



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

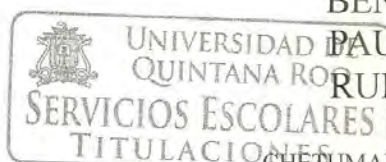
**MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA  
CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN  
EL SUR DE QUINTANA ROO**

TESIS  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
**LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES**

PRESENTA  
**JOSÉ MARÍA ORTÍZ MARTÍNEZ**

DIRECTOR  
**ALBERTO PEREIRA CORONA**

ASESORES  
**JOSÉ ANTONIO OLIVARES MENDOZA  
BENITO PREZAS HERNÁNDEZ  
PAULINO ROSALES SALAZAR  
RUBÉN AGUILAR GARCÍA**



CHEPUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, MARZO DE 2015



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO DE TESIS BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL  
PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADA COMO REQUISITO  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR:

  
ALBERTO PEREIRA CORONA

ASESOR:

  
ANTONIO OLIVARES MENDOZA

ASESOR:

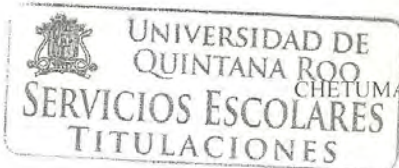
  
BENITO PREZAS HERNÁNDEZ

ASESOR:

  
PAULINO ROSALES SALAZAR

ASESOR:

  
RUBÉN AGUILAR GARCÍA



CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO, MARZO DE 2015.

## **Dedicatoria**

Dedico este documento a mi familia, quienes me han brindado su apoyo y me han acompañado y aconsejado en los caminos que he tomado para llegar al presente.

## **Agradecimientos**

Agradezco a mis maestros, a quienes compartieron su experiencia y apostaron por construir profesionistas con criterio y herramientas para sobresalir.

También, agradezco a Cuitlahuac Buendía, Eusebio Pérez y Felipe de Jesús Castro, que me ofrecieron su tiempo y apoyo para reunir la información de los ejidos que representan.

A la familia Morales Pérez, a Pedro Morales Santiago y a Elpidio Morales Pérez.

A Alberto Pereira Corona, por el tiempo, experiencia y conocimientos compartidos.

A Antonio Olivares Mendoza, por las perspectivas aportadas.

A Benito Prezas Hernández, por los consejos que facilitaron el proceso.

A Paulino Rosales Salazar y a Rubén Aguilar García, por su confianza e interés.

A mis compañeros y a quienes influyeron en mi formación.

También, a mis padres, hermanos y amigos que incondicionalmente me han ofrecido su apoyo.

Este trabajo fue financiado en la convocatoria 2014 “Apoyo a la titulación” de la División de Ciencias e Ingeniería con recursos PIFI 2013.

## Resumen

El presente documento aborda el contexto de la conservación de los ecosistemas en los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar en el sur de Quintana Roo; para dicho contexto, se considera que la viabilidad para aprovechar el potencial de los recursos naturales, es definida por: la interacción de factores políticos y demográficos de la formación del estado de Quintana Roo, por el tipo de desarrollo productivo que se ha procurado desde diferentes sectores de la sociedad y por las estrategias internacionales, nacionales y regionales que se implementan para la conservación de los ecosistemas.

La descripción del contexto se detalla mediante aspectos generales de las características biofísicas, políticas, demográficas, económicas, culturales y de conservación que han influenciado el actuar de los ejidos, entendidos como las unidades comunitarias básicas de administración de los recursos naturales.

La integración de las características biofísicas y antrópicas que circunscriben a los actores involucrados se integran mediante un análisis multicriterio, el cual permite estructurar y definir las circunstancias de las figuras involucradas en la dinámica de los sistemas de manejo de los recursos naturales y entender los procederes, factores de influencia, interdependencias, capacidades, interrelaciones y racionalidades en la toma de decisiones.

El proceso de identificación de las unidades de estudio se realizó con el método de muestreo por cuotas, a partir del cual, se distinguen a los ejidos en los que se desarrollan los objetivos de la investigación. La diferenciación, se determinó mediante criterios de inclusión de tipo productivos, de conservación de los ecosistemas y de planeación ambiental.

Una vez identificadas las unidades de estudio, se procedió a caracterizar los ejidos mediante las particularidades demográficas, culturales, económicas y ambientales. Posteriormente se implementó el método simplex de programación lineal con la finalidad de integrar las variables cualitativas del análisis multicriterio a un esquema cuantitativo y determinar las proporciones óptimas de uso de suelo que facilite proyectar parámetros acerca del tipo de **Mecanismos de Financiamiento para la Conservación** que requiere el ejido. Finalmente se contrastan los resultados de la optimización con la oferta de MFC y con el contexto particular de los ejidos.

## ÍNDICE

<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
ECOSISTEMAS TROPICALES .....	3
CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS Y DEMOGRÁFICAS DEL PROCESO DE FORMACIÓN DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.....	8
USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL SUR DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.....	10
DESARROLLO ECONÓMICO DE QUINTANA ROO.....	18
ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE LA RIQUEZA NATURAL .....	20
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>33</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>38</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>38</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>39</b>
IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO: MUESTREO POR CUOTAS.....	39
CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	41
EFICIENCIA DE LOS MFC DE LOS RECURSOS NATURALES.....	42
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
DEFINICIÓN DEL MARCO MUESTRAL Y UNIDADES DE ESTUDIO.....	45
CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO.....	50
CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS EJIDOS SELECCIONADOS.....	52
CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA, SOCIAL Y CULTURAL DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO.....	55
ANÁLISIS MULTICRITERIO: ACTORES INVOLUCRADOS Y ESCENARIOS EN CONTRASTE.....	61
EFICIENCIA DE LOS MFC DE LOS RECURSOS NATURALES EN LAS UNIDADES DE ESTUDIO.....	71
ESCENARIO EJIDO BACALAR .....	72
ESCENARIO EJIDO NUEVO BECAR.....	82
ESCENARIO EJIDO ALLENDE .....	92
<b>DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>102</b>
<b>CONCLUSIONES Y PROPUESTA.....</b>	<b>106</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>109</b>

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Clasificación de suelo. ....	11
Mapa 2: Usos de suelo y vegetación serie I. ....	13
Mapa 3: Usos de suelo y vegetación serie II. ....	14
Mapa 4: Usos de suelo y vegetación serie III. ....	15
Mapa 5: Usos de suelo y vegetación serie IV. ....	16
Mapa 6: Usos de suelo y vegetación serie V. ....	17
Mapa 7: Subcuencas hidrográficas del sur de Quintana Roo. ....	45
Mapa 8: Unidades de estudio, ejidos de Othón P. Blanco y Bacalar. ....	46
Mapa 9: Diagnóstico POETG. ....	63
Mapa 10. Áreas Naturales Protegidas. ....	63
Mapa 11. Sitios terrestres prioritarios para la conservación. ....	64
Mapa 12. Regiones hidrológicas prioritarias para la conservación. ....	64
Mapa 13. Regiones marinas prioritarias para la conservación. ....	65
Mapa 14. Ejido Bacalar. ....	74
Mapa 15. Ejido de Nuevo Becar. ....	83
Mapa 16. Ejido de Allende. ....	93

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Vegetación natural por tipo de formación en México. ....	6
Gráfico 2: Usos de suelo y vegetación del sur de Q. Roo. ....	17
Gráfico 3. Perfil Sociocultural de las unidades de estudio (valores relativos). ....	60
Gráfico 4. Espectro de actores involucrados en el manejo de los recursos naturales en las unidades de estudio. ....	66
Gráfico 5: Gráfico de la región factible: ejido Bacalar. ....	77
Gráfico 6. Gráfico de la región factible: ejido Nuevo Becar. ....	86
Gráfico 7. Gráfico de la región factible: ejido Allende. ....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios de inclusión. ....	47
Tabla 2: Clasificación de los ejidos diferenciados por los criterios de inclusión. ....	48
Tabla 3: Clasificación de ejidos por estratos. ....	48
Tabla 4: Caracterización biofísica de las unidades de estudio. ....	50
Tabla 5: Clasificación de los servicios ambientales. ....	52
Tabla 6. Contexto específico del ejido de Bacalar. ....	73
Tabla 7. Resultados del proceso iterativo: ejido Bacalar. ....	76
Tabla 8. MFC ejido Bacalar. ....	79

Tabla 9. MFC ejido Bacalar ..... 80

Tabla 10. Contexto específico ejido Nuevo Becar. .... 82

Tabla 11. Resultados del proceso iterativo: ejido Nuevo Becar. .... 85

Tabla 12. MCF ejido Nuevo Becar. .... 88

Tabla 13: MCF ejido Nuevo Becar ..... 90

Tabla 14. MCF ejido Nuevo Becar. .... 91

Tabla 15. Contexto específico ejido Allende. .... 92

Tabla 16. Resultados del proceso iterativo: ejido de Allende. .... 95

Tabla 17. MFC ejido Allende..... 99

Tabla 18. MFC ejido Allende..... 100

Tabla 19. MFC ejido Allende..... 101

## **Introducción**

El aumento en las variaciones de las condiciones ambientales en las últimas décadas, ha sido pauta para replantear el perfil de desarrollo en las sociedades actuales. Como parte de este esfuerzo, se ha priorizado la labor de las instituciones responsables de subsanar las problemáticas ambientales y de administrar sustentablemente los recursos naturales, se ha fortalecido la figura de las Áreas Naturales Protegidas como figura indispensable en las labores de conservación de la riqueza natural. Asimismo, han surgido nuevos esquemas en las estrategias de conservación que incluyen prioritariamente la labor de las comunidades, de la sociedad civil y de las organizaciones no gubernamentales a nivel nacional e internacional. Se han desarrollado leyes, normas y reglamentos que salvaguardan el capital natural y los sistemas financieros que sustentan el mercado de bienes y servicios ambientales se han diversificado. También, la innovación tecnológica se va desarrollando hacia tecnologías limpias y, en consecuencia paulatinamente la funcionalidad ecosistémica se integra ante cualquier planteamiento del desarrollo proyectado.

Sin embargo, en el panorama general, puede concluirse sin necesidad de ser un especialista en el tema, que la hegemonía de los intereses propios de un sistema capitalista y de mercado está vigente y la influencia de la racionalidad puramente económica fomenta un desarrollo productivo que amenaza la funcionalidad de los ecosistemas ante prácticas de aprovechamiento ajenas a su potencial. Característica de esta circunstancia, es la notable fragmentación de la cubierta vegetal natural y el deterioro de los ecosistemas que aceleran la extinción de especies. Los hábitos y la cultura que generan respeto por un entorno funcional y disponible para el desarrollo y bienestar colectivo, es ponderado por un sector reducido de la sociedad.

Esto nos aproxima a considerar a la dinámica económica, como el común denominador para establecer un análisis de las estrategias para la conservación de los recursos naturales y el nivel de influencia que puede tener en la política, cultura y dinámica social de cierta región.

En síntesis, el factor de relevancia para la problemática planteada, es el déficit ecológico generado por el uso de los recursos naturales sin considerar la funcionalidad ecosistémica que ha mermado el potencial de aprovechamiento y la capacidad de las unidades ecosistémicas para proveer servicios ambientales que aseguren el bienestar común; en conjunto, esto ocasiona un cambio en las condiciones del entorno y un desfase entre los modelos de aprovechamiento de los



recursos naturales y los recursos disponibles. Esta variación, respecto a la disponibilidad de los mismos, ha puesto en crisis la sostenibilidad de la biodiversidad y de los elementos ecosistémicos, por lo tanto, el sustento de cada sociedad y de las generaciones venideras.

Con el objetivo de evidenciar el potencial de aprovechamiento de los ecosistemas tropicales y, por lo tanto, su conservación; el presente trabajo aborda la oferta de herramientas de financiamiento para aprovechar los recursos naturales como factor de análisis de los esquemas de conservación de los sistemas ecológicos.

En este sentido, el problema identificado, es la pérdida de la cobertura vegetal natural de la selva a causa de las actividades agropecuarias. A partir de esta circunstancia, se analiza la eficiencia de los **Mecanismos de Financiamiento para la Conservación de los Recursos Naturales (MFC)** posibles de operar por las figuras involucradas en la zona de interés a través del método simplex de optimización lineal y, asimismo, las opciones para generar beneficios económicos equivalentes o mayores a las actividades actuales de los grupos sociales tomados como casos de estudio.

## **ANTECEDENTES**

Los procesos o funciones ecológicas propias de cada tipo de ecosistema en su relación con nuestras sociedades, brindan una serie de servicios que hacen posible las condiciones necesarias para nuestra supervivencia, estos servicios ambientales, en correspondencia a los esquemas de valores implementados en las estrategias de manejo de los recursos naturales de una región, pueden considerarse un factor determinante para el desarrollo social, económico, político y cultural de las sociedades circunscritas. Por lo tanto, es relevante incluir los factores y perspectivas que han acotado el actual modelo de aprovechamiento de los recursos naturales.

### **Ecosistemas tropicales**

Los ecosistemas tropicales en la funcionalidad e interacción del suprasistema natural tienen una especial circunstancia, son sistemas que contienen una gran pluralidad de organismos e intrínsecamente una extensa gama de dinámicas. Parámetro de esto, se comprende en el hecho que de la mitad a dos tercios de las especies del planeta habitan la zona intertropical, misma que abarca solo el 10% de la superficie terrestre (Malhi & Grace en Cayuela & Granzow –de la Cerda. 2012).

Desde esta consideración, la relevancia de los ecosistemas tropicales como entornos proveedores de hábitats, hacen de su manejo un reto para la conservación de la diversidad biológica y también para la disponibilidad de los servicios ambientales que implica su dinámica. De manera que las aproximaciones a las amenazas de la supervivencia de las poblaciones y comunidades de organismos tropicales, permiten conocer los factores que determinan la viabilidad del aprovechamiento de sus recursos naturales y también el carácter de la estrategia de conservación a ejecutar según sea la circunstancia o presión a la que el sistema tropical este sujeto.

Para establecer una medida de las circunstancias ecosistémicas, se indica que desde 1970 las condiciones de 3,770 poblaciones de 1,432 especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles de hábitats terrestres templados y tropicales se han deteriorado 25%; esta cifra incluye bosques, praderas y tierras áridas (WWF. 2012). En el trópico el panorama tiende a la baja aún más, se indica un detrimento de aproximadamente 45%, sin embargo, para los ecosistemas terrestres templados hubo un aumento del 5% (ibid). Esto, en una primera aproximación, esboza los diversos escenarios en el manejo de los recursos naturales en los países intertropicales.

Parte de las estadísticas anteriores, señalan que en los sistemas de agua dulce templados y tropicales, las condiciones de 2 849 poblaciones con 737 especies de peces, reptiles, anfibios y mamíferos encontrados en lagos, ríos y humedales disminuyeron 37%. El indicador para las poblaciones de agua dulce tropical disminuyó 70% y el templado aumentó cerca del 35%, lo cual exhibe de inmediato y urgente restaurar y conservar la funcionalidad y condiciones ecosistémicas de lagos, ríos y humedales del trópico (ibid).

Si bien las condiciones de la diversidad biológica nos permiten estimar la funcionalidad de la biocenosis y para efectos de uso, la disponibilidad del recurso natural, la lista roja de IUCN (International Union for Conservation of Nature) nos permite entrever en sus estimaciones otro parámetro de las condiciones ecosistémicas.

El documento menciona que la restricción en la distribución de las especies en su hábitat ha provocado la reducción de poblaciones y el declive de poblaciones pequeñas, esto se cuantifica en que 5 966 especies de vertebrados se consideren amenazadas, 2 496 especies de invertebrados y 8 457 especies de plantas que forman parte de las 44 280 especies evaluadas en diferentes bioregiones (Vié, J.C. 2008).

En la región neotropical, Brasil, el país con mayor número de especies de anfibios en el mundo, se han identificado que 1 especie de cada 6 especies de anfibios se clasifican como amenazadas, aunado a 1 de cada 8 especies de mamíferos amenazados. En Colombia, existe 1 especie amenazada de cada 20 especies de aves identificadas y también destaca con 1 de cada 3 especies de anfibios. En Ecuador, el tercer país con mayor número de especies de anfibios (467), se consideran amenazadas 1 de cada 2 especies (ibid).

De las especies con distribución y presencia en México, existen 211 especies de anfibios amenazados de 364 (casi tres quintas partes de las especies de anfibios), respecto a las aves son 54 especies amenazadas de 1 077 y 100 especies de mamíferos amenazados de 523 evaluados (ibid). Los números alarmantes le conciernen a los anfibios con una tasa de extinción del 58%. Esta cifra es comparable en la región con Guatemala (57.1%), Honduras (48.8%), Ecuador (37%) y Puerto Rico (73.7%).

En este tenor, los factores a considerar para el diseño de las estrategias de conservación con el objeto de disminuir las amenazas de mayor incidencia para la diversidad biológica, tienen una indiscutible relación con las actividades antrópicas. Por mencionar algunas, la contaminación y sus externalidades ponen en riesgo la permanencia de cualquier ser vivo, así como el tráfico de animales, especies exóticas introducidas, incendios forestales, cambios en las condiciones ambientales y pérdida de hábitats.

A partir de considerar a la vegetación como un factor determinante para la continuidad territorial de hábitats, para la dinámica de las cuencas hidrológicas y ecosistemas en general; resulta relevante la conservación de la cubierta vegetal natural, ya que las tendencias planteadas de degradación y agotamiento de los ecosistemas en el panorama internacional son compartidas. En el panorama regional, esto se expresa en la pérdida de 10 millones de has de cobertura vegetal natural en Centroamérica y el sureste de México (parte norte de la región neotropical) en el periodo comprendido entre 1990 y 2005 (FAO. 2009).

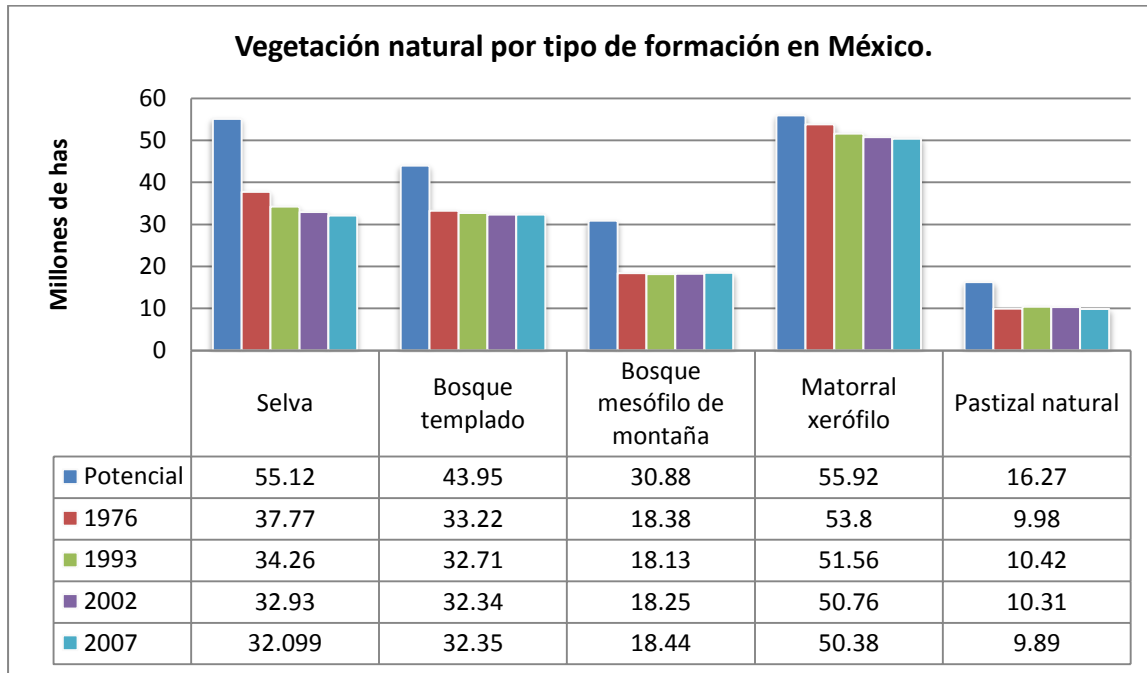
Al interior del país, las estimaciones de la deforestación de la cubierta forestal varía notablemente considerando la fuente y los procesos de obtención, evaluación y seguimiento de los datos que, por supuesto, le compete al desarrollo tecnológico que ha facilitado estudios de este tipo de magnitudes (Velázquez et al. 2002).

Dicho lo anterior, se considera que para México la tasa de deforestación de selvas y bosques tropicales es de 351 mil ha por año (SEMARNAT, 2005). De manera que para el periodo de 1993 al 2002, se determinó una variación de la cobertura vegetal de 3 millones de hectáreas deforestadas aproximadamente (ibid).

Posteriormente, el cálculo para el 2007 fue que el 71.2% de cobertura vegetal natural en la superficie nacional se compone de matorrales xerófilos, bosques templados y selvas principalmente (SNIARN, 2007); el 28.8% restante de la superficie nacional le corresponde a cuerpos de agua, actividades agropecuarias, asentamientos y zonas urbanas. Esto significa, que el cambio de uso de suelo de la cubierta vegetal natural original hacia otros usos para el 2007 respecto al 2000 fue de aproximadamente el 29%, en el cual las selvas fueron las más afectadas en el proceso de degradación con 42% de transformación de la vegetación natural original, seguido por los bosques mesófilos de montaña (40%) y los bosques templados (27%). Este

proceso a pesar de su reducción en los últimos años, ha sido constante con una tasa anual de deforestación de aproximadamente 175 mil ha de selva entre el 2002 y el 2007 (ibid).

Gráfico 1: Vegetación natural por tipo de formación en México.



Elaboración propia a partir de datos de las series cartográficas de usos de suelo y vegetación. INEGI.

## **Características físicas del proceso de formación de la península de Yucatán**

En el panorama peninsular, la dinámica de los ecosistemas se puede entender a partir de la narrativa de la historia ambiental, es decir, la dinámica ecosistémica es consecuencia del proceso de formación del paisaje. Este proceso tiene características propias del bloque tectónico, del cual forma parte el estado de Quintana Roo y cuyo material continental fue anteriormente suelo marino. Esta provincia fisiográfica se identifica con las características de una roca madre con rasgos calcáreos, de composición geológica homogénea, con un origen marino, con poca elevación sobre el nivel del mar y de una formación reciente, de acuerdo a los parámetros del tiempo geológico, en el periodo Mioceno y Pleistoceno; esta provincia fisiográfica abarca a Quintana Roo, Yucatán y Campeche, así como Belice y parte de Guatemala (Lugo et al. 1992).

Una característica particular de la formación de la roca madre de esta región, es que ha estado sometida a procesos de inmersión y emersión. En el proceso de emersión, fue cuando se formaron los sistemas cavernosos que comprenden a los cenotes, ríos subterráneos y cuevas que identifican la geología peninsular a causa de la circulación del agua como principal vector que introduce energía al ecosistema subterráneo que, en su conjunto, integra parte de la dinámica del sistema kárstico (ibid).

En específico, el suelo del que forma parte el sur poniente de la península está compuesto por dos de las tres unidades geomorfológicas que se presentan en el estado de Quintana Roo: la Meseta Baja de Zoh-Laguna que se extiende en la porción oeste del estado en las colindancias con Campeche y la correspondiente a las Planicies del Caribe que ocupa el resto del municipio. Las rocas calizas más cercanas al litoral son las más jóvenes del municipio, ya que datan del periodo Cuaternario, mientras que las calizas del oeste pertenecen a los periodos Eoceno y Paleoceno, ambas de la era Cenozoica, es decir, partiendo del sur-centro de la península la antigüedad de los suelos va disminuyendo hacia el sentido septentrional y hacia la costa. Aunado a lo mencionado, las condiciones de la permeabilidad del terreno producidas por la constante precipitación y por el intemperismo hídrico determinan la formación de suelos y, por lo tanto, las aptitudes de los usos y el desarrollo de los tipos de vegetación (ibid).

## **Características políticas y demográficas del proceso de formación del estado de Quintana Roo**

En consideración de las circunstancias que dieron sentido al paisaje peninsular, la dinámica de la cubierta vegetal natural y su relación con los aprovechamientos de la selva, incluye otro proceso de formación pero ahora en un sentido antrópico, la referencia es por las dos colonizaciones dirigidas en la década de los 60's y los 70's, ya que ambas son causa de la actual reconfiguración del sector rural del sur del estado.

Al ser constituido Quintana Roo como territorio federal en 1902, las actividades productivas que destacaron hasta antes de obtener la condición política y jurídica como estado libre y soberano fueron los campamentos chicleros y la explotación de maderas con un gran valor de mercado.

Entre los años de 1902 y 1935, Quintana Roo pasa de ser anexo territorial a territorio federal en cuatro ocasiones. Estas condiciones territoriales aunadas a las carencias comunicativas con otras regiones del país, facilitaron la explotación de los recursos forestales y propiciaron condiciones laborales deplorables para los pobladores.

En 1935 por decreto presidencial del General Lázaro Cárdenas, es asignado de nuevo el título de territorio federal con el objetivo de integrar a la región en el producto interno bruto de la nación, creando centros de trabajo y fuentes de ingresos para el Estado. Aunque, también fue factor, la amenaza que significaba la tendencia del expansionismo colonial de Inglaterra mediante la colonia inglesa en Belice.

Para la década de 1960, con la continuidad como territorio federal, aunado a la apuesta del mercado extranjero y con el derecho de amparo a la propiedad privada que proveyó de tierras para explotación forestal, se vislumbraron ciertos avances organizativos y productivos, principalmente para la actividad chiclera. Lo cual, configuró la primera colonización dirigida de población inmigrante de Yucatán (80%), Veracruz y Tabasco (4%), así como de otros estados de la república. El repoblamiento se concentró al noroeste de la zona fronteriza con Yucatán, en Bacalar y a lo largo de la rivera del río Hondo (Velázquez. 2006). Con este repoblamiento, en el transcurso de la década el enclave forestal fue disminuyendo por la continua extracción y también se fue reduciendo la demanda del mercado extranjero, la cual se encontraban condicionada por la segunda guerra mundial, los países europeos eran los principales demandantes del producto.

En la década de los 70's, inicia la segunda colonización dirigida mediante la expedición de la reforma agraria por designio presidencial, con el objetivo de desarrollar regiones productivas de México. La reforma de 1971, reasignó las tierras nacionales para entregárselas a campesinos inmigrantes, así como la promoción de diversas acciones para establecer el desarrollo de la entidad designando programas para el desarrollo económico con el objetivo de asegurar el traslado y el asentamiento poblacional respaldado por proyectos productivos.

