>• Realizar acciones para promover la cultura y a educación al manejo forestal, reconociendo el valor de la silvicultura para la salud de las selvas</li> </ul>
<b>3. Conservación de los ecosistemas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un sistema para la conservación de la Biodiversidad.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración y actualización de planes de manejo.</li> <li>• Promover la conectividad biológica entre las Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales, estatales y municipales.</li> </ul>
<b>4. Agua y Ecosistemas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el eficiente uso, manejo y aprovechamiento de fuentes abastecimiento de agua para evitar la sobreexplotación e introducción salina.</li> <li>• Reducir el uso de agroquímicos.</li> <li>• Aplicar de forma eficiente la ley regulatoria para el uso y manejo de plaguicidas.</li> <li>• Creación y fortalecimiento de reservas geo-hidrológicas en zonas de recarga hídrica.</li> <li>• Promover la elaboración, implementación y cumplimiento de los ordenamientos territoriales para garantizar las reservas hidrológicas de la región.</li> </ul>
<b>Gestión sustentable de las zonas costeras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar y colaborar con centros de investigación en la generación y difusión del conocimiento sobre la dinámica costera para el diseño de políticas.</li> <li>• Impulsar programas de concientización.</li> <li>• Promover el cumplimiento de los ordenamientos costeros.</li> <li>• Conservación y restauración de arrecifes, dunas costeras y humedales.</li> </ul>
<b>VI: Pesca</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas de aprovechamiento pesquero sustentable.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas para el control de especies invasoras</li> <li>• Vedas</li> <li>• Red de áreas para la protección de zonas de reproducción y crianza de especies pesqueras.</li> </ul>
<b>VII: Fomento de mercados verdes y responsables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar y fortalecer las cadenas productivas con base en el uso sustentable de recursos naturales</li> <li>• Promover la diversificación de productos y subproductos derivados de la agroproducción sustentable.</li> <li>• Entre otros.</li> </ul>
<b>VIII: turismo sustentable.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer y desarrollar el turismo sustentable en sitios con un patrimonio natural y cultural relevante, asegurando que beneficie a las comunidades.</li> <li>• Entre otros.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base a SEDUMA (2016).

## 1.6 Fundamentos teóricos-conceptuales

### Planeación

Existe una discusión sobre si se debe utilizar el término planeación o planificación, esto parte desde el punto de vista del autor y el término principal adoptado por cada país, en esencia las definiciones propuestas para ambas se traslapan. La Real Academia Española (2014a; 2014b) define a la planeación como la acción y efecto de planear mientras que planificación queda definida como un plan general y metódicamente organizado. Para fines de este trabajo y para mantener una homogenización se utilizara el termino planeación.

Davidoff y Reiner (1962) definen a la planeación como un proceso para determinar acciones dirigidas al futuro a través de la aplicación de la racionalidad técnica, es decir, procedimientos y alternativas para llegar a una o varias metas. En el caso de Faludi (1973) concibe a la planeación como un medio para promover el crecimiento humano y propone que la planeación debe entenderse como un proceso de coordinación de decisiones, el cual trata de encajarlas en un patrón coherente, su razón de ser es lograr que las acciones que se toman tengan sentido.

Steiner (1970) concibe a la planeación como un proceso que parte de establecimiento de objetivos, a su vez considera estrategias, políticas y planes detallados para lograrlos, esto establece una organización para poner en práctica las decisiones, e incluye una revisión del desempeño y retroalimentación para introducir un nuevo ciclo de planeación.

Alexander (1992) ve a la planeación como la actividad que desarrolla una estrategia óptima de las acciones futuras, metas deseadas, encaminadas a resolver nuevos problemas en entornos complejos. La planeación se ubica en el conjunto de procedimientos que van desde la definición de metas y medios, hasta la ejecución o realización. La planeación es un sistema para la toma de decisiones, más que la sola preparación de plan (Colm y Ahumada, 1996).

La planeación es un proceso dirigido hacia la producción de uno o más estados futuros deseados y que no es probable que ocurra a menos que se haga algo al respecto, de este modo la planeación se anticipa al futuro y trata de comprender mejor las implicaciones que están en marcha, alertando con acciones, decisiones y políticas (Martínez, 1996). De esta forma la planeación definen estrategias, políticas y planes para lograr los objetivos establecidos (Steiner, 1998), es así que la planeación determina las líneas de acción a seguir, estableciendo principios de orientación, secuencias operativas y tiempo para su realización (Goodstein, 1998).

Cuero (2007) considera a la planeación como el proceso administrativo en el cual se establecen directrices, se definen estrategias y se seleccionan alternativas y cursos de acción, en función de objetivos y metas; tomando en consideración la disponibilidad de recursos reales y potenciales que permitan establecer un marco de referencia necesario para concretar programas y acciones específicas en tiempo y espacio. Los diferentes niveles en los que la planeación se realiza son: global, sectorial, institucional y regional. Su cobertura temporal comprende el corto, mediano y largo plazos.

Las teorías de la planeación se han desarrollado a partir de múltiples fuentes disciplinarias, como son las teorías administrativas, económica, de sistemas, de la información, la cibernética o del control, la antropología, las teorías políticas y la del desarrollo. Existen diferentes teorías de planeación, los cuales varían dependiendo del objetivo al que se desee llegar, de este modo se puede identificar cuatro corrientes teóricas modernas principales: la administrativa, de sistemas, de cambio o desarrollo y prospectiva o de innovación (Álvarez, 2004). A su vez existen varios tipos de planeación. De las cuales se puede mencionar: Planeación Táctica, Planeación Operativa, Planeación Prospectiva, Planeación Estratégica, Planeación Participativa, Planeación Normativa, entre otros (Miklos y tellos, 2007; Rosales, 2010).

Los distintos tipos de planeación no suelen encontrarse con límites tan claros en la realidad e incluso suelen superponerse o desarrollarse como procesos complementarios (Arrolla y Shejtman, 2012). En la práctica la planeación prospectiva y la planeación estratégica están íntimamente ligadas y a menudo se aplican en conjunto, la primera permite organizar, estructurar y reducir la incertidumbre a través de escenarios (prever), el segundo crea acciones presentes para llegar o acercarse al futuro deseable, es decir, la elaboración y la evaluación de las opciones estratégicas posibles para prepararse a los cambios esperados (preactividad) y promover los cambios deseables (proactividad) [Godet, 2000].

## **Planeación prospectiva**

La planeación prospectiva se describe como el proceso sistemático y participativo de planeación en que se integra información sobre posibles escenarios, se elige un futuro deseado y se desarrolla un plan de acción para garantizar que ese futuro se logre en un plazo definido (Miklos, 1994).

Bas (2002) menciona que entre las características relevantes de la prospectiva están: la perspectiva holística que analiza a la realidad teniendo en cuenta su complejidad, considera dentro de esa realidad las diferentes variables cuantitativas y cualitativas que se relacionan en forma dinámica; y debido que existe “n” posibilidades de inferir en el futuro de una realidad, plantea que no existe un solo futuro sino varios posibles a los que se le otorga el nombre de futuribles.

Massiris (2005) menciona que la prospectiva además de permitir visualizar el futuro también le otorga a la planeación la posibilidad de diseñar visiones alternativas del futuro, frente a una tendencia marcada por el desenvolvimiento de acontecimientos específicos; también promueve la actuación y la participación; genera información a largo plazo; diseña escenarios de futuros posibles; además fija pautas y principios para la generación del escenario más viable.

La prospectiva debe ser considerada una de las funciones básicas de la planeación ya que ayuda a reducir la incertidumbre, además que permite tomar decisiones estratégicas desde la visión de futuros posibles (Medina y Ortega, 2006). La planeación prospectiva además de permitir el diseño del futuro, aporta elementos para la toma de decisiones, debido a que identifica amenazas y oportunidades de futuras situaciones, ofrece alternativas de elección y acción, ya que proporciona información de largo alcance y propicia el establecimiento de acuerdos para construir el futuro en el día a día Espinoza (2008).

Salas (2013) concibe a la prospectiva como un método para aproximarse a las características del futuro. Dicho de esta forma constituye el medio para explorar que puede ocurrir frente a la conjunción de un número dado de acontecimiento, de gran utilidad para disminuir la incertidumbre al momento de tomar decisiones. Es decir, no elimina la incertidumbre sino que la disminuye con el propósito de optar por una alternativa con un importante nivel de certeza. Otra forma de definirlo es como el método que plantea para el análisis del futuro en un tiempo que aún no llega, del cual puede surgir sorpresas de no preverse lo que ocurrirá (Mojica, 2006).

La Secretaria de la Función Pública (2016) considera a la planeación prospectiva como el instrumento estratégico más pertinente para crear, descubrir y diseñar futuros más convenientes, factibles y deseables. La planeación prospectiva se basa en tres características esenciales: visión a largo plazo, cobertura holística y consensuamiento.

En la planeación prospectiva se puede recurrir a diferentes herramientas: Visioning, Talleres de prospectiva, juegos de simulación, compass, compass modificado, Delfi, escenarios, mapeo contextual, pronóstico deductivo, matriz de decisión, arboles de decisión, pronóstico tecnológico, estadísticas bayesiana y proyecciones (Miklos y Arroyo, 2008). Para este estudio se utilizara escenarios y proyecciones.

### **1.3.2.1 Escenarios y proyecciones**

Fernández (1997) define a los escenarios como descripciones del entorno futuro, los cuales se basan en supuestos coherentes sobre las diferentes combinaciones estimables que pueden adoptar los cambios sociales, políticos, económicos y tecnológicos. Un escenario es un futuro posible de entre varias alternativas, que describe una situación hipotética futura (Bas, 2002).



Godet (2000) concibe a los escenarios como un conjunto formado por la descripción futura y un camino de acontecimientos que permiten pasar de una situación original a otra futura, dichos escenarios deben cumplir cinco condiciones: pertinencia, coherencia, verosimilitud, importancia y transparencia. Para Godet existen dos grandes tipos de escenarios: los exploratorios y los normativos o de anticipación, los primeros parten de las tendencias pasadas y presentes para conducir a futuros verosímiles, el segundo grupo son los contrarios a partir de imágenes alternativas del futuro, podrán ser deseables o por el contrario rechazables.

Por su parte Garrido (2003) plantea que la construcción de escenarios no es otra cosa que la consideración de varias hipótesis para la creación de diversos futuros y alternativas a la hora de evaluar al mismo, a partir de estos escenarios se observa distintos entornos para identificar puntos débiles o fuertes, amenazas y las oportunidades con la meta de prepararse al respecto.

Frei (2005) dice que “un escenario es una imagen de futuro de carácter c conjetural que supone una descripción de lo que pasaría si llegase a ocurrir, e involucra algunas veces la precisión de los estadios previos que se habrían recorrido, desde el presente hasta el horizonte de tiempo que se ha elegido”.

Los escenarios son una herramienta efectiva para entender el acontecer de eventos que darán lugar a cambios en el sistema con el propósito de crear representaciones de los futuros posibles, ofreciendo la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que permita pasar de una situación origen a una situación futura (Godet, 2007). Es así que el objetivo básico de los escenarios es el conjuntar el análisis individual de tendencias, posibles eventos y situaciones deseables dentro de una visión generalizada del futuro (Miklos y Tello, 2007).

Baena (2009) explica que los escenarios pueden partir del presente al futuro sin embargo de esta forma se estará condenado a cargar las tendencias dominantes (escenario tendencial), llevando a futuros catastróficos sin ver otros posibles, sin

embargo también plantea el caso inverso donde partimos de un futuro deseable en el cual nos regresamos paulatinamente para construir lo necesario para alcanzar ese futuro. De este modo Baena describe 7 tipos de escenarios con base a su enfoque (Cuadro 8):

**Cuadro 8. Tipo de escenarios según su enfoque.**

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
<b>Escenarios Exploratorios</b>	Estos van del presente al futuro, exploran incertidumbres, fuerzas dominantes y desarrollos. Evalúa impactos que implementen políticas específicas. Parten de tendencias pasadas y presentes y conducen a futuros verosímiles.
<b>Escenarios Anticipatorios</b>	Del futuro al presente. Son utilizados para investigar que tan específico sería el fin que pudiera ser alcanzado. Muestran cómo llevar a cabo objetivos temáticos (por ejemplo medioambiente).
<b>Escenarios Clásicos</b>	Describen un desarrollo futuro en el cual nuevas políticas son implantadas en conjunto con las ya establecidas.
<b>Escenarios de Políticas Alternativas</b>	Sus fuerzas dominantes difieren de las presentadas en un escenario clásico, es decir, toman en cuenta nuevas políticas o medidas adicionales a las que ya se adoptaron.
<b>Escenarios Cualitativos</b>	Son descripciones narrativas sobre desarrollos futuros presentados como historias, diagramas, imágenes, etc.

<b>Escenarios Cuantitativos</b>	Son estimaciones numéricas sobre desarrollos futuros presentados como tablas, graficas, mapas, entre otros. Comúnmente se basan en datos accesibles, tendencias pasadas y/o modelos matemáticos.
<b>Escenarios Combinados</b>	Mezcla enfoques cuantitativos y cualitativos para la realización de escenarios

Fuente: elaboración propia con base a Baena (2009) y Godet (2007).

Los escenarios pueden ser formulados para diferentes ámbitos geográficos; Global regional, nacional, provincial o local. En cuanto a su temporalidad existe una amplia gama de posibilidades (Vergara, 2010). Con respecto a lo anterior Frances (2001) clasifica a los escenarios de la siguiente manera (Cuadro 9):

**Cuadro 9. Tipo de escenarios según su temporalidad.**

<b>ESCENARIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Escenario de Largo Plazo</b>	Este escenario identifica una serie de variables las cuales pueden clasificarse en físico-ambientales, técnico-económico, sociales, político e institucionales. Estas clasificaciones pueden definirse en tres estados: optimista, pesimista y probable
<b>Escenario Situacional</b>	Son escenarios contruidos a partir de la identificación de fuerzas motoras, es decir acontecimientos inevitables, por ejemplo: envejecimiento de la población.

<b>Escenarios macroeconómicos de mediano plazo.</b>	Diseñado de corta a mediano plazo. Se pueden formular tres tipos de escenario: Positivo, negativo y probable. Entre las variables de comportamiento que describe destacan: tasa de cambio, tasa de inflación, tasa de interés, crecimiento del PIB, entre otras.
---	--

Fuente: elaboración propia con base a Frances (2001).

Un escenario puede ser descrito como un instrumento que ayuda a la toma de decisiones, al proporcionar un contexto para la planificación y la programación, bajando el nivel de incertidumbre y aumentando el nivel de conocimiento de las acciones, que han sido o van a ser emprendidas en el presente. En resumen los escenarios deben cumplir con tres condiciones: pertinencia, coherencia y verosimilitud (Vergara, 2010).

Otra herramienta útil en la construcción de escenarios son las proyecciones la cual es una técnica estadística y matemática que mide la tendencia del pasado para determinar valores futuros (Miklos y Tello, 1994). Las proyecciones son la vía de aproximación al futuro más conocida. La proyección brinda información sobre la trayectoria de un evento ofreciendo una serie de alternativas a considerar. Da una imagen del futuro asumiendo la continuación del patrón histórico de las tendencias actuales y pasadas. Las proyecciones son técnicas cuantitativas que consiste principalmente en inferir una cantidad y/o valores más allá del rango conocido (extrapolación), por medio de hipótesis derivadas de datos u observaciones conocidas (Miklos y Tello, 2007).

## Planeación Estratégica.

Para Aguilar (2000) describe que la planeación estratégica es un proceso dinámico y sistemático basado en una actitud por analizar el futuro en busca de oportunidades. La planeación estratégica no representa una programación del futuro, ni tampoco el desarrollo de una serie de planes que sirvan de molde para usarse diariamente sin cambiarlos en el futuro, sino más bien para lograr anticiparse a los acontecimientos, incluso influir en ellos.

Martínez (2002) concibe a la planeación estratégica como una respuesta lógica a las necesidades investigar sobre un futuro incierto, complejo y cambiante. Es así que se le considera como un proceso de toma de decisiones, derivado de la complejidad en las variables alternativas u opciones estratégicas que se definen para lograr un determinado objetivo a largo plazo.

Para Steiner (2007) la planeación estratégica en esencia se define a partir de cuatro aspectos:

- *El porvenir de las decisiones actuales.* La esencia de la planeación estratégica consiste en la identificación sistemática de las oportunidades y peligros que surgen en el futuro con el fin de tomar la mejor decisión en el presente para explotar las oportunidades y evitar los peligros.
- *Proceso.* La planeación estratégica es sistémica en el sentido de que es organizada y conducida con base en una realidad entendida. Inicia con el establecimiento de metas organizacionales, define estrategias y políticas para lograr estas metas, además desarrolla planes detallados para asegurar la implantación de las estrategias y así obtener los fine deseados. También contempla que tipo de esfuerzos de planeación debe hacerse, cuándo y cómo debe realizarse, quien lo llevará acabo, y que se hará con los resultados.
- *Filosofía.* Se toma a la planeación estratégica como una actitud y forma de vida la cual requiere de dedicación para actuar con base en la observación

del futuro, y una determinación para planear constante y sistemáticamente como una parte integral del nivel más alto de una estructura organizacional.

- *Estructura.* Un sistema de planeación estratégica formal une tres tipos de planes fundamentales: planeas estratégico, programas a mediano plazo y planes operativos con presupuestos a corto plazo.

La planeación estratégica es una herramienta de gestión que permite apoyar la toma de decisiones en torno al que hacer actual y a las directrices que se debe recorrer en el futuro para adecuarse a los cambios y demandas impuestas por el entorno. Consiste en un ejercicio de formulación y establecimiento de objetivos de carácter prioritario, la característica principal es el establecimiento de cursos de acción o, dicho de otra manera, estrategias orientadas a alcanzar los objetivos (Armijo, 2009).

La planeación estratégica tiene un diseño flexible que permite adaptarse a cambios futuros, incorporar nuevas metas y ajustar proyectos y programas para alcanzar los objetivos que se planteen. A su vez facilita establecer objetivos de carácter prioritario y cursos de acción o estrategias para alcanzarlo (Arroyo y Schejtman, 2012).

Lira (2006) plantea que la planeación estratégica comienza dado respuesta a tres preguntas: ¿dónde estamos? ¿Hacia dónde queremos ir? Y ¿de qué manera podemos alcanzar nuestro objetivo? Estas preguntas corresponden a misión, la visión, los objetivos estratégicos y el plan de acción. Por su parte Sielinski (2007), señala que un proceso básico de planeación estratégica debe contener los siguientes elementos: misión, visión, establecer metas, identificar estrategias, crear planes de acción y dar seguimiento al plan y actualizarlo. De este modo se puede tener como principales componentes de la planeación estratégica: Misión, visión, objetivos estratégicos, estrategia y plan de acción (Arriagada, 2002; Armijo, 2009 y 2011; Arroyo y Schejtman, 2012) [Cuadro 10].

**Cuadro 10. Componentes de la planeación estratégica.**

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Misión	Es una descripción de la razón de ser de las organizaciones, establece su «quehacer» institucional, los bienes y servicios que entrega, las funciones principales que la distinguen y la hacen diferente de otras instituciones y justifican su existencia. Debe incluir su propósito, una descripción de los bienes y servicios finales que brinda, a quiénes se los entrega, cuál es el efecto que espera lograr, el ámbito en donde despliega su accionar y los valores que atraviesan su gestión
Visión	Señala el rumbo, da dirección, es la cadena o el lazo que une el presente y el futuro. Esta describe el carácter y el concepto de las actividades futuras.
Objetivos estratégicos	Logros que el organismo pretende alcanzar en un plazo determinado. Deben estar definidos de manera clara y realista, deben ser realizables en los plazos estipulados y coherentes con la misión y la visión de las organizaciones.
Estrategias o plan de acción	Las estrategias consisten en líneas de acción a desarrollar para materializar los objetivos estratégicos. Son insumos esenciales para el proceso de toma de decisión que define las actividades, programas y proyectos a implementar.  Los planes de acción sistematizan las estrategias, es decir que establecen pautas para determinar los pasos a seguir, responsables, plazos y recursos necesarios para alcanzar los objetivos, de acuerdo con la misión.

Fuente: elaboración propia con base a Arriagada, 2002; Armijo, 2009 y 2011; Arroyo y Schejtman, 2012.

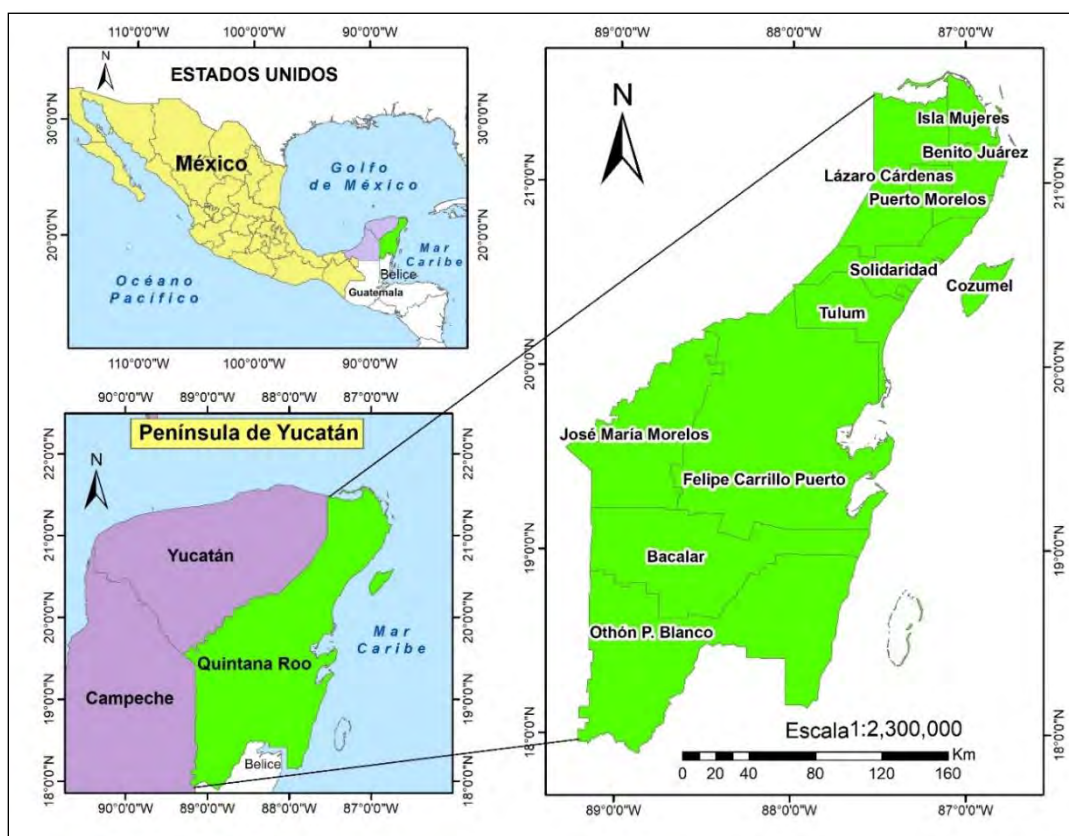
## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Área de estudio

El Estado de Quintana Roo se encuentra en el extremo Este de la República Mexicana en la península de Yucatán, entre los paralelos  $17^{\circ}51'$  y  $21^{\circ}34'$ , y los meridianos  $86^{\circ}43'$  y  $89^{\circ}18'$ , con una superficie territorial de  $44,556.5 \text{ km}^2$ . Quintana Roo colinda al Norte con el Estado de Yucatán y con el Golfo de México; al Este con el Mar Caribe; al Sur con Belice y al Oeste con el Estado Campeche. Desde el punto de vista político – administrativo el Estado de Quintana Roo está integrado por los Municipios de Othón P. Blanco, Bacalar, Benito Juárez, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Isla Mujeres, José María Morelos, Lázaro Cárdenas, Puerto Morelos, Solidaridad y Tulum (Figura 1).

**Figura 1. Ubicación geográfica del Estado de Quintana Roo en el contexto peninsular y nacional.**



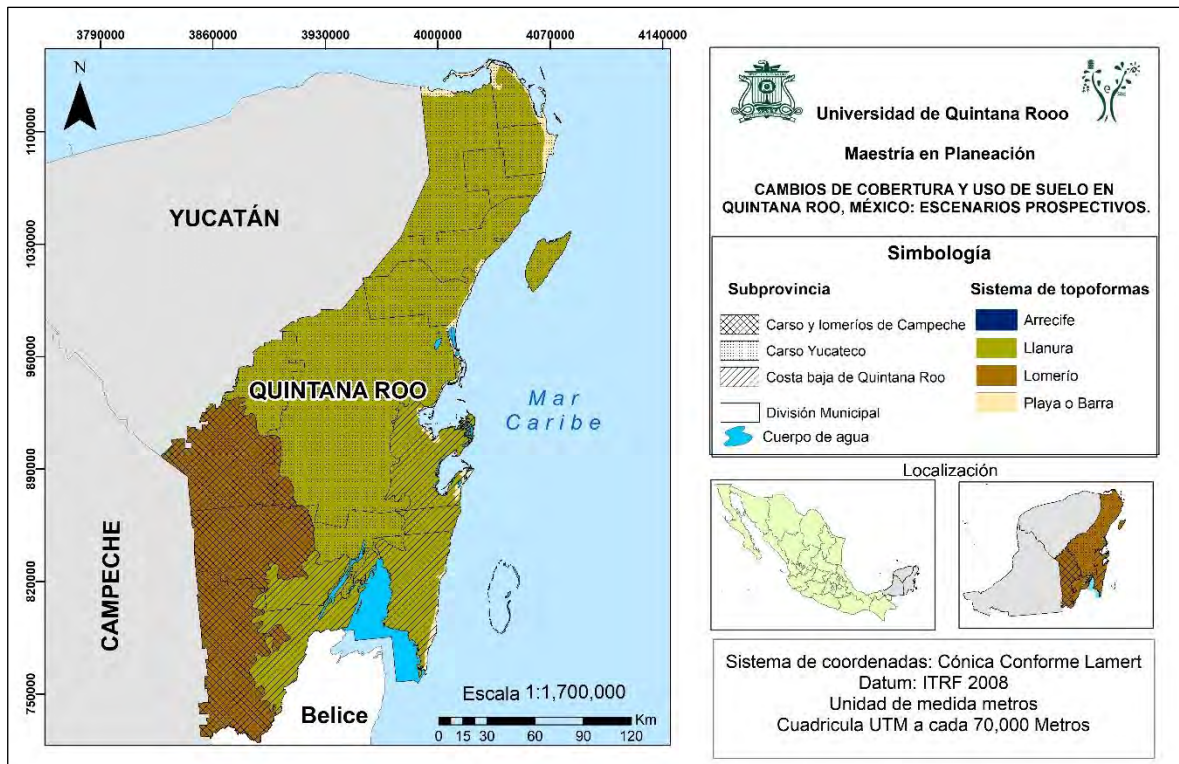
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2017a; 2017b).