Estas acciones aunadas al repoblamiento de los ejidos de Carlos A. Madrazo, Cacao, Álvaro Obregón, Cocoyol, Pucté (ejidos de la actual zona cañera), Chac-Choben, y José Rubirosa (ibid); así como de la formación de los nuevos centros de población ejidal, constituyeron la segunda colonización dirigida, ocupando el territorio por migrantes principalmente de la Comarca Lagunera, Veracruz y Michoacán. A estos nuevos habitantes se les entregaron tierras con derechos agrarios y otras con propósitos pecuarios en el marco de los programas productivos (Velázquez. 2007).

Para la zona sur se inició un programa agroindustrial para el cultivo de la caña de azúcar, maíz, frijol, calabaza, entre otros productos; en el norte del estado se planteó el desarrollo del primer polo turístico integralmente planeado, siendo Cancún el punto de inicio de este proyecto a partir de un campamento pesquero, transformándose en menos de 25 años, en la ciudad con mayor densidad poblacional del estado.

Estos acontecimientos fueron definiendo el proceso de ocupación del territorio estatal y la reasignación del uso de suelo por la implementación de proyectos productivos. De esta manera, el sur del estado se caracterizó como una región de vocación agropecuaria, lo que ha influenciado en el aprovechamiento potencial de la riqueza específica de los ecosistemas del sur de Quintana Roo.

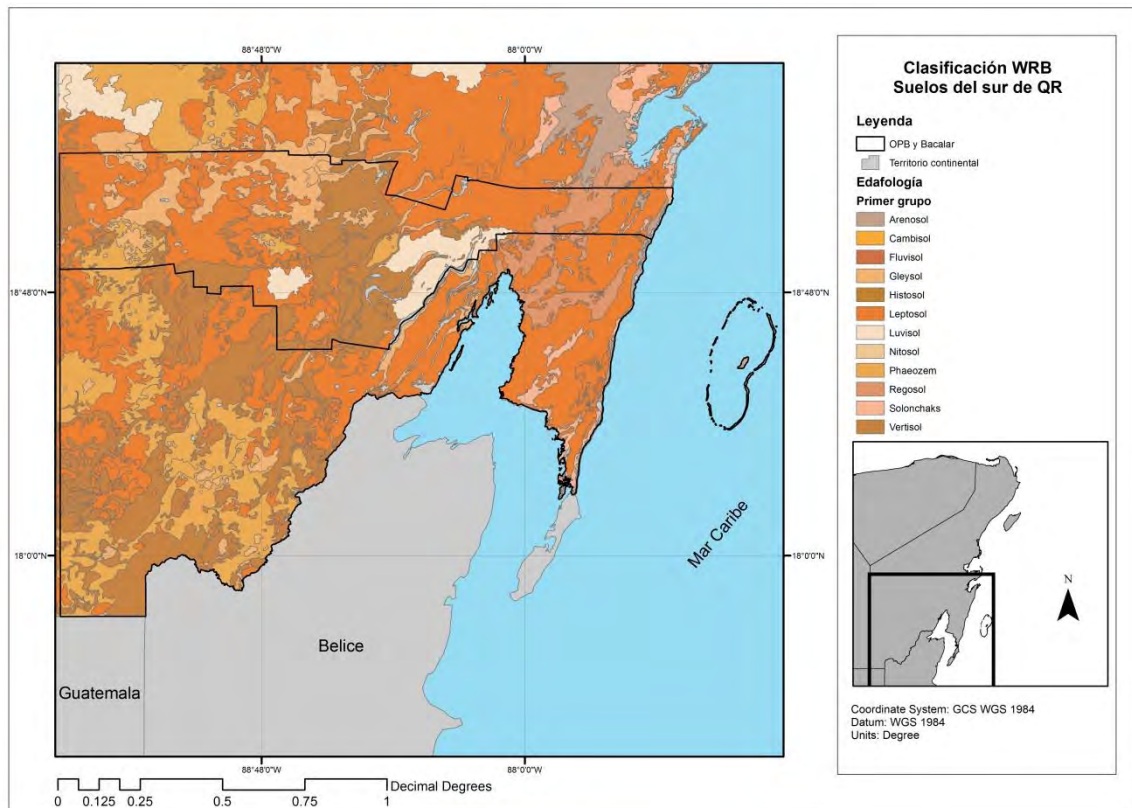


## **Usos de suelo y vegetación del sur del estado de Quintana Roo**

En el sur de Quintana Roo (municipios de Bacalar y Othón P. Blanco) se han desarrollado 8 tipos de suelos de acuerdo con la Clasificación Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB). En la zona costera de Othón P. Blanco (OPB) los suelos presentes son de tipo Leptosol, se caracterizan por tener una severa limitación para el enraizamiento, ya que son suelos delgados, pedregosos y poco desarrollados con una gran cantidad de material calcáreo.

Los Vertisoles, Solonchaks y Gleysols, suelos presentes desde la zona limítrofe con Campeche hasta la costa, son suelos que se distinguen por haber estado o están continuamente influenciados por el intemperismo hídrico. Los Luvisoles, son suelos ricos en arcilla y se encuentran desde la parte centro-norte del área contigua a la laguna de Bacalar y hacia el centro de la península. Los suelos Pahaeozems son suelos con un horizonte superficial rico en humus y con un alto porcentaje de saturación de bases; esta clasificación de suelos está presente en mayor proporción en la zona centro-sur de la península y van disminuyendo su presencia hacia la costa y hacia el norte de Othón P. Blanco y Bacalar. Los Arenosoles y Regosoles, se caracterizan por ser los más recientes en su formación respecto a la variedad edáfica del sur del estado y también se caracterizan por tener un perfil poco desarrollado o casi nulo; la zona con mayor representatividad está en los humedales de la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an (Reyes, I. 2013).

Mapa 1: Clasificación de suelo.



Elaboración propia a partir de datos vectoriales del INEGI.

El potencial de uso de los Leptosoles se orienta por tener una capa superficial rica en materia orgánica, lo cual le atribuye la posibilidad de darle un uso agrícola. Para los Vertisoles, Gleysoles y Solonchaks, su potencial se puede orientar al uso agrícola, ya que tienen una variedad extensa y productiva de usos, sin embargo son difíciles de trabajar debido a su dureza en el estiaje. En cuanto a los Luvisoles, se consideran como uno de los tipos de suelo más fértiles, se destinan a la producción de pequeños granos, forraje y caña de azúcar. Los Phaeozems son suelos fértiles debido a su alto contenido de materia orgánica, sin embargo la erosión eólica e hídrica son los principales factores limitantes del desarrollo de estos suelos (ibid).

En general, para Othón P. Blanco y Bacalar, el uso potencial del suelo se estima con la proporción de 82% del territorio para uso agrícola, sin embargo, la designación está condicionada por características como la profundidad del suelo, pendiente del terreno, la obstrucción superficial, el drenaje interno, inundación, inestabilidad y erosión; estas características

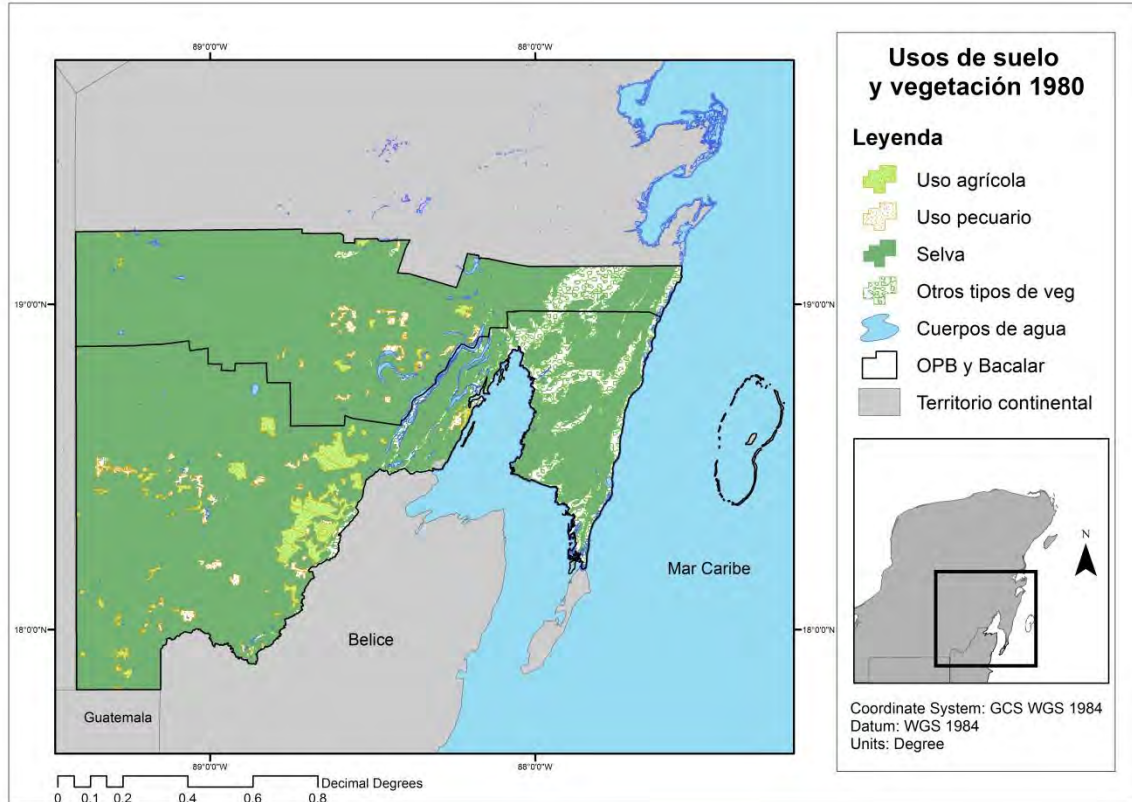
subclasifican la superficie apta para agricultura mecanizada en al menos un ciclo agrícola al año en 4.5% del territorio. Para la agricultura manual en ciclos continuos agrícolas se clasificó el 12.7% y para la agricultura manual en al menos un ciclo agrícola el 65% del territorio. Es decir, las características ambientales orientan la actividad agrícola a una actividad de temporal con restricciones importantes para el desarrollo de actividades productivas comerciales dependientes del suelo (INEGI: Compendio de información geográfica municipal. 2010).

No obstante, la zona sur tiene los suelos más fértiles del estado, lo que ha propiciado la actual política de aprovechamiento y el desarrollo de las actividades agropecuarias para Othón P. Blanco y Bacalar. Donde uno de los cultivos de mayores dimensiones territoriales y productivas en la zona sur de Quintana Roo, es el cultivo de la caña de azúcar en la ribera del río Hondo, con una superficie de aproximadamente 38 000 has (actividad agrícola desarrollada en suelos Vertisoles y Leptosoles).

Otro aprovechamiento considerado es el de la palma de coco (Leptosoles), este se ubica en las localidades anexas a la bahía de Chetumal y próximas a la laguna de Bacalar. Se aprovechan en cinco tipos de palma de coco: tres de tipo malayo, uno híbrido y uno tipo criollo natural; su producción se extiende en 1 600 has aproximadamente.

La producción de maíz para comercializar se desarrolla en un pequeño grupo de comunidades integrado desde Morocoy hasta la localidad de Limonar (Vertisoles). En la zona de colindancia con Campeche, la producción de chile jalapeño está considerada por varias comunidades debido a su regular rendimiento (Vertisoles, Solonchaks, Leptosoles y Phaeozems) (Plan de Desarrollo Municipal Othón P. Blanco. 2013).

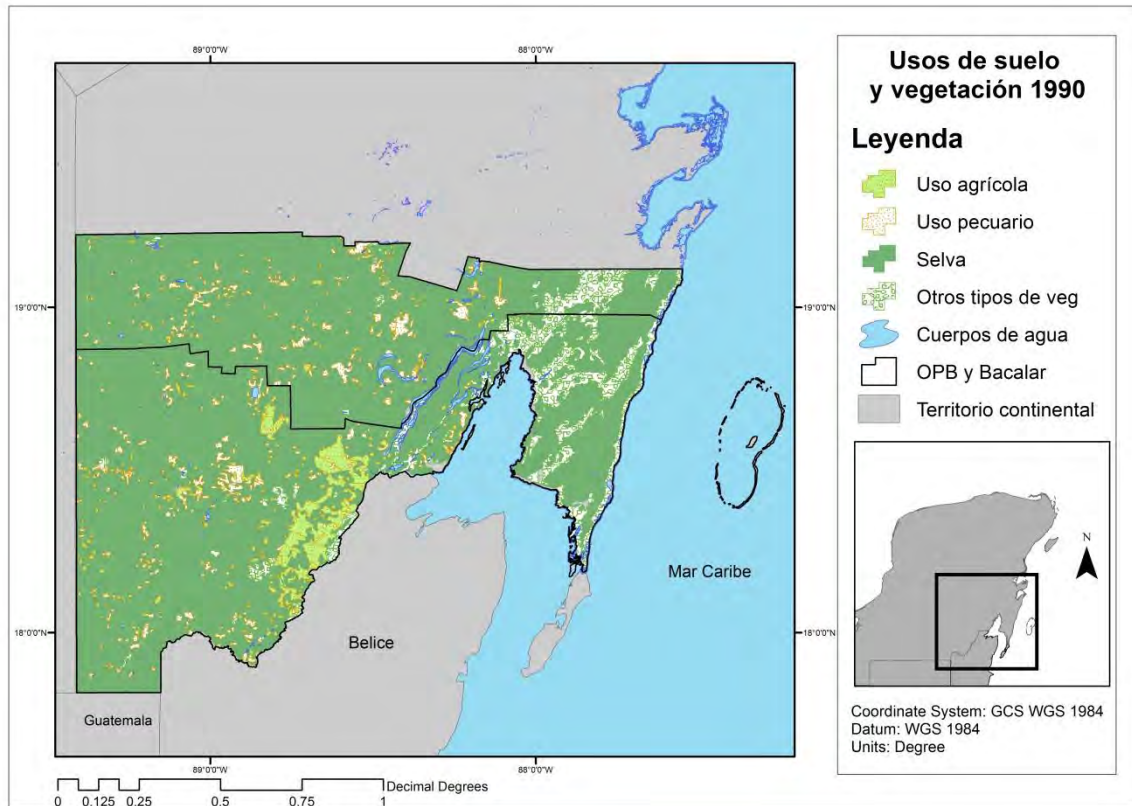
Mapa 2: Usos de suelo y vegetación serie I.



Elaboración propia a partir de datos vectoriales del INEGI.

En este escenario, aunado a los antecedentes ambientales y a las políticas de desarrollo rural en Quintana Roo como factores de influencia, la cubierta vegetal natural se estimaba en la década de 1980 con el 89% (1 709 508 has) de la superficie que actualmente ocupa Othón P. Blanco y Bacalar, de las cuales el 28.4% eran de selva baja, 56.8% de selva mediana, 2.2% de selva alta y 6.9% de otros tipos de vegetación como manglar, tular, palmar y sabana (Series cartográficas de uso de suelo y vegetación: sI a la sV. INEGI).

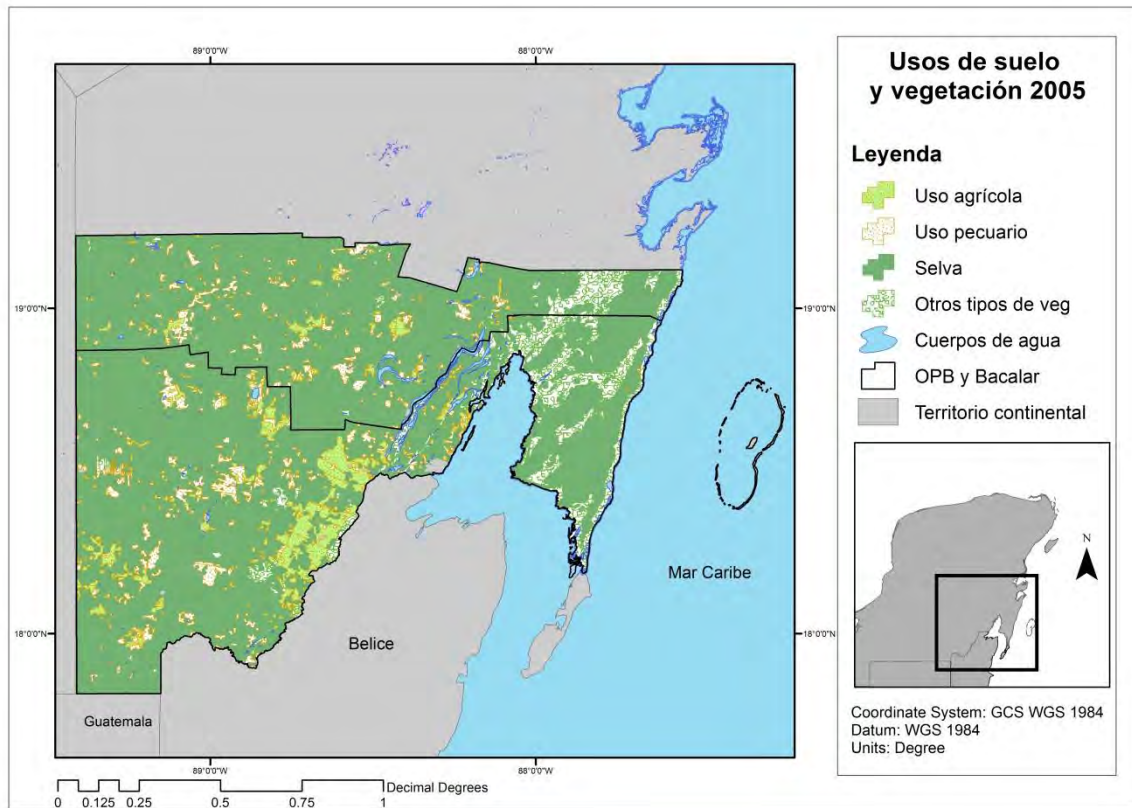
Mapa 3: Usos de suelo y vegetación serie II.



Elaboración propia a partir de datos vectoriales del INEGI.

En la siguiente década disminuyó la cobertura de la vegetación al 86%; para esa década la composición de la selva era de 19.4% de selva baja, 62% de selva mediana, 2.4% de selva alta y 7.5% de otros tipos de vegetación. Para el 2005, la cobertura de la selva disminuyó al 84% del territorio, configurada con 19.4% de selva baja, 59% de selva mediana, 2.2% de selva alta y 6% de otros tipos de vegetación. En el 2010 la cobertura ocupaba el 82%: 57% de selva mediana, 21.9% de selva baja y 7.4% de otros tipos de vegetación (Series cartográficas de uso de suelo y vegetación SI a la SV. INEGI).

### Mapa 4: Usos de suelo y vegetación serie III



Elaboración propia a partir de datos vectoriales del INEGI.

Para el 2013 la cobertura vegetal natural aumento ligeramente cubriendo el 84% del territorio de Othón P. Blanco y Bacalar, pero 94 776 has menos que en 1980, es decir, la variación en la cobertura han sido de 1.2% respecto al valor actual de la cobertura de selva en Othón P. Blanco y Bacalar. No obstante, La composición de la cobertura vegetal natural para el antecedente del 2013 se particulariza por las condiciones de las selvas transformadas para la agricultura de temporal con una superficie de 3.8%, está cifra expresa lo sucedido en terrenos que ya han sido usados y están en reposo para el siguiente ciclo agrícola.

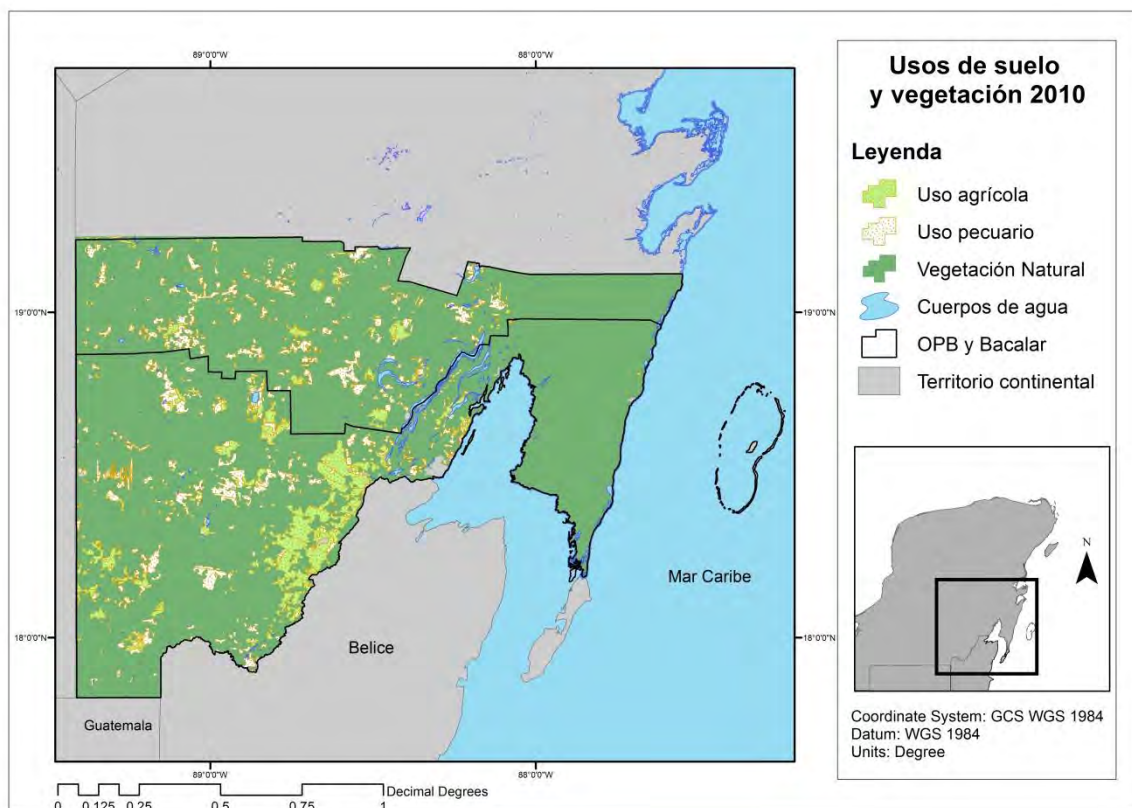
Actualmente, el macizo forestal se estima en su composición 25.3% de selva baja, 54.5% de selva mediana y 2.53% de selva alta. Estas últimas cifras corresponden a un proceso en el que las actividades pecuarias tuvieron una disminución a partir del 2010 y aumentó mínimamente la superficie agrícola -en su mayoría para autoconsumo- lo que determina el actual proceso de conformación de la vegetación secundaria para el sur del estado.



Respecto a los usos agrícolas del suelo, a principios de 1980 las actividades agrícolas eran de 3.2%, para 1990 fue de 3.5%, en el 2005 fue de 5.2%, para el 2010 fue de 5.8% y para el 2013 las actividades agrícolas ocuparon el 7.2% de la superficie de los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco. Con un crecimiento del doble de superficie usada para fines agrícolas respecto a la usada en 1980.

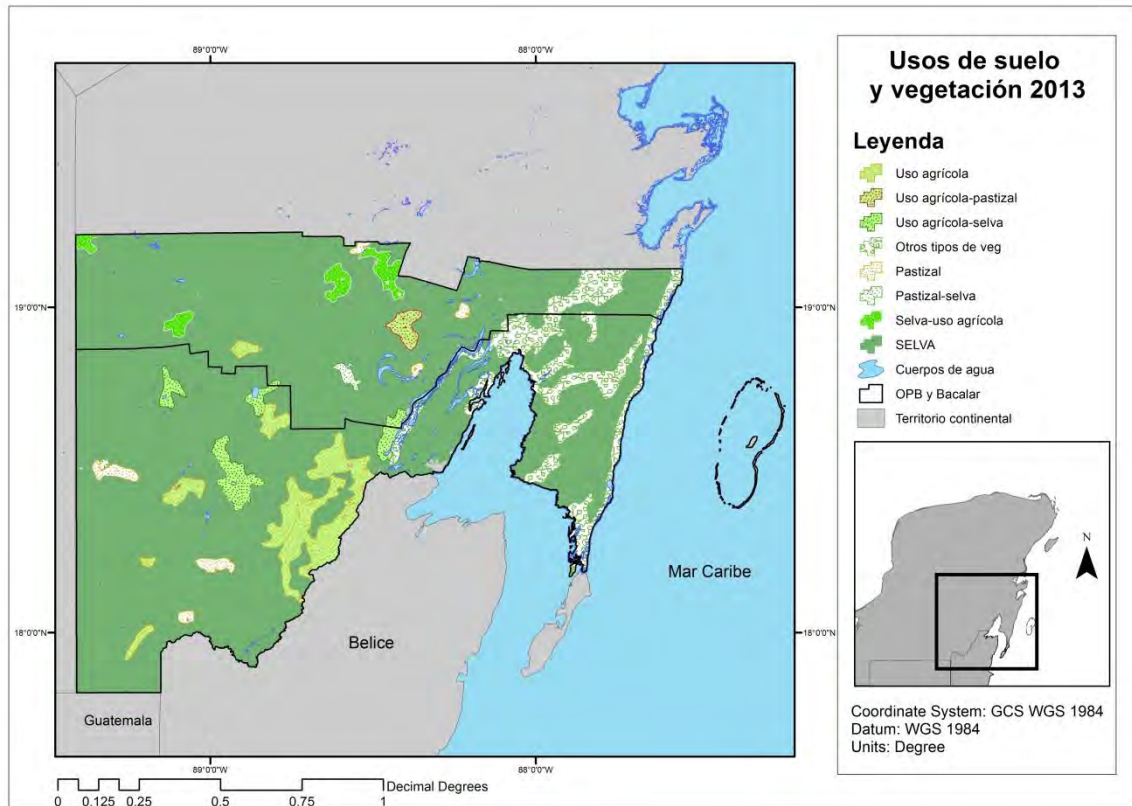
En cuanto a los usos destinados para las actividades pecuarias, es decir, con vegetación de pastizal inducido, en el 1980 fue de 1.5%, para el 1990 se duplicó a 3.7% del territorio, en el 2005 casi se vuelve a duplicar con un 5.2%, en el 2010 alcanzó el porcentaje más alto con 6.6% y para el 2013 disminuyó abruptamente a solo el 1.04% de la superficie municipal de Othón P. Blanco y Bacalar.

Mapa 5: Usos de suelo y vegetación serie IV



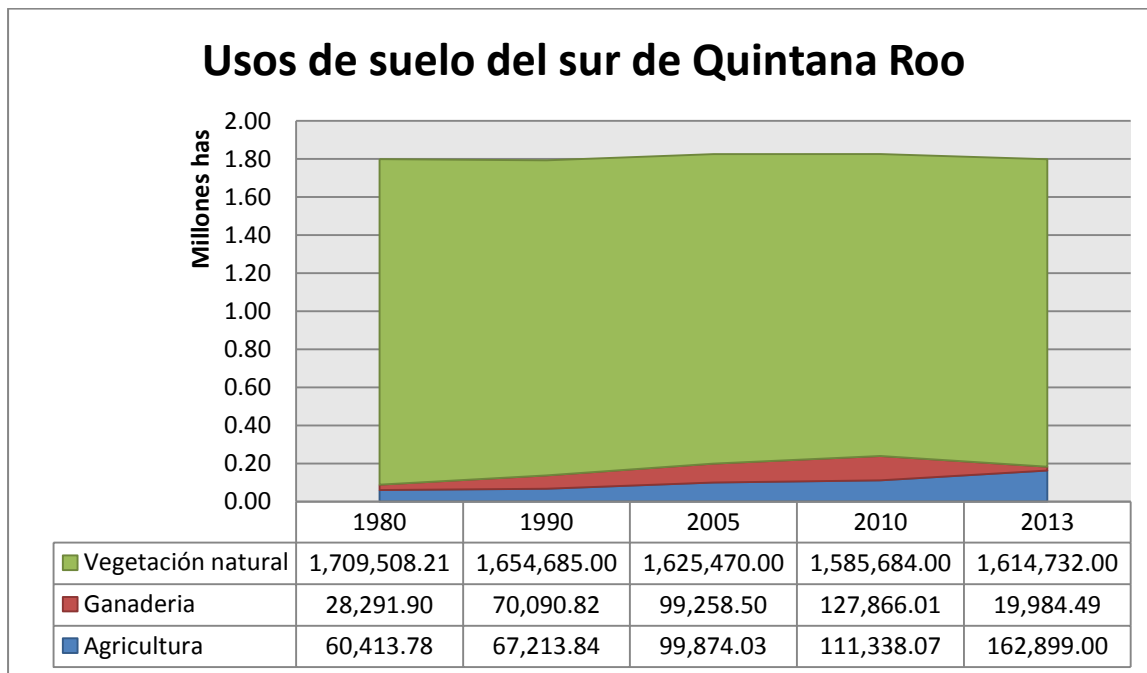
Elaboración propia a partir de datos vectoriales del INEGI.

Mapa 6: Usos de suelo y vegetación serie V



Elaboración propia a partir de datos vectoriales del INEGI.

Gráfico 2: Usos de suelo y vegetación del sur de Q. Roo



Elaboración propia a partir de datos del INEGI.



## **Desarrollo económico de Quintana Roo**

Como territorio federal (1902) las tendencias en la productividad de Quintana Roo parten de las actividades forestales y silvícolas, con un auge importante por la demanda norteamericana y europea por el palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*), la extracción de caoba (*Swietenia macrophylla*) y de la resina del chicozapote (*Malnikara zapota*) para la elaboración de chicle; estas materias primas se caracterizaron como productos de exportación.

La extracción del palo de tinte significó para la economía del territorio federal de Quintana Roo una actividad de apertura al mercado internacional, ya que después del auge del palo de tinte, empieza en 1760 la transición hacia el aprovechamiento de la caoba con una gran demanda por parte de Gran Bretaña, proporción equiparable a las mayores demandas de palo de tinte de toda Europa, su culminación en el mercado Europeo se registra hasta principios del siglo XIX (Pozo, C. Armijo & N. Calmé, S. 2011).

La otra transición se da a mediados del mismo siglo, es cuando se vuelca el interés por la resina del árbol del chicozapote para uso industrial, provocando una intensa extracción que alcanzó su máxima cifra con 3 876 toneladas producidas en el año de 1942. A partir de ese año, la producción disminuyó considerablemente con ligeros aumentos, el registro más bajo de la producción fue en 1965 con 242 toneladas y antes de la constitución de Quintana Roo como entidad federativa aumentó a 760 toneladas en 1971 (ibid).

Si bien las actividades económicas de Quintana Roo como territorio se caracterizaron por la ausencia de marcos normativos específicos y regulaciones en la extracción de sus recursos, uno de los aspectos de mayor influencia en las prácticas de aprovechamiento de los recursos naturales ha sido el tipo de asentamientos que se dirigieron en la planeación de los proyectos de desarrollo económico a partir de la constitución de Quintana Roo como entidad federativa (1974), circunstancia que proveyó de las regulaciones y normas necesarias para administrar los recursos disponibles.

Esta circunstancia marcó una nueva tendencia en el aprovechamiento de los recursos naturales, principalmente por la adopción de la política de desarrollo turístico por la que optó el gobierno federal. La cartera de proyectos impulsados para las tres zonas (la zona costera, la zona interior del estado y la zona sur) estuvo integrada por el proyecto de Cancún para la zona costera con la

denominación de centro turístico integralmente planeado, estrategia que de igual manera se implementó en Huatulco, Ixtapa, Sinaloa, los Cabos y Nayarit. El proyecto de Cancún, por su éxito, marca tendencia y se impulsa el desarrollo de la infraestructura turística de la Riviera Maya y de la Costa Maya a partir de la década de los noventas.

En este contexto, las actividades del sector primario designadas para la zona sur e interior del estado, integradas por agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal y caza, tuvieron un descenso en su aporte al PIB del estado a partir de los setentas (Lozano & Olivares en Pozo, C. Armijo & N. Calmé, S. 2011). Desde esta década, el sector primario representaba el 33.5% y en cinco años descendió 22.6%, la tendencia a la baja continuo para los siguientes años con ligeras recuperaciones y en el 2012 se registró con el 0.71% de contribución al PIB estatal. Este comportamiento a partir de la misma década se replica en las actividades del sector secundario, empezó a descender desde el 30.8% y para el 2012 tuvo una aportación del 13.47% (ibid). Lo cual indica una clara orientación del desarrollo hacia las actividades terciarias.

El sector terciario como factor principal de crecimiento económico para el estado, fue arraigándose y determinando las inversiones en las actividades comerciales, los servicios de alojamiento, servicios de preparación de alimentos y bebidas, servicios inmobiliarios y los servicios de transporte, por mencionar algunos de los que han constituido la gama de servicios en la industria turística de Quintana Roo. En 1970 este sector productivo significaba el 51% de PIB estatal, para la década de los 90's llegó a aportar más del 90% de los ingresos del estado, entre el 2000 y el 2006 se mantuvo estable desde 93% al 95%. En el 2009 disminuye al 85% y actualmente significa 86% para el PIB de Quintana Roo (INEGI, 2013).

## **Estrategias de conservación de la riqueza natural**

La conservación de la diversidad biológica y paisajística en la actualidad, considera una amplia gama de valores de los elementos naturales que, para efectos de viabilidad de la conservación, estas acepciones se han profundizado en la necesidad de significar el rol de la biodiversidad y de los ecosistemas como factor inherente en el desarrollo de las sociedades. La premisa es aceptada pero la complejidad de plasmar estos valores en un esquema de compresión general ante la necesidad de consumo básico de recursos naturales de una nación, región, comunidad, población o incluso individual, es el desafío que ha protagonizado la viabilidad de la conservación de los recursos naturales.

### **Corredor biológico mesoamericano**

En 1989 la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) se instituye con el objeto de “contribuir al desarrollo sustentable de la región centroamericana fortaleciendo el régimen de cooperación e integración para la gestión ambiental” (Ramírez. 2003). A partir de esta figura, diversos países integran esfuerzos hacia una mayor escala para establecer acciones en común que permitan viabilizar el objetivo mencionado para dicha región. El interés por parte de México se plasmó en el *Programa para el desarrollo sustentable en poblaciones fronterizas de México y Guatemala*, así como acuerdos de cooperación ambiental entre estos países y la incorporación al Sistema Regional mesoamericano de áreas protegidas. Entre 1996 y el 2000, se conforma la propuesta de establecer un sistema de ordenamiento territorial que establezca áreas diferenciadas en relación a uso de la riqueza biológica y de paisaje.

Para el año 2000, el proyecto del *Corredor biológico mesoamericano* se propone ante el Banco Mundial y aprobado su financiamiento, comienza sus operaciones en el 2002 con la finalidad de conservar y proteger la conectividad ecológica en el territorio de Belice, Guatemala, México, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá mediante áreas núcleo, áreas de amortiguamiento, corredores y áreas de uso múltiple. Los objetivos planteados en esta iniciativa a corto, mediano y largo plazo son (CBM. 2002):

- Mejorar la calidad de vida de la población convirtiendo al Corredor en un catalizador para el desarrollo sustentable y en un instrumento para disminuir la vulnerabilidad de la región ante los desastres naturales.
- Fomentar la colaboración entre los países de la región para alcanzar la sostenibilidad ambiental.
- Proteger una de las biodiversidades más ricas del mundo.
- Contribuir a la agenda ambiental global proporcionando un nuevo modelo integral para enfrentar temas como la deforestación, la protección de los bosques y las cuencas y el cambio climático.
- Establecer una nueva manera de entender la protección del medio ambiente integrando la conservación con el aumento de la competitividad económica.

En lo referente a los corredores de México en los estados de Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo el objetivo del proyecto planteado ante el banco mundial corresponde a “*conservar y efectuar el uso sustentable de la biodiversidad significativa para todo el mundo en cinco corredores biológicos en el sureste de México, a través de la integración de criterios de biodiversidad en el gasto público, así como practicas selectas de planeación y desarrollo local*” (BM, 2000). Actualmente Oaxaca y Tabasco se han integrado al Corredor biológico mesoamericano.

## **Sitios prioritarios para la conservación**

En el ámbito de la conservación, la mayoría de los sitios y regiones identificadas como prioritarios y de urgente aplicación de estrategias efectivas para dicho fin, se encuentra en las zonas tropicales: cerca del 85% del total de las sitios prioritarios del mundo (Koleff, P., M. Tambutti, I.J. March, R. Esquivel, C. Cantú, A. Lira-Noriega et al. 2009). Además, se han identificado con base en su biodiversidad y por la presión que se les ejerce para su aprovechamiento, a 51 ecorregiones de gran importancia en Latinoamérica y el Caribe, de las cuales, 14 se encuentran en México (ibid).

Se considera que para los ecosistemas tropicales de México, en su condición de sitios prioritarios para la conservación tanto para las regiones terrestres (5 regiones en el sur de Q.R.), las regiones hidrológicas (3 regiones en el sur de Q.R.) y las regiones marinas (4 regiones en el sur de Q.R.), aunadas a los sistemas de áreas protegidas, no son suficientes para el objetivo de procurar la funcionalidad de los elementos ecosistémicos y la disponibilidad de los recursos naturales ante la demanda de servicios ambientales, la contaminación, cambios de uso de suelo y la sobreexplotación. Por lo tanto, surgen cuestionamientos acerca de cuáles son los parámetros adecuados para determinar ¿Qué territorios conservar y en que proporciones?, ¿Qué tipo de estrategias se deben utilizar para lograr el objetivo? Y uno de los aspectos más importantes ¿Cómo generalizar a la conservación como un objetivo integrado en los diversos sectores productivos de la sociedad?

Para Quintana Roo, el panorama en términos de protección normativa, se considera con una alta respuesta a las prioridades de conservar las ecorregiones<sup>1</sup>, es decir, las ecorregiones identificadas con importancia biológica y en riesgo están incluidas en las áreas decretadas con algún nivel de protección (ibid).

Los esfuerzos para determinar cuáles son las prioridades en el ámbito de la conservación, han llevado a decretar áreas protegidas con el aval de las comunidades cercanas, con marcos normativos más sólidos a nivel nacional e internacional, con aprovechamientos sustentables y

---

<sup>1</sup>Las ecorregiones fueron originalmente propuestas por WWF (World Wildlife Fund for Nature) para definir áreas extensas de tierra o agua que contiene un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas, así como condiciones medioambientales similares e interactúan ecológicamente de manera determinante para su subsistencia a largo plazo.

generadores de recursos económicos y, por supuesto, con mayor financiamiento que viabilice el desarrollo de investigaciones *-in situ-* que procuren estrechar la incertidumbre sobre la riqueza biológica y la funcionalidad/conectividad de los ecosistemas.

También se ha desarrollado perspectivas con criterios como los endemismos, la diversidad, la rareza, la conectividad, la vulnerabilidad, entre otros, con el afán de puntualizar los detalles de la conservación y facilitar el diseño de las estrategias en diferentes escalas y circunstancias (ibid).

El transcurrir de tiempo ha llevado a que se afinen los criterios y se establezcan diferentes perspectivas para la toma de decisiones. Se han incluido en las metodologías a comunidades de animales o plantas como prioritarias para el ecosistema (por ejemplo: especies bandera o clave), grupos ecológicos funcionales, la salvaguardia de los recursos genéticos, aspectos de las unidades filogenéticas evolutivas, entre otros. No obstante, por las variantes circunstanciales y las presiones a las que esté sometido el objeto de la planeación, complica establecer acciones funcionales a escala local ante los escenarios complejos que caracterizan la conservación.

Para ello, de acuerdo con la identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad en México (ibid), los territorios más apremiantes para la conservación se determinan por los siguientes criterios:

- 1) Que constituyan el mejor ejemplo de un ecosistema o tipo de hábitat importante o único.
- 2) Que sea necesario para la sustentabilidad de las actividades productivas.
- 3) Que posea alta diversidad de paisajes, comunidades o especies.
- 4) Que sea una localidad con procesos ecológicos clave.
- 5) Que proporcione un hábitat específico para una o más especies.
- 6) Que ofrezca un servicio ambiental relevante.
- 7) Que tenga valores culturales, históricos, religiosos o recreativos importantes.
- 8) Que propicie la investigación básica.
- 9) Que contribuya a la conectividad de hábitats.
- 10) Que conserve más de una población de cada especie.

La efectividad de estos criterios, se enfrentan a escenarios en los que las sociedades valoran la función de los ecosistemas y sus elementos. Por eso sigue siendo prioridad la investigación de las

particularidades del ambiente desde todas las ciencias que puedan aproximarnos hacia un amplio entendimiento del entorno natural (ciencia básica) y en consecuencia optimizar el uso de los recursos naturales (ciencia aplicada).

Un apunte importante que señala Koleff y colaboradores, es referente a que los sitios de mayor prioridad están contiguos a las áreas protegidas. Éstas áreas, aunque cuentan con un plan de manejo para regular las actividades productivas de los pobladores en los territorios anexos, resulta de relevancia observar las estrategias que se desarrollen para los espacios menos próximos pero de influencia para las áreas protegidas y sobre todo si estos son relevantes para la productividad de los actores del sector rural.

Es decir, las herramientas que se desarrollen para regular el uso de los recursos naturales independientemente si es prioritaria conforme a convenios, tratados, categorizaciones o en cualquier sentido, la funcionalidad de los elementos ecosistémicos en general deben procurarse como parte indispensable del desarrollo humano en su variedad de sentidos culturales, tecnológicos, alimenticios, históricos, entre otros.

## **Desarrollo sustentable**

El concepto del desarrollo sostenible o sustentable, se remite popularmente a la publicación del informe Brundtland en 1987 entregado ante la ONU, el término se incluye en el documento denominado “Nuestro futuro en común” como un acuerdo que procura establecer una relación equitativa entre la economía y el ambiente en términos de permanencia de los recursos naturales y un esquema capitalista y de economía de mercado más bondadosos con los diferentes sectores de la sociedad. La propuesta correspondió a un momento en específico en el que los representantes de 21 países ante la ONU concluyeron en la necesidad de establecer parámetros diferentes acerca del desarrollo, que en esos momentos, significaba una dinámica con muchas externalidades negativas para la mayoría y pocas externalidades positivas para unos cuantos a costa del agotamiento y degradación de los recursos naturales (Brundtland et al. 1987).

La propuesta en un principio considera aportar elementos de bienestar generalizado respecto al crecimiento económico, la internalización de los costos sociales, las externalidades del propio sistema económico y los ambientales (Escobar. 2007). Aunque el concepto ha sido evaluado y revisado desde diferentes disciplinas como la lógica, la retórica, la economía, las ciencias ambientales, la dialéctica y una amplia variedad de disciplinas; la sostenibilidad ha sido más explorada en su sentido cualitativo y operacional (ibid).

También, se ha mencionado en los análisis más recientes, que los antecedentes del concepto distan de ser los más adecuados para las circunstancias de diferentes regiones o países, sin embargo, la formulación inicial plantea que el desarrollo es inherente al cambio constante, es decir, el desarrollo sustentable cuando se da realmente tiene como atributo principal el crecimiento en tamaño, complejidad y mejora de las condiciones de vida de los grupos sociales, ya que se incluyen variables de la dinámica social como la distribución de la riqueza de manera equitativa para una nación, la permanencia de los beneficios concernientes a una buena administración de los recursos, la seguridad alimentaria, los valores económicos, el crecimiento poblacional y los aspectos que debilitan la seguridad para los ciudadanos.

Dicho de otra manera, considera factores dinámicos de nuestro comportamiento como sociedad y, si se ha propuesto con un sentido progresivo, el planteamiento más aceptado es el que incluye al desarrollo sustentable como un concepto necesariamente endógeno y apegado a la diversidad



sociocultural y ambiental de una etapa o proceso entre grupos sociales para que realmente sea efectivo.

Hacia esta consideración, el desarrollo generalizado a todos los aspectos de la dinámica colectiva, puede pensarse como la inercia de los fundamentos en común, establecidos por el sustrato social y con autoridad compartida de los diferentes sectores. Este concepto, como argumento que justifica la necesidad de ejecutar el desarrollo en términos de sostenibilidad, no es un criterio de validez generalizada por la subjetividad que implica en términos éticos, funcionales y de valor.

## Referencia jurídica de la sustentabilidad

Un referente importante a considerar -sin ahondar más las discusiones suscitadas por definir el desarrollo sustentable- es la aplicación de los diferentes tipos de ordenamientos jurídicos. En este sentido, México incluyó en su imaginario al desarrollo sustentable a partir de los acuerdos internacionales relacionados con la Comisión de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) también conocida como la cumbre de Río de Janeiro (1992). Participó en la legislación internacional de manera bilateral y multilateral en la convención marco sobre el cambio climático, el convenio de Basilea sobre movimiento transfronterizo de residuos peligrosos, el convenio sobre la diversidad biológica, el protocolo de Montreal sobre sustancias que reducen la capa de ozono, la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres, la normatividad ambiental y la autorregulación según los acuerdos ISO 9000 y ISO 1400, entre otros acuerdos de carácter internacional (Rojas, 2003).

En el interior del país, el marco jurídico constitucional señala en el artículo 27 el sentido de prioridad en el manejo de los recursos naturales, este indica que: *“la nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico”*.

La legislación correspondiente a diferentes recursos naturales se expresa en la ley de Aguas nacionales, la ley de Pesca, ley general de Vida silvestre, ley general de Desarrollo forestal sustentable y otras más que incluyen a la sostenibilidad como parámetro de desarrollo (Fuchs, 1994).

También se incluye en la legislación sectorial, en materia de ordenamientos urbanos, asentamientos y poblaciones. En la legislación ambiental reglamentaria está considerada en la ley de Equilibrio ecológico y protección al ambiente. Y por supuesto, a partir de definir un marco jurídico, es implícita la influencia en ámbitos como el de los planes de estudios universitarios y con otros ámbitos jurídicos del derecho mexicano como puede ser el mercantil, el fiscal, el civil, etcétera.

## **Evaluación de la sostenibilidad.**

A partir de la continua construcción de la sostenibilidad, los esfuerzos también se dirigen a establecer los parámetros que viabilizaran el uso de este concepto en las actividades de aprovechamiento a diferentes escalas y circunstancias. Para ello, se han desarrollado esquemas de evaluación que procuran un fundamento teórico y metodológico específico para aportar soluciones a las problemáticas ambientales, productivas, sociales e institucionales.

Galván-Miyoshi y colaboradores, indican que la evaluación de la sustentabilidad se puede considerar en 3 grupos. En primer término, se incluyen a aquellos que consideran relevante determinar cuales es el carácter del indicador que sería más adecuado de desarrollar, sin embargo, también se menciona que carecen de replicabilidad y de capacidad de integración de los valores totales (Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. 2000). En el segundo grupo se hace referencia a las metodologías de evaluación que sintetizan la información de los indicadores en un solo valor numérico. Este grupo comparte con el primero, la ausencia de un marco analítico que permita integrar los valores con una adecuada representación. El tercer grupo, le corresponde a los marcos de evaluación, los cuales, se caracterizan por su flexibilidad en el proceso de evaluación y se considera replicable a diferentes circunstancias, ya que el desarrollo del marco se basa en la construcción de la sostenibilidad a partir de atributos (objetivos generales) orientados para generar criterios e indicadores adecuados al sistema de manejo de los recursos naturales a evaluar (ibid).

Aunque, también existen esfuerzos por homologar los indicadores en el ámbito de la cooperación internacional mediante el “Nuevo marco ordenador de indicadores” desarrollado en el 2001 (ONU), que pretende acelerar el uso sistemático de estas herramientas (Quiroga. 2001). También por otra parte, algunos países han estado trabajando el desarrollo de sus indicadores mediante la concurrencia internacional de las aportaciones técnicas, financieras y de voluntad política que responde a la necesidad generalizada de usar estas herramientas, pero permitiendo autonomía en el diseño *in situ* de los esquemas desarrollados.

El esfuerzo conjuntado de varios países, por mencionar un ejemplo en específico, se constata en el proyecto *Scientific Committee on Problems of Environment*, que promueve el desarrollo de indicadores a partir de organismos de investigación que operan de forma independiente y aportan

un sentido propio del esquema de evaluación e integración de indicadores para la sostenibilidad (ibid).

En este proceso, es importante mencionar que la última determinación hacia la funcionalidad de estos esquemas de evaluación e implementación de la sostenibilidad, requiere de práctica por parte de los propios usuarios de los recursos naturales y así poder discernir sus aptitudes, es decir, si de algo se tiene certeza, es la certidumbre que aporta el proceso continuo de diseñar, ejecutar, evaluar, corregir y volver a diseñar y ejecutar, en otras palabras: el proceso de aprendizaje, la retroalimentación y el mejoramiento continuo, es la manera que se sabe efectiva para conocer una o varias posibles soluciones a las problemáticas.

## **Mecanismos de financiamiento para la conservación de los recursos naturales**

Los *Mecanismos de Financiamiento para la Conservación de los recursos naturales* (MFC) han surgido como una alternativa para sustentar económicamente la permanencia de los servicios ambientales, integrar estrategias, reducir los costos y diversificar las fuentes de ingresos intrínsecos a las labores de conservación, pero, ¿por qué hablar de los mecanismos de financiamiento para la conservación?

A partir de entender al ambiente como un sistema compuesto por elementos bióticos y abióticos con dinámicas independientes pero acotadas por las constantes en el ambiente (leyes de la materia y energía), resulta que para asegurar su permanencia es necesario que el valor de los elementos ecosistémicos sea flexible al momento de integrarse a otras racionalidades del conocimiento como la económica, la política, la cultural, la psicológica, entre otras disciplinas pero sin devaluarse.

En este sentido radica la importancia operativa de los *MFC*, ya que traslada el valor inicial (funcional) de los elementos bióticos y abióticos desde el punto de vista ecosistémico con el fin de agregar valores desde diferentes esquemas, racionalidades, aprovechamientos y/o sistemas de manejo; dándole así un valor social, ya sea cultural o económico que racionalice e induzca el uso del mismo.

De acuerdo a la **Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza** (IUCN, organización fundada en 1948 en Francia como parte de los esfuerzos para vincular las acciones de la conservación a grandes escalas y actualmente una de las organizaciones no gubernamentales más influyentes en el mundo), clasifica a los mecanismos de financiamiento para la conservación de acuerdo a tres tipos.

Uno de ellos se caracteriza por la **Atracción y Administración de las Fuentes Externas** que comprenden donaciones internacionales, fondos gubernamentales, donaciones privadas voluntarias, fondos ambientales y mecanismos específicos como el canje de deuda por naturaleza, los bonos de carbono, acuerdos multilaterales, entre otros (Emerton et al. 2006).

Los referentes a la **Generación de Fondos Nacionales o Locales para Estimular la Conservación** contemplan a los instrumentos fiscales, la compartición de los beneficios e ingresos generados por ANP's u órganos administrativos del recurso, así como compartir los costos de gestión en el proceso de sustento de las acciones de conservación; se incluye también la participación gubernamental y empresarial a través de los créditos, inversiones y fondos generados por el uso sustentable de los Recursos Naturales (ibid).

Los Mecanismos que contemplan el **Enfoque de Mercado** son los propios de las actividades turísticas, las tarifas por extracción de recursos, pago por servicios ambientales y de bio-prospección (ibid).

En síntesis, los *MFC* pueden tener un perfil nacional, internacional, multilateral o privado con el objetivo de estimular el fortalecimiento de la economía de la biodiversidad y del mercado ambiental a través de herramientas diseñadas para captar, generar, movilizar y/o transferir recursos para la conservación de los ecosistemas en cooperación con los procesos administrativos de una efectiva gobernabilidad y de la participación de diversos sectores que ponderen la permanencia y funcionalidad de los ecosistemas a la par del desarrollo económico (Fernández et al. 2007).

## MARCO TEÓRICO

La dinámica entre el ser humano y el ambiente (socioecosistemas) a través del aprovechamiento de los recursos naturales, puede concebirse mediante la Teoría General de los Sistemas, la cual menciona que la sociedad es un todo caracterizado por las interacciones definidas entre los sectores que la componen y que está a su vez, se encuentra inmersa en un supraentorno (Bertalanffy. 1986). Este sentido funcional, contempla la expresión de la realidad en el que las ciencias ambientales y las clásicas han permitido dar razón de ser a un intrincado entorno, mismo que puede determinar el funcionamiento de todos los organismos y viceversa.