### 2.1.1 Características físico-naturales

El área de estudio forma parte en su totalidad a la provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán y por las subprovincias Carso Yucateco (55.84%), Carso y Lomeríos de Campeche (24.38%) y Costa Baja de Quintana Roo (19.78%). Esta provincia se conforma por cuatro sistemas de topoformas: Llanura (73.56%), Lomería (24.36%) Playa o Barra (2.1) y Arrecife (0.1%) [Figura 2].

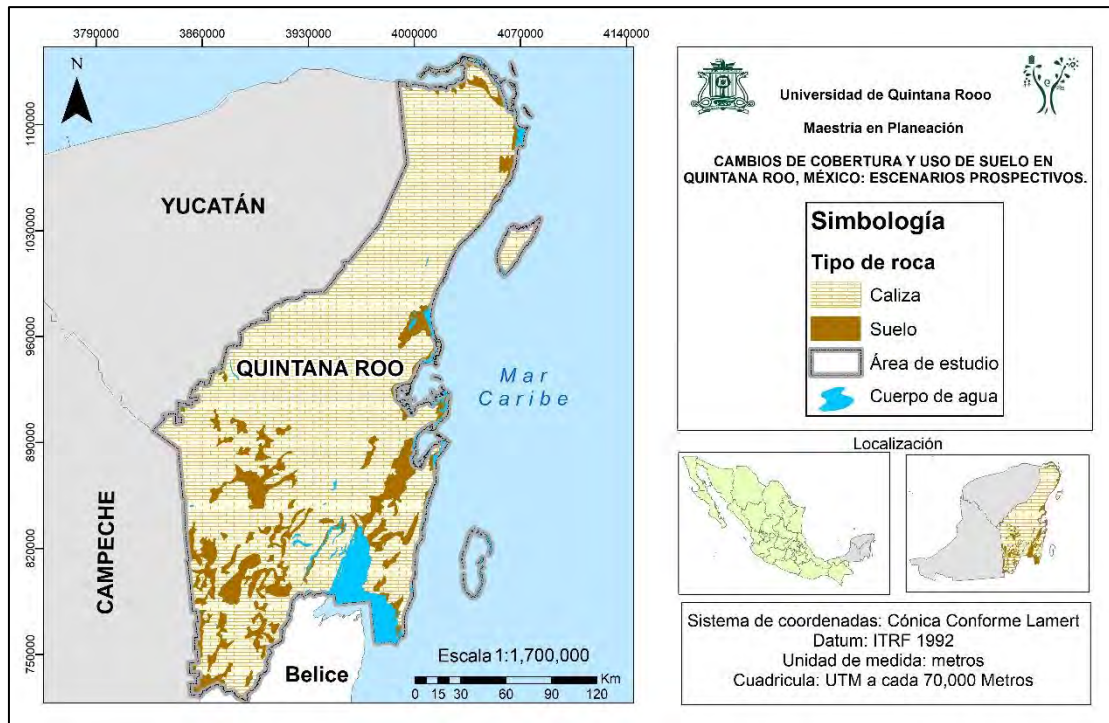
**Figura 2. Fisiografía del Estado de Quintana Roo.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2000; 2017a; 2017b).

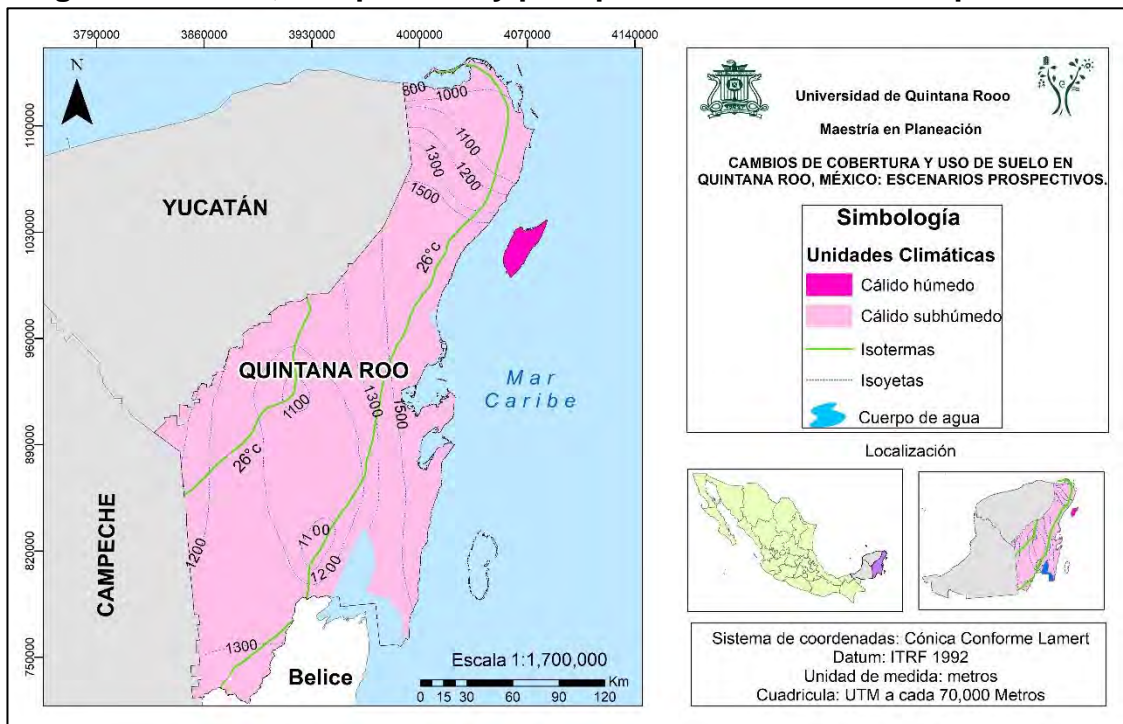
La geología del Estado de Quintana Roo se conforma en su mayoría por piedra caliza (82.22%) (Figura 3). Existe dos tipos de climas: a) Cálido Subhúmedo (98.90%) y b) Cálido Húmedo (1.1%). Se tiene una temperatura media anual de 26 °C. En términos generales la precipitación total anual en el Estado de Quintana Roo corresponde al intervalo 1500 – 800 mm (Figura 4).

**Figura 3. Geología del Estado de Quintana Roo.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (1999; 2017a; 2017b).

**Figura 4. Climas, Temperatura y precipitación del Estado de Quintana Roo.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (1980; 2017a; 2017b).

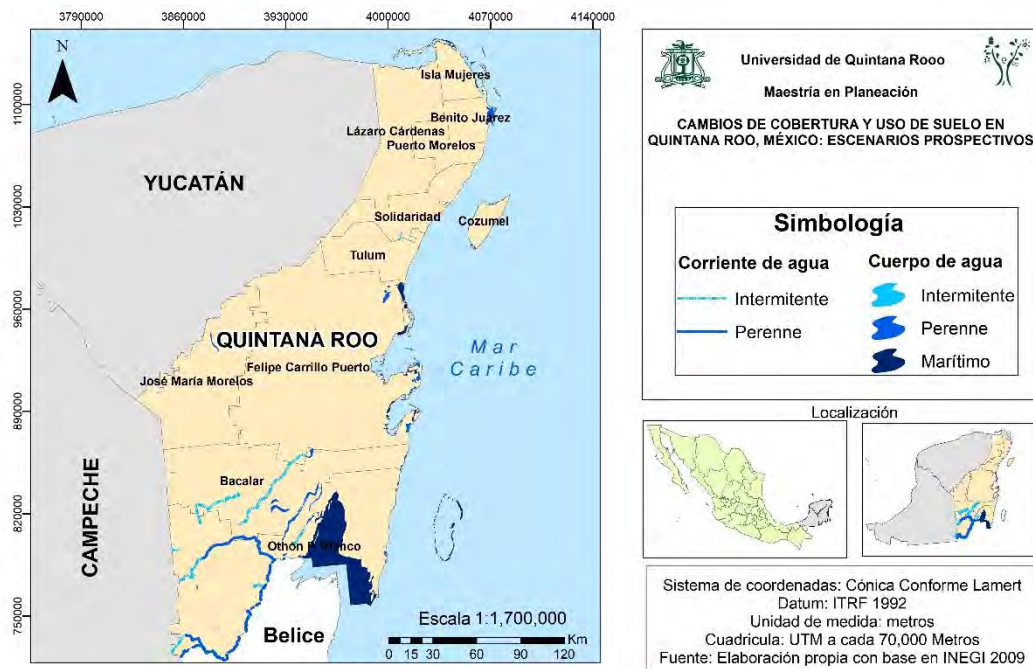
La mayoría de los cuerpos de agua y corrientes de Quintana Roo se encuentran en la región sur del Estado. Los tipos de cuerpos de agua que se tienen son: Marítimo, perenne e intermitente. A su vez las corrientes de agua que se encuentran en este territorio son perenne e intermitente (Figura 5). Quintana Roo cuenta con una cantidad considerable de lagunas y ríos (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Principales corrientes y cuerpos de agua en Quintana Roo**

Cuerpos de agua		Corrientes de agua
Bahía de Chetumal	Laguna Guerrero	Rio Hondo
Laguna Conil	Chinchancabab	Rio Ucum
Laguna Chacmochuc	Chunyaxché	Rio Escondido
Laguna Bacalar	Laguna Santa Rosa	Rio El Tigrito
Laguna Nichupte	LagunaX-Kojoni	Rio El Zudi
Laguna San Felipe	LagunaPetén Tunich	Ixno-Ha
Laguna Mosquitero	Laguna Agua Salada	Rio Azul
Laguna Noh-Bec	Laguna la Vitud	El Chorro
Laguna Chile Verde	Esmeralda	Rio verde
Laguna Huach	Bojórquez	

Fuente: INEGI (2015).

**Figura 5. Hidrología del Estado de Quintana Roo.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI - CONAGUA (2007) e INEGI (2017a; 2017b).

En el estado de Quintana Roo existen múltiples y diversos tipos de suelo. Predominan los Leptosoles (61.76%). En menor proporción se encuentran los suelos Vertisoles (9.31%), Phaeozems (6.75%), Gleysoles (6.53%), Solonchs (5.10%), Calcisoles (3.07%), Luvisoles (2.75%), Regosoles (2.03%), Cambisoles (1.39%), Arenosoles (0.67%), Histoles (0.62%), Nitosol (0.07%) y Fluvisoles (0.02%) (Figura 6). Las características que describen a cada uno de ellos se hallan incluidas en el cuadro 12.

**Cuadro 12. Características de los tipos de suelo del Estado de Quintana Roo.**

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
<b>Arenosoles</b>	Suelos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México. La vegetación que presentan es variable. Se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad. Estos suelos tienen una alta permeabilidad pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes
<b>Calcisoles</b>	Son suelos propios de las zonas áridas y semiáridas, frecuentemente asociados a materiales parentales ricos en bases (depósitos aluviales, coluviales y eólicos). En los Calcisoles se desarrollan preferentemente los matorrales xerófilos con arbustos y pastos efímeros. Su potencial agrícola puede ser alto, siempre y cuando se cuente con infraestructura de riego, fertilización y un adecuado drenaje que evite la potencial salinización y el encostramiento superficial originado por el arrastre de las sales y los altos índices de evaporación
<b>Cambisoles</b>	Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima, excepto en las zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además pueden tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. Son muy abundantes, se destinan a múltiples y diversos usos, generalmente son suelos de buena calidad agrícola manejados de manera intensiva. Sus rendimientos son variables pues dependen del clima en donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.
<b>Fluvisoles</b>	Se caracterizan por estar formados de materiales acarreados por agua. Son suelos muy poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta. Los Fluvisoles presentan capas alternadas de arena con piedras o gravas redondeadas, como efecto de la corriente y crecidas del agua en los ríos.
<b>Gleysoles</b>	Son suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. . La vegetación natural que presentan generalmente es de pastizal y en algunas zonas costeras, de cañaveral o manglar.

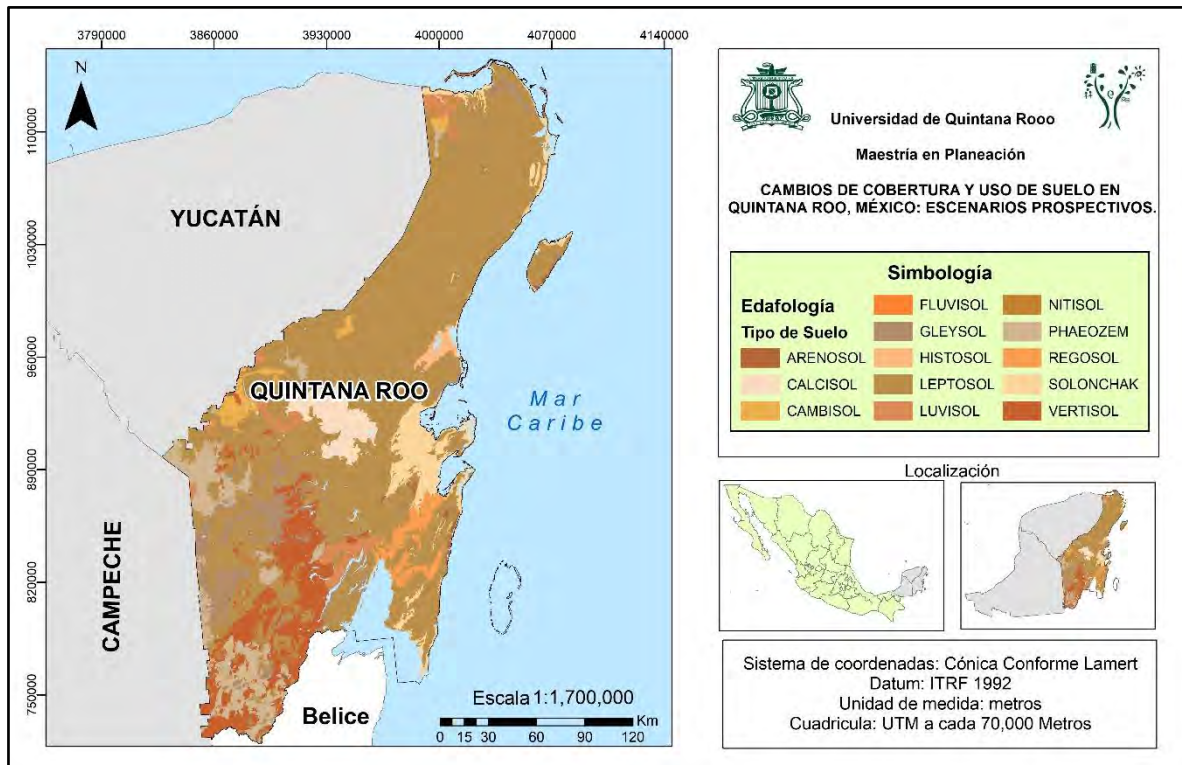
<b>Histosoles</b>	Son suelos con muy alto contenido de materia orgánica (más del 20% en peso), generalmente de color negro, esponjoso, ligero y con alta capacidad de retención de humedad. Se encuentran restringidos a sitios donde se acumulan desechos orgánicos yagua, tales como pantanos y lechos de antiguos lagos. La vegetación típica de estos suelos es el pastizal o popal.
<b>Leptosoles</b>	Son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original.
<b>Luvisoles</b>	Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en algunas ocasiones también pueden encontrarse en climas más secos. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. Con pastizales cultivados o inducidos pueden ser de gran utilidad para la ganadería. Son suelos con alta susceptibilidad a la erosión.
<b>Nitisoles</b>	Son suelos de color rojizo muy brillante y enriquecido de arcilla en todo su espesor, por lo menos hasta 150 cm de profundidad. Son suelos muy profundos pero con una capa superficial muy delgada de color oscuro, donde la parte orgánica está bien mezclada con la parte mineral. Su fertilidad natural es alta
<b>Phaeozems</b>	Se encuentran en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosques. Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que son muy utilizados en agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se utilizan intensamente para la producción de granos (soya, trigo y cebada, por ejemplo) y hortalizas, y como zonas de agostadero cuando están cubiertos por pastos.
<b>Regosoles</b>	Suelos ubicados en diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En su mayoría, estos suelos están asociados con Litosoles y afloramientos de roca o tepetate, Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.
<b>Solonchaks</b>	Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos.

## Vertisol

Son suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural que se encuentra en este tipo de suelos comprende selvas bajas, pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla. Sus colores más comunes son el negro o gris oscuro y el café rojizo. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo. Son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

Fuente: Elaboración Propia con Base en INEGI (2004).

**Figura 6. Edafología del Estado de Quintana Roo.**



Fuente: Elaboración Propia con Base en INEGI (2002; 2017a; 2017b).

Para el Estado de Quintana Roo se Identifican 29 coberturas a las cuales se describen en la Guía para la interpretación cartográfica de uso del suelo y vegetación, serie V, del INEGI (2014) [Cuadro 13].

**Cuadro 13. Uso del Suelo y Vegetación del Estado de Quintana Roo.**

	COBERTURA-USO DE SUELO	CONCEPTO
1	Agricultura de Humedad	Se desarrolla en zonas donde se aprovecha la humedad del suelo, independientemente del ciclo de las lluvias y que aún en época seca conservan humedad
2	Agricultura de Riego	Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua.
3	Agricultura de Temporal	Se clasifica como tal al tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua.
4	Asentamientos Humanos	Entidad auxiliar que corresponde a las áreas que no contienen vegetación natural ni áreas agrícolas y que están afectadas directamente por presencia de obras e infraestructura urbanas, instalaciones y vías mayores de comunicación, así como zonas habitacionales suburbanas, campestres o rústicas con o sin servicios
5	Bosque Cultivado	Es aquel que se establece mediante la plantación de diferentes especies arboladas realizadas por el hombre, sobre todo en aquellas áreas que presentan una perturbación debido a las actividades humanas. Estas poblaciones se pueden considerar como bosques artificiales, ya que son consecuencia de una reforestación con árboles de distintos géneros, por lo general, con especies exóticas. Los fines de estas plantaciones son el recreativo, ornamental y forestal, además de conservar medio ambiente, así como evitar la erosión del suelo
6	Cuerpo de Agua	Cuerpos de agua marítimos y continentales.
7	Desprovisto de Vegetación	Se indican las áreas que por factores antropogénicos no sustentan o sustentan en forma mínima algún tipo de cubierta vegetal.
8	Manglar	Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas, ocasionalmente arbustivas, cuya altura es de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presenta los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.
9	País Extranjero	Área complementaria que corresponde a territorio extranjero colindante con la República Mexicana y que es obtenido de los conjuntos de datos topográficos escala 1:250 000.
10	Palmar	Asociación de plantas monopódicas pertenecientes a la familia Arecaceae (Palmae). Los palmares pueden formar bosques aislados cuyas alturas varían desde 5 hasta 30 m. Se desarrollan en climas cálidos húmedos y subhúmedos principalmente pero también en climas secos pero en condiciones de alguna humedad edáfica. Se les puede encontrar formando parte de las selvas o como comunidades puras.
12	Palmar Inducido	Es resultado de procesos que afectan las selvas principalmente, como resultado de la actividad ganadera o bien por la presencia de fuego en el proceso de tumba, roza y quema, más comúnmente favorece la proliferación de <i>Brahea dulcis</i> y <i>Sabal mexicana</i> , principalmente. La permanencia de estas palmas se ve favorecida por los grupos humanos ya que son aprovechadas para diversos usos.

13	Pastizal Cultivado	Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo.
14	Pastizal Halófilo	Comunidad de gramíneas y graminoides que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras.
15	Sabana	La sabana está dominada principalmente por gramíneas, pero es común encontrar un estrato arbóreo bajo de 3 a 6 m de alto. Se desarrolla sobre terrenos planos o poco inclinados, en suelos profundos y arcillosos que se inundan durante el periodo de lluvias y en la época seca se endurecen al perder el agua. El clima de sabana es Tropical húmedo seco,
16	Selva alta subperennifolia	Se presenta en regiones con climas cálido húmedos, con precipitaciones de 1100 a 1300 mm anuales, con una época de sequía bien marcada que puede durar de tres a cuatro o incluso cinco meses. Las temperaturas son muy semejantes a aquellas en las que se desarrolla de la Selva Alta Perennifolia, aunque llegan a presentar oscilaciones de 6 a 8°C, entre el mes más frío y el más cálido. Rango altitudinal: aproximadamente entre 200 y 900 m.
17	Selva baja caducifolia	Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas.
18	Selva baja espinosa Subperennifolia	Esta selva está caracterizada por árboles bajos con alturas entre los 5 y 11 m, generalmente con los troncos muy torcidos; la densidad de los árboles puede ser bastante grande; acusan una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; el estrato herbáceo frecuentemente no existe.
19	Selva baja subcaducifolia	Los climas en que se desarrollan son del tipo Semicálido subhúmedo y Seco semicálido con temperaturas que oscilan entre los 16°C y los 36°C se desarrollan a una altitud entre los 50 a 100 msnm, sobre suelos poco desarrollados y poco profundos. Fisonómicamente es semejante a la selva baja caducifolia, excepto en que los árboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de una mayor humedad edáfica. Impactan visualmente los elementos de <i>Beaucarnea pliabilis</i> y <i>Pseudophoenix sargentii</i> .
20	Selva baja Subperennifolia	Comunidad vegetal que se encuentra en las mismas regiones de la Selva Alta perennifolia, alta y mediana subperennifolia, se distribuye prácticamente en la península de Yucatán, en climas Cálidos húmedos y sub húmedos con temperaturas de 24 a 36°C y precipitaciones entre los 1300 y 2000 mm. La distribución de esta selva está dada por las características geomorfológicas; esto es, en las zonas bajas y planas que en época de lluvias sufren cierto grado de inundación, pues se desarrollan en terrenos con drenaje deficiente, mismos que se inundan en la época de lluvias pero se secan totalmente en invierno (temporada seca). Los individuos que están presentes en este tipo de vegetación cuentan con una altura no mayor a 5 m. También por lo regular este tipo de selvas se



		pueden relacionar con las sabanas y la selva mediana subperennifolia.
22	Selva mediana subcaducifolia	Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 229 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6°C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos. Los valores de pH son francamente ácidos o cercanos a la neutralidad, aunque sin llegar a 7.
23	Selva mediana Subperennifolia	Los componentes arbóreos de este tipo de vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con clima cálido húmedo y subhúmedos. Los árboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran variados tipos de palmas.
24	Sin vegetación aparente	Se indican las áreas que en forma natural por limitantes climáticas, edáficas o geológicas no sustentan o sustentan en forma mínima algún tipo de cubierta vegetal. También incluye aquellas áreas desérticas sin cubierta vegetal visible donde se desarrolla vegetación de tipo efímero, así como las áreas rocosas cubiertas únicamente por líquenes y las nieves perpetuas.
25	Tular	Es una comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 80 cm hasta 2.5 m de altura.
26	Vegetación de dunas costeras	Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas.
27	Vegetación de Petén	Los petenes son islas de vegetación, con asociaciones de especies distribuidas en círculos concéntricos en medio de zonas de manglar bajo o zonas de pantanos en la Península de Yucatán, en sitios con climas cálidos húmedos y subhúmedos, con temperaturas medias anuales superiores a los 22°C y precipitación media anual superior a los 500 mm.
28	Zona Urbana	Áreas urbanizadas obtenidas de los conjuntos de datos topográficos.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2014b).

Para una mejor interpretación sobre la localización y distribución de los usos del suelo y vegetación para el Estado de Quintana Roo se realizó una reclasificación, esto redujo las categorías a 10 tipos (Cuadro 14).

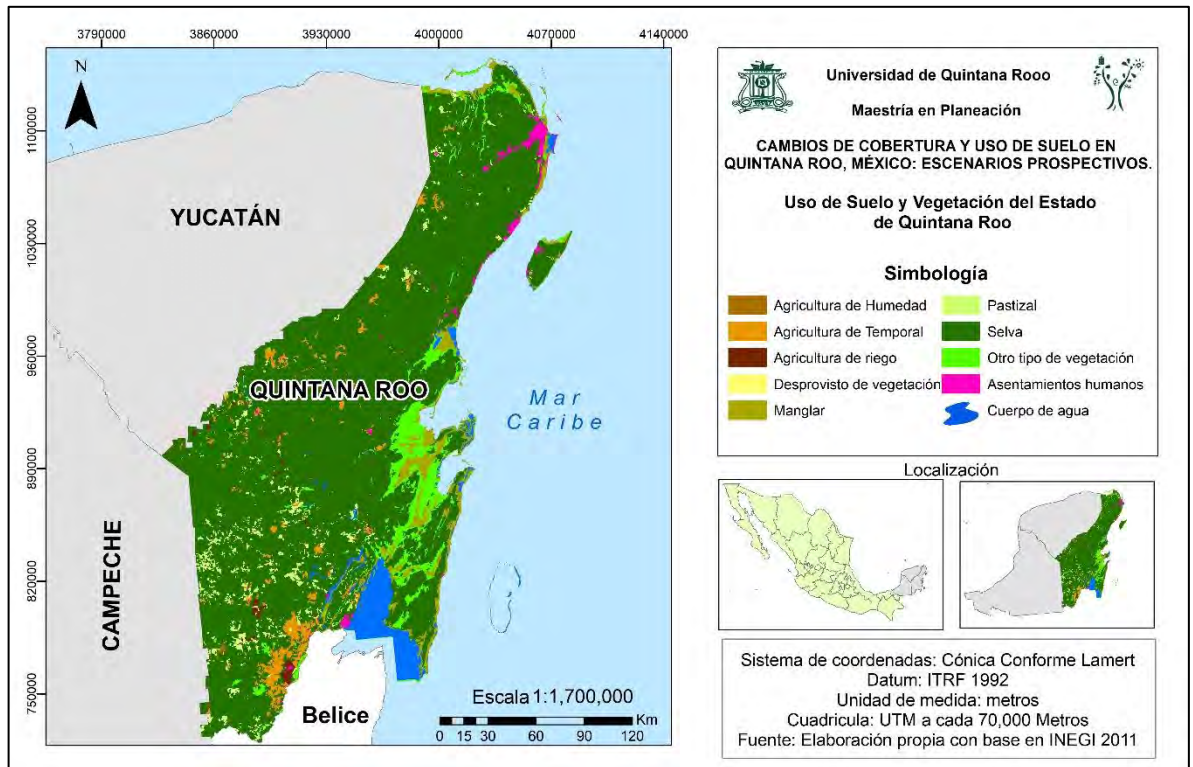
**Cuadro 14. Reclasificación de las CUS.**

ID	Cobertura-Uso de Suelo		Incluye
1	AGH	Agricultura de Humedad	Agricultura de Humedad
2	AGR	Agricultura de Riego	Agricultura de Riego
3	AGT	Agricultura de Temporal	Agricultura de Temporal
4	CA	Cuerpo de Agua	Cuerpo de Agua
5	MA	Manglar	Manglar
6	PZL	Pastizal	Pastizal
7	SL	Selva	Todos los tipos de Selva
8	AH	Asentamientos Humanos	Asentamientos Humanos Zona Urbana
9	OC	Otras Coberturas	Palmar Sabana Sin Vegetación Aparente Tular Vegetación de Duna Costera País Extranjero Bosque Cultivado Vegetación de Petén
10	DV	Desprovisto de Vegetación	Desprovisto de Vegetación

Fuente: Elaboración propia.