Parte de esta concepción, es el pensamiento organísmico que se incluye la Teoría General de Sistemas, el cual señala la necesidad de estudiar las partes y sus procesos aunado a identificar la funcionalidad organizativa y los vínculos que establece esta organización, para así poder diferenciar los comportamientos condicionados y los no condicionados, es decir, distinguir el grado de certidumbre de acción en la dinámica de las partes (integrantes de un socioecosistema) ya sean individuos, familias, poblaciones, comunidades, organizaciones civiles, empresas o instituciones públicas; así como de sus actividades organizadas como la agricultura, ganadería, silvicultura, turismo y/o la conservación a nivel de paisaje, ecosistema, cuenca hidrográfica o bioregión. Desde este pensamiento, es posible orientarse hacia un sentido generalizado en la formulación y derivación de modelos, principios y leyes para los sistemas sin importar su naturaleza biológica, química, sociológica o física (ibid).

Para efectos del diseño de las estrategias de conservación de los recursos naturales, la Teoría General de Los Sistemas como fundamento, aporta sentido de eficiencia y eficacia para los sistemas involucrados en el manejo de la riqueza natural. No obstante, para los procesos con un menor grado de certidumbre, se han desarrollado disciplinas para aumentar el grado de certeza de la dinámica de las partes.

La planeación del desarrollo en su acepción como paradigma del comportamiento diseñado del ser humano, ha establecido direcciones en las que se pretende que los diferentes sectores de la sociedad se encaminen a las condiciones deseadas en términos de civilidad, economía, humanismo, ciencia y otros conceptos.



El desarrollo planteado como coordinador y facilitador de la toma de decisiones para la administración de los recursos públicos y para alcanzar objetivos relacionados ha generado pluralidad en el concepto al arraigarse en sociedades diferentes, lo cual ha permitido adjudicarle características de acuerdo a su operatividad, el alcance espacial de incidencia y el origen del mismo (Medori. 2008).

En la singularidad del término se logra identificar enfoques en común. Por mencionar algunos, el **enfoque ecologista** enfatiza en la permanencia y funcionalidad de los elementos del ecosistema para brindar los servicios ambientales necesarios a la supervivencia de las sociedades presentes y sin acotar las posibilidades de desarrollo de las generaciones futuras. También, se suma el **enfoque intergeneracional**, que establece la necesidad de preservar los recursos naturales con el objetivo de que las nuevas generaciones tengan la opción de uso de estos recursos como parte de su bienestar. Otro enfoque, es el que integra las **interpretaciones económicas** del desarrollo sustentable y que concibe el crecimiento económico como una condición necesaria para aumentar la protección y renovación ambiental, pero regulado por políticas que garanticen el acervo de recursos naturales y su aprovechamiento en el contexto de la competitividad (ibid).

El desarrollo visto desde la globalidad implica considerar la interconexión de los procesos tecnológicos, políticos, económicos, culturales, sociales y de los demás procederes de cada sociedad. Concebir una dinámica abierta a la influencia de criterios ajenos al contexto local señala el papel de los actores locales involucrados, en el que cada uno tiene diferentes oportunidades de afianzar su desarrollo en el sentido deseado. También indica un panorama de competitividad donde lo global incide necesariamente en lo local, en el que los actores locales son quienes podrán determinar el carácter de sus procesos y estos puedan considerarse con un sentido endógeno.

Y precisamente, en la integración de los criterios hacia la colectividad -donde convergen diferentes sectores-, surge la variedad de perspectivas acerca de cómo y el porqué de las decisiones que se establecen en el manejo de los recursos naturales. Para esto, las **perspectivas multicriterio** aportan una racionalidad integral que busca encontrar la mejor solución en consideración de la complejidad subjetiva de los actores involucrados, la incertidumbre y las interrelaciones entre la economía, la cultura, la tecnología, la política y el manejo de los recursos naturales que disponen las figuras implicadas.

Esta teoría, caracterizada por determinar una alternativa cuando existen criterios múltiples, opera en primer término: (1) identificando los criterios de decisión que le conciernen al tema o problemática, (2) clasifica los elementos del problema, (3) recopila los datos necesarios para cada criterio, (4) considera la temporalidad, (5) pondera cada criterio, (6) crea un conjunto de decisiones para la diversidad de problemáticas cuyos elementos están ponderados por cada criterio, (7) genera un conjunto de diferentes decisiones para el conjunto inicial de problemas y los atañe como parte inherente del aprendizaje, lo cual conlleva a descubrir las posibilidades de solución, (8) después delibera por conducto de las partes involucradas y (9) se toma la decisión final (Stahl, C. H. Cimorelli, A. J. & Chow, A. H. 2002).

Desde el sentido de la pluralidad e interrelación de conceptos que podemos identificar en el ámbito del manejo de los recursos naturales, el panorama regional del sur del estado de Quintana Roo se puede teorizar en el sentido del orden mediante la **Teoría General de los Sistemas**, en la construcción de procesos operativos/funcionales orientados por las **teorías del desarrollo y la planeación** y en el sentido del razonamiento para la toma de decisiones como el que puede aportar las **perspectivas multicriterio**.

## **PROBLEMÁTICA**

En el contexto de las condiciones ecosistémicas mundiales, el informe “Planeta vivo: biodiversidad, biocapacidad y propuestas para el futuro” del año 2012, desarrollado por el Fondo Mundial para la Naturaleza en colaboración con la Red de la Huella Global y la Sociedad Zoológica de Londres (WWF, GFN y ZSL, por sus siglas en inglés respectivamente); puntualizan para el periodo entre los años de 1970 al 2008, que la huella ecológica global ha aumentado a causa del consumo excesivo de los recursos naturales, esto ha provocado un déficit aproximadamente del 50% en proporción a la capacidad de los ecosistemas para producir recursos renovables, absorber emisiones de CO<sub>2</sub> y proveer otros servicios ambientales.

Esto implica que para la conservación de la riqueza biológica y paisajística, se debe considerar a los beneficios productivos como parte del esquema de conservación, en el cual, los elementos ecosistémicos puedan potenciar sus valores de provisión, regulación, soporte y culturales de forma integral. Sin embargo, la tendencia en el desarrollo es orientada de forma singular por el aprovechamiento que implique mayores aportes a la economía, lo cual, demerita la amplia funcionalidad de los servicios ambientales; en el caso del sur de Quintana Roo el conflicto se expresa en la continua malversación de los usos de la riqueza biológica y paisajística, misma que es devaluada por factores complejos y diversos que propician usos de suelo generalmente para aprovechamientos agropecuarios.

Parte de las malversaciones, incluye a la deforestación antrópica en su variedad de orígenes y al manejo histórico de los recursos naturales por diversos actores, en estrecha relación a tres factores: el acervo de conocimiento para el manejo de los recursos naturales, la disponibilidad de tecnología para transformar los bienes de la selva y en las facilidades administrativas en el cambio de uso de suelo (Velázquez, 2007).

La deforestación, en los parámetros temporales de siglo pasado al actual para la península de Yucatán, en específico para Quintana Roo, ha sido consecuencia de un proceso peculiar de conformación del territorio, a partir del cual, se puede vislumbrar en consideración del manejo histórico de los recursos naturales algunos de los diversos orígenes de la deforestación, es decir, el incremento de la densidad poblacional y su creciente demanda de recursos, el desarrollo urbano, intereses económicos por el cambio de uso de suelo para actividades con mayor auge de

capital, explotación de la biodiversidad legal e ilegalmente para satisfacer las demandas turísticas, entre otros aspectos, han provocado la pérdida del 57% de las selvas primarias de Quintana Roo (ICoFE. 2014), lo cual significa prescindir de oportunidades para el aprovechamiento de recursos con un alto valor inicial, para la introducción a mercados internacionales y también para generar oportunidades con mayor potencial para el desarrollo local.

De manera que, la situación ambiental enmarcada por la biocapacidad de los ecosistemas para abastecer a las sociedades de materias primas que hacen posible el desarrollo hacia cualquier directriz, está en condiciones que obligan a establecer un manejo de los recursos naturales que permita la funcionalidad de los ecosistemas productores de servicios ambientales y, consecuentemente, signifiquen valores ambientales imprescindibles para el desarrollo y bienestar personal de cada individuo y su colectividad.

Por lo que, para efectos del presente planteamiento, se considera a la pérdida de la cobertura vegetal natural de la selva a causa de las actividades agropecuarias (estimando a este sector productivo como uno de los de mayor incidencia en la deforestación) en la zona sur del estado de Quintana Roo, como la problemática a atender en las labores de conservación de los recursos naturales y en la búsqueda de estrategias que contemplen necesariamente alternativas de manejo para el sustento y la permanencia de la diversidad biológica y paisajística.

## **HIPÓTESIS**

Existen **Mecanismos de Financiamiento para la Conservación de los recursos naturales** posibles de operar con éxito en la zona sur del estado de Quintana Roo y capaces de generar beneficios económicos equivalentes o mayores a las actividades agropecuarias.

## **OBJETIVOS**

### GENERAL

Determinar la eficiencia de aplicar **Mecanismos de Financiamiento para la Conservación de los recursos naturales** como estrategia para disminuir la pérdida de cobertura vegetal natural u original de la zona sur del estado de Quintana Roo.

### ESPECÍFICOS

- a) Identificar las unidades de estudio en el sur de Quintana Roo.
- b) Caracterización del entorno biofísico y antrópico.
  - I. Caracterizar los ecosistemas y servicios ambientales presentes en el territorio que comprenda a las unidades de estudio.
  - II. Desarrollar el perfil de las unidades de estudio.
    - i. Características socio-demográficas y culturales.
    - ii. Características económicas y actividades productivas.
    - iii. Características de los actores involucrados en el manejo de los RN: intereses, estrategias, capacidades, pretensiones y políticas de referencia para el manejo de los recursos naturales.
- c) Identificar los *MFC* susceptibles de aplicar en la zona de estudio.
- d) Adaptar el método simplex de programación lineal con base a las características identificadas.
- e) Determinar los *MFC* más adecuados para la zona de estudio.

## **METODOLOGÍA**

### **Identificación de las unidades de estudio: muestreo por cuotas.**

En la definición del marco muestral, se contempla a la subregión hidrográfica Yucatán Este en el sur de Quintana Roo como la unidad sistémica y polígono delimitante para el desarrollo de la metodología de muestreo, en específico, las cuencas Laguna de Bacalar y Río Hondo, de las cuales se considera por comprender los territorios con las actividades agropecuarias en el sur del estado a las subcuencas Bahía de Chetumal (RH33 Ac), Río Hondo (RH33 Ad) y Río Escondido (RH33 Ae).

Dentro de los límites de la subregión hidrográfica Yucatán Este, se definieron las unidades de estudio de acuerdo a los límites geopolíticos ejidales por ser las unidades comunitarias básicas de administración de los recursos naturales, por lo tanto, se considera a las subcuencas mencionadas como el universo del marco muestral.

Los ejidos fueron seleccionados mediante el mecanismo de **muestreo por cuotas**, mismo que permitió determinar las unidades de estudio con las que se desarrolló el respectivo análisis del perfil socio-demográfico, cultural, político, económico y ambiental.

El tamaño de la muestra está determinado por un ejido para cada estrato del marco muestral con el fin de posteriormente extrapolar los análisis a otros ejidos con características similares pero contemplando sus diferencias como parte de un mismo sistema de cuencas y subcuencas hidrográficas. El muestreo determinístico por cuotas, permitió establecer las unidades de estudio mediante los criterios de inclusión, los cuales establecen las características de los ejidos en los que se desarrollan los objetivos específicos.

Los criterios de inclusión contemplan a los ejidos con actividades agropecuarias en las tierras parceladas y/o de uso común. Para los aspectos de conservación se consideraron a los ejidos próximos a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y sus zonas de influencia, así como de la prioridad de conservación de los territorios establecida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Además se incluyen a los ejidos que contengan puntos de drenaje de los flujos de agua perennes o intermitentes que desaparecen superficialmente por suelos, salida al mar o acumulación a un lago o laguna, con el fin de

ponderar las zonas de recarga de los acuíferos, sistemas de aguas subterráneas y a la dinámica hidrológica imprescindible para el funcionamiento de los ecosistemas tropicales.

El tercer criterio de inclusión corresponde a la implementación de las herramientas de planeación ambiental, es decir, se consideran a los ejidos comprendidos en la ejecución de estas herramientas, ya sean Programas de Ordenamiento Ecológico territorial (genera/local) o unidades de gestión ambiental para conservación y/o manejo sustentable de los recursos naturales. Asimismo, se logran diferenciar las categorías en relación a la influencia de la gestión de estas herramientas.

En el proceso de selección, se estratificaron los ejidos de acuerdo a los criterios de inclusión establecidos para representar los posibles contextos en los que se aplicaran los **Mecanismos de Financiamiento para la Conservación de los recursos naturales** como estrategia para disminuir la pérdida de cobertura vegetal natural u original de la zona sur del estado de Quintana Roo. La selección de las unidades de análisis para cada estrato se estableció con un muestreo aleatorio sin remplazo.

## **Caracterización de la zona de estudio**

La caracterización del entorno biofísico fue desarrollada mediante información georeferenciada de la geología, fisiografía, hidrología, edafología, cobertura vegetal natural y usos de suelo de la zona de estudio mediante un sistema de información geográfica. De tal manera que fue posible identificar las características ambientales, así como definir por unidades ecosistémicas los servicios ambientales disponibles a caracterizar cualitativamente en un esquema de valores de provisión, regulación, soporte y culturales.

Una vez establecida la caracterización biofísica de las unidades de estudio, se definió el perfil de los actores involucrados en el manejo de los RN y su relación con la viabilidad de los *MFC*, usando datos de campo y referencias bibliográficas.

Las **características del perfil socio-demográfico** se desarrollaron con información de las particularidades de la población como la edad, sexo, nivel educacional y la participación en la actividad económica. También se consideraron características como el crecimiento poblacional y los movimientos migratorios de incidencia para la zona de estudio.

El **perfil cultural**, se constituye de características como el grupo étnico, lengua, religión, usos y costumbres posibles de definir para las sociedades que habiten el ejido.

Para la **determinar los intereses y acciones de cada actor**, se estructuró un perfil con las estrategias de acción, capacidades organizativas, rangos de acción, pretensiones y políticas de influencia, con el objetivo de esbozar conflictos y retos en el manejo de los RN mediante encuestas que a su vez permitan identificar a otros actores involucrados (método bola de nieve).

La **caracterización económica**, se orienta a las actividades agropecuarias y se complementa con la diversidad de las actividades productivas no agropecuarias de los ejidos seleccionados. Esto permitió vislumbrar el desarrollo económico consecuente de las actividades agropecuarias y la diversidad en la productividad.



## **Eficiencia de los MFC de los recursos naturales**

Para la determinar la gama de *MFC* posibles de aplicar, se investigó el origen del financiamiento a partir de bases financieras como el **Fondo para el Medio Ambiente Mundial, la Alianza para el Financiamiento de la conservación, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C, la Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica y el Caribe**, entre otros de incidencia nacional y subnacional.

Una vez establecida la caracterización física de la zona de estudio y las unidades de estudio, se determinó mediante investigación de campo en las comunidades, en las instituciones gubernamentales y no gubernamentales pertinentes la información que permitió identificar la compatibilidad de los *MFC* con base en las reglas de operación de los programas, las características generales de las unidades de estudio y también en relación al tipo de figura que pretende ejercer el programa. Los resultados se expresan en una matriz de correlación<sup>2</sup> que permite definir que componentes son posibles de ejecutar.

Posteriormente, para obtener un parámetro preciso que permita establecer la eficiencia de los *MFC*, se consideró utilizar una **optimización del uso de suelo** de los ejidos seleccionados en relación a la cobertura de selva, la cobertura con actividades agropecuarias y sus respectivos rendimientos económicos con el objetivo de obtener la extensión de superficie para cada variable de uso de suelo, que en su diversidad de usos, implique el valor máximo de rendimiento económico.

El planteamiento se expresa en un sistema de ecuaciones que se resolvió mediante el **Método Simplex**, el cual consiste en una técnica iterativa de optimización lineal que determina el valor óptimo global (expresado en la función objetivo) y establece el rango en el cual se encuentra el dicho valor con base en restricciones expresadas en el sistema de ecuaciones. El algoritmo se desarrolla estableciendo en la función objetivo los valores a optimizar (para efectos del presente ejercicio el objetivo consiste en maximizar el rendimiento económico), estos valores se representan por los rendimientos respectivos para la producción comercial de las actividades agropecuarias y los rendimientos generados por la conservación de la selva.

---

<sup>2</sup> Anexos: matriz de correlación de los MFC.

El planteamiento del sistema de ecuaciones se expresa en función de dos variables de decisión:  $X_1$  para la cobertura de selva en cada ejido y  $X_2$  que representa la cobertura de uso de suelo agropecuario. Estas variables se representan en el sistema de ecuaciones como vectores independientes pero acotados por las restricciones expresadas en inecuaciones lineales con valores positivos.

Una vez establecidos los parámetros para las variables, el siguiente paso del proceso de optimización lineal consiste en asignar las variables de holgura al sistema, mismas que se determinan por el tipo de desigualdad. Para las inecuaciones de tipo  $\leq$  se genera una variable positiva, para las inecuaciones tipo  $\geq$  se genera una variable de holgura negativa y una variable artificial y para las igualdades se genera solamente una variable artificial.

<b>Tipo de desigualdad</b>	<b>Tipo de variable que se genera</b>
=	+ artificial
$\geq$	Exceso + artificial
$\leq$	+ holgura

El sistema de ecuaciones lineales estándar para desarrollar el método simplex debe contemplar las variables de holgura correspondientes al tipo de desigualdad, restricciones igualadas a cero (identidad matemática), así como variables y términos independientes con valores positivos (condición de no negatividad); con estos elementos expresados en la *tabla simplex* se procede a resolver el sistema mediante una matriz Gaussiana. Aplicado este procedimiento con sus debidas condiciones para maximizar, se obtienen los valores para  $X_1$ ,  $X_2$  y  $Z$ .

El modelo estándar se enuncia de la siguiente manera:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Función objetivo} & Z = C_1 \cdot X_1 + C_2 \cdot X_2 + \dots + \\
 & C_n \cdot X_n \\
 \text{Sujeto a} & A_{i1} \cdot X_1 + A_{i2} \cdot X_2 + \dots + \\
 & A_{in} \cdot X_n \qquad \leq, =, \geq B_i \qquad i= 1, 2, \dots, m \\
 & \dots \\
 & A_m \cdot X_1 + A_m \cdot X_2 + \dots + \\
 & A_m \cdot X_n \\
 & X_1, \dots, X_n \geq 0
 \end{array}$$

Donde  $A_{ij}$ ,  $B_i$  y  $C_j$  son constantes conocidas y  $X_j$  son las variables de decisión.

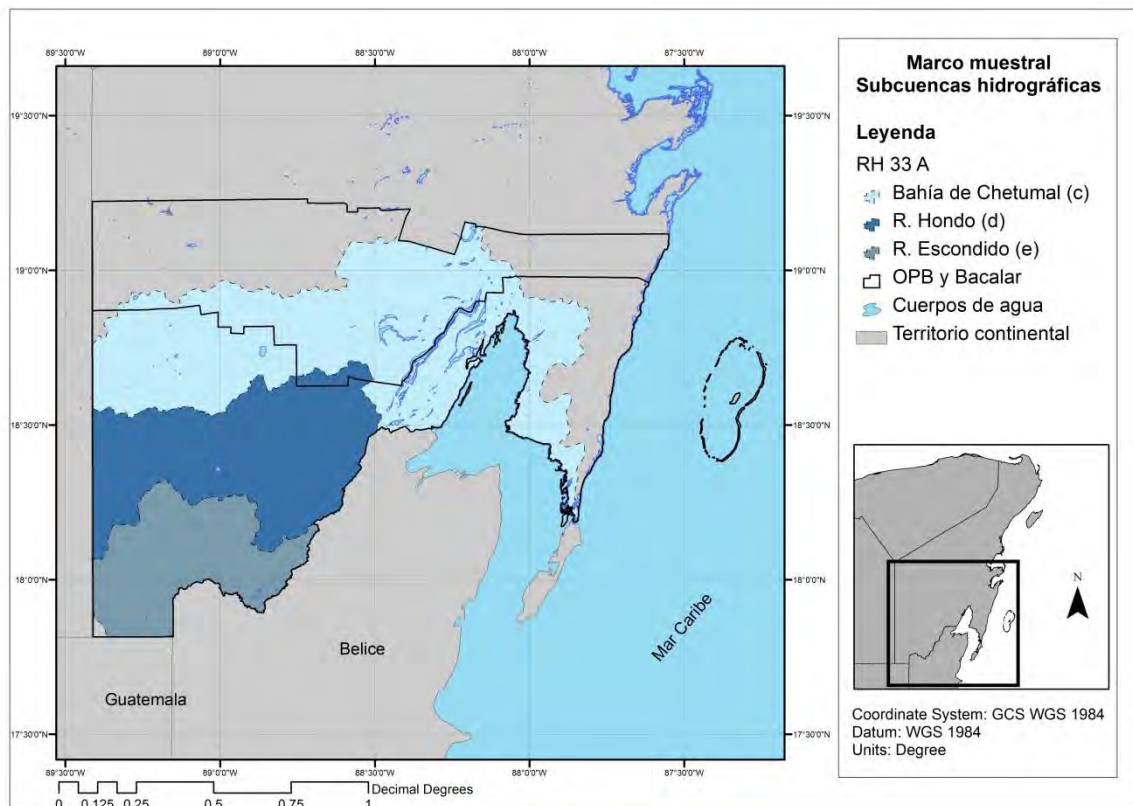
Resuelto el sistema, los valores generados para  $X_1$ ,  $X_2$  y  $Z$  correspondientes al rendimiento optimizado de las actividades agropecuarias y de los *MFC*, así como de la superficie de selva y la superficie con actividades agropecuarias, permiten establecer un parámetro para la toma de decisiones respecto a qué tipo de mecanismos ejecutar en el manejo de los recursos naturales e intrínsecamente en las estrategias de conservación de los ecosistemas tropicales.

## RESULTADOS

### Definición del marco muestral y unidades de estudio.

El marco muestral se define por los límites de las cuencas Laguna de Bacalar y Río Hondo, de las cuales se considera la subdivisión de las subcuencas Bahía de Chetumal (RH33 Ac), Río Hondo (RH33 Ad) y Río Escondido (RH33 Ae) como las unidades sistémicas y polígonos delimitantes para el desarrollo de la metodología de muestreo.

Mapa 7: Subcuencas hidrográficas del sur de Quintana Roo.

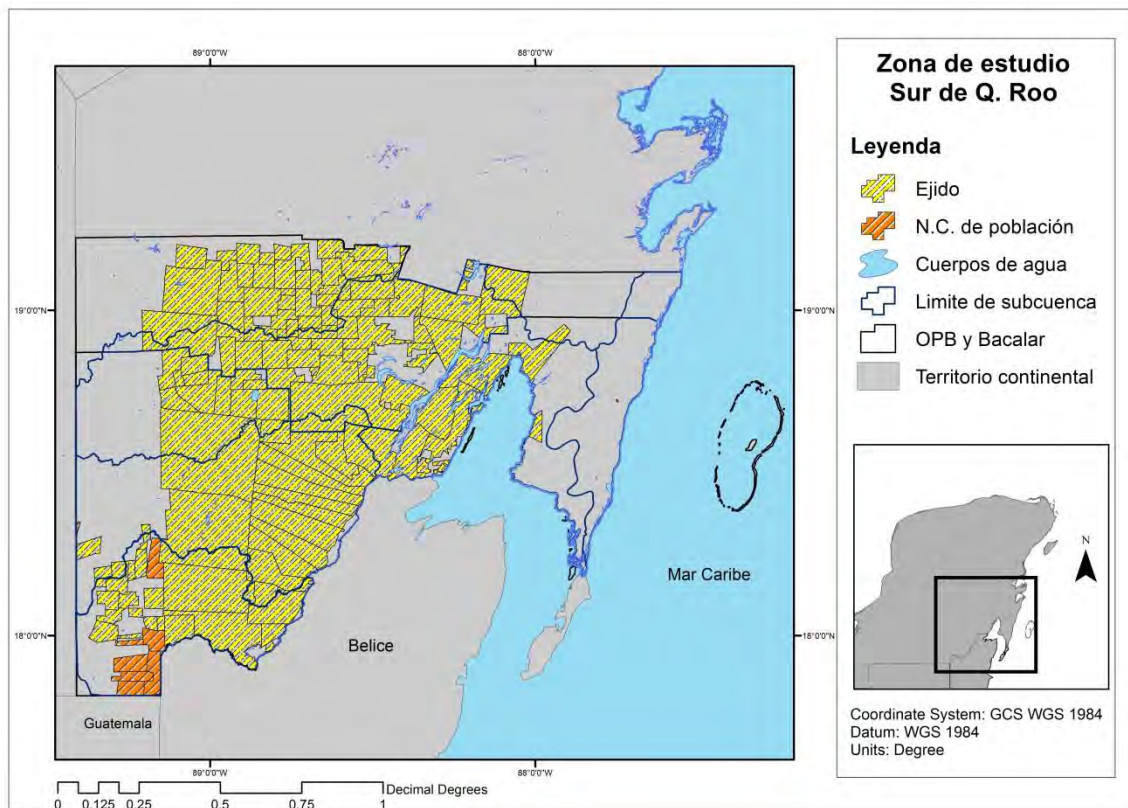


Elaboración propia a partir de datos vectoriales de la carta Red hidrológica. INEGI.

## Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra está determinado por un ejido para cada estrato del marco muestral (afijación simple) con el fin de extrapolar los análisis a otros ejidos con características similares pero contemplando sus diferencias como subsistemas parte de una región.

Mapa 8: Unidades de estudio, ejidos de Othón P. Blanco y Bacalar.



Elaboración propia a partir de datos vectoriales del INEGI.

**Mecanismo de selección: Muestreo determinístico por cuotas.**

El procedimiento para determinar las unidades de estudio se rige mediante los siguientes criterios de inclusión, mismos que clasifican a los ejidos en estratos diferenciados.

Tabla 1: Criterios de inclusión.

<b>Productivos</b>	a. Ejidos con actividades agropecuarias en las tierras parceladas y de uso común.
<b>Conservación</b>	b. Ejidos contiguos a Áreas Naturales Protegidas.
	c. Ejidos en contiguos a Sitios prioritarios para la conservación hidrológica, marina y/o terrestre.
	d. Ejidos que contengan puntos de drenaje de los flujos de agua perennes o intermitentes que desaparecen superficialmente por suelos permeables, falla o fractura, dolina o depresión, gruta o cenote. Así como los puntos que tienen salida al mar o acumulación a un lago o laguna.
<b>Planeación ambiental</b>	e. Ejidos comprendidos en la ejecución de una o más herramientas de planeación ambiental, ya sean Programas de Ordenamiento Ecológico territorial (local*/comunitario), Unidades de Gestión Ambiental o las dispuestas por el consejo ejidal para conservación y/o manejo sustentable de los RN.
	f. Ejidos que carezcan parcial o totalmente de la incidencia de gestión de las herramientas de planeación ambiental, ya sean Programas de Ordenamiento Ecológico territorial (local/comunitario), Unidades de gestión ambiental o las dispuestas por el consejo ejidal para conservación y/o manejo sustentable de los RN.

\*se enfatizará en los ejidos con POETL.

Tabla 2: Clasificación de los ejidos diferenciados por los criterios de inclusión.

Subcuencas (universo)	Ejidos con actividades agropecuarias (unidades de análisis)	Ejidos con Agricultura	Ejidos con Ganadería	Ejidos con Puntos de Drenaje	Ejidos con más de un criterio de conservación	Ejidos con OTC o POET
<b>33 Ac</b>	22	20	3	10	---	20
<b>33 Ad</b>	12	11	1	8	---	5
<b>33 Ae</b>	7	4	3	3	---	1
<b>Σ</b>	<b>41</b>	<b>35</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>111</b>	<b>26</b>

Tabla 3: Clasificación de ejidos por estratos.

Estrato	Ejido	Σ
<b>Tipo 1</b>	Chacchoben Blanca Flor Miguel Hidalgo y Costilla Buena vista Bacalar	<b>5</b>
<b>Tipo 2</b>	5 de mayo Laguna Om Lázaro Cárdenas 1 Miguel Alemán Nuevo Becar Payo Obispo Veracruz Margarita Maza Juan Sarabia Manuel Ávila Camacho Divorciados San roman Huatusco	<b>13</b>
<b>Tipo 3</b>	Allende Morocoy Caanlumil San Pedro Peralta	<b>4</b>

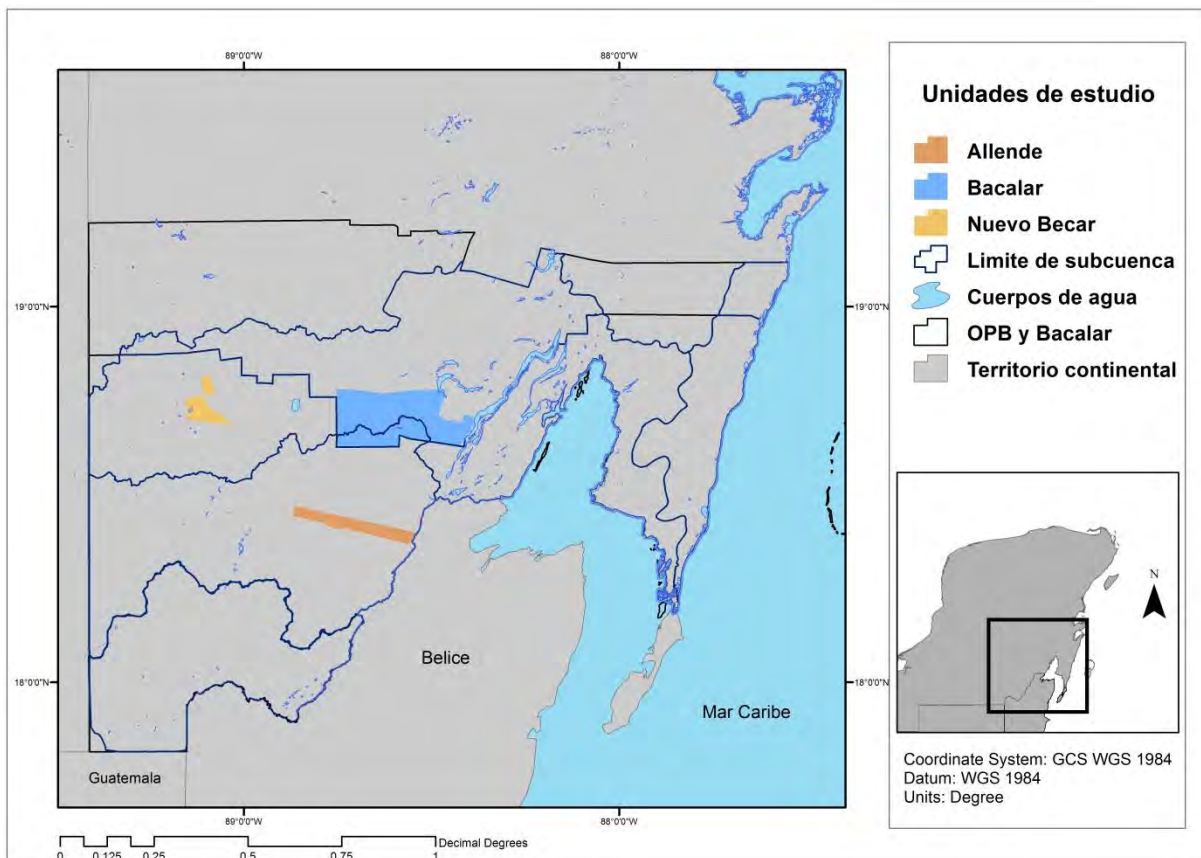
Los ejidos identificados se clasificaron en tres tipos de estratos en los que se aplica la selección de las unidades de análisis con un muestreo aleatorio sin remplazo.

Los ejidos seleccionados son:

Ejidos (estratos)		Criterios		
		Productivos	Conservación	Planeación ambiental
<b>Tipo 1</b>	<b>Bacalar</b>	a	b, c y d	e*
<b>Tipo 2</b>	<b>Nuevo Becar</b>	a	c, c y d	e
<b>Tipo 3</b>	<b>Allende</b>	a	c y d	f

\*ejido con POETL

Mapa 9: unidades de estudio seleccionadas.





## Características biofísicas de las unidades de estudio

Tabla 4: Caracterización biofísica de las unidades de estudio.

Ejido	Geología		Morfología	Hidrología			Edafología	Vegetación	
	Cronología	Tipo de roca		Lineal	Areal	Puntos de drenaje			
<b>Allende</b>	Terciario	Aluvial	Planicie kárstica estructural escalonada	Corrientes de agua intermitentes y una corriente de agua perenne (Río Hondo)	Cuerpo de agua intermitente: Laguna Sabanita	En suelos permeables	Gleisoles	44.58% uso agrícola	
	Cuaternario		Valle en formación (ribera del río Hondo)				Gleisoles	50.8% de selva mediana subperennifolia	
	Eoceno paleoceno	Caliza	Valles tectónicos kársticos	Canal en operación			Vertisoles	4.6% de acahuales	
<b>Bacalar</b>			Meseta kárstica denudatoria – erosiva					4.7% de acahuales	
	Terciario	Aluvial	Planicie kárstica estructural escalonada	Corrientes de agua intermitentes	Cuerpo de agua perenne: laguna San Felipe	En suelos permeables y laguna	Gleisoles	19.9% de selva baja subperennifolia	
	Terciario superior						Caliza		Gleisoles
	Eoceno	Lacustre (arcillas y sales)	Sistema estuario	Línea central con flujo virtual				Luvisoles	73.45% de selva mediana subperennifolia
	Eoceno paleoceno		Talweg					Vertisoles	
Cuaternario	Valle en formación								
		Valles tectónico karsticos					1.8% de pastizal-selva		

<b>Nuevo becar</b>	Terciario		Meseta kárstica denudatoria – erosiva	Corrientes de agua intermitentes y una corriente perenne	Cuerpo de agua perenne (Laguna La Unión)	En suelos permeables y en dolinas o depresiones	Gleisoles	<b>40.22%</b> de acahuales
	Eoceno	Aluvial						<b>28.55%</b> de selva baja
	Eoceno paleoceno	Caliza	Talweg				Leptosoles	subperennifolia
	Cuaternario		Valles tectónico karsticos					<b>31.42%</b> de selva mediana subperennifolia

## Clasificación de los servicios ambientales de los ejidos seleccionados

Tabla 5: Clasificación de los servicios ambientales.

	Servicios ambientales	Agroecosistema (agrícola)	Agroecosistema (pecuario/pastizal cultivado)	Palmar	Popal – tular	Sabana	Manglar	Selva mediana y baja subperennifolia con vegetación secundaria y herbácea
Provisión	1. Alimento	1	1	1	0	1	1	1
	2. Fibra	0	0	1	1	0	0	1
	3. Agua dulce	0	0	1	1	1	1	1
	4. Madera	0	0	1	1	0	0	1
	5. Leña	0	0	1	1	0	0	1
	6. Colorantes	0	0	0	1	0	0	1
	7. Biocombustibles	1	0	0	0	0	0	1
	8. Medicinas	0	0	0	0	0	1	1
Regulación	9. Secuestro de carbono	1	0	1	1	1	1	1
	10. Procesamiento de residuos	0	0	0	0	0	1	1
	11. Control de contaminación	0	0	0	0	0	1	1
	12. Regulación de inundaciones y	0	0	1	1	1	1	1

	sequias							
	13. Transporte y retención de sedimentos	0	0	1	1	1	1	1
	14. Regulación del clima	0	0	1	1	1	1	1
	15. Regulación del clima local	0	0	1	1	1	1	1
	16. Regulación de enfermedades	0	0	0	1	0	1	1
	17. Regulación de la calidad de aire	0	0	1	1	1	1	1
	18. Regulación del agua	0	0	1	1	1	1	1
	19. Regulación de las plagas	0	0	0	0	0	1	0
Soporte	20. Ciclado de nutrientes	0	0	1	1	0	1	1
	21. Polinización de cultivos y de vegetación natural	0	0	1	1	0	0	0
	22. Dispersión de semillas	0	0	1	1	0	1	1
	23. Mantenimiento de la biodiversidad	0	0	1	1	1	1	1
	24. Control de la erosión	0	0	1	1	1	1	1
Cultural	25. Patrimonio cultural	0	0	1	0	0	1	1
	26. Recreación y ecoturismo	0	0	1	1	1	1	1

	27. Valores estéticos	0	0	0	0	0	1	1
	28. Valores espirituales	0	0	0	0	0	1	1
	<b>Σ</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>26</b>

(CLASIFICACIÓN DE PENNA, J. A., & CRISTECHE, E. 2008)

### **Caracterización económica, social y cultural de las unidades de estudio.**

Las particulares sociodemográficas y culturales de los asentamientos en los ejidos seleccionados para su estudio permitirán entrever la racionalidad en las preferencias del uso de suelo como un aspecto de relevancia para la conservación de la cubierta vegetal natural; en este contexto los usuarios o propietarios del territorio en las zonas rurales fungen un rol de gran importancia, ya que para los ejidatarios las posibilidades productivas de sus tierras son el medio principal de subsistencia, lo que les otorga la característica de ser actores de importancia en la dinámica del desarrollo en el sector rural.

#### **Allende**

Las características de la población en la comunidad de Allende –principal localidad del ejido- se define por tener un total de 868 habitantes (52.53% hombres y 47.47% mujeres), de los cuales el 62.56% nació en la entidad y 35.6% nació en otra entidad. Aunque la mayoría de los habitantes son nacidos en Quintana Roo, Allende fue conformado en su mayoría por migrantes de otros estados como Veracruz, Tabasco y Oaxaca (información de campo).

En el ejido hay un total de 7.14% de la población en hogares indígenas, 3% de la población mayor a 3 años son etnófonas y 2.88% hablan también español. Las preferencias en las creencias religiosas se conforma con el 42.86% de la población con creencias católicas, 29.95% con creencias diferentes a la religión católica y 26.15% no tienen definida una religión.

En cuanto a los niveles de educación, el 3.48% de la población total con 15 a 17 años de edad asisten a la escuela, el 1.51% entre 18 y 25 años; el 9.86% de la población mayor a 15 años tiene terminada la primaria, el 22.27% la secundaria y el 6.92% de la población con más de 18 años tiene completos los estudios de nivel medio-superior. En el caso contrario, el 1.04% son analfabetas entre 8 y 14 años y el 8.24% de la población mayor a 15 años no tiene escolaridad.

Los servicios públicos en Allende se cuantifican con un 17.17% de los habitantes sin servicios de salud, 82.83% con algún servicio de salud pública, 0.40% de los hogares tienen

acceso a internet, el 95.62% de los hogares tiene electricidad, 94.02% tienen agua potable, 57.37% tiene drenaje y 56.18% tienen los tres últimos servicios mencionados.

La principal actividad económica en Allende es la agricultura representada con el cultivo de la caña de azúcar, el cual tiene un rendimiento promedio entre 80 y 110 toneladas anuales, con un valor estimado de la producción de caña de \$550/ton y con un rendimiento promedio de 48 ton/ha aproximadamente (PSDR OPB. 2013). La totalidad de la producción de caña de azúcar es vendida como materia prima al Ingenio cañero San Rafael de Pucté perteneciente al Grupo Beta San Miguel S.A. de C.V, mismo que transforma la materia prima y comercializa el producto.

Los principales subsistemas que se identificaron como parte del socioecosistema del ejido de Allende es al subsistema “Familia” caracterizado por tener un origen foráneo, con una fuerte dependencia de ingresos por parte del cultivo de caña de azúcar (subsistema agrícola), con una producción para autoconsumo de maíz, frijol y calabaza, así como de animales de corral y una producción de ganado bovino también para autoconsumo (subsistema pecuario).

## **Bacalar**

En el ejido de Bacalar, se encuentra la ciudad de Bacalar –cabecera municipal- con una población de 1,148 personas (49.12% hombres y 50.88% mujeres); aunque la mayoría de la población que radica en Bacalar es originaria del estado (63.53%), la población nacida en otra entidad (34.69%) se compone principalmente de migración proveniente de la península y de una considerable población fija con procedencia del extranjero a causa del atractivo turístico de la laguna homónima a la ciudad. En cuanto a las características lingüísticas, el 13.28% de los habitantes mayores a 3 años hablan maya como lenguaje único de comunicación y el 12.36% hablan maya y a su vez hablan español; parte de ésta población configura el 33.64% de hogares indígenas de Bacalar. Aunado a las características migratorias y lingüísticas como parte del perfil cultural, las particularidades en las creencias religiosas se dividen en 62.09% de la población con creencias católicas, 23.39% con creencias de otra religión diferente a la católica y el 12.74% no tiene una religión definida (INEGI, 2010).

Las características en los niveles de educación formal de la población de bacalar, se configura con el 5.45% de habitantes entre 15 a 17 años y el 5.68% de la población de entre 18 y 24 años asisten a la escuela. El 0.41% de los habitantes entre los 8 y 14 años es analfabeta y el 5.41% mayor a 15 años también tiene ésta condición, aunado a un 6.54% de habitantes mayores a 15 años sin escolaridad pero que si saben leer y escribir. En el mismo rango de personas mayores a 15 años, el 8.07% tiene primaria, 15.99% secundaria y el 24% de los habitantes mayores a 18 años tienen educación media-superior.

Respecto a los servicios, el 26.38% de los habitantes no tienen servicios de salud públicos y el 72.54% cuentan con alguno, ya sea seguro popular, IMSS o ISSSTE; el 14.11% de las viviendas en bacalar tienen acceso a internet; el 98.58% tienen electricidad; 95.72% tienen agua potable; el 97.35% tiene drenaje y en consideración de estos tres últimos servicios el 93.43% de las viviendas cuentan con ellos.

Las actividades ligadas al aprovechamiento de los recursos naturales en el ejido de Bacalar, se caracterizan principalmente por ser para autoconsumo. Sin embargo, la ganadería se ha mantenido presente debido a la influencia de ejidos aledaños con actividades agropecuarias



y por el auge del valor económico de los productos pecuarios. La producción agrícola para autoconsumo se identifica por los cultivos de maíz, frijol y calabaza en menor proporción. Por mencionar el valor comercial de los cultivos de autoconsumo, el valor del cultivo de maíz se estima en \$5 000/ton y tiene un rendimiento de 1.6 ton/ha (PSDR OPB. 2013). Otro ingreso importante para el ejido es debido al atractivo turístico de la laguna de Bacalar.

## **Nuevo Becar**

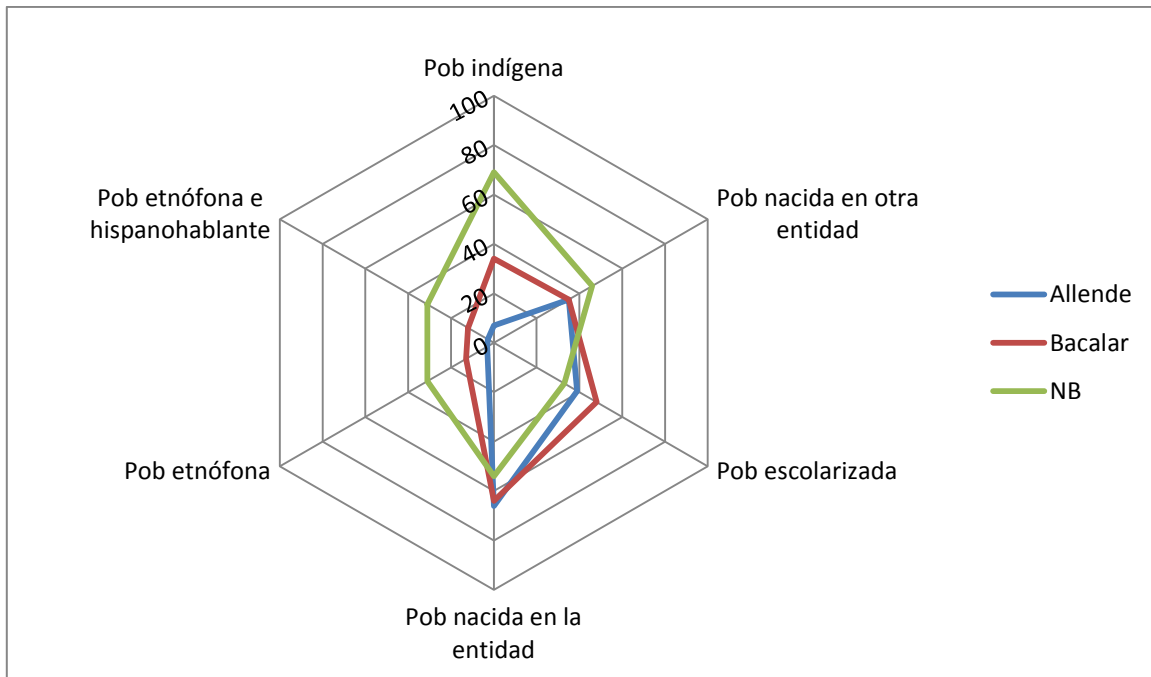
En la comunidad de Nuevo Becar hay una población de 557 habitantes (48.65% hombres y 51.35% mujeres), 54.04% de la población nació en la entidad y el otro 45.96% nació fuera del estado de Quintana Roo, principalmente en Papantla, Veracruz. El 30.7% de la población mayor a tres años habla totonaca y también habla español; el 68.58% de la población habita en viviendas indígenas. El 57.09% es católica, el 34.47% se considera creyente de otra religión y el 0.54% no tiene definida una religión.

El 4.67% de los habitantes entre 15 y 17 años asiste a la escuela, el 0.54% de la población entre los 18 y 25 años asiste a la escuela, el 10.05% mayor a los 15 años tiene la primaria terminada, el 20.29% de los habitantes tienen terminada la secundaria y el 1.8% de la población mayor a 18 años tiene estudios medio-superiores. En la contraparte, hay un 0.72% de niños analfabetas con 8 a 14 años de edad y 16.16% de personas en Nuevo Becar con más de 15 años son analfabetas y 12.39% no tiene escolaridad.

Los servicios públicos se distinguen en que 17.24% no tiene servicios de salud pública; el 92.95% de los hogares tienen electricidad; el 99.36% tienen agua potable, el 98.72% tiene drenaje, 92.31% tiene los tres servicios y 0.64% de las viviendas tienen acceso a internet.

Las actividades económicas de relevancia para el ejido son las relacionadas a las actividades agrícolas con algunos cultivos con fines comerciales pero en su mayoría para autoconsumo: apicultura y ganadería bovina y ovina a baja escala (OTC NB. 2009). Los principales ingresos para los agricultores son provenientes del cultivo de chile piquín y del chile jalapeño, ambos considerados en su producción por el regular rendimiento en producto y en ingresos. El valor del cultivo del chile jalapeño se valora en \$3 000/ton y su rendimiento es de 5 a 7 ton/ha. El chile piquín se vende en \$65/kg y su rendimiento varía entre 5 y 8 ton/ha.

Gráfico 3. Perfil Sociocultural de las unidades de estudio (valores relativos).



Elaboración propia a partir de datos censales del INEGI. 2010.

### **Análisis multicriterio: Actores involucrados y escenarios en contraste**

El procedimiento para identificar a los actores involucrados en el manejo de los recursos naturales en los ejidos de Allende, Bacalar y Nuevo Becar fue mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas. Con el fin de incluir una amplia representación de los actores involucrados, se aplicó el método de la bola de nieve, el cual consiste en indagar -a criterio del entrevistado- que otras figuras están involucradas en el contexto a tratar.

Se aplicaron entrevistas a comisariados ejidales, a representantes de instituciones públicas, integrantes de organizaciones no gubernamentales, trabajadores de empresas implicadas en el aprovechamiento de recursos naturales y productores locales; lo que permitió vislumbrar las capacidades de manejo, el acceso a las tecnologías para transformar los recursos, acciones a implementar, así como las políticas públicas en el manejo de los recursos naturales contempladas parte de los factores que influyen en la planificación y gestión del desarrollo regional.

Para aproximarse al contexto del sur de Quintana Roo, se consideró como escenario inicial el panorama planteado en el Programa de Ordenamiento Territorial General (2008), que establece en su sistematización por unidades ambientales biofísicas, la clasificación de áreas con prioridades de atención con base en el diagnóstico desarrollado para dicho instrumento de planeación.

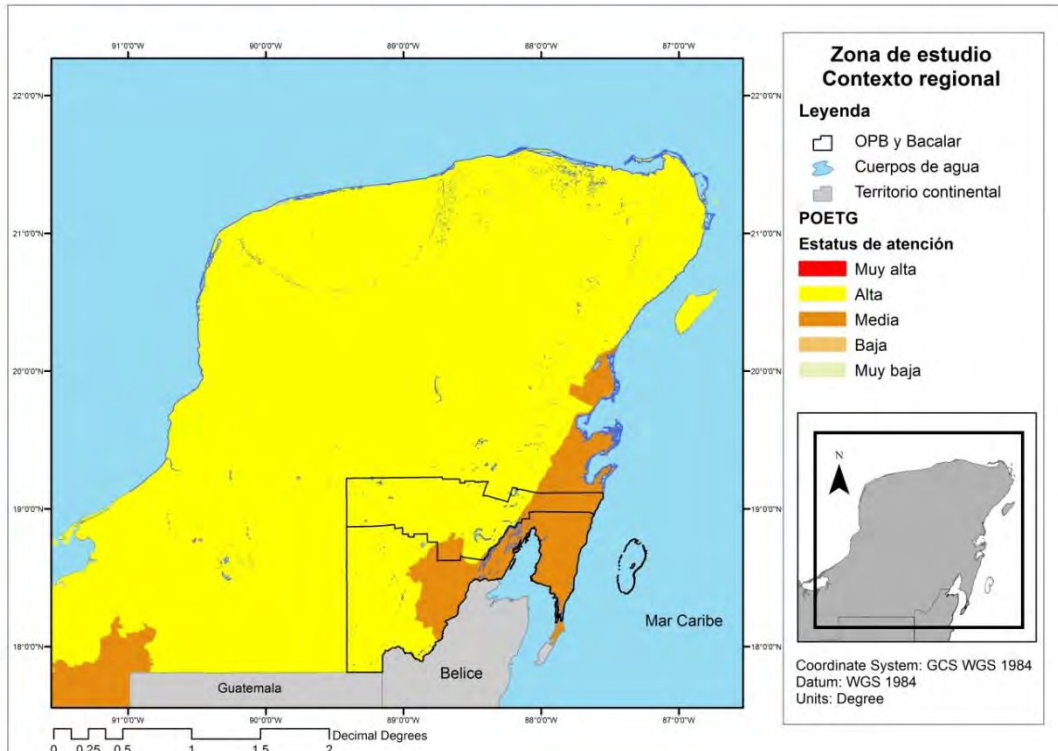
El panorama establece que Allende se encuentra en la unidad ambiental Karst del sur de Quintana Roo, área asignada con prioridad media de atención, ya que su estado en el 2008 era medianamente estable, la proyección a mediano plazo (2013) se identifica con la misma condición y para el estado a largo plazo (2033) se estima que la unidad ambiental será inestable. La degradación de los suelos se estima con valores bajos, la modificación antropogénica es baja, tiene disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas con actividades agrícolas en transición; sin embargo, existe una clara polarización de las condiciones, ya que el noreste de la unidad ambiental está protegida por la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an, el área de protección de flora y fauna Uaymil y el parque nacional Arrecifes de Xcalak.

En el otro extremo donde se encuentra Allende, es una zona que por las aptitudes de los suelos las actividades están orientadas a la producción agrícola, principalmente por el cultivo de caña de azúcar. El eje rector de la unidad es de preservación de la flora y fauna con fundamento en la política de protección, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Para el ejido de Nuevo Becar, que se encuentra en la unidad ambiental karst y lomeríos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, la prioridad de atención se considerada en un principio es alta debido a la inestabilidad de las condiciones observadas. La degradación de los suelos se estima con valores medios, la modificación antropogénica es baja, tiene disponibilidad de aguas subterráneas con actividades principalmente forestales y pecuarias (por influencia del norte de la unidad correspondiente al noreste de Campeche y sureste de Yucatán); sin embargo las proyecciones a mediano (2013) y largo plazo (2033) establecen sus condiciones de inestables a críticas. El eje rector es de preservación de flora y fauna, mismo que se instrumenta a través de la asignación de la política de restauración, protección y aprovechamiento sustentable.