La cobertura con mayor superficie es la Selva la cual ocupa el 78.94% (3517598 ha). Para las demás coberturas se tiene: Manglar 4.22% (188173 ha), cuerpo de agua 4.11% (181753 ha), pastizal 2.98% (132980 ha), agricultura de Temporal 2.74% (122328 ha), asentamientos humanos 1.16% (51648 ha), agricultura de riego 0.44% (19729 ha), agricultura de humedad 0.05% (2269 ha), desprovisto de vegetación 0.03% (1417 ha) y otras coberturas 5.33% (237752 ha) [figura 7].

**Figura 7. Localización y distribución del Uso de Suelo y Vegetación para el Estado de Quintana Roo.**



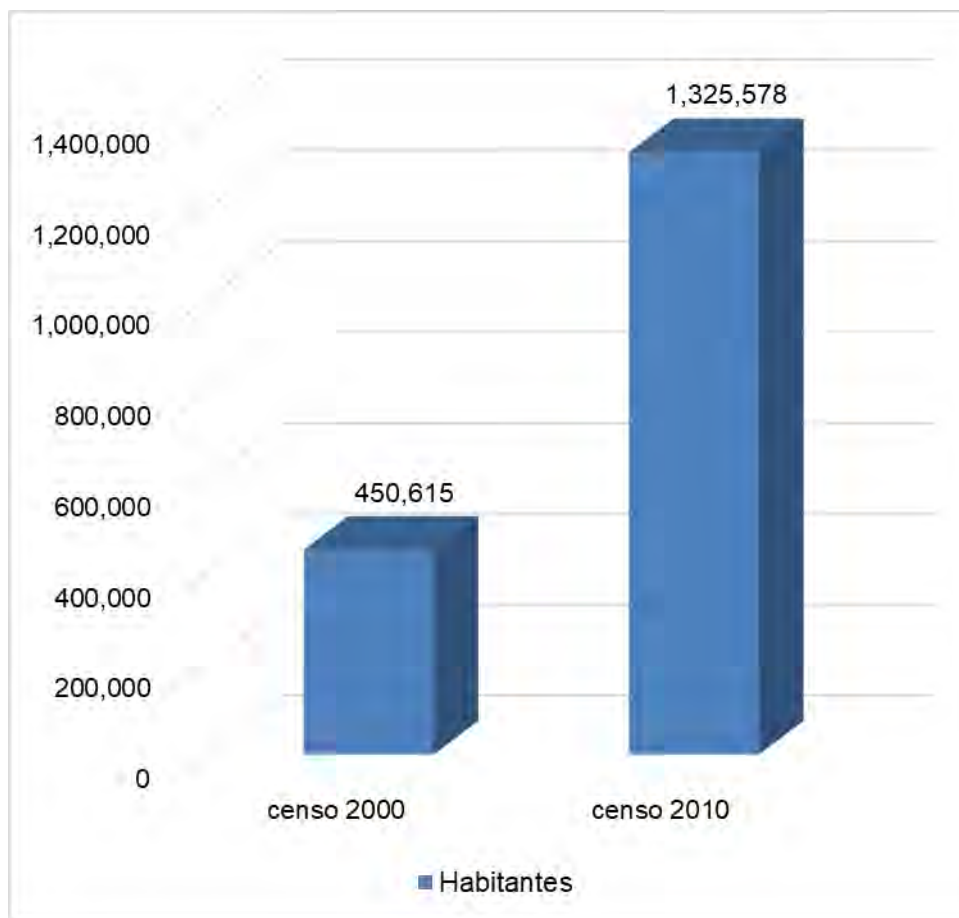
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2011; 2017a; 2017b).

## 2.1.2 Características Sociales

### Demografía

En 2010 el Censo de Población y Vivienda registro que residían en el estado de Quintana Roo una población total de 1, 325,578 habitantes. Mientras que para el censo del año 2000 se registró 450,615 habitantes. Esto representa un aumentando del 34% (Grafica 1).

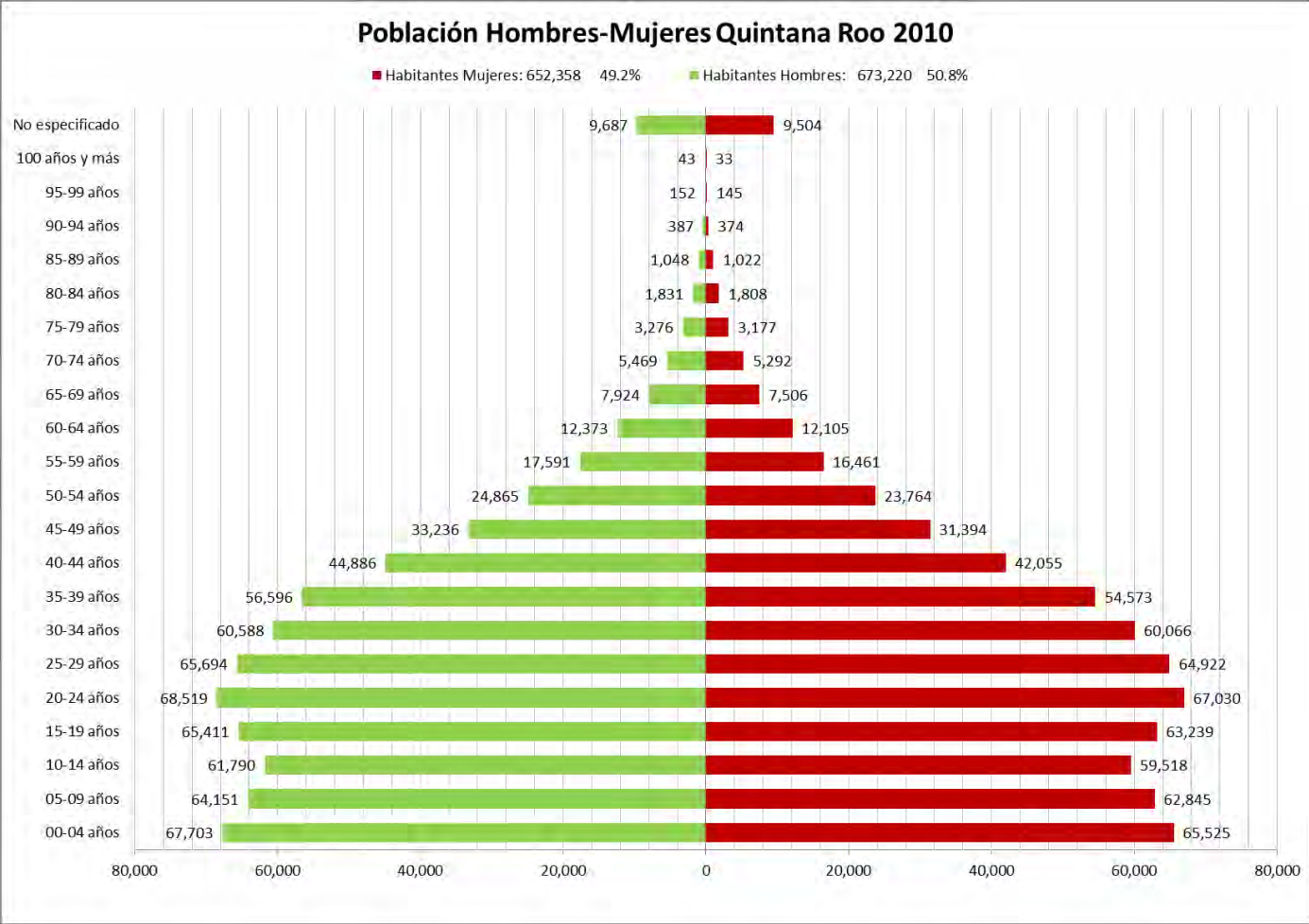
**Grafica 1.** Habitantes en el estado de Quintana Roo, censo 2000 y 2010.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010)

En el estado las mujeres representan el 49,2% de la población total mientras que la población de hombres representa el 50.8%, en todas las edades quinquenales. Los varones superan en número a las mujeres, siendo un estado con 20 862 más hombres que mujeres (Grafica 2).

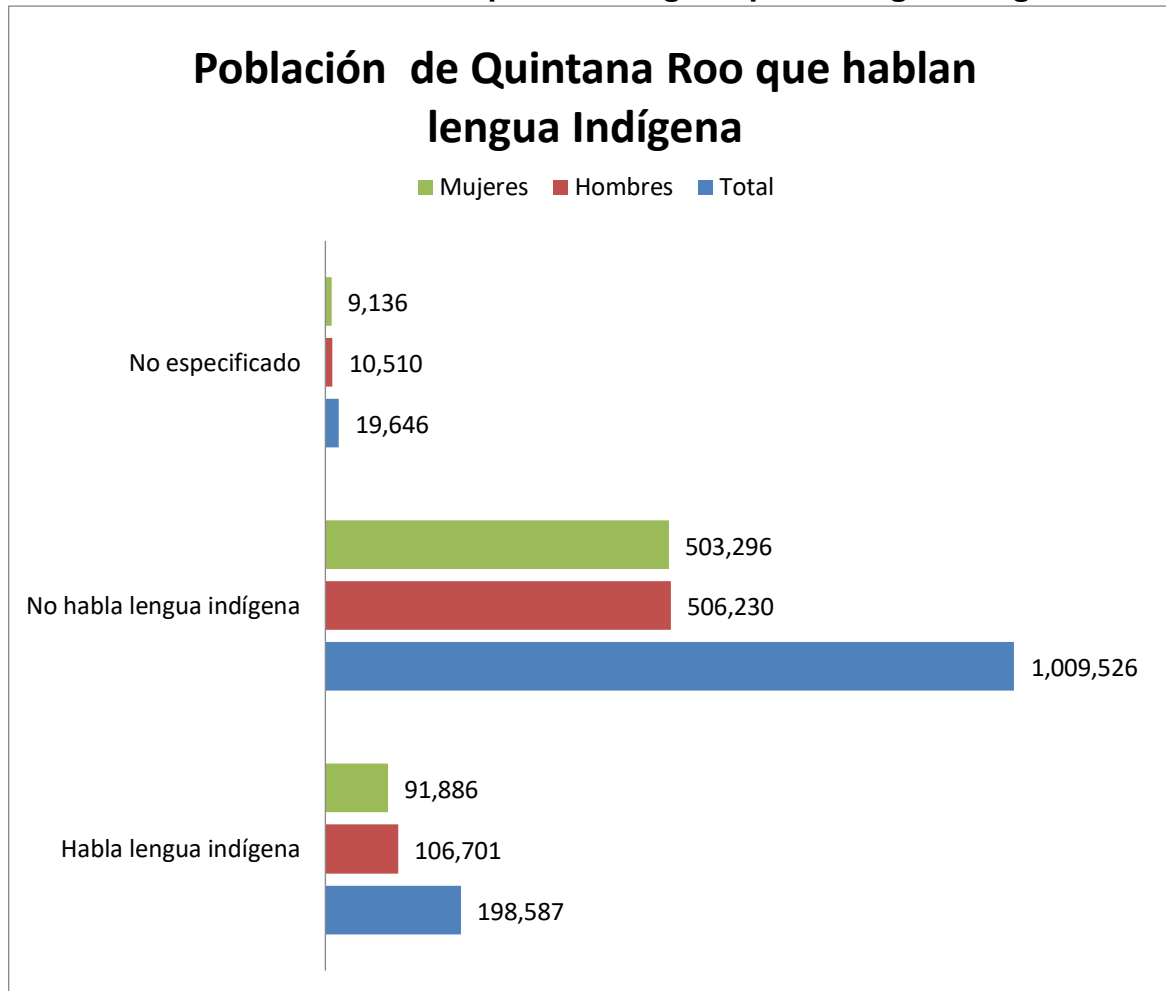
**Grafica 2. Habitantes hombres y mujeres en el estado de Quintana Roo.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010).

De la población que habla alguna lengua indígena se tiene un total de 198,587, de los cuales 106,701 son Hombres y 91,886 son mujeres (Grafica 3).

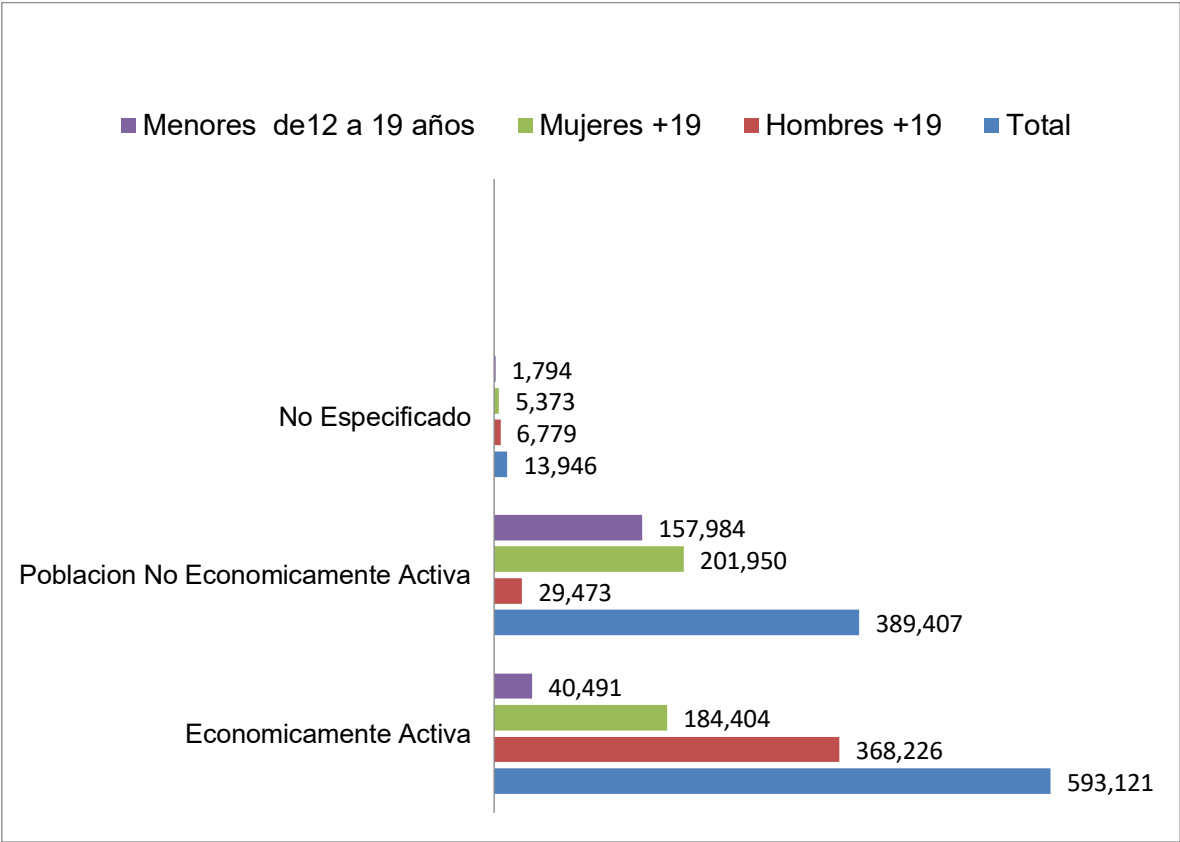
**Grafica 3. Población que habla algún tipo de lengua indígena.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010)

La población económicamente activa en el estado de Quintana corresponde a 593,121, de los cuales 368,226 son hombres mayores de 19 años, 184,404 son mujeres mayores de 19 años y 40,491 son hombres y mujeres entre 12 a 19 años. La población económicamente no activa es de 389,407 (Grafica 4).

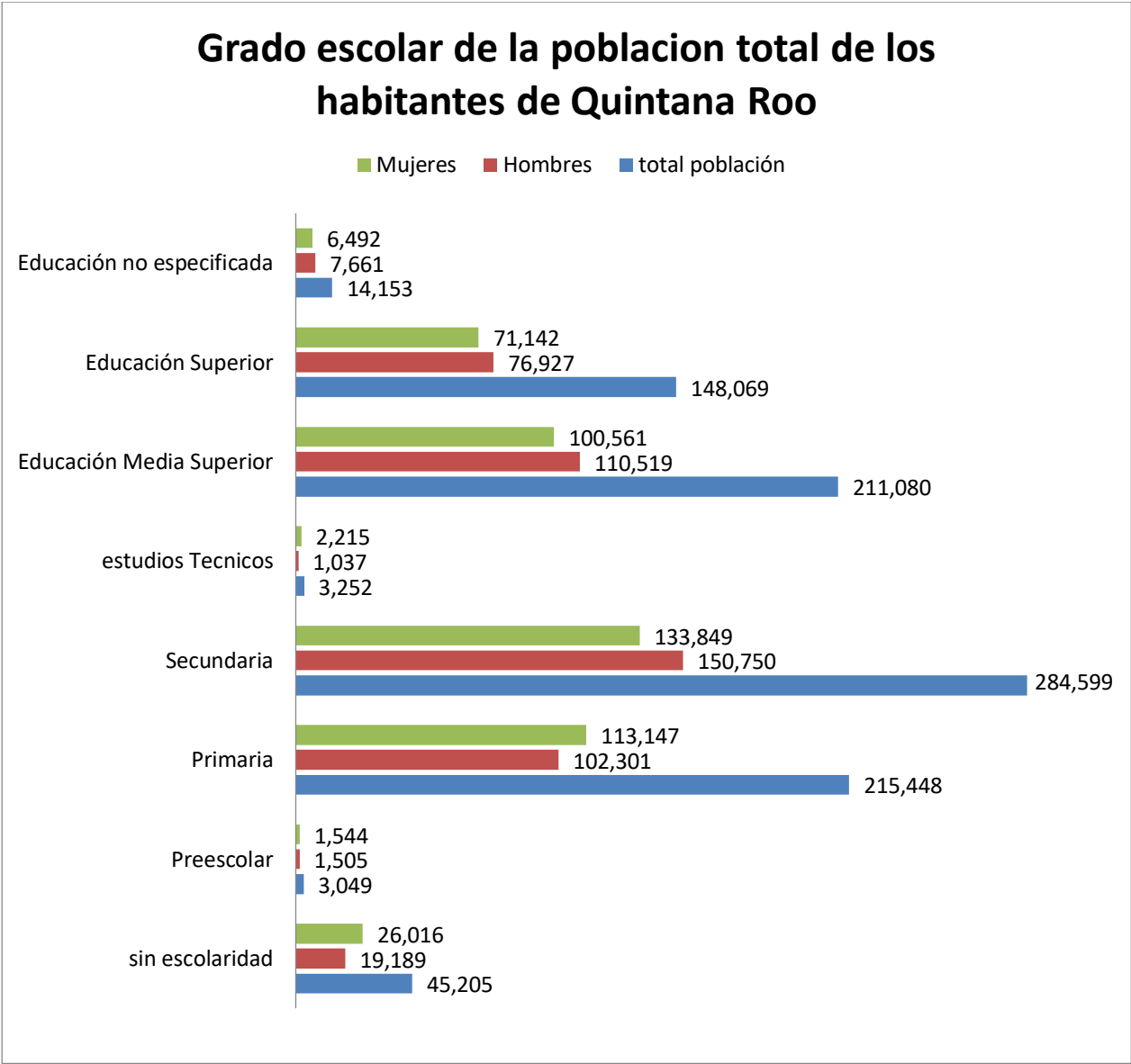
**Grafica 4 .Población económicamente activa y población económicamente inactiva.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010)

Existen más de 45 mil personas habitantes del estado de Quintana Roo con analfabetismo, de las cuales 26,016 personas son mujeres y el resto son hombres. El grado de estudio que predomina es nivel secundaria (Grafica 5).

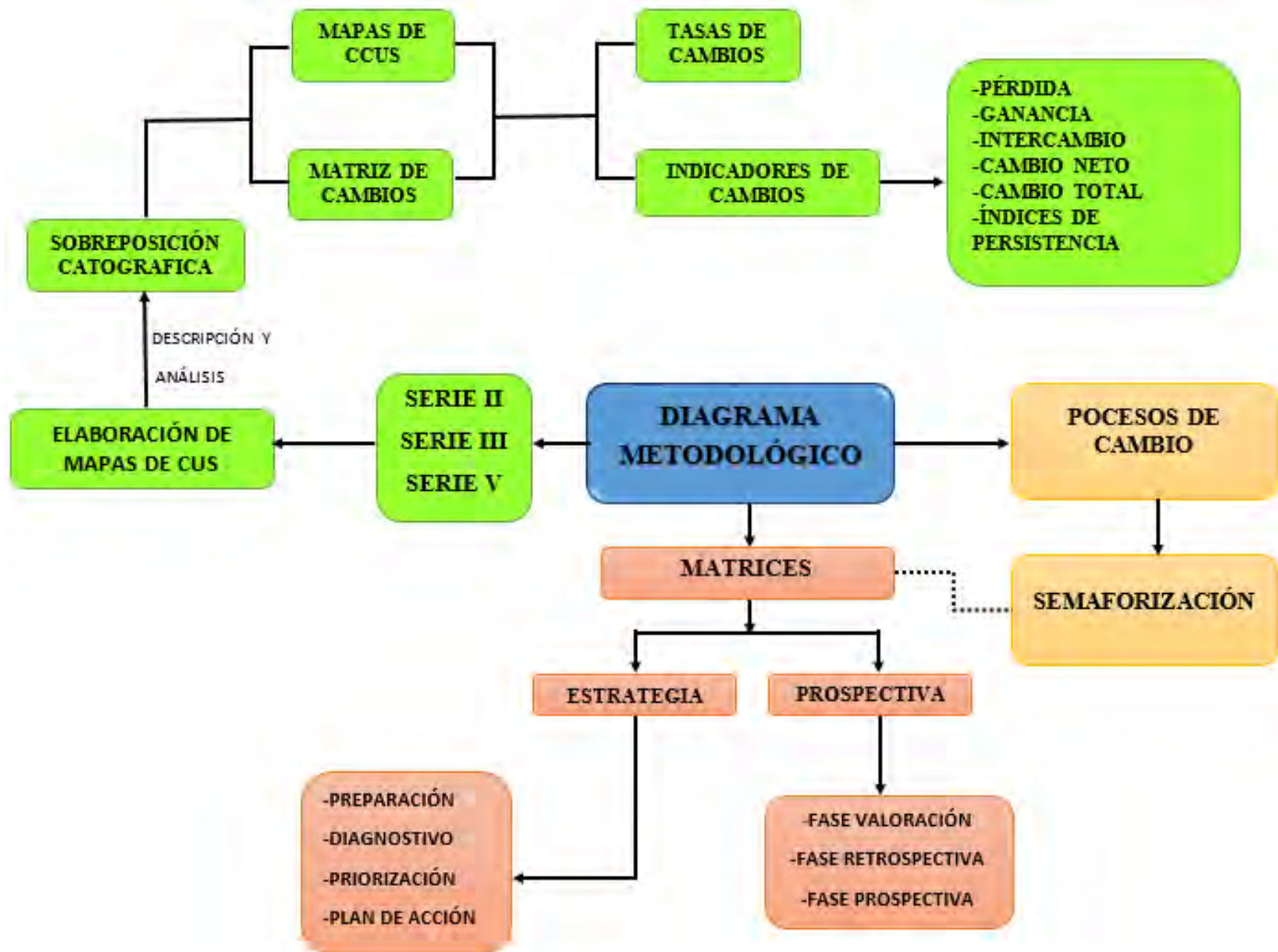
**Grafica 5. Escolaridad.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010)



# METODOLOGÍA



## **2.2 Metodología**

### **2.2.1 Determinación de la dinámica de uso del suelo y procesos de cambio.**

La descripción, evaluación y análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) del estado de Quintana roo se llevó a cabo a partir de la aplicación de métodos y técnicas estadísticas y cartográficas. Para poder caracterizar los cambios de cobertura y uso de suelo en estado de Quintana roo, se utilizó insumos cartográficos del Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI) de uso de suelo y vegetación (usv) de la serie IV, serie V y serie VI, correspondientes a los años de referencia 2007, 2011 y 2014. Con estos insumos fue necesario hacer una reclasificación de las categorías de análisis, quedando finalmente: Agricultura (AG), Desprovisto de Vegetación (DV), Manglar (MG), Pastizal (PZL), Selva (SL), Otras Coberturas (OC), Asentamientos Humanos (AH) y Cuerpos de Agua (CA). El producto obtenido de esta reclasificación son los mapas de cobertura y uso de suelo (CUS).

Para determinar la localización y cuantificación de los cambios de cobertura y uso de suelo (CCUS) en el estado de Quintana Roo en los periodos 2007-2011, 2011-2014 y 2007-2011, fue necesario realizar una sobreposición cartográfica con los mapas de CUS y una matriz de tabulación cruzada para cada uno de los periodos antes mencionados, esto permite generar mapas y tablas de cambio los cuales permiten identificar la magnitud y distribución espacial de la dinámica de cambio (Velázquez et al., 2002; Reyes et al., 2006; Dupuy et al., 2007).

En la detección de los cambios de cobertura se utilizó el software ArcMap, en el cual se realizó un algebra de mapas, para esto fue necesario convertir los mapas de CUS de un ambiente vector a uno raster, posteriormente se empleó la herramienta de calculadora raster con la función de suma, donde los archivos de entrada fueron un mapa de CUS de fecha 1 (f1) y un segundo mapa de fecha 2 (f2), de este proceso se obtuvo un mapa de CCUS y finalmente es convertido a un ambiente vector para

su análisis. Este procedimiento se llevó a cabo para los tres periodos de interés (2007-2011, 2011-2014 y 2007-2011).

Las matrices de tabulación cruzada se obtuvieron a través de superponer dos mapas de cobertura y uso de suelo de fechas diferentes, con lo que se permite identificar de manera eficiente los cambios entre categorías, dicha matriz se ordena de modo que las columnas constituyen la superficie de las categorías correspondientes a la fecha 1 (f1), mientras que las filas pertenecen a la superficie de las categorías de la fecha 2. La diagonal resultante de la intersección de la misma categoría representa la persistencia durante el periodo de análisis (f1 y f2) [cuadro 15].