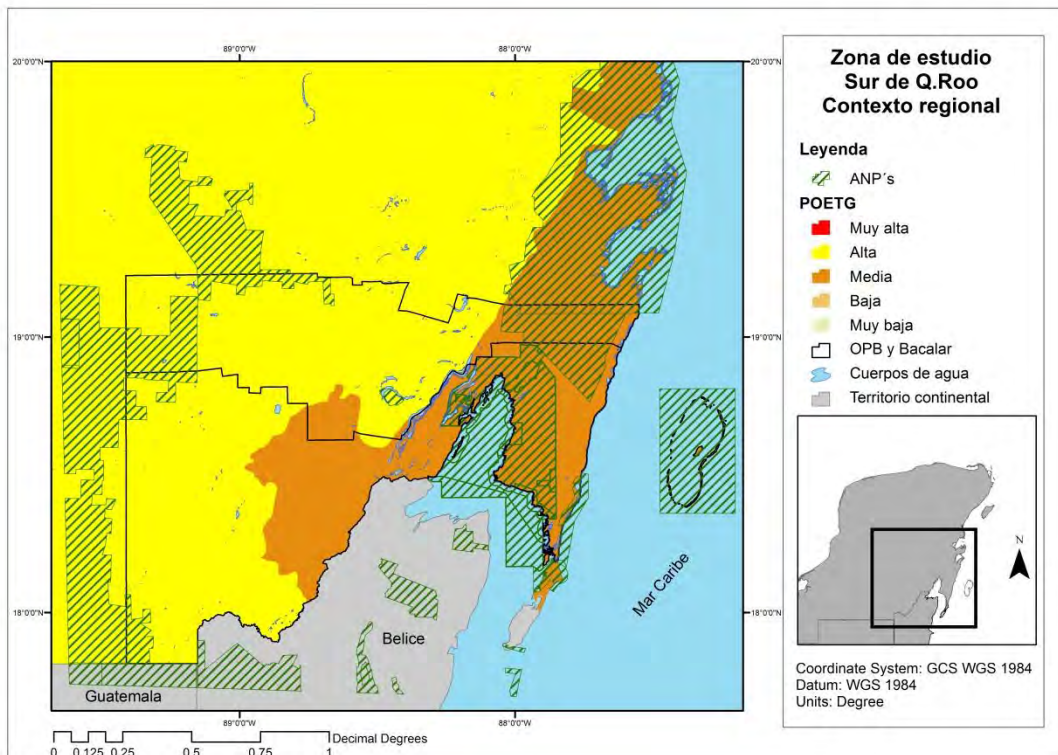
El ejido de Bacalar se encuentra entre las dos mencionadas unidades ambientales, la unidad Karst del sur de Quintana Roo comprende una cobertura de 969 019 ha que se extienden por la costa de Xcalak hasta Tulum. La unidad karst y lomeríos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo tiene una cobertura de 2 635 064 ha que abarca la zona centro-sur de la península y se extiende por el centro de la misma.

Mapa 10: Diagnóstico POETG.

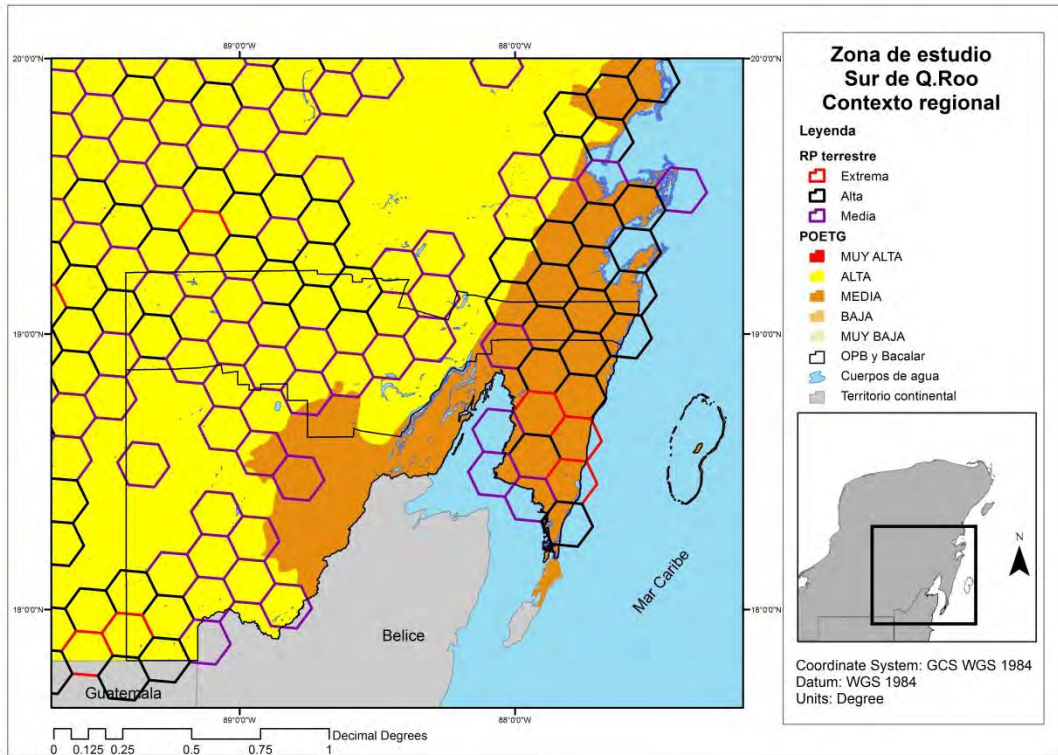


Elaboración propia a partir de datos vectoriales. SEMARNAT.

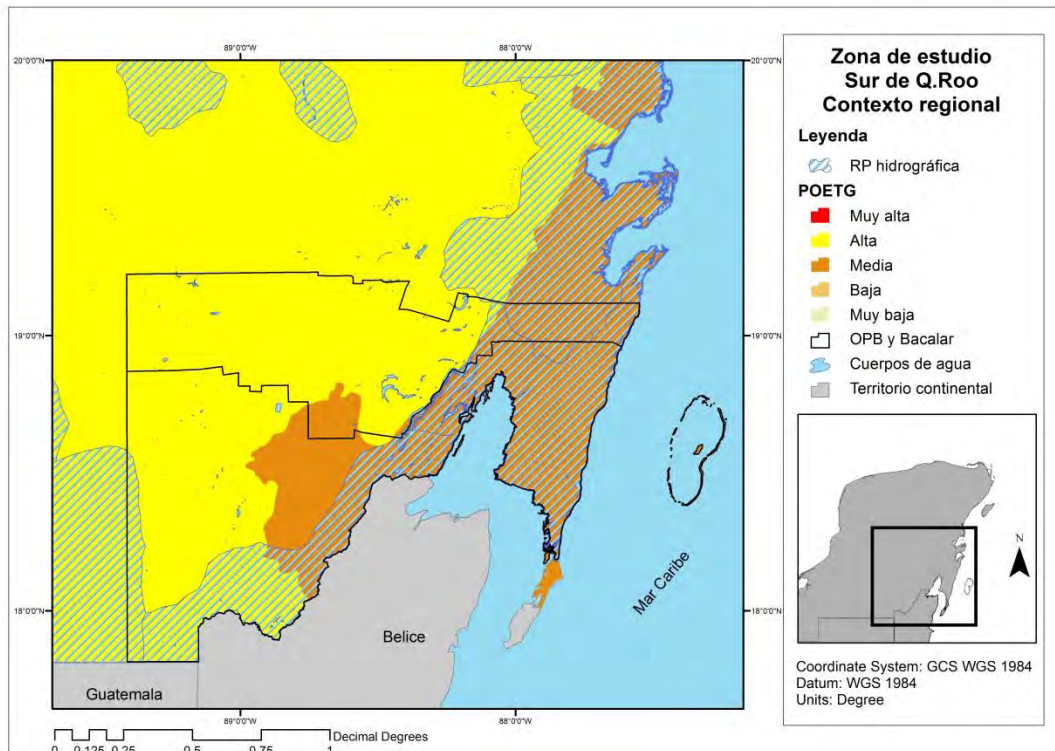
Mapa 11. Áreas Naturales Protegidas.



Mapa 12. Sitios terrestres prioritarios para la conservación.

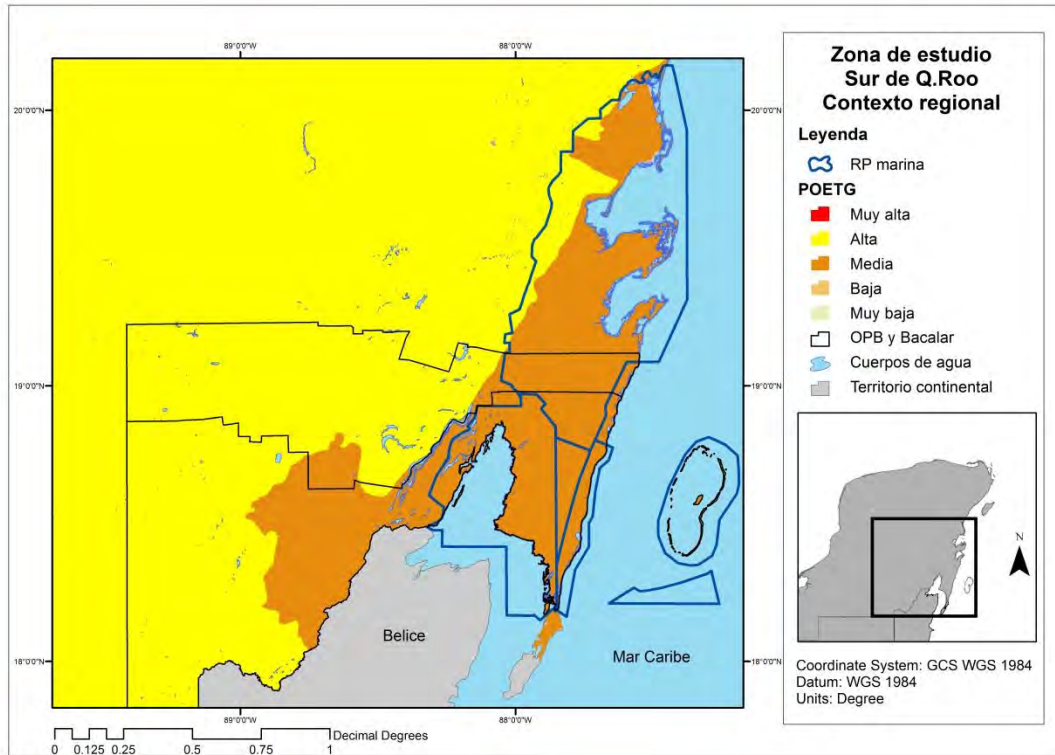


Mapa 13. Regiones hidrológicas prioritarias para la conservación.





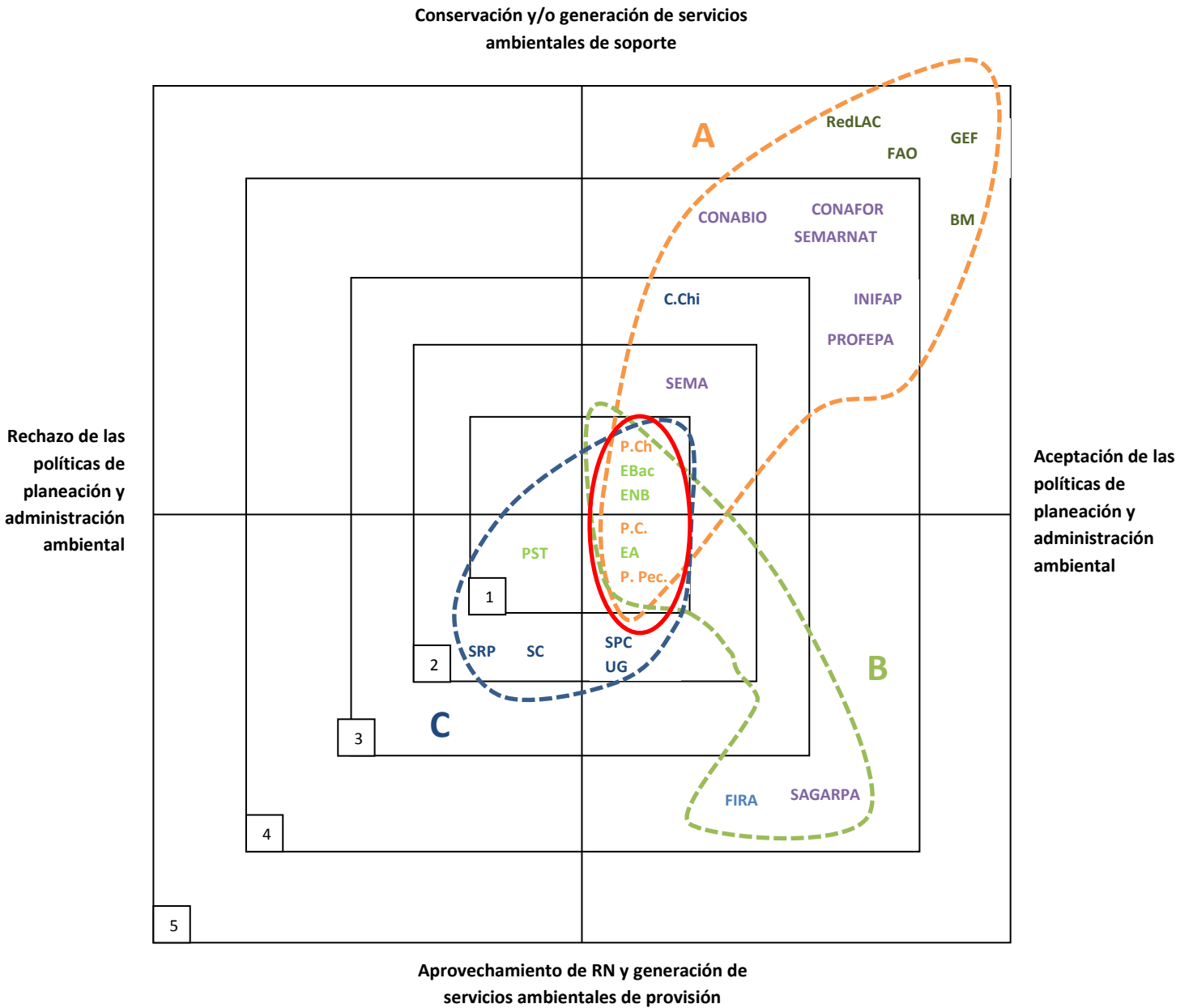
Mapa 14. Regiones marinas prioritarias para la conservación.



En este contexto y a partir de la información recabada en las entrevistas, se logró clasificar el perfil de los actores mediante su aproximación a dos factores de relevancia: el tipo de manejo de los recursos naturales y generación de servicios ambientales (eje de las x's) y por la postura ante las políticas de planeación y administración ambiental (eje de las y).



Gráfico 4. Espectro de actores involucrados en el manejo de los recursos naturales en las unidades de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

Nivel potencial y real de incidencia	Actores	Abreviaturas	
1. Local, dentro de los límites ejidales.	Organizaciones no gubernamentales	<b>BM:</b> banco mundial	<b>P. Pec:</b> Productores pecuarios
2. Interestatal	Organizaciones comerciales	<b>CONABIO:</b> comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.	<b>P.C:</b> Productores de caña
3. Regional	Junta ejidal	<b>CONAFOR:</b> comisión nacional forestal	<b>RedLAC:</b> red de fondos ambientales para LA y el caribe
4. Nacional	Ejidatarios productores	<b>C.CHI:</b> consorcio chiclero	<b>SAGARPA:</b> secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación.
5. Internacional	Población local	<b>GEF:</b> fondo para el medio ambiente mundial	<b>SEMA:</b> secretaria de medio ambiente.
	Organizaciones supranacionales	<b>EA:</b> ejido Allende	<b>SC:</b> sindicato de cañeros
	Instituciones gubernamentales	<b>EBac:</b> ejido de Bacalar	<b>SPC:</b> sistema producto caña
		<b>ENB:</b> ejido Nuevo Becar	<b>SRP:</b> ingenio San Rafael de Pucté
		<b>P. Ch:</b> Productores de chile piquín	<b>UG:</b> unión ganadera
		<b>PST:</b> prestadores de servicios turísticos en Bacalar	<b>FAO:</b> organización de las naciones unidad para la agricultura y la alimentación
		<b>FIRA:</b> fideicomisos instituidos con relación a la agricultura	<b>SEMARNAT:</b> secretaria de manejo de recursos naturales
		<b>PROFEPA:</b> procuraduría federal de protección al ambiente.	

En primer término se logró identificar a un grupo núcleo compuesto por los ejidos y sus grupos de productores de los principales cultivos para cada ejido (circulo de línea continua en rojo), este grupo representa el punto en común para los otros dos grupos identificados. En el plano acotado por el eje de la conservación y/o generación de servicios ambientales de soporte (eje Y) y por la aceptación de las políticas de planeación y administración ambiental (eje X), se logró agrupar al conjunto A, integrado por organizaciones supranacionales con un alto poder de influencia económica y normativa como el Banco Mundial, el Banco Alemán, la FAO y la RedLAC. Parte de este mismo grupo están las

instituciones gubernamentales con el poder normativo y operativo a nivel nacional que les confiere su figura, estas organizaciones son la CONABIO, CONAFOR, SEMARNAT e INIFAP; también forman parte la organización comercial Consorcio Chiclero de incidencia a nivel regional y a nivel estatal la Secretaria de Medio Ambiente.

El conjunto B, se constituye por la organización crediticia FIRA y por la organización gubernamental con incidencia nacional SAGARPA. Este conjunto se encuentra en cuadrante delimitado por el aprovechamiento de los recursos naturales y la generación de servicios ambientales de provisión (eje -Y) y por el eje correspondiente a la aceptación de políticas de planeación y administración ambiental (eje x); ambas organizaciones fungen un importante rol ya que son los que facilitan el desarrollo de las actividades agropecuarias en la zona sur de Quintana Roo.

El tercer conjunto, se expresa en el cuadrante orientado por el rechazo total o parcial de las políticas de planeación y administración ambiental (eje -x) y por preferir el aprovechamiento de los recursos naturales y la generación de servicios ambientales de provisión (eje -y).

En este conjunto (C), se desarrolla un subgrupo de particular interés para la viabilidad de la conservación de los recursos naturales. Los protagonistas de este escenario lo integra el ingenio San Rafael de Pucté parte del Grupo Beta San miguel, organización comercial que compra materia prima a los productores del cultivo de caña de azúcar en la zona cañera de Othón P. Blanco, la transforma y comercializa. También ofrece una serie de servicios crediticios que permite a los propietarios de las tierras obtener los insumos necesarios para el cultivo de la caña.

El beneficio bruto del cultivo se estima en \$5 720<sup>3</sup>, sin embargo, la relación que se establece entre productores y el ingenio San Rafael de Pucté (industrializador, comercializador y consumidor) es caracterizada por el monopolio del mercado azucarero y los servicios ofrecidos a los productores por parte del ingenio. Ya que existe un acuerdo legal que precisa que la compra de la cosecha de caña es exclusiva para el ingenio (información de campo).

---

<sup>3</sup> Valor obtenido del plan rector del sistema-producto caña de azúcar.

Por lo tanto, al generarse una baja en la producción la dinámica se desvirtúa (situación que resulta común últimamente en la zona cañera), provocando un déficit en proporción de la inversión inicial (generalmente destinada a los servicios y productos ofrecidos por el ingenio) y al rendimiento económico del cultivo de la caña de azúcar.

La dependencia a la larga deriva en la necesidad de intensificar el rendimiento del sistema agrícola o expandir la superficie cosechada de manera que les genere ingresos excedentes suficientes para cubrir las necesidades del productor y su familia, que en condiciones diferentes a las óptimas en términos de rendimiento, resulta muy poco probable. Por consecuencia, este escenario se convierte en una amenaza exponencial para la funcionalidad de los ecosistemas presentes y complica la posibilidad de establecer condiciones justas para los ejidatarios y adecuadas para el manejo sustentable de los recursos naturales.

No obstante, existen las figuras que procuran el beneficio de los productores del cultivo cañero. Son dos los sindicatos de productores, pero la opinión de los habitantes de Allende es poco favorable debido a que los representantes de los sindicatos optan por beneficiarse del poder político y económico propio de las posiciones de estas figuras, esto ha generado desconfianza en la representación sindical del gremio cañero.

Otra figura relacionada, es el sistema-producto de caña de azúcar constituido en el 2004 como parte de las estrategias para fortalecer la cadena de valor de la caña de azúcar. Sin embargo, su operatividad es poco evidente.

En el escenario de las actividades agropecuarias, se suma al grupo C otra organización comercial, la Unión Ganadera, figura que tiene por objeto fomentar y apoyar las actividades pecuarias mediante una sociedad representada por 17 delegados propietarios en el estado de Quintana Roo. La unión ganadera se suborganiza por municipios, en Othón P. Blanco están suscritas cuatro asociaciones generales<sup>4</sup> y una especializada<sup>5</sup>. En el municipio de Bacalar son tres asociaciones generales y dos especializadas.

---

<sup>4</sup> Ganaderos que se dedican a la explotación racional de cualquier especie animal.

<sup>5</sup> Ganaderos que se dedican a la explotación de una especie animal determinada.

Este tipo de organizaciones se regulan mediante la ley de organizaciones ganaderas, la cual establece que las asociaciones ganaderas locales generales deberán estar integradas por lo menos de 30 ganaderos y para las asociaciones ganaderas locales especializadas deberán ser por lo menos 10 ganaderos. La asociación a este tipo de figuras es un derecho plasmado en el artículo noveno constitucional.

En este mismo grupo pero con actividad en el ejido de Bacalar, los prestadores de servicios turísticos están representados por pobladores locales. La preferencia por esta actividad es de pequeñas proporciones pero en el contexto actual del ejido de Bacalar, puede ser una actividad con importantes oportunidades de desarrollo.

### **Eficiencia de los MFC de los recursos naturales en las unidades de estudio.**

De acuerdo a la clasificación planteada por Emerton y colaboradores, los mecanismos identificados que operan mediante la Atracción y Administración de Fuentes Externas, por la Generación de Fondos Nacionales o Locales para Estimular la Conservación y los distinguidos en su funcionalidad por el Enfoque de Mercado, se pueden trasladar a la gama de programas institucionales que tienen incidencia directa en los ejidos. Esto se debe a que en la generalidad, el diseño de los *MFC* se adecua a los retos propios de las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) ya que son los organismos de vocación conservacionista que tienen el desafío constante del financiamiento sustentable que les permita proteger la riqueza específica que protegen.

Para el caso de zonas enmarcadas en contextos de aprovechamiento de los recursos naturales con tendencias en conflicto (fuera de las ANP's), algunos MFC no son diseñados para funcionar en este tipo de circunstancias; en este contexto los MFC logran influir en la planeación pero en menor medida, por lo que resulta importante establecer cuáles son las circunstancias de estos escenarios complejos.

Dicho esto, la clasificación de los programas para efectos del presente ejercicio, se consideran en dos grupos: **Programas para el Desarrollo de las actividades Agropecuarias (PDA)** y **Programas para la Conservación y/o uso sustentable de los Recursos Naturales (PC&US)**. El resultado de la clasificación<sup>6</sup> estableció 9 PDA con 54 componentes y 12 PC&US con 41 componentes posibles de aplicar para la zona sur de Quintana Roo.

---

<sup>6</sup> Anexos: matriz de correlación de los MFC y las unidades de estudio

### **Escenario Ejido Bacalar**

Conforme al desarrollo de la clasificación por estratos, se determinó con base en los criterios de inclusión establecidos que el ejido de Bacalar corresponde al estrato tipo 1. Se caracteriza por tener actividades agropecuarias (a), cumplir con los tres criterios de conservación: el ejido está contiguo al Centro de Conservación e Investigación de la Vida Silvestre de San Felipe de Bacalar (b), está próximo a la región prioritaria para la conservación hídrica “**humedales y lagunas de la bahía de Chetumal**”, parte del ejido es identificado como prioritario para la conservación de ecosistemas terrestres de prioridad media (c) y también contiene seis puntos de drenaje en suelos permeables y uno en laguna (d). Para el criterio de inclusión referente a la planeación ambiental, el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la laguna de Bacalar es el factor de influencia en la gestión productiva del ejido (e).

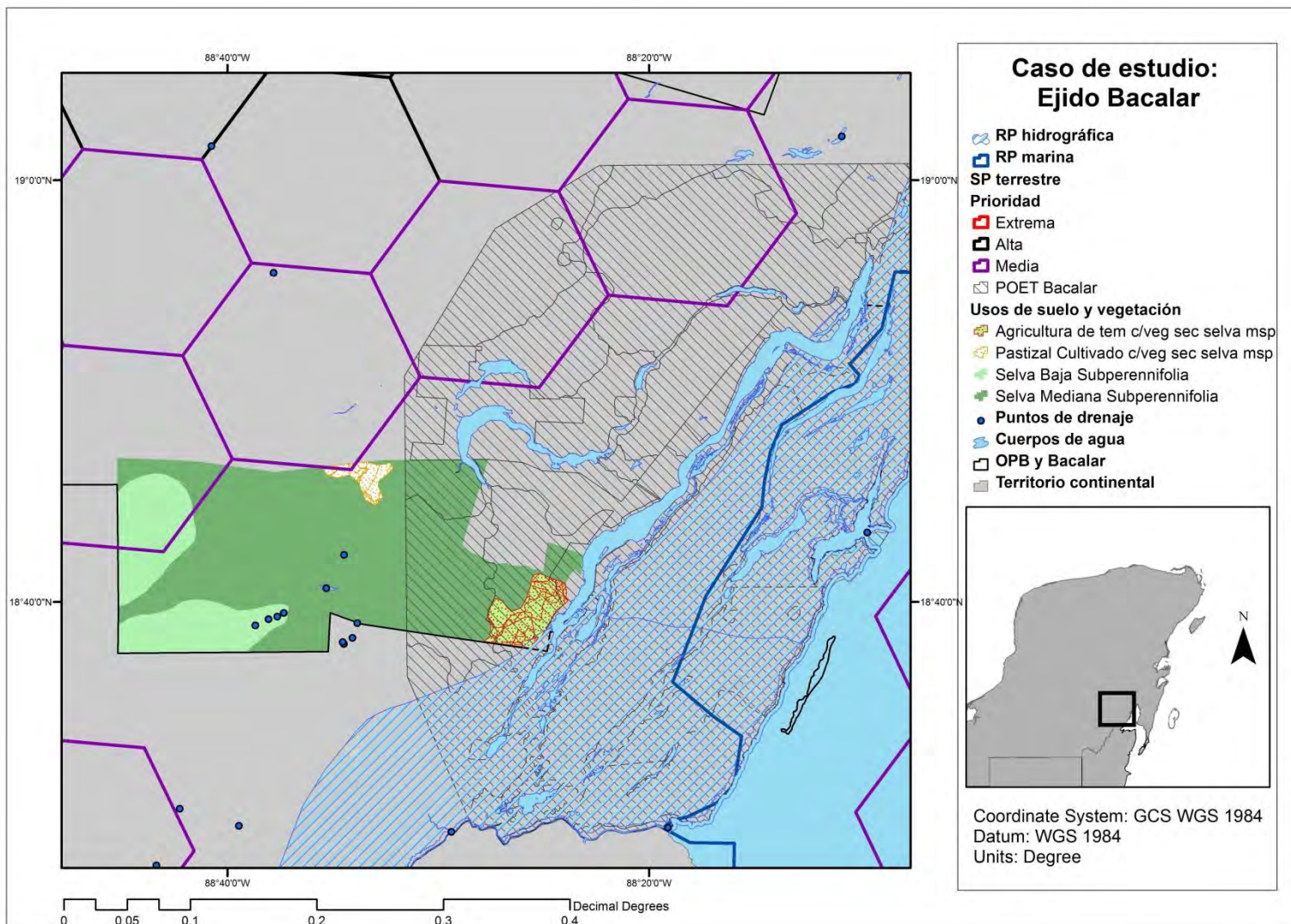
El contexto general para el ejido de Bacalar se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 6. Contexto específico del ejido de Bacalar.