**Cuadro 15. Matriz de cambios.**

		<b>Fecha 1 (f1)</b>				
		Categoría 1 (f1)	Categoría 2 (f1)	Categoría 3 (f1)	Categoría n (f1)	Total (f2)
<b>Fecha 2 (f2)</b>	Categoría 1 (f2)	<b>Categoría 1 (f1) Categoría 1 (f2)</b>	Categoría 2 (f1) Categoría 1 (f2)	Categoría 3 (f1) Categoría 1 (f2)	Categoría n (f1) Categoría 1 (f2)	Total Categoría 1 (f2)
	Categoría 2 (f2)	Categoría 1 (f1) Categoría 2 (f2)	<b>Categoría 2 (f1) Categoría 2 (f2)</b>	Categoría 3 (f1) Categoría 2 (f2)	Categoría n (f1) Categoría 2 (f2)	Total Categoría 2 (f2)
	Categoría 3 (f2)	Categoría 1 (f1) Categoría 3 (f2)	Categoría 2 (f1) Categoría 3 (f2)	<b>Categoría 3 (f1) Categoría 3 (f2)</b>	Categoría n (f1) Categoría 3 (f2)	Total Categoría 3 (f2)
	Categoría n (f2)	Categoría 1 (f1) Categoría n (f2)	Categoría 2 (f1) Categoría n (f2)	Categoría 3 (f1) Categoría n (f2)	<b>Categoría n (f1) Categoría n (f2)</b>	Total Categoría n (f2)
Total (f1)		Total Categoría 1 (f1)	Total Categoría 2 (f1)	Total Categoría 3 (f1)	Total Categoría n (f1)	<b>SUMA DE TODOS LOS TOTALES</b>

Fuente: Camacho et al. (2015b).

El análisis cuantitativo de las transiciones entre categorías fue calculado mediante la aplicación de las formulaciones propuestas por Pontius et al. (2004) y sistematizadas por Braimoh (2006,) para determinar los indicadores de ganancias, pérdidas, intercambios, cambios netos, cambios totales e índices de persistencia (Cuadro, 16). Los valores a sustituir en las fórmulas corresponden a la matriz de cambio para cada periodo de análisis.

**Cuadro 16. Ecuaciones para determinar indicadores de cambio.**

Indicador	Descripción	Expresión matemática
Ganancia ( $G_{IJ}$ )	Indica la porción de una cobertura que experimenta un aumento entre la fecha 1 y la fecha 2. Se calcula obteniendo la diferencia entre la fila del total del tiempo 2 ( $P_{+J}$ ) y persistencia ( $P_{JJ}$ ).	$G_{IJ} = P_{+J} - P_{JJ}$
Pérdida ( $L_{ij}$ )	Representa la porción de una categoría que decrece entre la fecha inicial y la fecha final. Se obtiene calculando la diferencia entre la columna del tiempo 1 ( $P_{j+}$ ) y la persistencia ( $P_{JJ}$ ).	$L_{ij} = P_{j+} - P_{JJ}$
Cambio neto ( $D_j$ )	Es el valor absoluto de la diferencia de las pérdidas ( $L_{ij}$ ) y las ganancias ( $G_{IJ}$ ) de cada categoría. Indica un cambio definitivo.	$D_j = L_{IJ} - G_{IJ}$
Intercambios ( $S_j$ )	El intercambio involucra pérdidas y ganancias simultáneas sobre una categoría sobre el territorio. Se da cuando la localización de una categoría cambia entre las dos fechas, mientras su superficie permanece constante, dicho de otra forma que por cada unidad de ganancia de una categoría existe la misma cantidad de pérdida para la otra. Se calcula como dos veces el valor mínimo de las ganancias ( $G_{IJ}$ ) o dos veces el valor mínimo de las pérdidas ( $L_{ij}$ ).	$S_j = 2 \times \text{MIN} (P_{j+} - P_{JJ}, P_{+J} - P_{JJ})$
Cambio total ( $C_j$ )	Es la suma de todos los cambios existentes. Se obtiene de la suma del cambio neto ( $D_j$ ) y el intercambio ( $S_j$ ), o también como la suma de las ganancias ( $G_{IJ}$ ) y las pérdidas ( $L_{ij}$ ).	$C_j = D_j - S_j$
Índice de ganancia a persistencia ( $G_p$ )	$G_p$ es el cociente resultante de dividir la ganancia ( $G_{IJ}$ ) con la persistencia ( $P_{JJ}$ )	$G_p = G_{IJ} / P_{JJ}$
Índice de pérdida a persistencia ( $L_p$ )	$L_p$ es el cociente resultante de dividir la pérdida ( $L_{IJ}$ ) con la persistencia ( $P_{JJ}$ )	$L_p = L_{IJ} / P_{JJ}$
Índice de cambio neto a persistencia ( $n_p$ )	$n_p$ es el cociente resultante de dividir el índice de ganancia a persistencia ( $L_{IJ}$ ) con la persistencia ( $P_{JJ}$ )	$n_p = G_p - L_p$

Fuente: Elaboración propia con base en Pontius et al. (2004) y Braimoh (2006).

## Tasas de cambio

Para la evaluación de la dinámica de uso de suelo y los procesos de cambios ocurridos en las coberturas y usos de suelo que caracterizan al estado de Quintana Roo, se realizó a partir de los datos derivados del cálculo correspondiente a las tasas de cambios que comprenden los periodos 2007-2011, 2011-2014 y 2007-2014, Éstas se obtuvieron a partir de la siguiente ecuación (FAO, 1996):

$$t = (S_2 / S_1)^{1/n} - 1$$

Donde t es la tasa de cambio (para expresar en porcentaje hay que multiplicar por 100);  $S_1$  es el área cubierta por un tipo dado de uso/cobertura del suelo en la fecha 1;  $S_2$  es la superficie de la misma cobertura en el tiempo 2 y n es el número de años del periodo de análisis.

### 2.2.2 Categorización de los procesos de cambio

La categorización es el proceso por el cual se especifica cuáles serán las categorías de la variable de interés. Constituye en una parte fundamental para el análisis e interpretación de los resultados y establece un mecanismo esencial en la reducción de la información recolectada. Es así que la categorización consiste en la asignación de conceptos a un nivel más abstracto, es decir que categorizar comprende definir un término o expresión clara del contenido de cada unidad analítica. A su vez, las categorías o valores son las diferentes posibilidades de conmutación que una variable puede tener; es una forma de clasificar, conceptualizar o codificar un término en forma clara, además de la capacidad de agrupar (Strauss et al., 2002; Cazau, 2004; Romero, 2005).

Se distinguen dos categorías principales que impulsan los procesos de CCUS: la primera son las causas inmediatas (directas) que constituyen las actividades antropogénicas o acciones inmediatas que se derivan del uso del suelo ocasionando así la afectación directa a la cubierta vegetal; entre las actividades relacionadas a esta acción están la expansión agrícola, expansión de la ganadería y la expansión

de infraestructura por establecimiento de caminos o crecimiento urbano. La segunda categoría son las causas subyacentes (indirectas) son las interacciones de factores de carácter demográficas, sociales, culturales, políticas y económicas que indirectamente impactan a los procesos relacionados con los CCUS (Geist y Lambin, 2002; FAO, 2016).

Lambin, et al. (2003), señala que las causas directas son las actividades antropogénicas locales provenientes del uso intencional del suelo, los cuales inciden directamente en la cobertura del suelo. De este modo se entiende que las actividades humanas convierten la cobertura del suelo de un tipo a otro, o modifican un tipo de cobertura del suelo ya existen, ante la influencia de las fuerzas motrices subyacentes (Briassoulis, 2009).

Geist et al. (2006), expone que entre factores o determinantes de la deforestación definidos como directos y subyacentes (indirectos) son: de las directas tenemos a) aumento de la infraestructura (carreteras, asentamientos rurales y urbanos, entre otros), b) expansión agrícola y c) extracción de madera, siendo las causas subyacentes a) factores demográficos, b) factores económicos, c) tecnológicos, d) políticos e institucionales, e) culturales y f) otros factores (factores ambientales, agentes biofísicos, agentes sociales).

Los cambios que experimentan las coberturas y uso de suelo son consecuencia de la dinámica social que describe a un espacio geográfico, específicamente por las actividades económicas y culturales que practican continuamente sus habitantes. Estas transformaciones conducen a una constante dinámica de uso de suelo, lo que ocasiona procesos de cambio como; deforestación expansión agrícola, crecimiento urbano, erosión, desertificación, entre otros. Con el fin de determinar el nivel de atención de cada cobertura y uso de suelo del estado de Quintana roo a través de las causas directas y subyacentes de los procesos de cambio, se implementó un análisis de semáforo. Esta semaforización establece una graduación donde se asigna un nivel de prioridad asignada por colores (Alta -Rojo, Media-Amarillo y Baja-

Verde), lo que se traduce en el grado necesario de intervención para una cobertura y uso de suelo determinada (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Semaforización y descripción de procesos de cambio**

Cobertura	Proceso de Cambio	Descripción y Consecuencias	Semaforización		
Selva, Manglar, Otras Coberturas					
Agricultura					
Pastizal					
Asentamientos Humanos					
Cuerpos de Agua					
Desprovisto de vegetación					

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.3 Construcción de la Matriz Prospectiva y Matriz Estratégica

De manera general la finalidad de la planeación es fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y las determinaciones de tiempos necesarios para su realización. La planeación presenta tres características a) Duración, se refiere al periodo en que se pretende llevar una acción de principio a fin y puede ser a largo plazo, mediano, plazo o a corto plazo, b) Amplitud, esta se determina por el número de aspectos que abarca, puede ser integral, es decir cuando contempla todos los aspectos; o sectorial, cuando abarca algunos aspectos por separado y c) Dimensión, es el entorno o nivel organizacional (regional, estatal, autonómica o local) [Rosales, 2010].

Se presenta una dicotomía entre la planeación prospectiva y la planeación estratégica. Donde la primera atiende el tiempo de anticipación, es decir intenta

explorar y elaborar una variedad de imágenes de visiones futuras, mientras que la planeación estratégica se centra en el tiempo de la preparación de acciones, escoge la preparación en lugar de la exploración para la elaboración y evaluación de las opciones estratégicas posibles para prepararse a los cambios esperados y provocar los cambios deseables (Goder, 2000). Al conjuntar la planeación prospectiva y la planeación estratégica se logra plantear futuros objetivos más informados para posteriormente dar a lugar a las estrategias, tácticas y acciones que podrían permitir alcanzarlos; y por supuesto, que actúen de acuerdo con ellos y evalúen los niveles de avance de los logros. Todo ello en un proceso dinámico, sujeto a revisiones periódicas (Baena, 2015).

En la aplicación de la metodología prospectiva se requiere tres etapas: a) conocer (diagnosticar), comprende la identificación y conformación de los futuros posibles a partir de diversa y dispersa información de múltiples fuentes, b) diseñar, se orienta a la elaboración del modelo de la realidad en la cual habrán de tomarse las decisiones para la determinación de estrategias y de factibilidad, c) construir, realización integral del proyecto (Secretaría de la Función Pública, 2016). La planeación prospectiva entonces propone como metodología la ristra “conocer-diseñar-construir” (Miklos y Arrollo, 2008).

Miklos y Tello (2007), establecen cuatro elementos estructurales en la planeación prospectiva: a) Normativa, consta de un modelo propiamente prospectivo, b) Definicional, se orienta a la elaboración del modelo de la realidad en la cual habrá que tomarse las decisiones, hace un análisis retrospectivo para poder describir las características e interacciones del presente, c) Confrontación, contrasta los resultados de la fase normativa y la definicional, d) Determinación estratégica y factibilidad, esta etapa define los futuros posibles mostrándose opciones políticas concretas (Figura 8).

Las técnicas prospectivas son herramientas útiles para construir escenarios, su utilización depende del enfoque metodológico y la fase del proceso prospectivo que



se desee desarrollar. Miklos y Arroyo (2008) establecen un instrumento metodológico para el trabajo prospectivo en el cual se incluye la construcción de escenarios. Dicho instrumento es la matriz prospectiva y estratégica, en ella se representa de manera sistematiza los procesos prospectivos a desarrollar (Figura 9).

**Figura 8. Metodología Prospectiva**

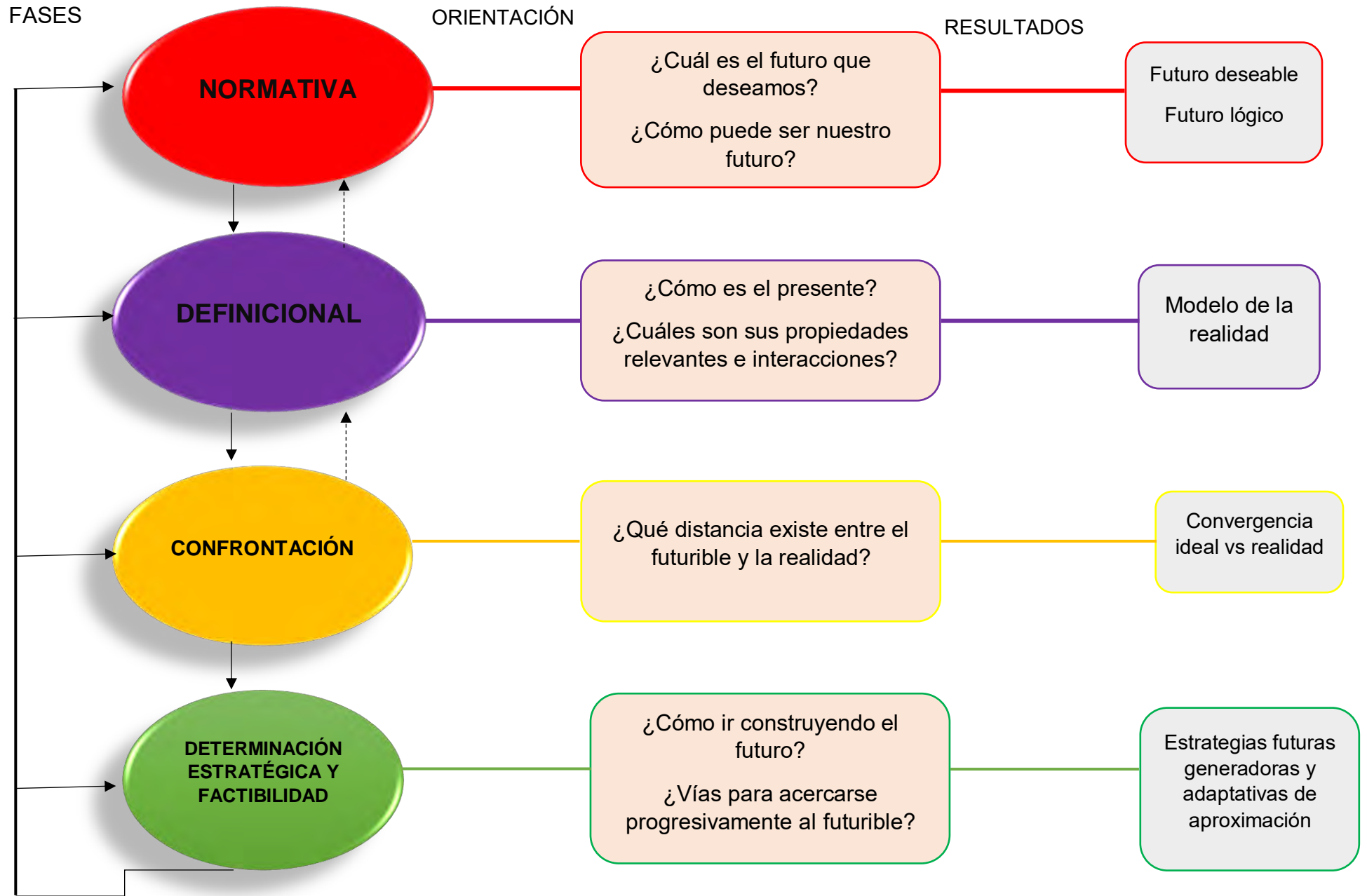
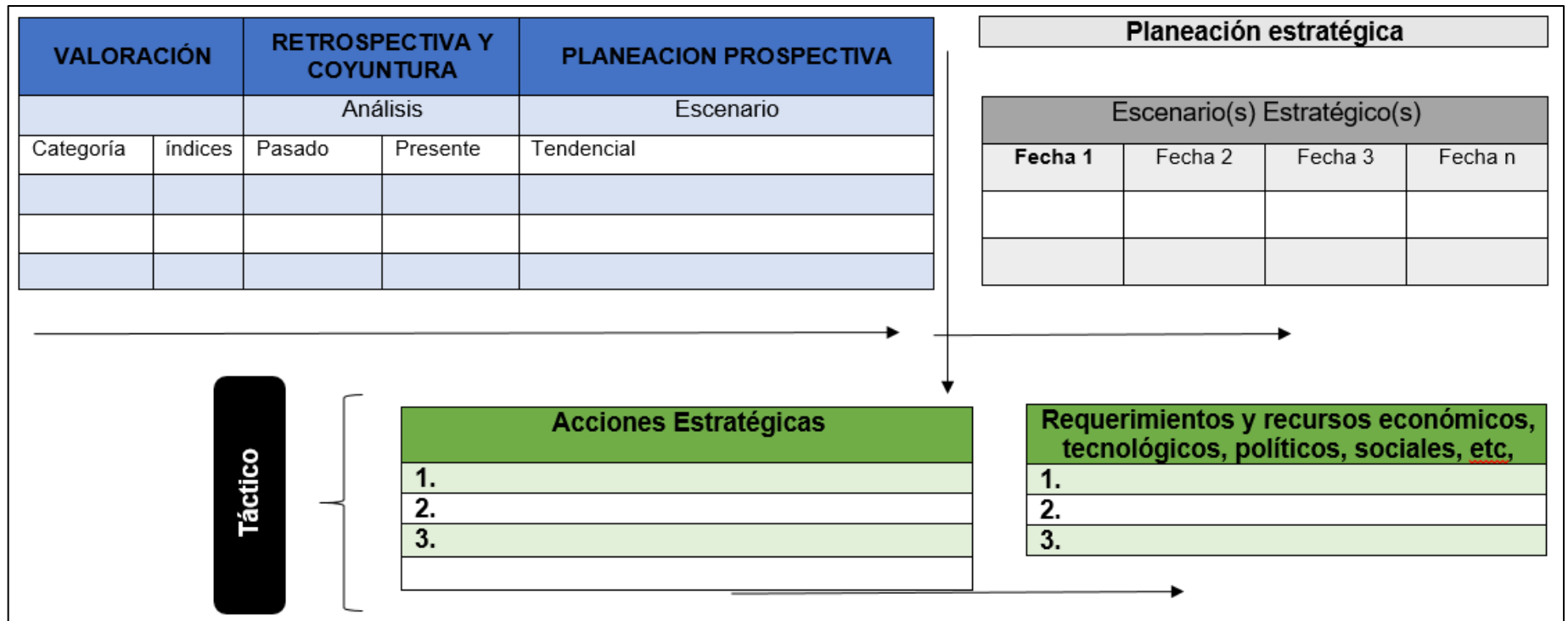


Figura 9. Matriz Prospectiva y Estratégica.





Los componentes de la Matriz Prospectiva y Estratégica se definen de la siguiente manera (Cuadro 18):

**Cuadro 18. Elementos de la Matriz Prospectiva y Estratégica.**

Componente	Descripción
Índices.	<p>Un indicador es un instrumento construido con datos cuantitativos y/o cualitativos los cuales permiten describir fenómenos que no son evidentes directamente.</p> <p>Los indicadores se traducen en índices que son las medidas y estadísticas cuantitativas o escalas cualitativas que afinan o detalla cada indicador.</p> <p>Se implementó los índices de persistencia propuestos por Braimoh (2006), los cuales fueron útiles para evaluar las características de las zonas estables en relación a las ganancias, pérdidas y cambios netos (Cuadro 16).</p>
Escenarios retrospectivos y coyunturales.	<p>Es el diagnostico entre el pasado y el presente. Identifica causas y efectos de los aciertos y problemas del sistema pasado.</p> <p>El valor utilizado para estas categorías son las superficies de cada una de las superficies de las coberturas y usos de suelo de la fecha inicial (f1) y fecha final (f2).</p>
Escenario tendencial	<p>Extrapolación basada en las estructuras del presente. Se construyó a partir de la proyección de las tasas de cambio para el periodo 2007-2014.</p>
Planeación Estratégica, acciones y requerimientos.	<p>Son los esfuerzos sistemáticos para establecer y concretar los propósitos, objetivos, políticas y estrategias básicas derivadas de la construcción del escenario. Se definen las acciones para alcanzar los objetivos y se dan lineamiento para lograrlo. En este proceso se deben responder cuestionamientos como: ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Con que? ¿Con quién?</p>

	<p>La forma de esquematizar y ordenar las respuestas a estas preguntas es través de un plan acción cuyo objetivo es la implementar acciones y medidas para la conservación de la cobertura forestal a nivel estatal.</p> <p>Al considerar las estrategia como el modo de alcanzar un objetivo, el plan de acción o táctico muestra cómo alcanzarlos, El plan de acción constituye como una herramienta de planeación utilizada para la gestión y control de un proyecto, establece la manera en que se organizará, orientara e implementará el conjunto de acciones necesarias para la para el logro de los objetivos y metas.</p>
--	--

## Proyecciones

De los resultados derivados del cálculo de las tasas de cambio del periodos 2007-2014, se realizó una proyección para el año 2020, se ocupó esta fecha como punto clave de referencia en documentos oficiales, los cuales priorizan y dirigen sus metas a esta fecha como un año intermedio en el cumplimiento de sus objetivos, donde se espera una reducción de la deforestación neta, entre estos documentos se encuentran los informes de la EREDD+ Quintana Roo y el ASPY.

Para realizar la extrapolación de las coberturas se usó la formula (Jasso et al., 2013):

$$C_n = C_i (t+1)^n$$

Donde  $C_n$  es la superficie del uso de suelo proyectada al año  $n$ ,  $C_i$  es la superficie inicial del uso del suelo,  $t$  es la tasa de cambio y  $n$  es igual al número de años a proyectar.

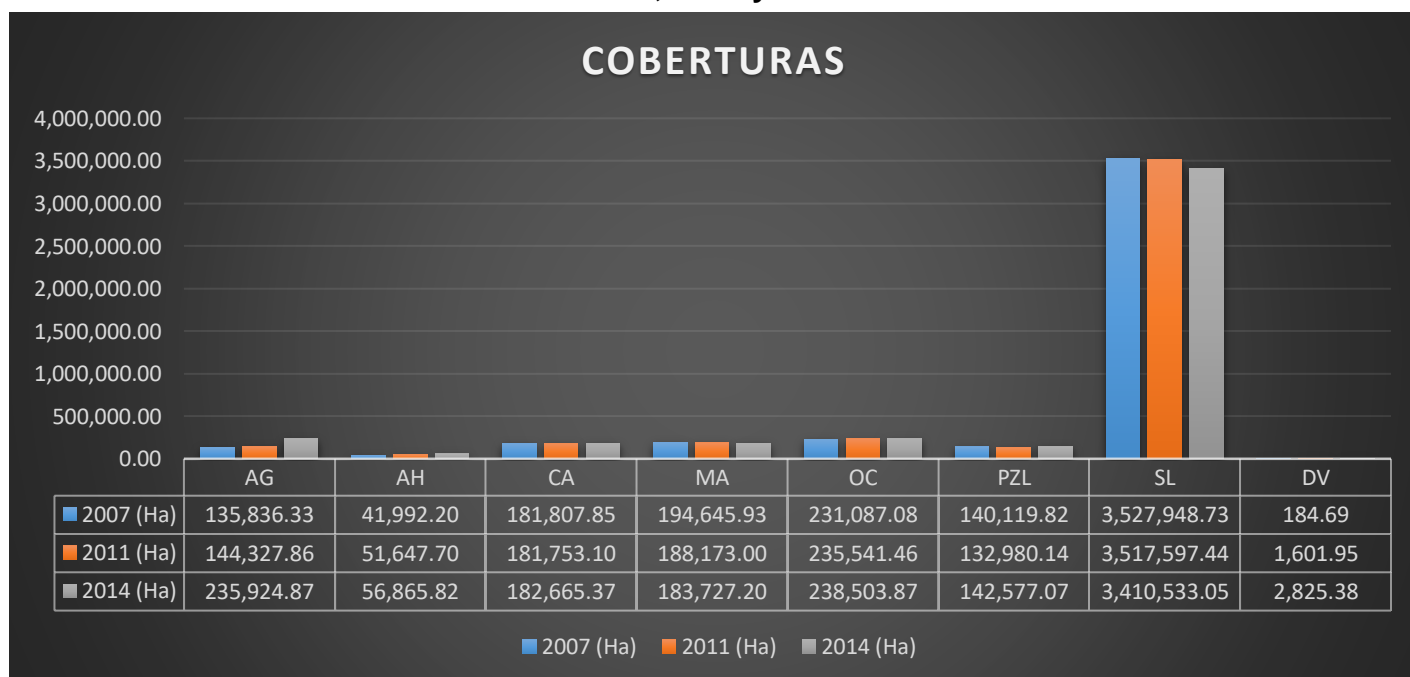
## CAPÍTULO III

### RESULTADOS

#### 3.1 Dinámica de los cambios de coberturas y usos del suelo.

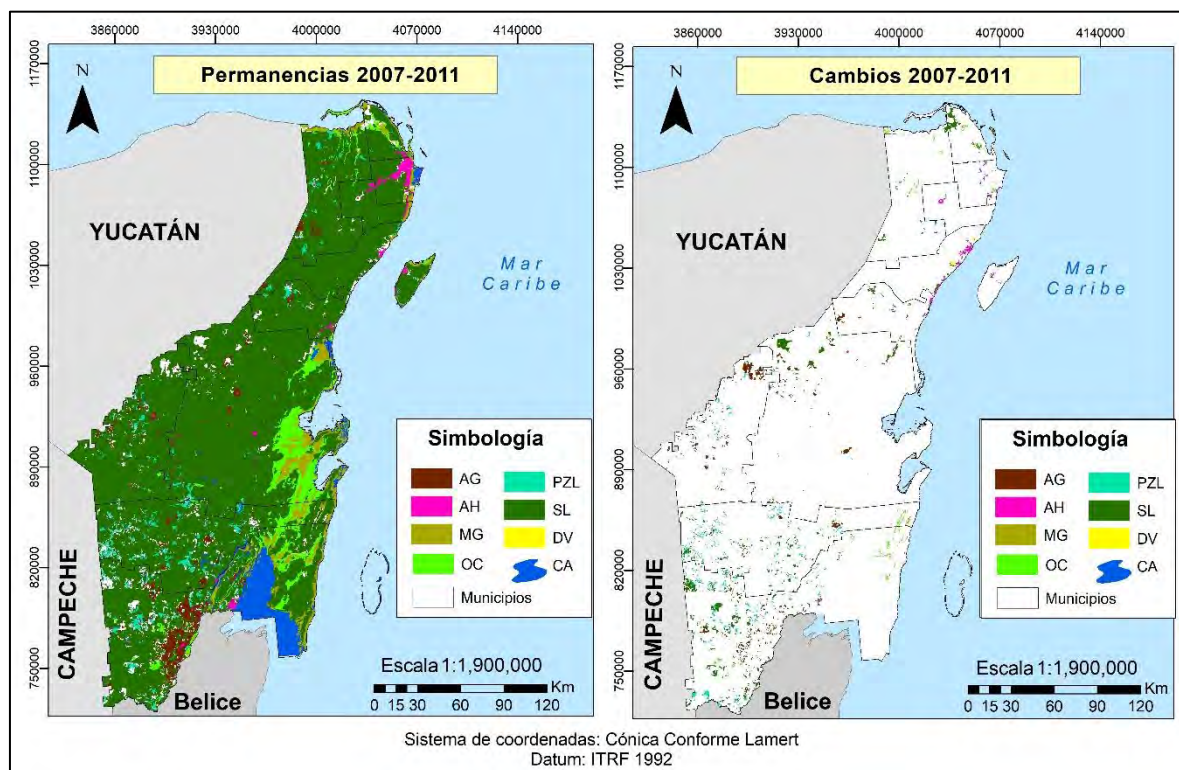
La siguiente grafica muestra las superficies iniciales de las coberturas y uso de suelo del estado de Quintana Roo para los años 2007, 2011 y 2014. Se afirma que la cobertura predominante para los tres años es la selva, sin embargo se nota una disminución en su superficie, de este modo el área ocupada por selva es de 3,527,948.73 ha, 3,517,597.44 ha y 3,410,533.05, correspondientes a los años 2007, 2011 y 2014. El manglar también presentó una disminución en su cobertura para cada año tomándola superficie el 2007 como referencia. En sentido contrario se tiene las coberturas que solo presentaron aumentos en sus superficies para cada año las cuales son; asentamientos humanos, otras coberturas, desprovisto de vegetación y Agricultura; este último mostró un aumento para el año 2014 del 73.48% (aproximadamente 100,088 ha) respecto al año 2007 donde la superficie era de 135,836.33 ha. Por último las categorías asignadas como pastizal y cuerpos de agua tuvieron variaciones tanto en disminución como aumento.