<b>Diagnostico (POETG)</b>	<b>Orientación del desarrollo y/o aprovechamiento</b>	<b>Usos de suelo y vegetación</b>	<b>Rendimiento de referencia</b>	<b>Programas posibles de aplicar</b>
<p><b>Unidad ambiental <i>Karst del sur de Quintana Roo</i></b></p> <p><b>Prioridad de atención:</b> media <b>Estado inicial:</b> medianamente estable. <b>E. mediano plazo:</b> medianamente estable. <b>E. largo plazo:</b> inestable <b>Eje rector:</b> preservación de F y F <b>Política:</b> protección, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales</p> <p><b>Unidad ambiental <i>karst y lomeríos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo</i></b></p> <p><b>Prioridad de atención:</b> alta <b>Estado inicial:</b> inestable <b>E. med. plazo:</b> inestable-critico. <b>E. largo plazo:</b> inestables-critico. <b>Eje rector:</b> preservación de F y F <b>Política:</b> restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los RN.</p>	<p><b>Conservación</b></p>	<p>4.7% de acahuales</p> <p>19.9% de selva baja subp</p> <p>73.45% de selva med subp</p> <p>1.8% de pastizal-selva</p>	<p><b>Valor del cultivo de maíz para autoconsumo</b></p> <p>\$5 000/ha</p> <p><b>Programa de pago por Servicios Ambientales</b></p> <p>\$458/ha</p>	<p>47/54 componentes d PDA</p> <p>35/41 componentes de PC&amp;US</p>



Mapa 15. Ejido Bacalar.



### **Planteamiento optimización lineal: método simplex.**

La formulación del sistema de ecuaciones está establecida para maximizar los rendimientos por las actividades agropecuarias en el ejido de Bacalar y los correspondientes al rendimiento inicial en la ejecución de los PC&US. El objetivo del planteamiento es determinar la proporción del territorio que se debe destinar a la agricultura, a la ganadería y a las actividades de conservación y/o aprovechamiento sustentable de la cubierta vegetal natural. Por lo que para cuantificar los beneficios, se consideran como rendimiento inicial el beneficio generado por el programa de pago por servicios ambientales instrumentado por la CONAFOR. El rendimiento inicial a maximizar para las actividades agropecuarias es el correspondiente al valor de producción del cultivo de maíz para autoconsumo.

El sistema de ecuaciones se basa en los siguientes datos:

#### **Usos de suelo y vegetación serie I y V (INEGI) Bacalar (ha)**

Superficie actual de selva	48963
Superficie actual con act. agrop.	3468
Superficie de selva 1980 (valor inicial)	51396
Superficie de act. agrop. 1980 (valor inicial)	600

#### **Valores intrínsecos**

\$458/ha valor promedio anual del pago por servicios ambientales en Q.R.

\$5 000/ha valor de producción de maíz para autoconsumo.

Y se expresa en:

#### **Variables de decisión**

X = conservación

X2 = aprovechamiento agropecuario

## Restricciones

<b>R1</b>	La superficie actual de selva más la superficie con act. agrop. debe ser menor o igual a 52 431
<b>R2</b>	La superficie actual de selva debe ser mayor o igual a su propia cobertura
<b>R3</b>	La superficie actual con act. agrop. debe ser menor o igual a su propia cobertura
<b>R4</b>	La superficie actual de selva debe ser mayor o igual a su valor inicial
<b>R5</b>	La superficie actual con act. agrop. debe ser menor o igual a su valor inicial

## Sistema de inecuaciones Bacalar

### Maximizar

$$Z = 458x + 5000x_2 \quad \text{Función objetivo}$$

### Sujeto a:

$$48\,963x + 3468x_2 \leq 52437 \quad \mathbf{R1}$$

$$48963x \geq 48963 \quad \mathbf{R2}$$

$$3468x_2 \leq 3468 \quad \mathbf{R3}$$

$$48963x \geq 51396 \quad \mathbf{R4}$$

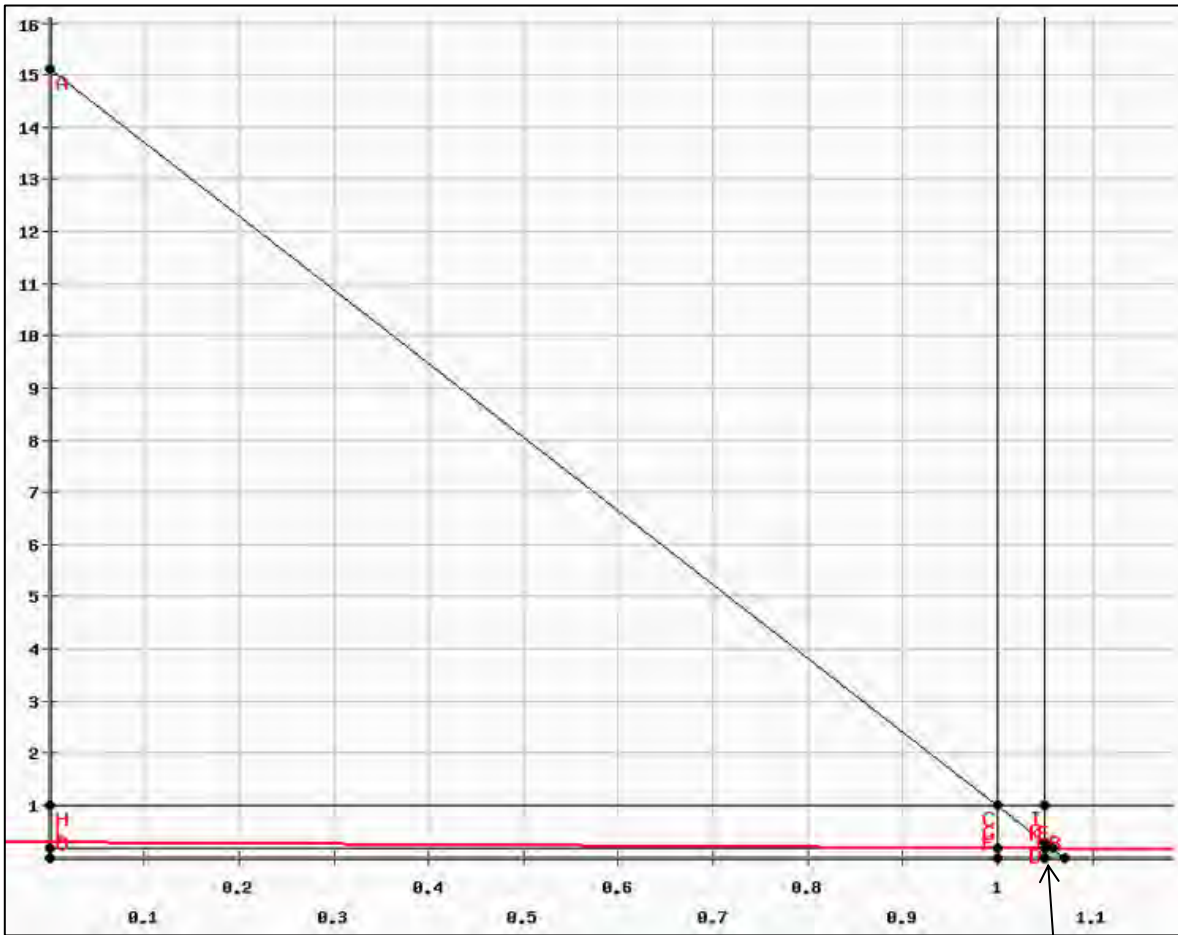
$$3468x_2 \leq 600 \quad \mathbf{R5}$$

$$x, x_2 \geq 0$$

Tabla 7. Resultados del proceso iterativo: ejido Bacalar.

	X1	X2		Totales	Rendimientos maximizados
R1	48963	3468	≤	52431	52431
R2	48963	0	≥	48963	51831
R3	0	3468	≤	3468	600
R4	48963	0	≥	51396	51831
R5	0	3468	≤	600	600
<b>Coef. FO</b>	458	5000			1349.88
<b>Solución</b>	1.05857484	0.17301038			
<b>Valor relativo</b>	86%	14%			

Gráfico 5: Gráfico de la región factible: ejido Bacalar.



Punto	Coordenada x (x1)	Coordenada y (x2)	Valor de la función objetivo (z)
A	0	15.1185	75592.5605
B	1.0708	0	490.4396
C	1	1	5458
D	1.0496	0.2984	1972.9728
E	1.0585	0.173	1349.88
F	1	0	458
G	1	0.173	1323.0519
H	0	1	500
I	1.0496	1	5480.7582
J	1.0496	0	480.7582
K	1.0496	0.173	1345.8101
L	0	0.173	865.0519

Región factible

Las coordenadas en rojo no pertenecen a la región factible.

Las coordenadas en verde pertenecen a la región factible y es el valor máximo de Z.

## **Interpretación**

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la optimización lineal de los rendimientos con el método simplex, se observa que el valor máximo es de \$1 349.88/ha de beneficio por el pago de servicios ambientales y por el cultivo de maíz para autoconsumo. La optimización expresa que para obtener el rendimiento máximo con base en la unidad de referencia (una hectárea), debe destinarse a la conservación hasta el 86% de la misma y para las actividades agrícolas hasta el 14%. La proporción más próxima a esta condición (región factible) aunado a obtener los rendimientos económicos más altos es entre el 85.22% a 86.94 % para conservación y entre 0% a 14.50% para usos agropecuarios.

Trasladando los valores a las dimensiones del territorio del ejido de Bacalar y con base en las restricciones establecidas, la proporción de la superficie que debe tener una vocación conservacionista es de 51 831 ha, de las cuales 2 868 ha deberán adecuarse a un proceso de recuperación y restauración de la cubierta vegetal natural o trasladar el manejo hacia un sistema agroforestal que permita la interacción de especies leñosas con cultivos agrícolas o con animales, ambos con el fin de potenciar los servicios ambientales y facilitar el acceso a los beneficios de estos esquemas de aprovechamiento. Para esta superficie, las estrategias que viabilizaran este objetivo pueden considerarse en la oferta de programas para la conservación y uso sustentable de los RN, de los cuales, 35 son los componentes a los que el ejido puede acceder.

En cuanto a la proporción de superficie que ocupa las actividades agropecuarias, se establece que de las 3 468 ha destinadas, debe reducirse la superficie a 600 ha. Esto implica una reducción importante, ya que significa disminuir el 83% de la superficie con actividades agropecuarias, por lo tanto el cambio de uso de suelo tiene que contemplar rendimientos similares, de manera que las estrategias tienen que optimizar y proveer valores agregados a los esquemas de aprovechamiento alternativos, mismos que pueden generarse a través de los 49 componentes de los PDA a los que el ejido puede acceder.

El escenario es viable, ya que el ejido tiene los elementos necesarios para regular el desarrollo hacia términos de sostenibilidad y por lo tanto conservar sus recursos naturales. Es decir, cuenta con capacidades operativas que le permiten cumplir con los requisitos para

ejercer 35 de 41 componentes de los *PC&US*, 49 de 54 componentes para los *PDA* y tiene recursos humanos y naturales de gran potencial.

De acuerdo al análisis desarrollado para el ejido de Bacalar y a la programación lineal del uso de suelo, los programas que se adecuan a la circunstancia son:

Tabla 8. MFC ejido Bacalar.

Programa	Objetivo/beneficio		
	Capacitar	Potenciar	Regular/monitorear
<b>Desarrollo forestal comunitario: estudios de OTC.</b>	Proporcionar herramientas para definir criterios aplicables al manejo de los RN.		
<b>Promoción de mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes</b>		Generar beneficios por mantener la continuidad de la cubierta de la selva.	
<b>Compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos</b>	Proporcionar elementos para potenciar el aprovechamiento forestal maderable y no maderable.		
<b>Sistemas productivos sustentables y biodiversidad</b>	Capacitación y asistencia técnica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento de productos.</li> <li>• Mejora de capacidades en actores clave.</li> <li>• Donaciones con contrapartida para inversiones y actividades.</li> <li>• Coinversión con redes informales y asociaciones de productores.</li> <li>• Diferenciación de mercados y productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retroalimentación con sistemas de producción similares.</li> </ul>
<b>Programa especial de áreas de acción temprana REDD+ península de Yucatán.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios técnicos.</li> <li>• Silvicultura comunitaria.</li> <li>• Restauración y reconversión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de los recursos forestales.</li> <li>• Aprovechamiento forestal sustentable.</li> </ul>	

<b>Sistemas agroforestales</b>			
<b>Desarrollo de capacidades</b>			
<b>Desarrollo forestal maderable y no maderable</b>			
<b>Subsidios para el fomento a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre nativa en UMA.</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar alternativas de aprovechamiento de los recursos naturales.</li> <li>• Conservación y aprovechamiento de la vida silvestre nativa y su hábitat.</li> </ul>	
<b>Σ</b>	5	6	2

Los siguientes programas se consideran para la generación de facultades colectivas y del enriquecimiento del capital humano ligado al aprovechamiento de los recursos naturales.

Tabla 9. MFC ejido Bacalar

<b>Programa</b>	<b>Objetivo/beneficio</b>		
	<b>Capacitar</b>	<b>Potenciar</b>	<b>Regular/monitorear</b>
<b>Programa de empleo temporal (SEMARNAT/SEDESOL)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación educativa ciudadana.</li> <li>• Conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los RN.</li> <li>• Acciones para mitigar el impacto del cambio climático.</li> </ul>	
<b>Subsidios a organizaciones de la sociedad civil para el desarrollo sustentable con perspectiva de género.</b>		Fomento del asociacionismo ciudadano y a la equidad de género.	
<b>Programa integral de desarrollo rural</b>		Desarrollo de proyectos con autoría ciudadana.	

$\Sigma$	0	3	0
----------	---	---	---



## Escenario ejido Nuevo Becar

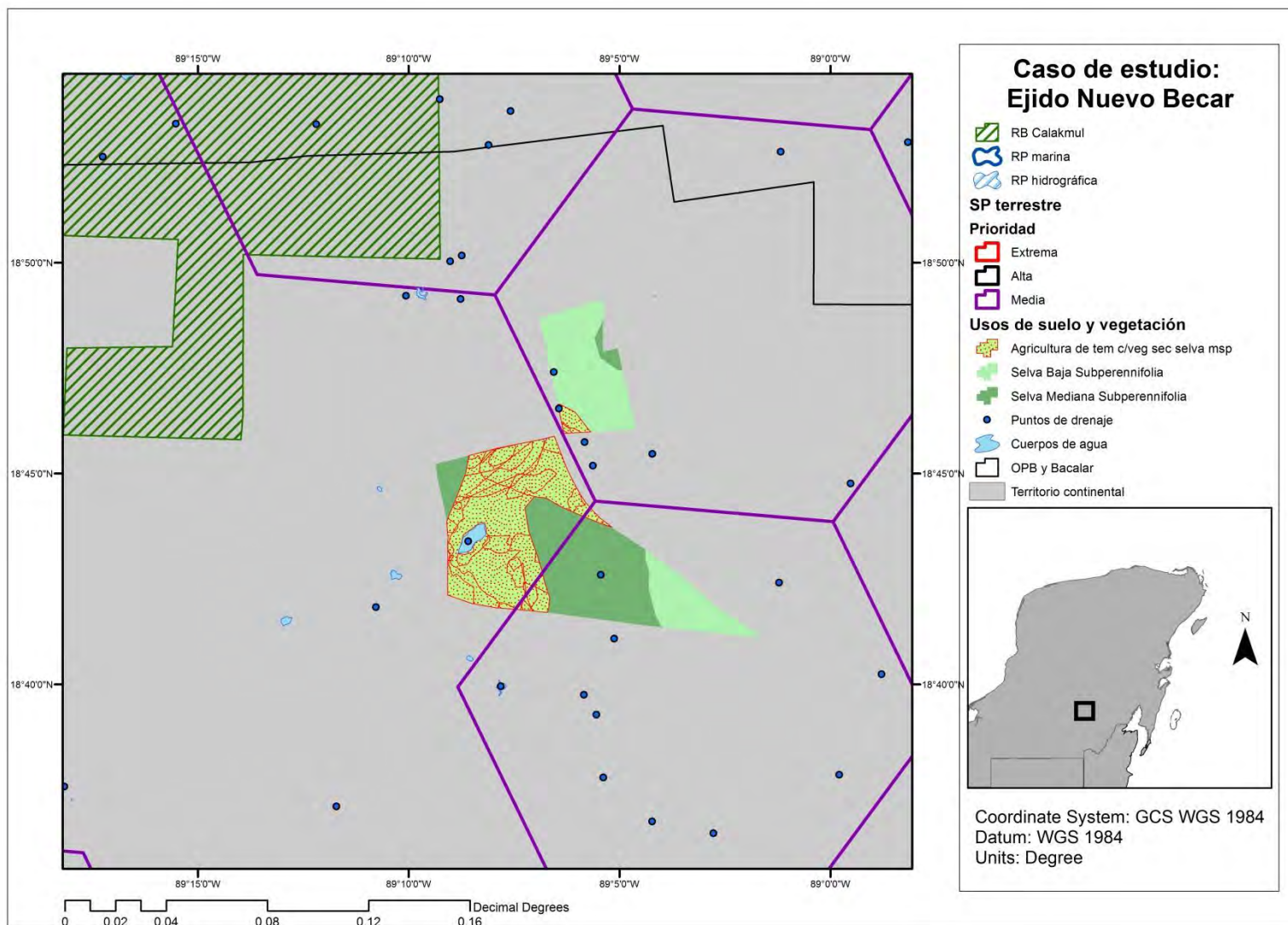
De acuerdo al desarrollo de la clasificación por estratos, se determinó con base en los criterios de inclusión establecidos que el ejido de Nuevo Becar corresponde al estrato tipo 2. Se incluye en este estrato por cumplir con el criterio referente a las actividades agropecuarias (a), estar próximo a la Reserva de la Biosfera de Calakmul (b), parte del ejido es identificado como prioritario para la conservación de ecosistemas terrestres de prioridad media (c) y contiene en su territorio dos puntos de drenaje en suelos permeables y dos en dolina o depresión (d). Para el criterio de planeación ambiental, el ejido cuenta con un Ordenamiento Territorial Comunitario desde el 2009 (e).

El contexto general para el ejido de Nuevo Becar se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 10. Contexto específico ejido Nuevo Becar.

Ejido	Diagnostico (POETG)	Orientación del desarrollo/aprovechamiento	Usos de suelo y vegetación	Rendimiento de referencia	Programas posibles de aplicar
Nuevo Becar	<p><b>Unidad ambiental karst y lomeríos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo</b></p> <p><b>Prioridad de atención:</b> alta  <b>Estado inicial:</b> inestable  <b>E. mediano plazo:</b> inestable-crítico.  <b>E. largo plazo:</b> inestable-crítico.  <b>Eje rector:</b> preservación de F y F  <b>Política:</b> restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.</p>	<b>Conservación y agropecuario</b>	<p><b>40.22%</b> de acahuales (zona destinada a las acti. Agropecuarias)</p> <p><b>28.55%</b> de selva baja subp</p> <p><b>31.42%</b> de selva med subp</p>	<p><b>Valor del cultivo de chile jalapeño para comercializar</b></p> <p>\$3 000/ha</p> <p><b>Programa de pago por Servicios Ambientales</b></p> <p>\$458/ha</p>	<p><b>48/54</b> componentes de PDA</p> <p><b>12/41</b> componentes de PC&amp;US</p>

Mapa 16. Ejido de Nuevo Becar.



Elaboración propia a partir de datos vectoriales de la serie cartográfica *usos de suelo y vegetación sV*. INEGI.

### **Planteamiento optimización lineal: método simplex.**

Al igual que para el primer escenario, se consideran como rendimiento inicial el beneficio generado por el programa de pago por servicios ambientales instrumentado por la CONAFOR. El valor inicial a maximizar para las actividades agropecuarias es el rendimiento correspondiente al valor de producción del cultivo de chile jalapeño para comercializar.

El sistema de ecuaciones se basa en los siguientes datos:

<b>Usos de suelo y vegetación serie II<sup>7</sup> y V (INEGI)</b>	<b>Nuevo Becar (ha)</b>
Superficie actual de selva	4414
Superficie actual con act. agrop.	2970
Superficie de selva 1980 (valor inicial)	6347
Superficie con act. agropecuarias 1980 (valor inicial)	1038

### **Valores intrínsecos**

\$458/ha valor promedio anual del pago por servicios ambientales en Q.R.

\$3 000/ha valor de producción de chile jalapeño para comercializar.

Y se expresa en:

### **Variables de decisión**

X = conservación

X2 = aprovechamiento agropecuario

---

<sup>7</sup> En el caso de NB el valor inicial para el uso de suelo y vegetación se obtiene de la serie II ya que el ejido se fundó en 1988.

## Restricciones

<b>R1</b>	La superficie actual de selva más la superficie con act. agrop. debe ser menor o igual a 7 384
<b>R2</b>	La superficie actual de selva debe ser mayor o igual a su propia cobertura
<b>R3</b>	La superficie actual con act. agrop. debe ser menor o igual a su propia cobertura
<b>R4</b>	La superficie actual de selva debe ser mayor o igual a su valor inicial
<b>R5</b>	La superficie actual con act. agrop. debe ser menor o igual a su valor inicial

## Sistema de inecuaciones Nuevo Becar

### Maximizar

$$Z = 458x + 3000x_2 \quad \text{Función objetivo}$$

### Sujeto a:

$$4414x + 2970x_2 \leq \quad \text{R1}$$

$$7385$$

$$4414x \geq 4414 \quad \text{R2}$$

$$2790x_2 \leq 2790 \quad \text{R3}$$

$$4414x \geq 6347 \quad \text{R4}$$

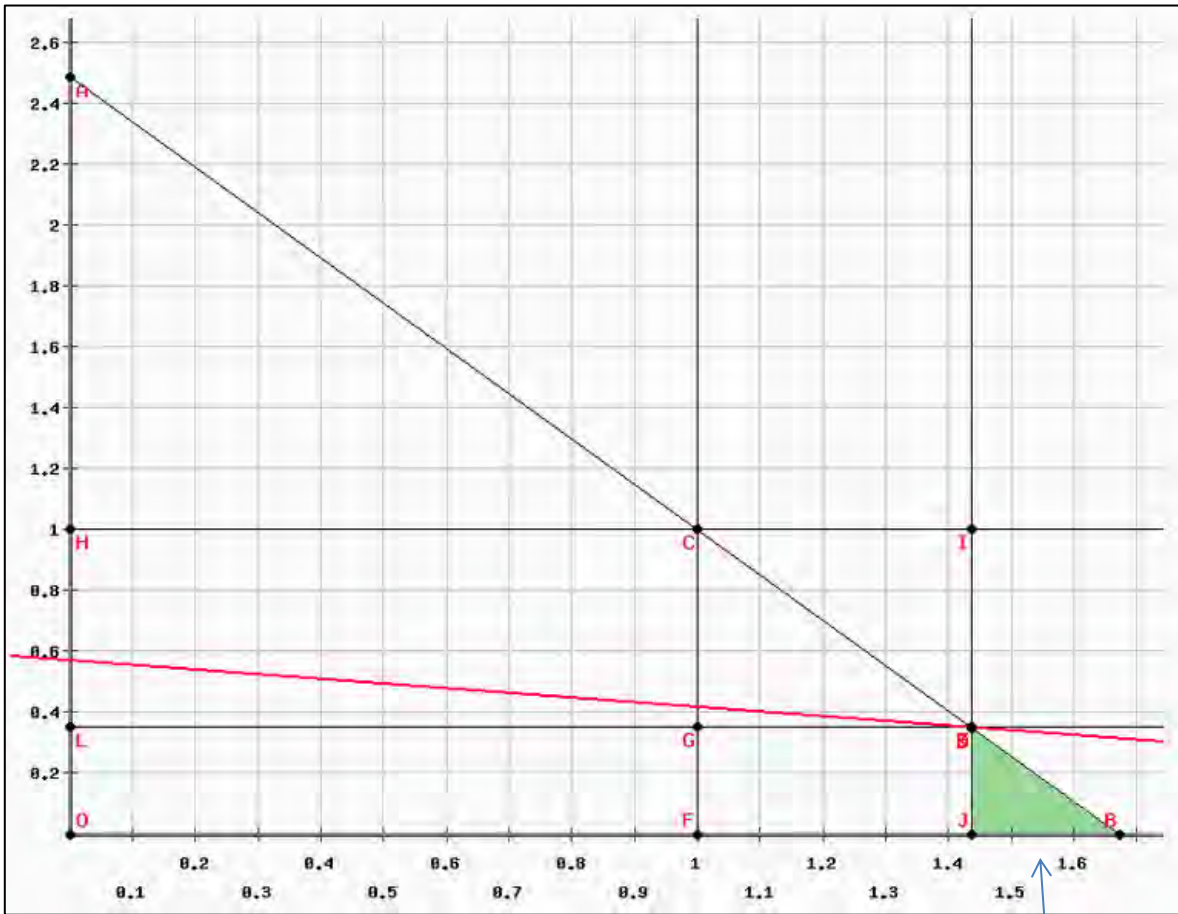
$$2970x_2 \leq 1038 \quad \text{R5}$$

$$x, x_2 \geq 0$$

Tabla 11. Resultados del proceso iterativo: ejido Nuevo Becar.