**Grafica 6. Superficie inicial de las coberturas y usos de suelo para los años 2007, 2011 y 2014.**



En la distribución espacial de los CCUS obtenida de la sobreposición cartográfica para los periodos de análisis (2007-2011, 2011-2014 y 2007-20014), se puede observar que la mayor parte de los cambios ocurrieron en la sur del estado, entre los municipios de José María Morelos, Felipe Carrillo Puerto, Bacalar y Chetumal, siendo la agricultura y el pastizal las coberturas que presentan mayor ganancia. En el periodo 2007-2011 los cambios se ven muy dispersos en pequeñas agrupaciones para todas las coberturas y usos del suelo, mientras que para el periodo 2011-2014 se percibe una fuerte expansión de las áreas de agricultura especialmente en el municipio de Felipe Carrillo Puerto. En el periodo total (2007-2014) se distingue un aumento de los asentamientos humanos en la zona noreste del estado (Figura 10, 11 y 12).

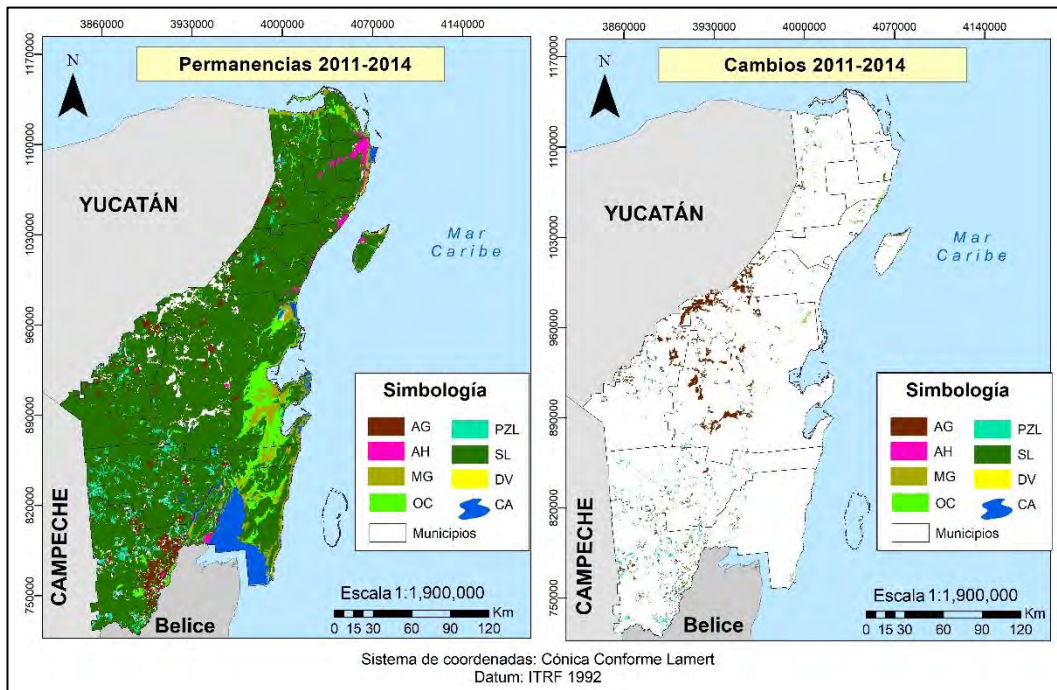
**Figura 10. Cambios de Cobertura y Uso de Suelo. Período: 2007-2011.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2007b; 2011; 2017b).

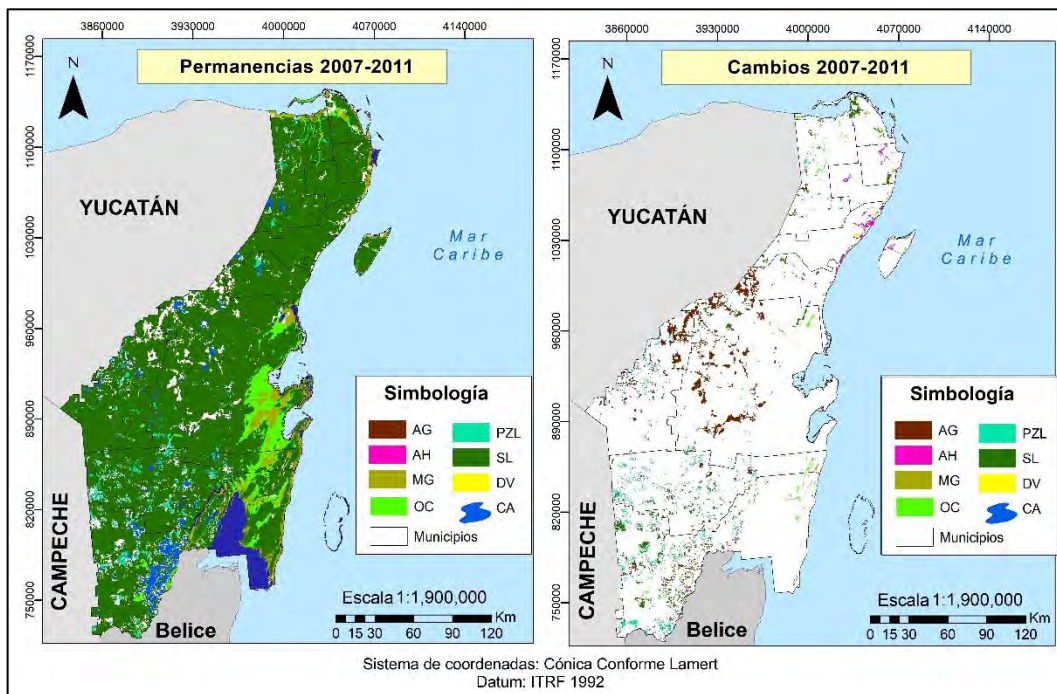


**Figura 11. Cambios de Cobertura y Uso de Suelo.  
Período: 2011-2014.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2011; 2014; 2017b).

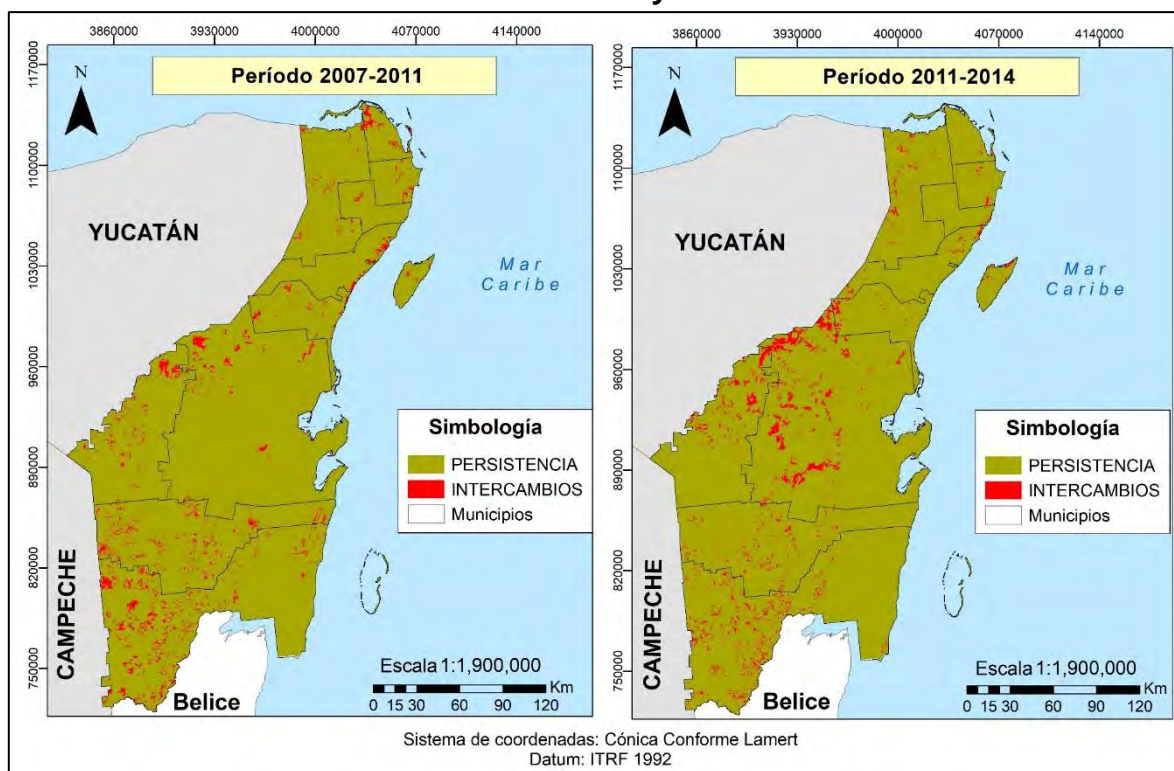
**Figura 12. Cambios de Cobertura y Uso de Suelo.  
Período: 2007-2014.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2007b; 2014; 2017b).

Para el periodo 2007-2011 la superficie total que permaneció sin cambios equivale al 96.55% (4,299,815.37 ha) del territorio y para el periodo 2011-2014 se mantuvo un 96.06 % (4,278,257.30 ha) [Figura 13].

**Figura 13. Persistencia y Cambio  
Periodo: 2007-2011 y 2011-2014.**



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2011; 2014; 2017b).

Posterior a la sobreposición cartográfica fue posible construir la matrices de cambio de los periodos 2007-2011, 2011-2014 y uno que comprende es total de años, es decir de 2007 al 2014 (Cuadro 19, 20 y 21). Con base a los datos de la matriz de cambio se calculó los indicadores de cambio. Estos indicadores de cambio corresponden a las pérdidas, ganancias, cambio total, cambio neto e intercambios (Cuadro, 21).

**Cuadro 19. Matriz de cambio 2007-2011.**

		SERIE 2007 HECTÁREAS								
		AG 10	AH 20	CA 30	MA 40	OC 50	PZL 60	SL 70	DV 80	Total
SERIE 2011	AG 1	109,205.00	0.00	0.00	0.00	476.63	4,223.89	30,422.33	0.00	144,327.86
	AH 2	179.14	41,992.20	18.52	790.63	157.62	1,128.80	7,380.79	0.00	51,647.70
	CA 3	0.00	0.00	181,475.00	130.98	0.03	8.93	138.15	0.00	181,753.10
	MA 4	0.00	0.00	37.76	185,056.00	1,233.37	57.23	1,788.64	0.00	188,173.00
	OC 5	432.03	0.00	137.29	1,658.56	226,627.00	90.28	6,596.29	0.00	235,541.46
	PZL 6	3,178.56	0.00	0.72	0.00	87.74	102,057.00	27,656.12	0.00	132,980.14
	SL 7	22,841.60	0.00	138.57	7,009.76	1,835.33	32,553.69	3,453,218.48	0.00	3,517,597.44
	DV 8	0.00	0.00	0.00	0.00	669.35	0.00	747.91	184.69	1,601.95
Total		135,836.33	41,992.20	181,807.85	194,645.93	231,087.08	140,119.82	3,527,948.73	184.69	4,453,622.63

**Cuadro 20. Matriz de cambio 2011-2014**

		SERIE 2011 HECTÁREA								
		AG 10	AH 20	CA 30	MA 40	OC 50	PZL 60	SL 70	DV 80	Total
SERIE 2014	AG 1	132,521.00	0.00	0.00	0.00	195.67	821.68	102,386.52	0.00	235,924.87
	AH 2	773.26	51,647.70	14.93	600.10	76.78	628.48	3,001.89	122.69	56,865.82
	CA 3	47.81	0.00	181,358.00	525.90	589.57	0.00	144.08	0.00	182,665.37
	MA 4	0.00	0.00	95.28	182,263.00	1,224.97	0.00	143.95	0.00	183,727.20
	OC 5	0.00	0.00	153.73	3,778.01	232,393.00	51.08	2,128.05	0.00	238,503.87
	PZL 6	684.98	0.00	0.00	14.64	0.00	114,967.00	26,910.45	0.00	142,577.07
	SL 7	10,300.80	0.00	131.15	962.90	1,061.46	16,448.40	3,381,628.34	0.00	3,410,533.05
	DV 8	0.00	0.00	0.00	28.46	0.00	63.51	1,254.15	1,479.26	2,825.38
Total		144,327.86	51,647.70	181,753.10	188,173.00	235,541.46	132,980.14	3,517,597.44	1,601.95	4,453,622.63

**Cuadro 21. Matriz de cambio 2007-2014.**

		SERIE 2007 HECTÁREAS								
		AG 10	AH 20	CA 30	MA 40	OC 50	PZL 60	SL 70	DV 80	Total
SERIE 2014	AG 1	104,740.00	0.00	0.05	0.00	671.51	4,549.32	125,963.99	0.00	235,924.87
	AH 2	967.53	41,992.20	33.45	1,400.76	357.09	1,735.60	10,379.20	0.00	56,865.82
	CA 3	40.39	0.00	181,095.00	642.28	589.60	8.93	289.16	0.00	182,665.37
	MA 4	0.00	0.00	145.62	179,166.00	2,431.17	57.23	1,927.18	0.00	183,727.20
	OC 5	481.76	0.00	263.85	5,436.57	223,505.00	216.64	8,600.06	0.00	238,503.87
	PZL 6	4,032.46	0.00	0.24	14.64	128.52	91,224.60	47,176.62	0.00	142,577.07
	SL 7	25,574.20	0.00	269.65	7,935.26	2,800.12	42,264.00	3,331,689.83	0.00	3,410,533.05
	DV 8	0.00	0.00	0.00	50.42	604.07	63.50	1,922.69	184.69	2,825.38
Total		135,836.33	41,992.20	181,807.85	194,645.93	231,087.08	140,119.82	3,527,948.73	184.69	4,453,622.63

Tomando en cuenta los resultados del cuadro 22 y 23 obtenidos del análisis de la matriz de cambios se aprecia aumentos y disminuciones relevantes en la superficie total en cinco categorías de las ocho analizadas, en el año 2007 el 79.22% (3,527,948.73 ha) de la superficie del estado de Quintana Roo pertenecía a la cobertura de selva, la agricultura ocupaba el 3.05% (135,836.33 ha), los asentamientos humanos el 0.94% (41,992.20 ha), el manglar tenía 4.08% (194,645.93 ha) y el pastizal 3.15% (140,119.82 ha). Por su parte en el año 2011 la selva tenía 78.98% (3,517,597.44 ha), la agricultura 3.24% (144,327.855 ha), los asentamientos humanos 1.16% (51,647.69 ha), manglar el 4.23% (188,172.99 ha) y el pastizal con el 2.99% (132,980.14). En el caso del 2014, la selva dominaba con 76.58% (3,410,533.05 ha), la agricultura ocupaba el 5.30% (235,924.87), los asentamientos humanos 1.28% (56,865.82), el manglar 4.13% (183,727.20 ha) y el pastizal 3.20% (142,577.07). Es decir que en términos netos, para el año 2011 la selva disminuyó el 0.24% y manglar el 0.15% de su superficie, mientras que la agricultura, asentamientos humanos y pastizal se expandieron en 0.19%, 0.22% y 0.16% respectivamente. Con relación al segundo periodo (2011-2014) la selva decreció 0.24% y el manglar 0.10 % de su superficie, en el caso de la agricultura, asentamientos humanos y pastizal se expandieron en 2.06, 0.12 y 0.22 respectivamente.

Los datos obtenidos revelan que el cambio total en el estado de Quintana Roo para el periodo 2007-2011 fue de 307,614.50 ha (3.45%), de los cuales 259,577.19 ha (2.91%) corresponden a un intercambio entre categorías y 48,037.32 ha (0.54%) a un cambio neto. En términos de ganancias y pérdida, es indudable que la selva es la principal categoría perdedora con 1.68%. Por otro lado, las categorías con mayor ganancia son la agricultura (0.79%) y pastizal (0.69) seguidas de asentamientos humanos (0.22%) y otras cuberturas (0.20) [Cuadro 22].

**Cuadro 22. Indicadores de cambio en el estadio de Quintana Roo 2007-2011.**

	AG	AH	CA	MA	OC	PZL	SL	DV	Total (ha)/%
<b>Área 2007 (ha)</b>	135,836.33	41,992.20	181,807.85	194,645.93	231,087.08	140,119.82	3,527,948.73	184.69	4,453,622.63
%	3.05	0.94	4.08	4.37	5.19	3.15	79.22	0.00	100.00
<b>Área 2011 (ha)</b>	144,327.85	51,647.69	181,753.09	188,172.99	235,541.45	132,980.13	3,517,597.44	1601.95	4,453,622.63
%	3.24	1.16	4.08	4.23	5.29	2.99	78.98	0.04	100.00
<b>Persistencia</b>	109,205.00	41,992.20	181,475.00	185,056.00	226,627.00	102,057.00	3,453,218.48	184.69	4,299,815.37
%	2.45	0.94	4.07	4.16	5.09	2.29	77.54	0.0041	96.55
<b>Pérdida</b>	26,631.33	0.00	332.85	9,589.93	4,460.08	38,062.82	74,730.24	0.00	153,807.25
%	0.60	0.00	0.01	0.22	0.10	0.85	1.68	0.00	3.45
<b>Ganancia</b>	35,122.86	9,655.50	278.10	3,117.00	8,914.46	30,923.14	64,378.95	1,417.26	153,807.25
%	0.79	0.22	0.01	0.07	0.20	0.69	1.45	0.03	3.45
<b>Cambio total</b>	61,754.19	9,655.50	610.95	12,706.92	13,374.53	68,985.96	139,109.19	1,417.26	307,614.50
%	1.39	0.22	0.01	0.29	0.30	1.55	3.12	0.03	3.45
<b>cambio neto</b>	8,491.52	9,655.50	54.76	6,472.93	4,454.38	7,139.68	10,351.29	1,417.26	48,037.32
%	0.19	0.22	0.0012	0.15	0.10	0.16	0.23	0.03	0.54
<b>Intercambios</b>	53,262.67	0.00	556.19	6,233.99	8,920.15	61,846.28	128,757.90	0.00	259,577.19
%	1.20	0.00	0.01	0.14	0.20	1.39	2.89	0.00	2.91

**Cuadro 23. Indicadores de cambio en el estadio de Quintana Roo 2011-2014.**

	AG	AH	CA	MA	OC	PZL	SL	DV	Total (ha)/%
<b>Área 2011 (ha)</b>	144,327.86	51,647.70	181,753.10	188,173.00	235,541.46	132,980.14	3,517,597.44	1,601.95	4,453,622.63
%	3.24	1.16	4.08	4.23	5.29	2.99	78.98	0.04	100.00
<b>Área 2014 (ha)</b>	235,924.87	56,865.82	182,665.37	183,727.20	238,503.87	142,577.07	3,410,533.05	2,825.38	4,453,622.63
%	5.30	1.28	4.10	4.13	5.36	3.20	76.58	0.06	100.00
<b>Persistencia</b>	132,521.00	51,647.70	181,358.00	182,263.00	232,393.00	114,967.00	3,381,628.34	1,479.26	4,278,257.30
%	2.98	1.16	4.07	4.09	5.22	2.58	75.93	0.03	96.06
<b>Pérdida</b>	11,806.86	0.00	395.10	5,910.00	3,148.46	18,013.14	135,969.10	122.69	175,365.33
%	0.27	0.00	0.01	0.13	0.07	0.40	3.05	0.00	3.94
<b>Ganancia</b>	103,403.87	5,218.12	1,307.37	1,464.20	6,110.87	27,610.07	28,904.71	1,346.12	175,365.33
%	2.32	0.12	0.03	0.03	0.14	0.62	0.65	0.03	3.94
<b>Cambio total</b>	115,210.72	5,218.12	1,702.46	7,374.20	9,259.33	45,623.21	164,873.81	1,468.80	350,730.65
%	2.59	0.12	0.04	0.17	0.21	1.02	3.70	0.03	3.94
<b>cambio neto</b>	91,597.01	5,218.12	912.27	4,445.79	2,962.42	9,596.92	107,064.39	1,223.43	223,020.36
%	2.06	0.12	0.02	0.10	0.07	0.22	2.40	0.03	2.50
<b>Intercambios</b>	23,613.71	0.00	790.19	2,928.40	6,296.91	36,026.29	57,809.42	245.37	127,710.29
%	0.53	0.00	0.02	0.07	0.14	0.81	1.30	0.01	1.43

El cambio total en el estado de Quintana Roo para el periodo que comprende de 2011 al 2014 fue de 350,730.65 ha (3.94%), los intercambios entre categorías corresponde 127,710.29 ha (1.43%) y el cambio neto fue igual a 223,020.36 ha (2.50%). En este periodo la selva vuelve a ser la categoría perdedora con 3.05%, mientras que nuevamente las categorías agricultura (2.32%) y pastizal (0.62), vuelven a ser las categorías con mayor ganancia, también seguidas por asentamientos humanos (0.12%) y otras coberturas (0.14%) [Cuadro 23].

Continuando bajo los mismos criterios, para el periodo 2007-2014 el cambio total fue de 600,050.63 ha (6.74%), siendo el 352,796.06 (3.96%) el valor total de los intercambios y 256,668.82 ha (2.88%) la cifra perteneciente a los cambios netos. En cuanto a los cambios en términos de ganancias y pérdidas, queda evidente que la selva es la principal cobertura perdedora, con un 4.41%, por otro lado, las categorías ganadoras son la agricultura (2.95%), pastizal (1.15%), asentamientos humanos (0.33%) y otras coberturas (0.34%). Con los datos de los tres periodos se puede afirmar que la pérdida de la selva ocurrió a causa de la expansión territorial de las categorías agricultura y pastizal (Cuadro 24).

**Cuadro 24. Indicadores de cambio en el estado de Quintana Roo 2007-2014.**

	AG	AH	CA	MA	OC	PZL	SL	DV	Total (ha)/%
<b>Área 2007(ha)</b>	135,836.33	41,992.20	181,807.85	194,645.93	231,087.08	140,119.82	3,527,948.73	184.69	4,453,622.63
<b>%</b>	3.05	0.94	4.08	4.37	5.19	3.15	79.22	0.00	100.00
<b>Área 2014 (ha)</b>	235924.865	56865.8223	182665.366	183727.2	238503.871	142577.068	3410533.05	2,825.38	4,453,622.63
<b>%</b>	5.30	1.28	4.10	4.13	5.36	3.20	76.58	0.06	100.00
<b>Persistencia</b>	104,740.00	41,992.20	181,095.00	179,166.00	223,505.00	91,224.60	3,331,689.83	184.69	4,153,597.31
<b>%</b>	2.35	0.94	4.07	4.02	5.02	2.05	74.81	0.00	93.26
<b>Pérdida</b>	31,096.33	0	712.85	15,479.93	7,582.08	48,895.22	198,258.91	0.00	300,025.31
<b>%</b>	0.70	0.00	0.02	0.35	0.17	1.10	4.41	0.00	6.74
<b>Ganancia</b>	131,184.87	14,873.63	1,570.37	4,561.20	14,998.87	51,352.47	78,843.23	2,640.69	300,025.31
<b>%</b>	2.95	0.33	0.04	0.10	0.34	1.15	1.77	0.06	6.74
<b>Cambio total</b>	162,281.19	14,873.63	2,283.22	20,041.13	22,580.95	100,247.69	275,102.13	2,640.69	600,050.63
<b>%</b>	3.64	0.33	0.05	0.45	0.51	2.25	6.18	0.06	6.74
<b>cambio neto</b>	100,088.54	14,873.63	857.52	10,918.73	7,416.79	2,457.25	117,415.68	2,640.69	256,668.82
<b>%</b>	2.25	0.33	0.02	0.25	0.17	0.06	2.64	0.06	2.88
<b>Intercambios</b>	62,192.65	5,414.59	1,425.70	9,122.40	15,164.17	97,790.44	157,686.45	0.00	343,381.81
<b>%</b>	1.40	0.12	0.03	0.20	0.34	2.20	3.54	0.00	3.96

De los resultados obtenidos del cálculo de las tasas de cambio para el estado de Quintana Roo las coberturas de selva y manglar disminuyeron, pues se registró siempre un valor negativo para tasa anual de cambio en los tres periodos analizados esto implica un proceso de deforestación. Comparando el periodo de 2007-2011 y 2011-2014 la tasa anual fue mayor para el segundo periodo el cual paso de -0.07% a -1.03, mientras que los valores de las tasas anuales del manglar se mantuvieron cercanos. Las tasas de cambio que muestran un mayor aumento son asentamientos humanos, pastizal y agricultura, este último tiene su valor más alto en el periodo 2011-2014 con una tasa anual de 17.80% (Cuadro 25). Las tasas calculadas para la categoría desprovisto de vegetación podrían parecer alarmantes por sus elevadas cifras, sin embargo su superficie es menor en comparación a todas las demás coberturas.

**Cuadro 25. Tasas de cambio periodos 2007-2011, 2011-2014 y 2007-2014.**

COBERTURA	2007 (Ha)	2011 (Ha)	2014 (Ha)	Tasa 2007-2011	Tasa 2011-2014	Tasa 2007-2014
AG	135,836.33	144,327.86	235,924.87	1.53	17.80	8.21
AH	41,992.20	51,647.70	56,865.82	5.31	3.26	4.43
CA	181,807.85	181,753.10	182,665.37	-0.01	0.17	0.07
MA	194,645.93	188,173.00	183,727.20	-0.84	-0.79	-0.82
OC	231,087.08	235,541.46	238,503.87	0.48	0.42	0.45
PZL	140,119.82	132,980.14	142,577.07	-1.30	2.35	0.25
SL	3,527,948.73	3,517,597.44	3,410,533.05	-0.07	-1.03	-0.48
DV	184.69	1,601.95	2825.3813	71.61	20.82	47.65
<b>Total</b>	<b>4,453,622.63</b>	<b>4,453,622.62</b>	<b>4,453,622.63</b>			

### 3.2 Semaforización y procesos de cambio

Con base a revisión bibliográfica de los estudios citados en los antecedentes se presenta la siguiente semaforización en los procesos de cambio de las cubiertas y usos de suelo que consideran al estado de Quintana Roo (Cuadro, 26).

**Cuadro 26. Semaforización de los cambios de cobertura y uso de suelo para Quintana Roo.**

Cobertura	Proceso de Cambio	Descripción y Consecuencias	Semaforización		
<b>Selva, Manglar, Otras Coberturas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deforestación</li> <li>• Degradación</li> </ul>	<p>La FAO (2010b) comprende como degradación forestal, como los cambios en el bosque que afectan negativamente a la estructura o funcionalidad de la masa forestal, reduciendo su capacidad para suministrar productos y/o servicios. Así mismo se define la deforestación como la conversión de los bosques a otro tipo de uso de la tierra o la reducción de la cubierta de copa, a menos de límite de 10%. La deforestación implica la pérdida permanente de la cubierta de bosque, además de la transformación en otro uso de la tierra. Este proceso incluye áreas de bosques convertidas a la agricultura, pasto, reservas de agua y áreas urbanas. Por ultimo este término exceptúa de manera</p>	<b>ALTA</b>		



específica las áreas en donde los árboles fueron extraídos a causa de la explotación o la tala, y en donde se espera que el bosque se regenere de manera natural o con la ayuda de técnicas silvícolas. A menos que la tala vaya seguida de una pérdida mediante una perturbación continua

Los determinantes de la deforestación tiene como causas directas el aumento de la infraestructura, expansión de fronteras agrícola y extracción de madera (Geist y Lambi, 2002). Los principales procesos que conducen a la pérdida de la selva son la conversión y expansión de las tierras de cultivo, además de la conversión de terrenos con vocación forestal a pastizal. Estos procesos de Cambio también inciden en otras coberturas y de uso de suelo como la sabana, manglar, vegetación de petén y otras coberturas vegetales. Entre las causas subyacentes se encuentran incendios forestales, tala clandestina y la ocurrencia de algún suceso meteorológico como un huracán (Geist et al, 2006; FAO; 2009; Calmé et al., 2011).

		<p>Mascorro et al (2014) determinó una pérdida de cobertura forestal en el noreste del estado de Quintana Roo entre los años 2005-2010, donde los factores directos de esta pérdida fue debido a la expansión de la agricultura y la expansión urbana, como causas indirectas se explica dos sucesos que abrieron paso a la expansión urbana: se ocupó áreas dañadas por incendios y zonas impactadas por el huracán Deán y Emily.</p> <p>Cortina et al. (1999) establece que entre los años 1975-1990, la selva perdió superficie el cual fue ocupado por actividades agrícolas y ganaderas. La causa directa en esta transición se debió a programas de gobierno, en específico a los programas de colonización de los años 70's. Por su parte Duran, Mas y Velázquez (2007), describen el mismo proceso para ejidos en centro fe quintana Roo en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, donde los factores directos y subyacentes de la pérdida forestal, son la expansión de la agricultura y el pastizal como proceso posterior a deforestación por programas ganaderos a fines de los 70's.</p>	
--	--	--	--

<b>Agricultura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Expansión o conversión Agrícola</li> <li>•Expansión de la frontera agrícola</li> </ul>	<p>Una mayor demanda de alimentos ha ocasionado un cambio en el uso del suelo para ampliar la frontera agrícola, esto ha resultado en la modificación de los límites geográficos de las principales regiones biogeográficas del mundo (De León, 2014). La FAO (2012, 2014, 2016), menciona que el ritmo de la deforestación tiene sus principales motores de cambio en la conversión de bosque en tierras de cultivo. También denota la expansión agrícola también sucede por la conversión de pastizal en tierras de cultivo.</p> <p>Entre los 1976 y 2000, el área conocida como “Zona Maya” en Quintana Roo, tuvo un crecimiento en la agricultura. El motor de cambio fue que ante la necesidad de impulsar la economía y mercado de la zona se implementaron políticas de ayuda bajo el nombre de PROCAMPO, además de la construcción de nuevos caminos (Dalle et al., 2006).</p>	<b>MEDIO</b>

<p><b>Pastizal</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversión de tierras de cultivo a pastos</li> <li>• Conversión de pastizal a tierras de cultivo</li> <li>• Intensificación de los pastos</li> </ul>	<p>La FAO (2009, 2012, 2014), menciona que en los procesos de expansión de la agricultura se ha producido a través del cambio de tierras de cultivo a pastizal y en ocupación de áreas forestales. Como factores indirectos tiene los económicos, tecnológicos y políticos.</p> <p>Díaz-Gallegos et al. (2008), determinó una expansión de los pastizales en municipios de Solidaridad, Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco en Quintana Roo en el periodo comprendido por los años 1980-2010, dicha expansión se atribuyó a políticas gubernamentales que apoyaron la ganadería extensiva en el sureste de México.</p> <p>Dupuy et al. (2007), estudió los CCUS de las comunidades de Solferino y San Ángel en el estado de Quintana Roo entre 1979-2000. Se identificó que a pesar de que hubo una revegetación en áreas quemadas, el pastizal fue la cobertura fue la fuerza motriz de los cambios de cobertura y uso de suelo de esa zona, la cual fue impulsada por programas federales de fomento a la ganadería, a través de créditos otorgados a sociedades formadas por campesinos y ejidatarios.</p>	<p style="text-align: center;"><b>MEDIO</b></p>
------------------------	---	--	---

<p><b>Asentamientos Humanos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Crecimiento urbano</li> </ul>	<p>El crecimiento urbano es la expansión de la superficie de la ciudad, es decir del área urbana; así como al aumento de su población. El crecimiento de una ciudad, también representa una transición productiva, pasando del predominio de la actividad agrícola a los sectores secundario y terciario (SEDESOL y CONAPO, 2012).</p> <p>Siguiendo los lineamientos de las causas directas e indirectas de Geist, et al (2006). La causa próxima es el aumento de la infraestructura teniendo como las subyacentes los factores demográficos, económicos tecnológico y políticos.</p> <p>En Cancún, Quintana Roo, se ha experimentado una fuerte expansión urbana promovida por el desarrollo de la economía turística y la inversión de capital nacional como extranjero (Torres y Momsen, 2005; Murray, 2007).</p> <p>Hilares et al. (2010) identificó un proceso de urbanización entre Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, siendo la causa indirecta el desarrollo turístico de esta zona aunado a sucesos meteorológicos (huracanes).</p>	<p><b>BAJO</b></p>
-------------------------------------	---	---	--------------------

<p><b>Cuerpos de Agua</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uso antropogénico (fines industriales, agropecuarios y de autoconsumo)</li> <li>•Procesos naturales</li> </ul>	<p>Otra forma de clasificar los factores subyacentes que causan cambios en las coberturas son los factores socioeconómicos y los factores biofísicos. Este último se describe como las diversas características naturales del territorio que controlan las tendencias y procesos del cambio del suelo. Este se asocia a dos procesos fundamentales: a) perturbaciones naturales son los sucesos meteorológicos y ecológicos (clima, topografía, sucesión vegetal) que pueden alterar el medio ambiente sin la interferencia de factores humanos, b) factores del sitio, estos son las características biofísicas y procesos naturales (hidrología, clima, flora y fauna) cuya naturaleza, características y disponibilidad puede determinar un nivel de explotación, y así inducir diferentes patrones espaciales y temporales en la tierra (Méndez, 1997; Burgi, et al., 2004; Lambin, 2003).</p> <p>Con base a lo anterior se puede decir que el aumento y la disminución de los cuerpos de agua pueden asociarse a mecanismos de aprovechamiento de este recurso como es la utilización de agua en la agricultura de riego el cual es</p>	<p><b>BAJO</b></p>
-------------------------------	--	--	--------------------

		<p>uno de los tres tipos de agricultura (humedad, temporal y riego) practicados en Quintana roo. Así mismo debido a las características naturales puede existir una sucesión con otras coberturas y además debido a los factores meteorológicas el estado de Quintana Roo es propenso a huracanes, los cuales de ocurrir pueden ocasionar aumentos en la superficie de esta cobertura.</p>	
<p><b>Desprovisto de vegetación</b></p>	<p>Dado por procesos antropogénicos.</p>	<p>INEGI (2014b) define desprovisto de vegetación como el área o áreas el cual por factores antropogénicos no sustentan algún tipo de cubierta vegetal. Las causas directas se ligan al aumento de la infraestructura, siendo más específico a actividades como minería, industria petrolera e hidroeléctrica, siendo sus causas indirectas los factores económicos y tecnológicos.</p>	<p><b>BAJO</b></p>

Con base a los resultados obtenidos del análisis espacial de los cambios de coberturas y usos del suelo y de los procesos de cambio analizados en la semaforización, se puede afirmar, que de acuerdo a la superficie e impactos la cobertura con la mayor pérdida es la selva teniendo como principales fuerzas motrices de cambio la expansión de agricultura y el pastizal.

### 3.3 Matriz Prospectiva

En la construcción de la matriz prospectiva el primer paso fue la determinación de índices para cada cobertura y uso de suelo, esto constituye la columna de “valoración” dentro de dicha matriz. Con base a lo anterior se calculó los índices de Braimoh, donde los valores de los cocientes mayores a 1 indican que una categoría tiene una tendencia alta a presentar una transformación hacia otra categoría más que a persistir (Braimoh, 2006) [Cuadro 27].

**Cuadro 27. Índices de Braimoh de las categorías de análisis.**

Categoría	Ganancia / Persistencia	Pérdida / Persistencia	Cambio neto / persistencia
Agricultura	1.25248105	0.29689063	0.95559042
Asentamientos Humanos	0.44752366	0.06891443	0.37860923
Cuerpos de Agua	0.00867151	0.00393633	0.00473517
Manglar	0.02545795	0.08639991	-0.06094196
Otras Coberturas	0.06710754	0.03392355	0.03318399
Pastizal	0.56292346	0.53598724	0.02693623
Selva	0.02427945	0.0595427	-0.03526325
Desprovisto de Vegetación	14.2979658	0	14.2979658

Para el apartado de retrospectiva y coyuntura se contrasta las superficies de las coberturas en la fecha 2007 y la segunda fecha 2014, esto ayuda a la construcción del diseño de la realidad que define las coberturas (en función a sus superficies) en el año 2014 y cómo fue su escena en el pasado. Es aquí donde se modela una realidad sobre la cual habrá que tomar las acciones estratégicas.



En la construcción del escenario tendencial se partió de las tasas de cambio para proyectar las coberturas del periodo 2007-2014 hasta el año 2020 (Cuadro 28).

**Cuadro 28. Proyecciones de las coberturas para el año 2020.**

COBERTURA	2007 (Ha)	2014 (Ha)	Tasas 2007-2014	Proyección 2020
Agricultura	135,836.33	235,924.87	8.21	378,686.99
Asentamientos Humanos	41,992.20	56,865.82	4.43	73,743.24
Cuerpos de Agua	181,807.85	182,665.37	0.07	183,403.59
Manglar	194,645.93	183,727.20	-0.82	174,857.11
Otras Coberturas	231,087.08	238,503.87	0.45	245,050.30
Pastizal	140,119.82	142,577.07	0.25	144,717.55
Selva	3,527,948.73	3,410,533.05	-0.48	3,313,006.29
Desprovisto de Vegetación	184.69	2,825.38	47.65	29,273.68

Ahora, que se cuenta con los índices de Braimoh, los elementos de la retrospectiva y las proyecciones de las coberturas, se procedió a ordenar estos elementos de forma sistematizada para construir la Matriz prospectiva (Cuadro 29).

**Cuadro 29. Matriz Prospectiva.**

VALORACIÓN				RETROSPECTIVA Y COYUNTURA		PROSPECTIVA
Categoría	Índices			Análisis		Escenario
	Ganancia / Persistencia	Pérdida / Persistencia	Cambio neto / Persistencia	2007 (ha)	2014 (ha)	2020 (ha)
AG	1.25	0.30	0.96	135,836.33	235,924.87	378,686.99
AH	0.45	0.07	0.38	41,992.20	56,865.82	73,743.24
CA	0.01	0.00	0.00	181,807.85	182,665.37	183,403.59
MA	0.03	0.09	-0.06	194,645.93	183,727.20	174,857.11
OC	0.07	0.03	0.03	231,087.08	238,503.87	245,050.30
PZL	0.56	0.54	0.03	140,119.82	142,577.07	144,717.55
SL	0.02	0.06	-0.04	3,527,948.73	3,410,533.05	3,313,006.29
DV	14.30	0.00	14.30	184.69	2,825.38	29,273.68

Una vez constituidos los ítems de la matriz prospectiva, se procedió a la descripción de cada componente. La primera sección a analizar es la valoración, el cual comprende los índices. Es así que de los datos obtenidos del índice de Braimoh indican que la mayoría de las categorías tienden a persistir más que a ganar, excepto la agricultura y la categoría desprovisto de vegetación, esta interpretación corresponde a que su índice de ganancia – persistencia son mayor a uno. En el índice pérdida – persistencia, todas las categorías muestran una tendencia a persistir más que a perder. Con lo que corresponde al índice de cambio neto – persistencia, la selva y el manglar registran valores negativos, esto significa que estas categorías tienen una tendencia a perder más que a ganar en función de su persistencia.

De la retrospectiva y coyuntura, en un periodo de 7 años (2007-2014) la agricultura presenta un aumento de aproximadamente 100,000 ha, seguido de los asentamientos humanos con un incremento aproximado a 15,000 ha. Respecto a pérdidas la selva disminuyó 3.3% (aprox. 117,000) de su superficie inicial. La cobertura de manglar decreció 5.6% (aprox. 10,900).

Si se mantiene las tendencias de los patrones de las tasas de cambio proyectadas partiendo de las superficies del año 2007, se tendría que para el 2020 las coberturas con mayor crecimiento serían la agricultura, los asentamientos humanos, otras coberturas, y desprovisto de vegetación con un aumento en números redondos de 242,850 ha, 31,751 ha, 13,963 ha y 29,088 ha respectivamente. En caso contrario esta la selva la cual disminuiría 214,942 ha y el manglar perdería 19,788 ha. Al comparar las superficies de las coberturas para el año 2014 con las áreas del escenario tendencial, se tendría que para la agricultura, los asentamientos humanos, otras coberturas, y desprovisto de vegetación existirían aumentos de 142,762 ha, 16,877 ha, 6,546.43 y 26,448 ha respectivamente. A su vez la selva decrecería un 6.3 % (97,526.76 ha) y el manglar disminuiría un 10.8% (aprox. 8,800 ha).

### 3.4 Plan de acción

Derivado del análisis de los indicadores e índices de cambio, de la determinación de los ejes motrices de los procesos de cambio y la construcción del escenario tendencial, se identifica pérdidas en las coberturas de selva y manglar en el estado de Quintana Roo. A fin de diseñar una estrategia orientada en la recuperación y conservación se esquematiza un plan de acción para atender las consecuencias de la pérdida de la cobertura forestal.

**Cuadro 30. Matriz plan de acción.**

OBJETIVO ESTRATÉGICO :	IMPLEMENTAR ACCIONES Y MEDIDAS PARA LA CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DE LA COBERTURA FORESTAL A NIVEL ESTATAL																		
ESTRATEGIA :	PROMOVER, FOMENTAR Y DIFUNDIR LOS DIFERENTES PROGRAMAS DE APOYOS PÚBLICOS Y PRIVADOS EN RELACIÓN A ESTA MATERIA																		
LÍNEA DE ACCIÓN:	IMPULSAR LA CONSERVACIÓN DE ZONAS FORESTALES A TRAVÉS DE ÁREAS ELEGIBLES																		
INDICADORES DE ATENCIÓN	RESPONSABILIDAD		AÑO EN EJERCICIO					APOYO		SECTOR		MECANISMO DE APOYO				SEMAFORIZACIÓN			
	GENERAL	DIRECTA	1	2	3	4	5	MONTO \$	TIEMPO	DEPENDENCIA	PROGRAMA	COMPONENTE	INDICADOR		REFERENTE	META	ROJO	AMARILLO	VERDE
SELVA	SEMARNAT	GERENCIA ESTATAL CONAFOR	X	X	X	X	X	280-550	5	CONAFOR	PRONAFOR	SERVICIOS AMBIENTALES	*Promedio (2013-2018)	(# de proyectos aprob / total de proy)* 100	HECTÁREA	CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD			
SELVA	SEMARNAT	GERENCIA ESTATAL CONAFOR	X					1500-7836	1	CONAFOR	PRONAFOR	REFORESTACIÓN	*Promedio (2013-2018)	(# de proyectos aprob/tot al de proy)* 100	HECTÁREA	RESTAURACIÓN INTEGRAL Y MANTENIMIENTO DE ZONAS RESTAURADAS			
SELVA	SEMARNAT	GERENCIA ESTATAL CONAFOR	X	X	X			14000-26500	3	CONAFOR	COMPENSACIONES AMBIENTALES	COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES	*Promedio (2013-2018)	(# de proyectos aprob/tot al de proy)* 100	HECTÁREA	REFORESTACIÓN O REMEDACIÓN			
MANGLAR	SEMARNAT	GERENCIA ESTATAL CONAFOR	X	X	X			HASTA 59,992	3	CONAFOR	COMPENSACIONES AMBIENTALES	COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES	*Promedio (2013-2018)	(# de proyectos aprob/tot al de proy)* 100	HECTÁREA	REFORESTACIÓN O REMEDACIÓN			
<b>*Promedio=</b> $\frac{\sum \text{proyectos aprobados (2013-2018)}}{\text{número de años}}$																100%	0 AL 33%	34% AL 66%	66% AL 100

Se tiene como línea de acción el impulsar la conservación de zonas forestales a través de áreas elegibles, para esto se plantean acciones de a) conservación, b) reforestación y reconversión c) compensación ambiental

**a) Conservación.** La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través de la Gerencia Estatal en Quintana Roo, presenta las reglas de operación del programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable (PRONAFOR), el cual tiene como objetivo general contribuir a que la superficie forestal y preferentemente forestal de México cuente con condiciones habilitadoras desarrolladas para su protección, conservación, restauración y aprovechamiento forestal sustentable.

El programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable en su componente V Servicios Ambientales, plantea como su objetivo la conservación activa de los ecosistemas forestales mediante incentivos económicos a personas propietarias o poseedores de terrenos forestales, con el objeto de incorporar prácticas de buen manejo para promover la conservación y manejo sustentable de los ecosistemas, y fomentar la provisión en el largo plazo de los servicios ambientales, tales como la captación de agua, el mantenimiento de la biodiversidad, la captura y conservación del carbono, mismos que benefician a centros de población y el desarrollo de actividades productivas.

Los pagos por servicios ambientales son incentivos económicos dirigidos a los propietarios de terrenos forestales por los beneficios que la sociedad recibe de los ecosistemas forestales, tales como la captación de agua, el mantenimiento de la biodiversidad, la captura y conservación de carbono.

En el estado de Quintana Roo la implementación de este componente ha sido a través de la modalidad de pago de servicios ambientales por conservación de la biodiversidad, el cual contempla acciones dirigidas a preservar la biodiversidad natural en ecosistemas forestales y sistemas agroforestales, además de incentivar

la transición de mejores usos de los recursos naturales, complementar el manejo sustentable de los mismos.

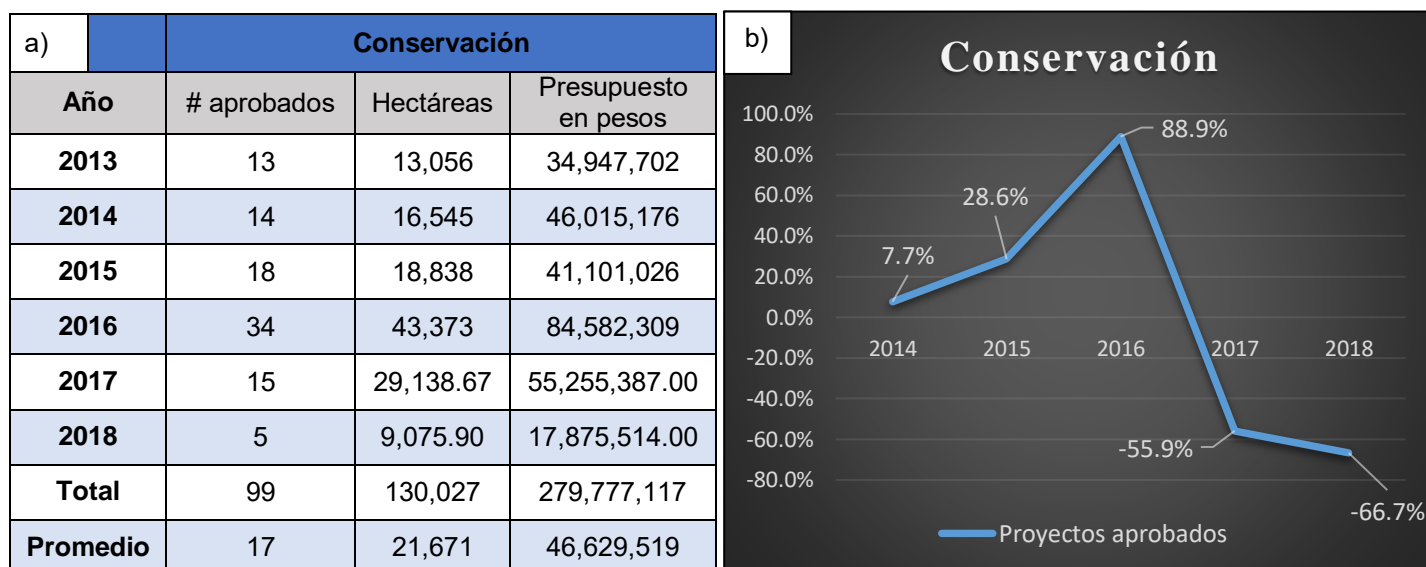
Las áreas en las cuales se pueden implementar este componente se les asigna apoyos los cuales se describen en las reglas de operación y que están sujetas a disposición de las áreas elegibles de la CONAFOR. Es así que los apoyos para las zonas elegibles en el estado de Quintana Roo van de los 280 a 550 pesos por hectárea. Dicho recurso puede tener una duración hasta por 5 años.

Con lo explicado anteriormente se ha podido describir los elementos dentro del plan de acción para la selva en cuestión de servicios ambientales, que van desde responsabilidad, periodos, montos, sector, y mecanismos de apoyo, faltando únicamente los indicadores.

En primera instancia, se calcula el incremento porcentual para cada año de proyectos aprobados y la superficie total en el que se implementó este componente en el periodo 2013-2018. De este modo, se encontró que para el año 2016 se tuvo el pico más alto en proyectos aprobados. Es así que el número de proyectos aprobados incrementaron un 88.9% respecto al año 2015, es decir que paso de 18 a 34 apoyos asignados (Figura14b), encontrándose también para los mismos años un aumento de la superficie concedida para dichos proyectos, pasando de 18,838 ha a 43,373 ha. En el 2018 se dieron solamente 5 apoyos, esto representa el número más bajo de proyectos aprobados durante todo el periodo (2013-2018). Estos 5 proyectos representan una inversión \$ 17, 875, 514 para una superficie de 9, 075 ha (Figura 14a).

Del periodo comprendidos por los años 2013 y 2018, se aprobaron 99 proyectos. La superficie que se destinó en dicho periodo para el componente de servicios ambientales fue de 130, 027 ha, con un presupuesto total de \$279, 777, 117. El promedio de proyectos aprobados en un periodo de 5 años corresponde a 17 por año.

**Figura 14. Porcentajes de proyectos y superficies aprobadas para el componente servicios ambientales.**

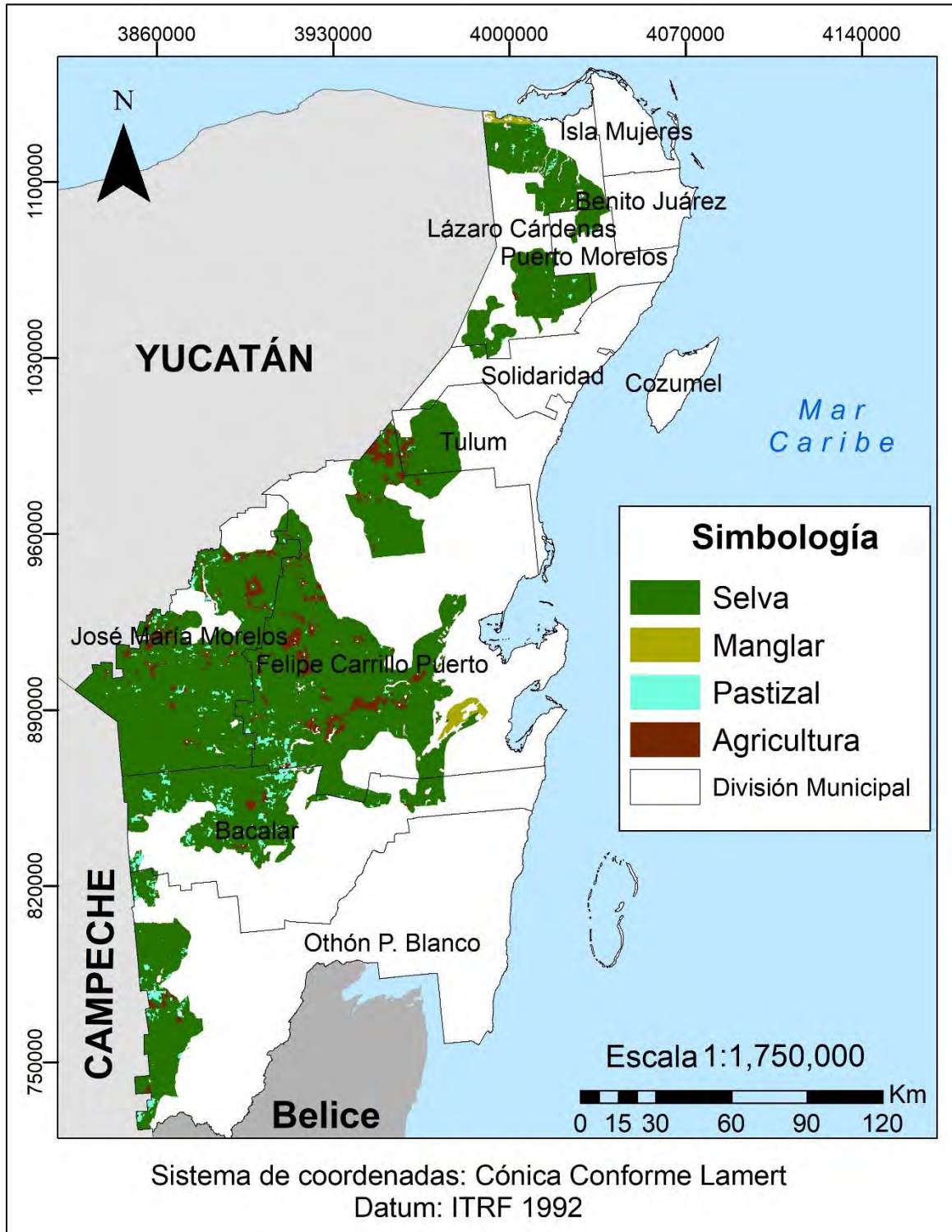


Fuente: Elaboración propia con base a datos CONAFOR.

Con fundamento en el artículo 24 fracción IV de las Reglas de Operación del Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable, se da a conocer los resultados de la asignación de los apoyos, con dicha información se puede construir un segundo indicador, el cual tomará relevancia una vez que se determine un número promedio de apoyos que se desee tener en años futuros. A modo de ejemplo, se tiene que para el 2018 se mandaron 27 solicitudes para la modalidad de pago de servicios ambientales aprobándose únicamente 5, entonces se puede sustituir los valores del indicador, dando como resultado 22.72 %.

Finalmente para las áreas elegibles de este componente se hizo un análisis espacial con las coberturas de selva, manglar, agricultura y pastizal de la cartografía de CUS del año 2014, obteniéndose las superficies que están dentro de las áreas del componente de servicios ambientales de las coberturas antes mencionadas: se tiene para selva 1, 441, 451 ha, manglar con 14, 077 ha, agricultura 77, 665 ha y por ultimo pastizal con 45, 675 ha (Figura, 15).

**Figura 15. Coberturas y uso de suelo coincidentes a los polígonos de Servicios Ambientales.**



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI (2014b, 2017b) y CONAFOR (2017).

**b) Reforestación Y Reconversión.** El objetivo es apoyar acciones y proyectos integrales de restauración forestal y de reconversión productiva, a efecto de recuperar la capacidad y el potencial natural de los suelos forestales y de la cobertura forestal bajo condiciones de deterioro además de la recuperación gradual de la capacidad de provisión de bienes y servicios ambientales.

Este incentivo tiene una duración no mayor a un año, los montos establecidos para Quintana Roo de acuerdo a las reglas de operación van de 1,500 a 7,836 pesos por hectárea. Este componente da incentivos por conceptos como; restauración integral, mantenimiento de zonas restauradas y principalmente para la implementación de sistemas agroforestales. En los apoyos proporcionados para el establecimiento de un sistema agroforestal, se deberá realizar al menos una práctica de conservación y restauración de suelos, así como el establecimiento de especies forestales arbóreas, las que deberán realizarse en la misma superficie asignada.

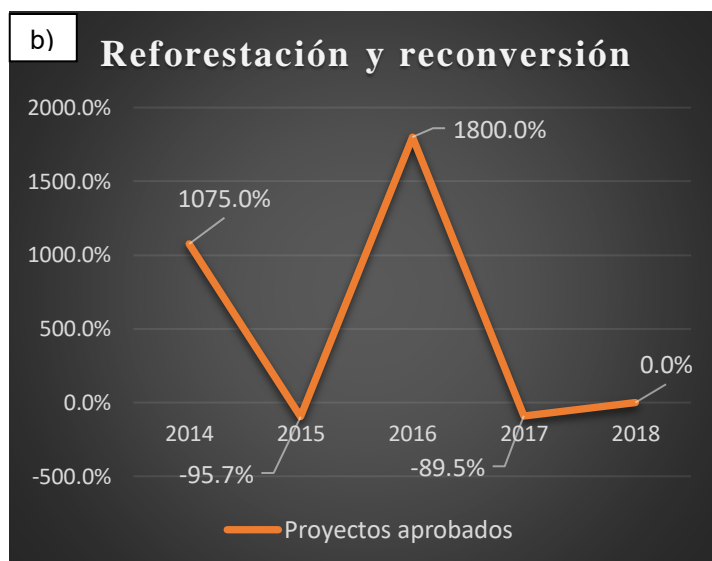
De estos apoyos, en el 2017 la CONAFOR entregó 8 incentivos para el estado de Quintana Roo, por el concepto de mantenimiento de zonas restauradas, siendo la cobertura total asignada de 175 ha, lo que significó un monto total de \$262, 500. En el 2018 no se registró asignaciones por este componente. En el 2014, se tuvo 94 apoyos aprobados, siendo este el año con el mayor número de aceptados en el periodo 2013-2018. En dicho periodo se aceptaron 190 proyectos con una superficie total de 4, 647 ha, siendo el promedio de proyectos asignados por año de 32 asignaciones (Figura 16a).

De acuerdo con el indicador 1, entre los años 2015 y 2016 se registró el mayor incremento porcentual de apoyos asignados, esto al pasar de 4 a 76 proyectos aceptados, este aumento corresponde a 1800%. Para estos años el incremento de las superficies aprobadas obtuvo un aumento de 400% al pasar de 55, 518,147 ha a 66, 598,168 (Figura 16b).



**Figura 16. Porcentajes de proyectos y superficies aprobadas para el componente reforestación y reconversión.**

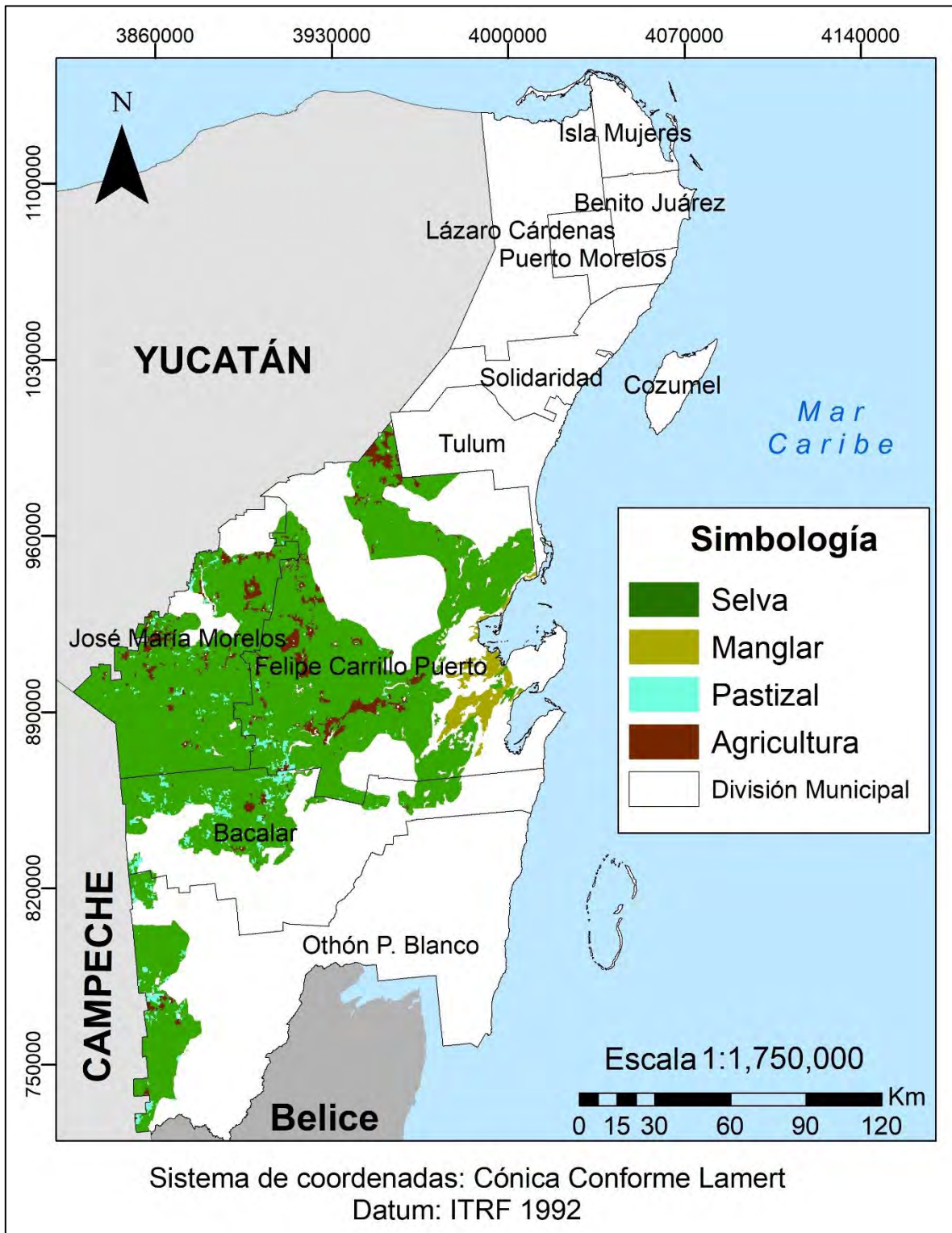
a)	Reforestación y Reconversión		
Año	# aprobados	Hectáreas	Presupuesto en pesos
2013	8	522	1,271,592
2014	94	1,850	7,653,000
2015	4	350	525,000
2016	76	1,750	7,205,800
2017	8	175	262,500
2018	0	0	0
<b>Total</b>	190	4,647	16,917,892
<b>Promedio</b>	32	775	2,819,649



Fuente: Elaboración propia con base a datos CONAFOR.

Dentro de las áreas elegibles del componente Restauración Forestal y Reconversión Productiva, junto con la cartografía coberturas y uso de suelo del año 2014, se determinó superficies para selva, manglar, pastizal y agricultura, las cuales fueron 75, 045 ha, 40, 000 ha, 42, 050 ha y 1, 314, 870 ha, respectivamente (Figura 17).

**Figura 17. Coberturas y uso del suelo coincidentes con el componente Restauración Forestal y Reconversión Productiva.**



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI (2014b, 2017b) y CONAFOR (2017b).

**C) Compensación Ambiental.** La CONAFOR entre sus programas de apoyo tiene el de Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Se tiene como propósito llevar a cabo acciones de restauración de suelos, reforestados y mantenimiento de los ecosistemas forestales deteriorados, para que posterior a su rehabilitación, se compensen los servicios ambientales que prestaban los ecosistemas que fueron afectados por el cambio de uso de suelo. Con esto se pretende lograr la compensación ambiental a través de proyectos exitosos que consideren acciones de restauración de suelos, reforestación, mantenimiento y protección.

Las áreas elegibles se determinan con base en criterios técnicos y ambientales considerando los siguientes parámetros:

- Cambios de uso del suelo en terrenos forestales autorizados por la SEMARNAT.
- Estado de conservación de la vegetación
- Áreas con disturbios o degradación como plagas e incendios
- Áreas consideradas de mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes del programa de pago por servicios ambientales siempre y cuando sea un ecosistema forestal deteriorado.

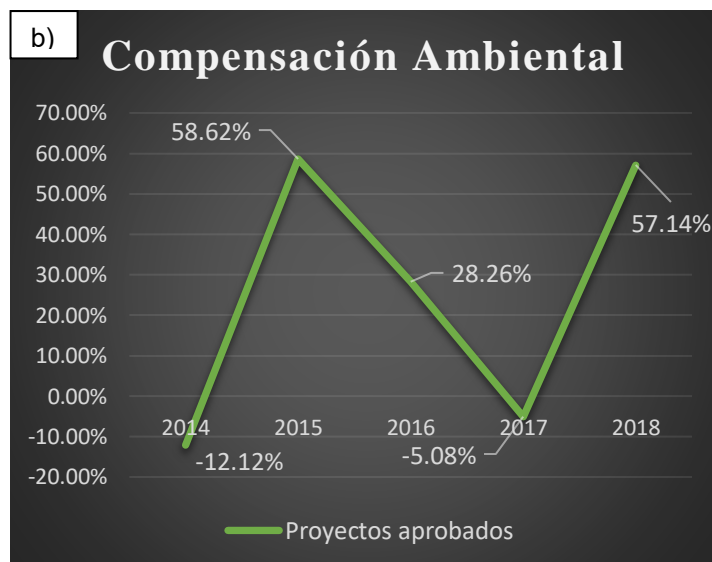
En el caso de la selva los montos pueden ser de \$14, 000 a \$26, 500 por hectárea, y en el caso del manglar el apoyo es de hasta \$59,992 por hectárea, estos apoyos pueden proporcionarse por un periodo tiempo no mayor a tres años. En los resultados publicados del 2013 al 2018 por la CONAFOR para compensación ambiental en coberturas de manglar solo se reportaron datos en el 2018.

El año que presentó un mayor incremento porcentual fue el 2015, pasando de 29 aprobados a 46, esto corresponde al 58.62% (Figura 18b). En el 2018 se aprobaron 88 proyectos con un monto total asignado de 172, 540,935 para un total de 3, 405 hectáreas, de estos 21 proyectos corresponden a compensación ambiental para

restauración de manglar, en un área total de 2, 098.6 hectáreas mientras que monto total a invertir es \$110, 173,367. Este componente tuvo un total de 311 apoyos asignados del 2013 al 2018, teniendo como superficie total 23, 816 ha y un presupuesto en pesos de 468, 431,505. El promedio de proyectos aprobados es de 52 por año (Figura 18a). Dentro de las áreas elegibles para este componente, se tiene que la selva ocupa 1, 024,160 ha, mientras que el manglar 7, 164 ha (Figura 19).

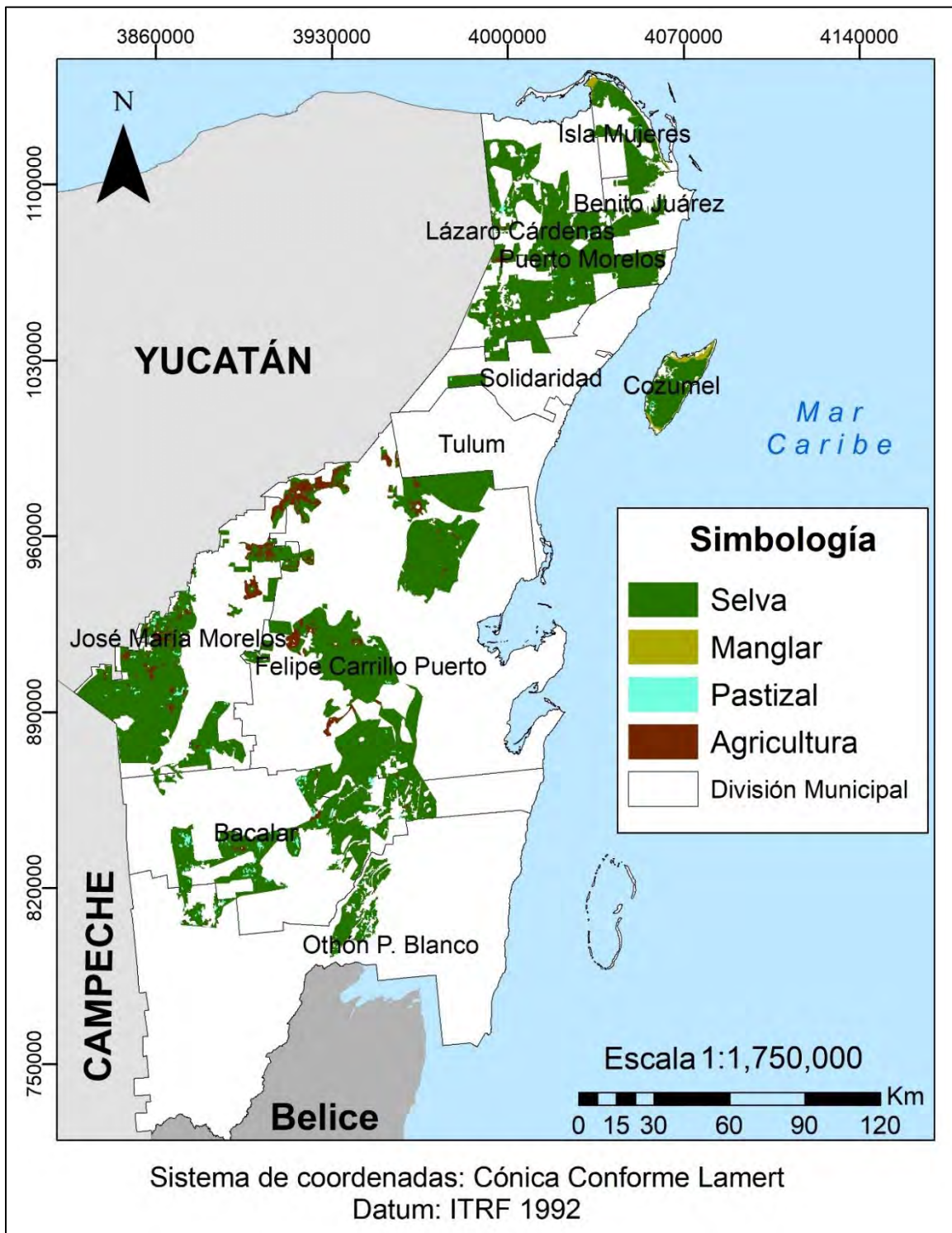
**Figura 18. Porcentajes de proyectos y superficies aprobadas para compensación ambiental.**

a)	Compensación Ambiental		
Año	# aprobados	Hectáreas	Presupuesto en pesos
2013	33	4,757	60,259,404
2014	29	3,121	53,745,311
2015	46	3,944	55,518,147
2016	59	3,602	66,598,168
2017	56	2,889	59,769,540
2018	88	5, 503	172,540,935
<b>Total</b>	311	23,816	468,431,505
<b>Promedio</b>	52	3,969	78,071,917



Fuente: Elaboración propia con base a datos CONAFOR.

**Figura 19. Coberturas y uso del suelo coincidentes con el programa de apoyo tiene el de Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.**



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI (2014b, 2017b) y CONAFOR (2017c).

## DISCUSIONES

De las ocho categorías analizadas en este trabajo para el estado de Quintana Roo, se determinó que en el periodo 2007-2014, se determinó que el 6.84% de la superficie total que comprende este territorio presentó zonas con procesos de cambios de ocupación del suelo, mientras que el 93.16% permanece estable. De este modo el presente trabajo se vincula con otros estudios en los cuales se señala que la cobertura con mayor cambio es la forestal, es decir a través del proceso de deforestación de las coberturas de selva, manglar y otras superficies forestales.

Cortina et al., (1999), analizaron los cambios en el uso del suelo en el sur del estado de Quintana Roo donde se construyó la carretera Escárcega-Chetumal, determinaron una tasa de deforestación de 0.27% entre los años 1975 y 1984, pero hubo una recuperación de 0.33% entre los años 1984-1990. También se encontró que la cobertura que ganó cobertura fue la agricultura mecanizada con una tasa de 4.93% y 0.77% correspondientes a los mismos periodos. Por su parte Bray et al. (2004), encontró que entre 1976 y 1984 se tuvo una tasa de pérdida de la cobertura forestal de 0.4% en el área denominada zona maya en el centro del estado, posteriormente esta tasa disminuye a 0.1% en el periodo 1984-2000.

García, Schmook y Carvajal (2005), documentan una disminución en la vegetación secundaria, dando así una recuperación de selva con una tasa del 0.6% anual entre 1990 y 2000, dicho aumento se debió al abandono de áreas destinadas a actividades agropecuarias, este análisis se llevó a cabo en 3 ejidos en un radio de 22 km a la ciudad de Chetumal, de los cuáles uno se encuentra dentro del área natural protegida del santuario del manatí y las otras colindan con esta área protegida.

Dupay et al (2007), evaluaron los cambios de cobertura y uso de suelo en dos comunidades en el noreste de Quintana Roo entre los años 1979 y 2000. Estimaron

una tasa de cambio anual de recuperación de selva de 0.32%. Esto como consecuencia de la ocupación de áreas previamente quemadas.

Hirales et al. (2010), describió la deforestación de manglar en el sur de Quintana Roo, en el área Mahahual-Scalak. Entre los años 1995 y 2007 se reportó una pérdida anual de la cobertura de manglar correspondiente al 0.85%. Se demostró la pérdida de 1070 ha en un periodo de 12 años teniendo como principalmente detonante el desarrollo turístico.

Mascorro et al. 20014, analizaron los procesos de cambio en la cobertura forestal por perturbaciones como huracanes e incendios en la península de Yucatán. Los impactos en la cobertura forestal por las perturbaciones antes mencionadas corresponden a una pérdida de 120, 000 ha para el norte del estado de Quintana Roo en el periodo 2005-2010.

Romero (2014), determinó las dinámicas del cambio en la cobertura forestal para 141 ejidos distribuidos en los municipios de Othón P. Blanco y Felipe Carrillo Puerto entre los años 1988 y 2010, se encontró una tasa de cambio anual de -0.153 para Felipe Carrillo Puerto y -0.597 para de Othón P. Blanco.

Simbangala et al. (2015), analizaron la evolución de la dinámica de los cambios de cobertura y uso de suelo para un periodo de 17 años (1993-2010) para la región costa maya localizada en el municipio de Othón P. Blanco. En dicho periodo se identificó una pérdida de la cobertura de manglar de 2.2%. Los resultados revelaron una rápida urbanización, el abandono de las tierras agrícolas y la destrucción de los bosques de manglares, mediados por factores socioeconómicos relacionados con el desarrollo del turismo como los principales impulsores del cambio en la cobertura del suelo, con graves implicaciones para la sostenibilidad ambiental en el área de Costa Maya.

Ellis et al. (2015), mediante la evaluación de los determinantes de la deforestación en la península de Yucatán, identificaron una pérdida de la cobertura forestal de 279,152 ha para el estado de Quintana Roo en el periodo 2001-2013. Entre los principales detonantes causantes de la pérdida forestal se tiene: la explotación ganadera (35%), los incendios forestales (28%), la agricultura de subsistencia (14%) y los asentamientos humanos (9%), cuya superficie total es de 241, 748 ha.

En su mayoría, los estudios que se han realizado en el estado de Quintana Roo se aplicaron a escala local, dichos estudios están distribuidos en diferentes zonas del estado, esto podría arrojar variaciones en las tasas anuales calculadas en cada una de las diferentes investigaciones. Sin embargo, aunque existe una distribución y variación de los datos en los procesos de cambio de cobertura y uso de suelo para Quintana Roo, se incide que la superficie de las coberturas forestales está disminuyendo a causa de la expansión de la agricultura y la ganadería.

En los procesos de cambio que describen al estado de Quintana Roo, se puede afirmar que en los tres periodos (2007-2011, 2011-2014 y 2007-2017) analizados en este trabajo las coberturas que siempre pierden superficie son la selva y el manglar, siendo las principales ganadoras agricultura y pastizal. Al igual que Ellis et al. (2015) se identifica que la mayor parte de los procesos de intercambios en las categorías de selva, agricultura y pastizal se dan en centro y sur del estado.

De acuerdo a estos autores existen tres tipos de factores que inciden en los cambios de cobertura y uso de suelo para Quintana Roo: a) deforestación como producto de la expansión de la agricultura y expansión ganadera impulsados por factores indirectos como políticas de desarrollo y subsidios (Dalle et al., 2006; Gallegos et al., 2008; Romero, 2014; Ellis et al. 2015, Ellis et al. 2017) b) ocupación y abandono de áreas agrícolas impulsados originalmente por algún programa gubernamental (Cortina et al, 1999; Bray et al., 2004) y c) pérdida de cobertura forestal por factores



como turismo, huracanes e incendios (Hilares et al. 2010; Dupuy et al., 2007; Mascorro et al., 2014; Simbangala et al., 2014)

La estrategia Estatal REDD+ pretende disminuir la deforestación y degradación forestal en Quintana Roo, es así que busca favorecer el aumento de la cobertura forestal y contribuir a la conservación de la biodiversidad. Para ello plantea una serie de metas anteriormente enlistadas en este documento. Entre las actividades inmediatas se puede mencionar: a) pasar 17, 883 ha deforestadas por año a 3,576 ha, b) restaurar 300, 000 ha de áreas forestales para el 2020, c) Incrementar en un 35% la superficie de conservación forestal (ANP: 1, 620,471 ha; superficie con pago por servicios ambientales: 65,154 ha; superficie bajo UMA: 209,397 ha), pasando de 1, 895,000 ha a 2.5 millones para el 2030, esto correspondería a un promedio anual de 43,214.28 ha, y d) Conservar el 100% de la superficie forestal de los ecosistemas de manglar.

Si la tendencia hasta ahora descrita por los índices de persistencia y las tasas proyectadas, se tiene que para el año 2020 las coberturas de selva y manglar continuaran disminuyendo a razón de -0.48% y -0.82 respectivamente. Estas cifras son las que marcan la importancia de tomar las acciones de conservación, reforestación y reconversión y compensación ambiental. A pesar de que se cuenta con mecanismos para atender las metas de la REDD+ para la conservación por partes de la CONAFOR, el número de proyectos aprobados podría o no favorecer el alcance de las metas propuestas en dicha iniciativa. Además se tiene que la distribución de los apoyos otorgados por año en el periodo 2013-2018 es muy variado, es decir no hay un número base de proyectos a aprobar.

## CONCLUSIONES

Hacer la sobreposición cartográfica en un año intermedio, es decir poner el año 2011 como punto de ruptura entre el período 2007-2014, permitió observar que de 2007-2011 el pastizal decreció y para el 2014 no solo se recuperó, sino que también tuvo una ligera ganancia, esto sucede de la misma forma para la categoría otras coberturas. Si solo se hubiera analizado el período 2007-2014 estos procesos seguramente se hubieran pasado por alto y hubiera cambiado los juicios dirigidos a estas coberturas.

Los mapas de CCUS muestran, que la mayoría de los procesos de cambio se llevaron a cabo en el sur del estado principalmente en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Bacalar, José María Morelos y Othón P. Blanco, donde claramente el pastizal y las zonas agrícolas juegan un papel importante al ganar superficie ante otras categorías además al observarse un evidente intercambio entre estas dos categorías.

En los mapas de CCUS se nota una pérdida de cobertura forestal mediante procesos de deforestación. En términos de ganancias y pérdidas es irrefutable que la selva es la principal categoría perdedora siendo las categorías con mayor ganancia la agricultura y el pastizal, repitiéndose estos resultados en los tres periodos calculados (2007-2011, 2011-2014 y 2011-2014).

Las tasas calculadas para los tres periodos de análisis permiten saber a qué razón de cambio se va perdiendo o ganando superficie en las diferentes coberturas y uso del suelo elegidas en este estudio. La agricultura tiene una tasa de anual muy elevada, así mismo como una gran opción del territorio estatal lo que la convierte en una cifra alarmante. También a través de estas tasas se logra identificar que el manglar es otra categoría que decrece en los tres periodos.

Existe un incremento en la tasa de crecimiento anual de la cobertura agricultura al pasar de 1.53% entre los años 2007 y 2011 a 17.8% para el periodo 2011-2014. El

pastizal tuvo una reducción en el periodo 2007-2011 de 1.30%, posteriormente tuvo un aumento anual al pasar a 2.35% entre los años 2011-2014. La disminución de la cobertura selva paso 0.07 a 1.03 para los dos periodos antes mencionados. Finalmente la cobertura de manglar tiene tasas semejantes para ambos periodos (-0.84% y-0.79%).

La tasa anual de la categoría desprovisto de vegetación corresponde a un valor extremadamente alarmante, que incluso en el periodo 2007-2014 llega a incrementar a próximamente 15 veces su superficie original, sin embargo es necesario revisar e integrar todos los elementos y parámetros de los que se disponen. Ciertamente la deforestación, el desmonte, abandono de cultivos, la minería, entre otras actividades antropogénicas que conllevan a la degradación del suelo, permitiría argumentar que una tasa tan elevada terminaría cambiando drásticamente los diferentes paisajes del estado de Quintana Roo, incluso al grado de no poder recuperar esas zonas. Sin embargo hay información que no se pueden pasar por alto. La categoría desprovisto de vegetación, a pesar de que ya se describía en los guías de interpretación de uso de suelo y vegetación de las series anteriores a las utilizadas en este estudio, no se ven incorporar para el espacio geográfico que comprende el estado, sino hasta la serie IV, antes de esta categoría solo se encontraba la denomina aparentemente desprovista de vegetación la cual solo se liga a procesos naturales. Los cambios tan abruptos en las zonas desprovistas de vegetación se puede deber a una mala asignación previa y posterior a la implementación de esta.

El análisis retrospectivo permite vislumbrar que entre los años 2007 y 2014, la agricultura presenta el mayor crecimiento respecto a las demás coberturas y uso de suelo, además de observarse el decrecimiento de la selva y el manglar. Si se mantiene los patrones tendenciales, para el año 2020 se tendría un aumento de poco más de 100, 000 ha para la agricultura, teniendo decrecimiento de la selva aproximadamente de 117, 000 ha y el manglar disminuiría poco más de 10 ,000 ha.

La literatura revisada para el estado de Quintana Roo, atribuye la pérdida de la cobertura forestal a la expansión agrícola y a la expansión ganadera. En los años 70,s la expansión de estas actividades productivas partieron de programas de colonización y el crecimiento poblacional. En años más recientes este crecimiento se ha asociado a la implementación de programas e incentivos para desarrollo ganadero y de desarrollo agrícola (PROGAN, PROCAMPO, PROARBOL, entre otros). Otras causas de cambio ha sido el crecimiento turístico y disminución-aumento en áreas forestales debido a huracanes e incendios (Cortina et al, 1999; Bray et al., 2004; Torres y Momsen, 2005; Dalle et al., 2006; Murray, 2007; Dupuy et al., 2007; Gallegos et al., 2008; Hilaes et al. 2010; Romero, 2014; Mascorro et al., 2014; Ellis et al. 2015, Ellis et al. 2017).

De continuar con las tendencias de deforestación en las tasas proyectadas para el 2020 en este estudio, se tiene que sería inalcanzable la meta de la REDD+ Quintana Roo y del ASPY de reducir la deforestación anual a 3, 576 ha. Sobre la meta de restaurar 300, 000 ha para el 2020, hasta el momento con los programas implementados por la CONAFOR entre los años 2013-2018 de compensación ambiental y reforestación la superficie de los proyectos aprobados es de 4, 744 ha, esta superficie se aleja a la propuesta para el 2020. Del incremento del 35% de la superficie de conservación ambiental, de acuerdo a la REDD+ Quintana Roo este incremento considera ANP, UMA y servicios ambientales, si solamente se considera los servicios ambientales, esta meta es la más cercana a cumplirse. Finalmente la meta de conservar el 100% de la superficie forestal de ecosistemas de manglar, las tasas calculadas y proyectadas en este estudio indica que continuara reduciéndose la superficie de esta cobertura, sin embargo en el 2018 CONAFOR llevó a cabo acciones de restauración a través de compensaciones ambientales aprobando 21 proyectos de con un área total de 2098.6 ha.

## RECOMENDACIONES

Evaluación de programas del gobierno federal, estatal y municipal, que son contradictorios para evitar la deforestación, es necesario encontrar un punto intermedio entre programas como MIPAF, PROGAN y PRONAFOR, aplicando criterios de desarrollo sustentable coherentes, para así, poder proteger, conservar y restaurar zonas forestales. Se recomienda conciliar estos programas para optimizar recursos y aprovechar las superficies deforestadas.

Fomentar y promover la incorporación de superficies deforestadas a programas de reforestación públicos y privados. Impulsar y promover la incorporación de tierras deforestadas y perturbadas al programa de servicios por cuidados ambientales, en el cual les dan apoyo económico por hectárea a los campesinos por cuidar esas superficies y evitar daños ambientales.

La agricultura y la ganadería necesitan adoptar una producción y consumo sustentable, es decir maximizar la producción al hacer uso eficiente de los recursos y minimizar los impactos al incorporar procesos de producción eficaz (intensificación de la agricultura y la ganadería). A sí mismo es necesario modificar o elaborar programas de manejo forestal con el objeto de intensificar el espacio ya existente de la silvicultura. Además de promover y crear las condiciones para implantación de sistemas agrosilvipastorales.

En su mayoría los estudios revisados sobre cambios de cobertura y uso de suelo en estado de Quintana Roo son altamente locales, incluso los estudios a nivel región solo consideran pequeñas regiones en estado. Por ello se propone realizar estudios futuros donde el área de estudio contemple áreas más amplias, para lograr un mayor entendimiento en los procesos de cambios que caracterizan las diferentes zonas del estado de Quintana Roo. Además resulta necesario investigar los CCUS en Quintana Roo en fechas más recientes, ya que muchos de los estudios revisados tienen una temporalidad por debajo del año 2000.

Los datos de los apoyos concedidos por la CONAFOR entre los años 2013 y 2018, se encontró una alta variación en el número de proyectos aprobados por año. Para las tres acciones propuestas en este estudio se sugiere implementar un número promedio de apoyos otorgados por año, es así que se tiene: 17 asignaciones para servicios ambientales, 32 aprobados para restauración y reconversión y 52 apoyos asignados para compensaciones ambientales.

## REFERENCIAS

- Abd, O. R., Rod, J.K., Ismail, H. A., & Suliman, A. S. (2011). Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*, 31, 483- 494.
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) Proyecto México para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (M-REDD+), The Nature Conservancy, Rainforest Alliance, Woods Hole Research Center, Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable AC. 2016. Autor Gabriel Benavides, Hugo Cárdenas, Pedro Gutiérrez y Mariam Villalobos. Estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+) del Estado de Quintana Roo. México. 178 pp.
- Aguilar, C. (2000). La necesidad de la planeación estratégica en las organizaciones industriales modernas. Temas deficiencia y tecnología.
- Alexander, Ernest (1992) *Aproveches to planning, introducín currente planning, Theories, Concepts and Issues*, Department of Urban Planning, University of Wisconsin Millwaukee.
- Alonzo Alonzo, L. A., & González Vera, M. A. (2010). Pérdida de cobertura vegetal como efecto de la urbanización en Chetumal, Quintana Roo. *Quivera*, 12(2).
- Alvarado, Q.H. & Araya, F. R. (2013). Cambios de uso de Suelo y Crecimiento Urbano. Estudio de caso en los Municipios conurbados de la Mancomunidad Metrópoli de los Altos Quetzalenango, Guatemala, *Tecnología en marcha*, 27, 104-113.
- Álvarez, G. I. (2004), *Planificación y Desarrollo de Proyectos Sociales y Educativos*, México, Limusa Noriega Editores
- Baena Paz, G. (2009). Prospectiva por qué y para qué: la historia que muchos no quieren leer. *Estudios políticos (México)*, (17), 109-127.

- Bahadur, T. & Murayama, Y., (2012). Scenario based urban growth allocation in Kathmandu Valley, Nepal, *Landscape and Urban Planning*, 105, 140-148.
- Baluja, A. J., Plata, R.W., Gómez, D.M., & Boque, S.J. (2010). Análisis de factores explicativos del crecimiento urbano en el área Metropolitana de Granada mediante técnicas estadísticas y SIG. In: J. Ojeda, M. F. Pita, & I. Vallejo (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos* (pp. 640-657). España: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Bas, Enric (2002). *Prospectiva. Como usar el pensamiento sobre el futuro*. Barcelona. España. Editorial Ariel, S.A.
- Benavides, G., Cárdenas, H., Gutiérrez, P., Villalobos, M., (2016). Estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+) del Estado de Quintana Roo. México. 178 pp.
- Bocco, G., Mendoza, M., & Masera, O. (2001). La dinámica del cambio de uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación, *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (44), 18-38.
- Bond, E. A., Kuemmerle, T., Kushnir, H., Christian, R. & Henry, S. (2012). Land cover change and human population trends in the greater Serengeti ecosystem from (1984-2003), *Biological conservation*, 147, 255-263.
- Braimoh, A. K. (2006). Random and systematic land-cover transitions in northern Ghana. *Agriculture, ecosystems & environment*, 113(1-4), 254-263.
- Braimoh, A.K. (2006). Random and systematic land-cover transitions in northern Ghana. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113 (1-4), 254-263.
- Briassoulis, H. (2009). Factors influencing land-use and land-cover change. *Land cover, land use and the global change, encyclopaedia of life support systems (EOLSS)*, 1, 126-146.



- Camacho, J. M., Juan, J. I., Franco, R., Gutiérrez, J. G., Pineda, N. B., Campos, J.,... Balderas, M. A. (2011). Procesos y cambios de ocupación del suelo en un espacio geográfico de México. 1976 y 1993, *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra Mapping Centroamérica y El Caribe*, (2), 61-67.
- Camacho-Sanabria, J. M., Juan-Pérez, J. I., & Pineda-Jaimes, N. B. (2015a). Modeling of land use/cover changes: prospective scenarios in the Estado de Mexico. Case study-Amanalco de Becerra. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 21(2), 203-220.
- Camacho-Sanabria, J. M., Pérez, J., Isabel, J., Pineda Jaimes, N. B., Cadena Vargas, E. G., Bravo Peña, L. C., y Sánchez López, M. (2015b). Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y bosques*, 21(1), 93-112.
- Cazau, P. (2004). Categorización y operacionalización. *Investigación Educativa Duranguense*, (3), 1.
- Cervantes, F. y Cedeño, S. (2014). Plan estratégico para enfrentar la problemática del crecimiento demográfico de cantón Santo Domingo. Escuela Politécnica Nacional. Santo Domingo. Costa Rica.
- Challenger, A. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO-Instituto de Biología-UNAM-Sierra Madre. México.
- Challenger, A., Soberón. J. 2008. Los ecosistemas terrestres, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México.
- Chapa, B., Sosa, R., & Alba, Á. (2008). Estudio Multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques*, 14 (1), 37-51.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2017). Áreas elegibles, Componente Servicios Ambientales 1:250,000. México
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2017b). Áreas elegibles, AAREDD, Componente Servicios Ambientales 1:250,000. México

- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2017c). Áreas elegibles, Programa de apoyo tiene el de Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Componente Servicios Ambientales 1:250,000. México
- CONABIO (2006). Capital natural y bienestar social. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONAFOR (2013). Bosques, cambio climático y REDD+ en México. Guía básica. Disponible en: [http://www.enaredd.gob.mx/wp-content/uploads/2014/11/3-Guia-Basica-de-Bosques-CambioClimatico-y-REDD\\_-.pdf](http://www.enaredd.gob.mx/wp-content/uploads/2014/11/3-Guia-Basica-de-Bosques-CambioClimatico-y-REDD_-.pdf)
- Cortina Villar, S., Macario Mendoza, P., & Ogneva-Himmelberger, Y. (1999). Cambios en el uso del suelo y deforestación en el sur de los estados de Campeche y Quintana Roo, México. *Investigaciones geográficas*, (38), 41-56.
- Cuero, J., Espinosa, A., Guevara, M., Montoya, K., Orozco, L., & Ortiz, Y. (2007). *Planeación Estratégica: Henry Mintzberg*. Universidad Nacional de Colombia.
- Dalle, S. P., de Blois, S., Caballero, J., & 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.
- 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.
- Espinoza, J. (2008). *La prospectiva territorial: Un camino para la construcción social de territorios de futuro*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Falcón, O. (2014). *Dinámica de Cambio en la Cobertura/Uso Del Suelo, En Una Region Del Estado De Quintana Roo, MÉXICO*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- FAO. (2009). Situación de los bosques del mundo 2009. Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i0350s.pdf>
- FAO. (2010). 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. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal. Estudio FAO Montes n.º 163.
- FAO. (2010b). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Términos y definiciones. Roma: Programa de evaluación de los recursos forestales.
- FAO. (2011). Situación de los bosques del mundo 2011. Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i2000s.pdf>
- FAO. (2012). El estado de los bosques del mundo 2012. Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3010s.pdf>
- FAO. (2014). El estado de los bosques del mundo 2014. Potenciar los beneficios
- FAO. (2016). El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: Desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5588s.pdf>
- FAO. (2018). El estado de los bosques del mundo 2018. Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible. Roma.
- FAO. 2016. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma.
- Fernández, José (1997) Planeación estratégica de ciudades. Proyecto y gestión. Barcelona, pp. 179-180.
- Flores–Martínez, A. (2016). Informe de la situación del medio ambiente en México 2015, compendio de estadísticas ambientales, indicadores Clave, de desempeño ambiental y crecimiento verde. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México DF.
- FRA. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Roma

- FRA. (2015). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Roma
- Francés, Antonio (2001). Estrategia para la empresa en América Latina. Caracas Venezuela. Ediciones IESA.
- Frei, E. (2005). Perspectiva y construcción de escenarios para el desarrollo territorial, Santiago.
- García, L., Sante, R.I., & Crecente, M.R. (2010). Análisis de los factores que condicionan la evolución de los usos del suelo en los pequeños asentamientos humanos urbanos de la Costa Norte de Galicia, *Boletín de la Asociación de geógrafos españoles*, (54), 57-79. Universidad Santiago de Compostela.
- Garibay, C. & Bocco, G. (2011). *Cambios de uso del suelo en la meseta purépecha (1976-2005)* (1a. Ed.). México: SEMARNAT, INE, & CIGA.
- Garrido, Santiago (2003). Dirección Estratégica. McGraw Hill Interamericana de España S.A. Madrid.
- Geist, H. J. & Lambin, E. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation, *BioScience*, 52(2), 143-150.
- Godet, M., Monti, R., Meunier, F., & Roubelat, F. (2000). La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique.
- Godet, Michel. 2007. Prospectiva estratégica. Problemas y métodos. Cuaderno N° 20. Segunda Edición. En línea: <http://www.lapropective.fr/dyn/francais/memoire/Cajadeherramientas2007.pdf>.
- Goodstein, L. D., Nolan, T. M., & Pfeiffer, J. W. (1998). Planeación estratégica aplicada. McGraw-Hill Interamericana.
- Grenchi, R., Gwyn, H.J., Benie, B.G., Formaggio, N., & Fahl, F.G. (2014). Land use and land cover changes in the Brazilian Cerrado: A multidisciplinary

approach to assess the impacts of agricultural expansion, *Applied Geography*, 55, 300-312.

Gross, P. (1988). Ordenamiento territorial: el manejo de espacios rurales. EURE (Santiago), 24(73), 116-118

Hansen, M.C., Egorov, A., Potapov, P.V., Stehman, S.V., Tyukavina, A., Turubanova, S. A., Roy, D. P., Goetz, S. J. (2014). Monitoring conterminous United States (CONUS) land cover change with Web-Enabled Landsat Data (WELD), *Remote Sensing of Environment*, 140, 466-484.

Haregeweyn, N., Fikadu, G., Tsunekawa, A., Tsubo, M., & Tsegaye, D. (2012). The dynamics of urban expansion and its impacts on land use/ land cover change and small-scale farmers living near the urban fringe: A case study of Bahir Dar, Ethiopia, *Landscape and Urban Planning*, 106, 149-157.

Hirales, M., Espinoza, J., Schmook, B., Ruiz, A., & Ramos, R. (2010). Agentes de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, sureste de México. *Ciencias marinas*, 36(2), 147-159.

Hirales-Cota, M., Espinoza-Avalos, J. Schmook, B., Ruiz Luna, A, Ramos-Reyes, R. 2010. Drivers of mangrove deforestation in Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, southeast Mexico. *Ciencias Marinas* 36(2): 147-159.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía – Comisión Nacional del Agua (INEGI – CONAGUA) (2007). Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México, escala 1: 250 000. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1980). Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de las Cartas de Climas, Precipitación Media Anual y Temperatura Media Anual 1: 1 000 000. Serie I. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1999). Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Geológica 1: 1 000 000, serie I. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2000). Continuo Nacional Fisiográfico 1: 1 000 000. Serie I. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2002). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1: 250 000, serie I (Continuo Nacional). México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2007b). Uso de suelo y vegetación. Datos vectoriales escala 1: 250 000. Serie IV (Capa Unión) – descarga. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2011). Uso de suelo y vegetación. Datos vectoriales escala 1: 250 000. Serie V (Capa Unión) – descarga. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2014b). Uso de suelo y vegetación. Datos vectoriales escala 1: 250 000. Serie V (Capa Unión) – descarga. México

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017a). Marco geoestadístico – Datos vectoriales. Áreas geoestadísticas estatales. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017b). Marco geoestadístico – Datos vectoriales. Áreas geoestadísticas municipales. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2015: Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2004). Guía para la interpretación de Cartografía Edafológica. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014a). Guía para la interpretación de cartografía: Uso del suelo y vegetación, escala 1: 250 000, Serie VI. México.

- Jasso-Arriaga, Xochitl, Martínez-Campos, Ángel R., Gheno-Heredia, Yaqueline A., Chávez-Mejía, Cristina, Arteaga-Reyes, Tizbe, & Martínez-García, Carlos G. (2013). Escenarios y modelo de usos-suelo dentro de un área natural protegida: Ejido de San Antonio Acahualco. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(3), 265-282. Recuperado en 10 de diciembre de 2017, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722013000300001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722013000300001&lng=es&tlng=es).
- Kanianska, R., Kisekova, M., Novacek, J., & Zeman, M. (2014). Land-use and land-cover changes in rural areas during different political systems: A case study of Slovakia from 1782 to 2006, *Land use Policy*, 36, 554- 566.
- Klein, I., Gessner, U., & Kuenzer, C. (2012). Regional land cover mapping change detection in central Asia using MODIS time-series, *Applied Geography*, 35, 219-234.
- Lambin, E. F. 1997. Modelling and monitoring land-cover change process in tropical regions. *Progress in Physical Geography*. 21 (3): 375-393.
- Lambin, E.F. and H. Geist (eds.). 2006 *Land-use and land-cover change: local processes and global impacts*. Springer, Berlin, Heidelberg, GE, 204 pp.
- Lambin, E.F., 1994. *Modelling Deforestation Processes. A Review*. Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites. TREES Series: Research Report No. 1. Luxemburg, 113 pp.
- Liu, Y., Huang, X., & Zhong, T. (2014). Environmental effects of land-use/cover change caused by urbanization and policies in Southwest China Karst area e. A case study of Guiyang, *Habitat International*, 44, 339-348.
- MacDicken, K., Jonsson, Ö., Piña, L., Maulo, S., Contessa, V., Adikari, Y., & D'Annunzio, R. (2016). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo?.
- Manson, S., 2006. Land use in the southern Yucatán peninsular region of Mexico: Scenarios of population and institutional change. *Computers, Environment and Urban Systems* 30: 230-253.

- Mas, J. F., Velázquez, A., & 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., & Fernández, T. (2003a). Una evaluación cuantitativa de los errores en el monitoreo de los cambios de cobertura por comparación de mapas, *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (51), 73-87.
- Mas, J.F., & Flamenco S. (2011). Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de México, *GeoTropico*, 5(1), 1-24.
- Mas, J.F., Pérez - Vega A., & Clarke K.C. (2012). Assessing simulated land use/cover maps using similarity and fragmentation indices, *Ecological Complexity*, 11, 38-45.
- Mascorro, V.S., Coops, N.C., Kurz, W.A., Olgúin, M. 2014. Attributing changes in land cover using independent disturbance datasets: a case
- Massiris, Ángel. 2005. Fundamentos teóricos y conceptuales del ordenamiento territorial. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Bogotá.
- Mendoza, J., Rosales, M., Quej, K., Can, C., Novelo, P., Florentino, A., y Barrientos, Á. (2012). Estrategia regional de la Península de Yucatán para la reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal.
- Miklos T, y Tello M. (2007). Planeación prospectiva una estrategia para el diseño del futuro. México Limusa, Centro de estudios prospectivos fundación Javier Barros Sierra.
- Miklos T; y Tello M. E. (2007). Planeación Prospectiva, una estrategia para el diseño del futuro. México: Limusa, Centro de estudios prospectivos fundación Javier Barros Sierra.
- Miklos, T., y Arroyo, M. (2008). Prospectiva y escenarios para el cambio social. Convenio Andrés Bello, Universidad Autónoma de México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales.



- Munthali, G. K., Murayama, Y. (2011). Land use/cover change detection and analysis for Dzalanyama forest reserve, Lilongwe, Malawi. Science Direct, *Procedia social and Behavioral Sciences*, 21, 203- 211.
- Murray, G. 2007. Constructing paradise: The impacts of big tourism in the Mexican coastal zone. *Coastal Management* 35: 339-355.
- Nájera, O, Bojórquez, J. I., Cifuentes, J. L., & Marceleño, S. (2010). Cambio de cobertura y uso del suelo en la Cuenca del Río Mololoa, Nayarit. *Revista Biociencias*, 1(1), 19-29.
- Osorio, L., Mas J. F., Guerra F., & Maass, M. (2014). Análisis y modelación de los procesos de deforestación: un caso de estudio en la cuenca del río Coyuquilla, Guerrero, México, *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Pre-print.
- Pérez-Vega, Mas, J., & Ligmann, Z. (2012). Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest, *Enviromental Modelling & Software*, 29, 11-23.
- Pineda, N. B., Bosque, J., & Gómez, M. (2008). Cambios de la ocupación del suelo y análisis de transiciones sistemáticas en el Estado de México (México) mediante Tecnologías de la Información Geográfica. Comunicaciones del XI Coloquio Ibérico de Geografía, Alcalá de Henares, Madrid, España. Disponible en: [http://www.geogra.uah.es/inicio/web\\_11\\_cig/cdXICIG/index.html](http://www.geogra.uah.es/inicio/web_11_cig/cdXICIG/index.html)
- Pineda, N. B., Bosque, J., Gómez, M., & Franco, R. (2011). Análisis de los factores inductores de los cambios ocurridos en la superficie forestal del Estado de México en el periodo 1993-2000. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (56), 9-34.
- Pineda, N. B., Bosque, J., Gómez, M., & Plata, W. (2009). Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los

procesos de deforestación. *Investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (69), 33-52.

Promper, C., Puissant, A., Malet, J-P. & Glade, T. (2014). Analysis of land cover changes in the past and the future as contribution to landslide risk scenarios, *Applied Geography*, 53, 11-19.

Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE), 2014a, "Planeación" en Diccionario de la lengua española, Madrid, 23a edición, en <<http://dle.rae.es/?id=TJaBKLn>>, consultado el 12 de julio de 2018.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE), 2014b, "Planificación" en Diccionario de la lengua española, Madrid, 23a edición, en <<http://dle.rae.es/?id=TJwPLbd>>, consultado el 12 de julio de 2018.

Romero, C. (2005). La categorización un aspecto crucial en la investigación cualitativa. *InvestigiumIRE*, 6(1), 113-118.

Romero, J. A. (2014). Evaluación de los factores ambientales, socioeconómicos e institucionales que intervienen en la dinámica del cambio de cobertura forestal en ejidos de Campeche y Quintana Roo, México. Universidad Veracruzana (Tesis de Maestría en Ecología 115 p).

Rosales, A. (2010). Modelo para la planeación prospectiva de servicios educativos de nivel medio superior en el estado de México. Primera edición. Toluca, México. Instituto de Administración Pública del Estado de México, A.C. Obtenido de <http://iapem.mx/Libros/2010%20142%20Modelo%20para%20la%20planeacion%20prospectiva%20de%20los%20servicios.pdf>

Rosete, F. A., Pérez, J. L., Villalobos, M., Navarro, E. N., Salinas, E., & Remond, R. (2014). El avance de la deforestación en México 1976-2007, *Madera y Bosques*, 20(1), 21-35.

- Salas-Bourgoin, M. A. (2013). *Prospectiva territorial: aproximación a una base conceptual y metodológica*. Universidad de Los Andes, Venezuela, Vicerrectorado Administración.
- Secretaria de la Función Pública, (2016). *Marco Conceptual de la Planeación Prospectiva*. México.
- SEDESOL y CONAPO. (2012). *Catálogo sistema urbano nacional*. México. Obtenido de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112772/Catalogo\\_Sistema\\_Urbano\\_Nacional\\_2012.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112772/Catalogo_Sistema_Urbano_Nacional_2012.pdf)
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) (2016). *Acuerdo General de Coordinación para la Sustentabilidad de la Península de Yucatán 2030*. Obtenido de: [www.seduma.yucatan.gob.mx/archivos/noticias/documento/201612111576.pdf](http://www.seduma.yucatan.gob.mx/archivos/noticias/documento/201612111576.pdf)
- Simbangala, M. S., Cámara, B. L. C., Villanueva, L. C., Martínez, Ó. F., Torres, D. V., Mayo, R. R., & Hernández, M. E. O. (2015). Análisis de imágenes orientadas a objetos para mapear y monitorear cambios en la cobertura terrestre de la Región Costa Maya, México: 1993-2010. *Investigaciones Geográficas*, (50), pp-33.
- Steiner, G. (2007). *Planeación estratégica lo que todo director debe saber*. México. Grupo editorial patria. Trigésima cuarta reimpresión.
- Steiner, George A., 1998 *Planeacion estratégica. Lo que todo directo debe saber*, México: CECSA.
- Steiner, George A., 1998 *Planeación estrategica. Lo que todo director debe saber*, México; CECSA. *study of the Yucatan Peninsula, Mexico. Regional Environmental Change* 16: 213–228.

- Strauss, A. L., Corbin, J., y Zimmerman, E. (2002). Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Torres, R., & Momsen, J. (2005). Planned tourism development in Quintana Roo, Mexico: Engine for regional development or prescription for inequitable growth?. *Current Issues in Tourism*, 8(4), 259-285.
- Torres, R., Momsen, J. 2005. Planned tourism development in QuintanaRoo, Mexico: Engine for regional development or prescription for inequitable growth. *Current Issues in Tourism* 8(4): 259-285.
- Vergara Schmalbach, J., Fontalvo Herrera, T., Maza Ávila, F. (2010). La planeación por escenarios: Revisión de conceptos y propuestas metodológicas. *PROSPECTIVA*, 8 (2), 21-29.
- Watson, R. T., Noble, I. R., Bolin, B., Ravindranath, N. H., Verardo, D. J. y D. J. Dokken (eds.). (2001). *Land Use, Land Use Change, and Forestry*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zepeda, C., Antonio, X., Lot, A., & Madrigal, D. (2012). Análisis del cambio del uso del suelo en las Ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (78), 48-61.