	X	X2		Totales	Rendimientos maximizados
Restricción 1	4414	2970	≤	7384	7384
Restricción 2	4414	0	≥	4414	6346
Restricción 3	0	2970	≤	2970	1038
Restricción 4	4414	0	≥	6346	6346
Restricción 5	0	2970	≤	1038	1038
Coef. FO	458	3000			1706.95
Solución	1.43769823	0.34949495			
Valor relativo	80%	20%			

Gráfico 6. Gráfico de la región factible: ejido Nuevo Becar.



Punto	Coordenada x (x1)	Coordenada y (x2)	Valor de la función objetivo (z)
A	0	2.4861	7458.5858
B	1.6728	0	766.1694
C	1	1	3458
D	1.4379	0.3491	1706.0442
E	1.4376	0.3494	1706.9506
F	1	0	458
G	1	0.3494	1506.4848
H	0	1	3000
I	1.4379	1	3658.5695
J	1.4379	0	658.5695
K	1.4379	0.3494	1707.0543
L	0	0.3494	1048.4848

Región factible

Las coordenadas en rojo no pertenecen a la región factible.

Las coordenadas en verde pertenecen a la región factible y es el valor máximo de Z.

## Interpretación

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la programación lineal de los rendimientos con el método simplex, se observa que el valor máximo es de \$1 706.95/ha de beneficio por el pago de servicios ambientales y por el cultivo de chile jalapeño para comercializar. La optimización expresa que para obtener el rendimiento máximo con base en la unidad de referencia (una hectárea) debe destinarse a la conservación el 80% de la misma y para las actividades agrícolas el 20%. La proporción más próxima a esta condición (región factible) aunado a obtener los rendimientos económicos más altos es entre el 80.44% a 93.60% para conservación y entre 0% a 19.56% para usos agropecuarios.

Con base en las restricciones establecidas y en proporción a la totalidad del territorio del ejido de Nuevo Becar, la posibilidad de destinar en el manejo de los recursos naturales a la implementación de **programas para la conservación y/o el uso sustentable** de los recursos naturales es de hasta 6 346 ha y puede desarrollar actividades agropecuarias en hasta 1 038 ha.

La superficie a transformar hacia fines de conservación respecto a la actual es de 1 932 ha en las que será necesario implementar acciones de restauración de la cubierta vegetal, para esto el **Programa especial de áreas de acción temprana REDD+ península de Yucatán** puede facilitar el proceso para restaurar y reconvertir el área mencionada hacia un aprovechamiento de la selva que implique conservar con beneficios directos para la población local.

El escenario es viable, pero el factor cultural de los habitantes respecto a la preferencia por las actividades agropecuarias hace que la disminución requerida en la superficie para las actividades agropecuarias, signifique mejorar la eficiencia en el sistema agropecuario y potenciar las oportunidades de aprovechamiento que implique la continuidad temporal y de superficie de la selva.

Nuevo Becar, es el único ejido de los tres seleccionados que puede acceder al programa de pago por servicios ambientales de acuerdo a sus reglas de operación, lo que ubica al valor inicial propuesto como parámetro conocido en el desarrollo y ejecución de estrategias locales para el fortalecimiento de este mecanismo. De manera que el programa **Promoción**

**de mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes** es una opción a implementar de importante potencial para los productores locales en transición hacia esquemas de aprovechamiento orientados a la conservación de la selva.

El ejido tiene los elementos necesarios para regular el desarrollo hacia términos de sustentabilidad y por lo tanto conservar sus recursos naturales. Es decir, cuenta con capacidades operativas que le permiten cumplir con los requisitos para ejercer 12 componentes de los PC&US, 48 componentes para los PDA y es parte de una zona de gran interés por su proximidad a la reserva de la biosfera de Calakmul, lo que ha ubicado a la comunidad como un sitio de concurrencia para las diferentes figuras involucradas en el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad.

Por lo que de acuerdo al análisis desarrollado para el ejido de Nuevo Becar y a la programación lineal del uso de suelo, los programas que se adecuan a la disponibilidad actual de los recursos naturales para su conservación son:

Tabla 12. MCF ejido Nuevo Becar.

Programa	Objetivo/beneficio		
	Capacitar	Potenciar	Regular/monitorear
<b>Desarrollo forestal comunitario: estudios de OTC.</b>	Proporcionar herramientas para definir criterios aplicables al manejo de los RN.		
<b>Promoción de mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes</b>		Generar beneficios por mantener la continuidad de la cubierta de la selva.	
<b>Programa especial de áreas de acción temprana REDD+ península de Yucatán.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios técnicos.</li> <li>• Silvicultura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de los recursos forestales.</li> <li>• Aprovechamiento</li> </ul>	

	comunitaria. • Restauración y reconversión.	forestal sustentable.	
<b>Sistemas agroforestales</b>			
<b>Desarrollo de capacidades</b>			
<b>Desarrollo forestal maderable y no maderable</b>			
<b>Subsidios para el fomento a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre nativa en UMA.</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar alternativas de aprovechamiento de los recursos naturales.</li> <li>• Conservación y aprovechamiento de la vida silvestre nativa y su hábitat.</li> </ul>	
<b>Σ</b>	4	5	1



Los siguientes programas se consideran para la generación de facultades colectivas y del enriquecimiento del capital humano ligado al aprovechamiento de los recursos naturales.

Tabla 13: MCF ejido Nuevo Becar

Programa	Objetivo/beneficio		
	Capacitar/asesorar	Potenciar	Regular/monitorear
<b>Programa de empleo temporal (SEMARNAT/SEDESOL)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación educativa ciudadana.</li> <li>• Conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los RN.</li> <li>• Acciones para mitigar el impacto del cambio climático.</li> </ul>	
<b>Subsidios a organizaciones de la sociedad civil para el desarrollo sustentable con perspectiva de género.</b>		Fomento del asociacionismo ciudadano y a la equidad de género.	
<b>Programa integral de desarrollo rural</b>		Desarrollo de proyectos con autoría ciudadana.	

Respecto a las 1 038 ha designadas para uso agropecuario, la gama de programas adecuados a los términos planteados son:

Tabla 14. MCF ejido Nuevo Becar.

Programa		Objetivo/beneficio		
		Capacitar/Asesorar	Potenciar	Regular/monitorear
Fomento a la agricultura	Agroincentivos			
	PROAGRO productivo			
	Bioenergía y sustentabilidad.			
	Incentivos para productores de maíz y frijol.			
PROGRAMAN		<ul style="list-style-type: none"> <li>• En servicios de protección al patrimonio.</li> <li>• En servicios técnicos, asistencia técnica, capacitación o acompañamientos técnicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora las condiciones sanitarias para el desarrollo y la competitividad del sector agropecuario.</li> <li>• Fomenta la Agricultura familiar periurbana y de traspatio.</li> <li>• En efectivo por vientre o colmena den inventario de ganado bovino, ovejas, cabras o colmenas pobladas.</li> <li>• En especie. Identificadores SINIIGA</li> <li>• Proyecto estratégico de seguridad alimentaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación y uso sustentable del suelo y agua.</li> <li>• Modernización sustentable de la agricultura tradicional.</li> </ul>
Sanidad e inocuidad agroalimentaria				
Programa integral de desarrollo rural				

## Escenario ejido Allende

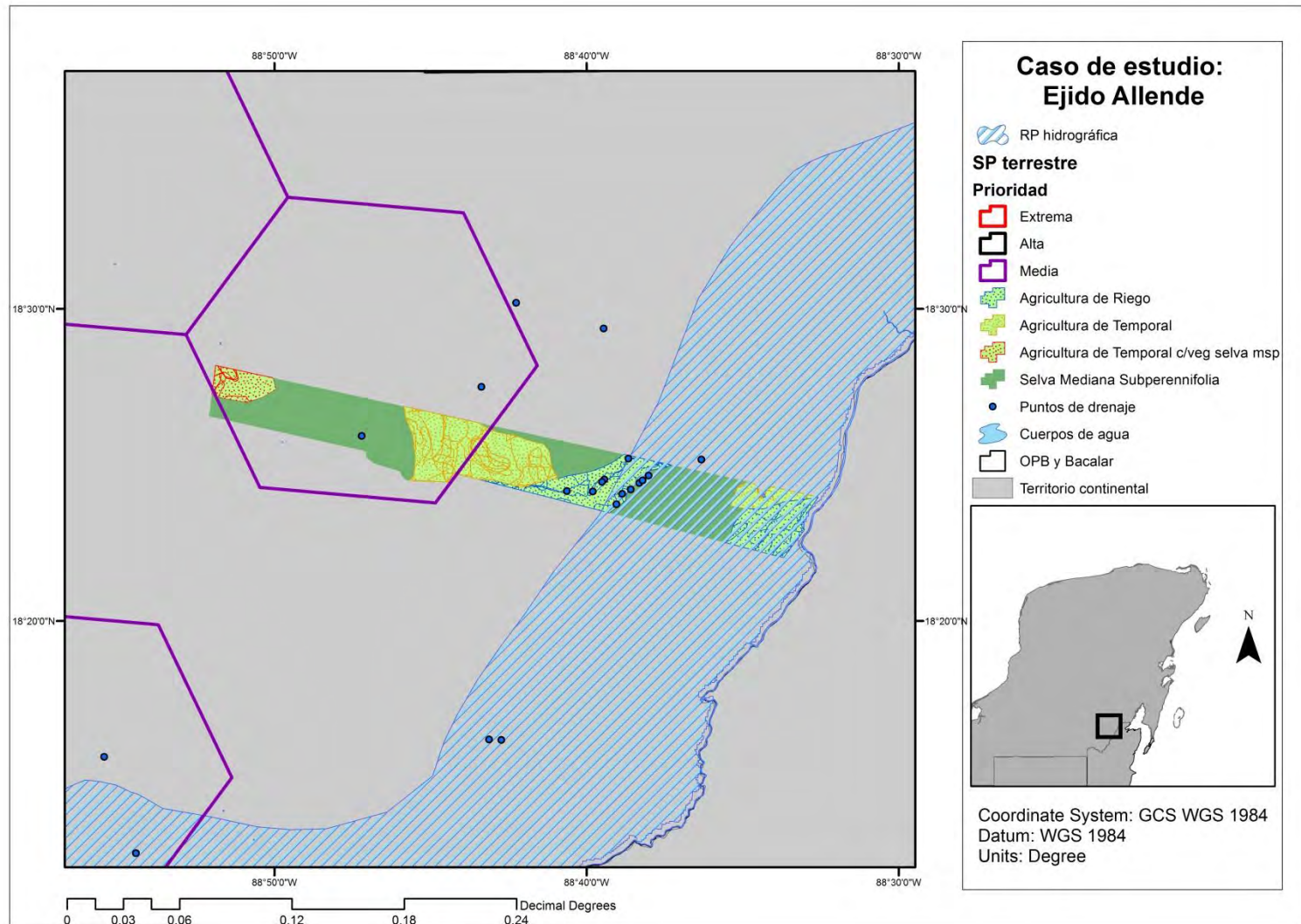
En el caso de Allende, la clasificación por estratos lo ubica como un ejido tipo 3, ya que cumple con el criterio del perfil agropecuario (a), en su territorio se identifican sitios prioritarios para la conservación de ecosistemas terrestres e hidrológicos (c) y contiene en su territorio doce dos puntos de drenaje en suelos permeables. En relación a los criterios de planeación ambiental, no se reconoció la influencia de herramientas de esta índole. Esto genera una situación en la que el ejido se desarrolla en términos poco viables para la conservación, es decir, el manejo de los recursos naturales es dictado por las necesidades de producción del cultivo de caña de azúcar, lo que provoca la singularidad del desarrollo hacia términos solamente económicos y genera complejidad en el manejo de otro tipo de recurso natural, así como en la dinámica del ejido.

El contexto general para el ejido de Allende se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 15. Contexto específico ejido Allende.

Diagnostico (POETG)	Orientación del desarrollo/apro vechamiento	Usos de suelo y vegetación	Rendimiento de referencia	Programas posibles de aplicar
<p><b>Unidad ambiental <i>Karst del sur de Quintana Roo</i></b></p> <p><b>Prioridad de atención:</b> media</p> <p><b>Estado inicial:</b> medianamente estable.</p> <p><b>E. mediano plazo:</b> medianamente estable.</p> <p><b>E. largo plazo:</b> inestable</p> <p><b>Eje rector:</b> preservación de F y F</p> <p><b>Política:</b> protección, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.</p>	<p><b>Agrícola</b></p>	<p>44.57% uso agrícola</p> <p>50.8% de selva med subp</p> <p>4.6% de acahuales</p>	<p><b>Valor del cultivo de caña de azúcar para comercializar</b></p> <p>\$16 900/ha</p> <p><b>Programa de pago por Servicios Ambientales</b></p> <p>\$458/ha</p>	<p><b>49/54</b> componentes de <i>PDA</i></p> <p><b>13/41</b> componentes de <i>PC&amp;US</i></p>

Mapa 17. Ejido de Allende



Elaboración propia a partir de datos vectoriales de la serie cartográfica *usos de suelo y vegetación sv*. INEGI.

### Planteamiento optimización lineal: método simplex.

El valor inicial a maximizar para las actividades agropecuarias es el rendimiento correspondiente al valor de producción del cultivo de caña de azúcar para comercializar. El valor inicial para los *PC&US* es el mismo que en los dos escenarios que anteceden.

El sistema de ecuaciones se basa en los siguientes datos:

#### Usos de suelo y vegetación serie I y V (INEGI) Allende (ha)

Superficie actual de selva	6088
Superficie actual con act. agrop.	5340
Superficie de selva 1980 (valor inicial)	8707
Superficie de act. agrop. 1980 (valor inicial)	3117

#### Valores intrínsecos

\$458/ha valor promedio anual del pago por servicios ambientales en Q.R.

\$16 900/ha valor de producción de caña para comercializar.

Y se expresa en:

#### Variables de decisión

X = conservación

X2 = aprovechamiento agropecuario

#### Restricciones

<b>R1</b>	La superficie actual de selva más la superficie con act. agrop. debe ser menor o igual a 11 428
<b>R2</b>	La superficie actual de selva debe ser mayor o igual a su propia cobertura
<b>R3</b>	La superficie actual con act. agrop. debe ser menor o igual a su propia cobertura
<b>R4</b>	La superficie actual de selva debe ser mayor o igual a su valor inicial
<b>R5</b>	La superficie actual con act. agrop. debe ser menor o igual a su valor inicial

## Sistema de inecuaciones Allende

### Maximizar

$$Z = 458x + 16900x_2 \quad \text{Función objetivo}$$

### Sujeta a:

$$6088x + 5340x_2 \leq 11428 \quad R1$$

$$6088x \geq 6088 \quad R2$$

$$5340x_2 \leq 5340 \quad R3$$

$$6088x \geq 8707 \quad R4$$

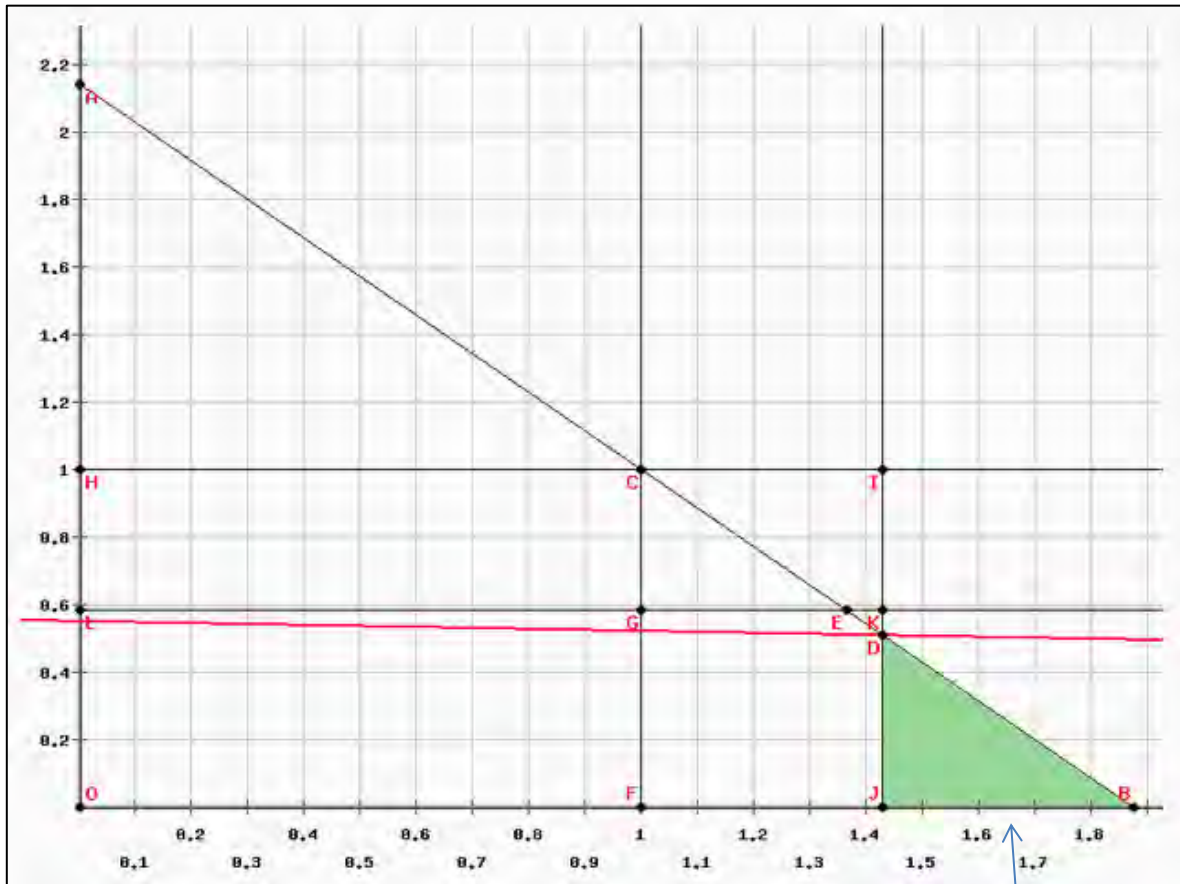
$$5340x_2 \leq 3117 \quad R5$$

$$x, x_2 \geq 0$$

Tabla 16. Resultados del proceso iterativo: ejido de Allende.

	X	X2		Totales	Rendimientos maximizados
Restricción 1	6088	5340	≤	11428	11428
Restricción 2	6088	0	≥	6088	8707
Restricción 3	0	5340	≤	5340	2721
Restricción 4	6088	0	≥	8707	8707
Restricción 5	0	5340	≤	3117	2721
Coef. FO	458	16900			9266.43
Solución	1.43019054	0.50955056			
Valores relativos	74%	26%			

Gráfico 7. Gráfico de la región factible: ejido Allende.



Punto	Coordenada x (x1)	Coordenada y (x2)	Valor de la función objetivo (z)
A	0	2.1400	36167.2659
B	1.8771	0	859.7279
C	1	1	17358
D	1.4301	0.5095	9266.4317
E	1.3651	0.5837	10489.8991
F	1	0	458
G	1	0.5837	10322.6629
H	0	1	16900
I	1.4301	1	17555.0272
J	1.4301	0	655.0272
K	1.4301	0.5837	10519.6901
L	0	0.5837	9864.6629

Región factible

Las coordenadas en rojo no pertenecen a la región factible.

Las coordenadas en verde pertenecen a la región factible y es el valor máximo de Z.

## Interpretación

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la optimización lineal de los rendimientos con el método simplex, el valor máximo del beneficio por el pago de servicios ambientales y por el cultivo de caña para comercializar es de \$9 266.43/ha. La programación lineal expresa que para obtener el rendimiento máximo con base en la unidad de referencia (una hectárea), debe destinarse a la conservación el 74% de la misma y para las actividades agrícolas el 26%. La proporción más próxima a esta condición (región factible) aunado a obtener los rendimientos económicos más altos es entre el 73.73% a 96.77% para conservación y entre 0% a 26% para usos agropecuarios.

Es decir, trasladando los valores a las dimensiones del territorio del ejido de Allende y con base en las restricciones establecidas, la proporción de la superficie que debe tener una vocación conservacionista es de 8 707 hectáreas, de las cuales 2 619 ha deberán adecuarse a un proceso de recuperación y restauración de la cubierta vegetal natural. Para esta superficie, las estrategias que viabilizaran este objetivo pueden considerarse de la oferta de programas para la conservación y uso sustentable de los recursos naturales, de los cuales, 13 son los componentes a los que el ejido puede acceder.

Como primer paso hacia la optimización de sus recursos y para incrementar su disponibilidad, es necesario implementar un Ordenamiento Ecológico comunitario para establecer los parámetros desde la perspectiva de la población del ejido y para promover las facultades de planeación y gestión de los productores. De manera que los habitantes sean parte imprescindible de las estrategias a realizar en la conservación de los recursos naturales disponibles.

Así mismo, desde la perspectiva participativa de la comunidad, se requiere fortalecer el capital humano y las facultades productivas. Para esto, la oferta del **Programa de desarrollo de capacidades** de la CONAFOR permite generar los beneficios necesarios para las capacidades del ejido mediante el objetivo de conservar la cubierta vegetal y la provisión de servicios ambientales que implica su continuidad.

Ambos programas son los elementos básicos para desarrollar una planeación que viabilice aprovechar los servicios ambientales de la selva en una región de relevancia para la



biodiversidad. No obstante, la planeación requiere de fortalecerse mediante la adquisición de capacidades, ya que es prioritario incrementar el acervo de conocimientos sobre los ecosistemas en los que se desarrollan las actividades productivas, de manera que signifique un mayor beneficio conservar los ecosistemas tropicales a la par de su aprovechamiento ante la actividad cañera.

Este planteamiento será posible solo si la población local mantiene la voluntad de innovar en el manejo de los recursos naturales y procura establecer parámetros colectivos en su calidad de vida desde perspectivas integrales.

En cuanto a la proporción de superficie que ocupa el cultivo de caña de azúcar, se establece que de las 5 340 ha destinadas a este cultivo, debe reducirse la superficie a 3 117 ha. Esto implica que por ser la principal actividad productiva para el ejido, el rendimiento tiene que generar significativas ganancias respecto a la inversión, de manera que, las estrategias para optimizar y proveer valores agregados al cultivo de la caña de azúcar pueden generarse a través de los 49 componentes de los PDA a los que el ejido puede acceder. En el programa de fomento a la agricultura en su componente **Proyectos prioritarios agrícolas**, se encuentra la opción para atender las condiciones que provoca el déficit en el cultivo de caña.

El escenario es complejo por el choque de criterios, no tan solo en el aprovechamiento del suelo para las actividades cañeras, sino que en términos de manejo los productores dudan acerca de cuáles son los parámetros adecuados para el manejo sustentable del cultivo de caña en términos de impacto ambiental, de costo-beneficio económico y de las externalidades de esta industria para los derechos humanos de la población de Allende, migrantes, jornaleros y productores que avalen sus intereses de desarrollo humano y colectivo.

Sin embargo, la conservación y uso sustentable de los recursos naturales es viable siempre y cuando existan capacidades organizacionales y operativas en los productores, voluntad para cambiar y diversificar las opciones productivas y, sobre todo, recursos naturales disponibles. Es por ello que, de la gama de programas consultados, los siguientes programas pueden estrechar la brecha entre las actividades agropecuarias y la conservación

de los ecosistemas tropicales en el ejido de Allende aunado a mejoras en la calidad de vida de sus habitantes.

Programas para la conservación y/o manejo sustentable de los recursos naturales.

Tabla 17. MFC ejido Allende

Programa	Objetivo/beneficio		
	Capacitar	Potenciar	Regular/monitorear
<b>Desarrollo forestal comunitario: estudios de Ordenamiento Territorial Comunitario.</b>	Proporciona herramientas para definir criterios aplicables al manejo de los RN.		
<b>Promoción de mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes.</b>		Generar rendimientos por mantener la continuidad temporal y de cobertura de la selva.	
<b>Programa especial de áreas de acción temprana REDD+ península de Yucatán.</b>		Conservación de los recursos forestales.	
		Estudios técnicos. Silvicultura comunitaria. Restauración y reconversión.	
		Aprovechamiento forestal sustentable.	
<b>Desarrollo de capacidades</b>			
<b>Desarrollo forestal maderable y no maderable</b>			
<b>Subsidios para el fomento a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre nativa en UMA, en zonas y comunidades</b>		Proyectos mixtos que adopten acciones de conservación con manejo de hábitat y de aprovechamiento sustentable	

rurales de la república mexicana.		extractivo.	
Σ	2	5	2

Los siguientes programas se consideran para la generación de facultades colectivas y del enriquecimiento del capital humano ligado al aprovechamiento de los recursos naturales.

Tabla 18. MFC ejido Allende

Programa	Objetivo/beneficio		
	Capacitar	Potenciar	Regular/monitorear
Programa de empleo temporal (SEMARNAT/SEDESOL)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicación educativa ciudadana.</li> <li>Conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los RN.</li> <li>Acciones para mitigar el impacto del cambio climático.</li> </ul>	
Subsidios a organizaciones de la sociedad civil para el desarrollo sustentable con perspectiva de género.		Fomento del asociacionismo ciudadano y a la equidad de género.	
Programa integral de desarrollo rural		Desarrollo de proyectos con autoría ciudadana.	

Respecto a las 2 721 ha designadas para uso agrícola, la gama de programas adecuados a los términos planteados son:

Tabla 19. MFC ejido Allende

Programa		Objetivo/beneficio		
		Capacitar	Potenciar	Regular/monitorear
<b>Fomento a la agricultura</b>	Agroincentivos		Proporciona subsidios y herramientas para la innovación y hacer más eficiente los cultivos agrícolas.	
	PROAGRO productivo			
	<i>Proyectos prioritarios agrícolas</i>		Atención de problemas en la cadena de valor	
	Bioenergía y sustentabilidad.			
<b>Sanidad e inocuidad agroalimentaria</b>			Mejora las condiciones sanitarias para el desarrollo y la competitividad del sector agropecuario.	
<b>Programa integral de desarrollo rural</b>		Fomenta la Agricultura familiar periurbana y de traspatio.	Modernización sustentable de la agricultura tradicional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación y uso sustentable del suelo y agua.</li> <li>• Proyecto estratégico de seguridad alimentaria.</li> </ul>

## **DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Existen Mecanismos de Financiamiento para la Conservación de los recursos naturales que son posibles de aplicar con éxito de acuerdo a las características culturales, económicas, políticas y ambientales en el sur de Quintana Roo. Sin embargo, para que estos mecanismos generen beneficios económicos equivalentes o mayores, requieren integrarse a estrategias que contemplen la amplia participación sectorial y la biocapacidad de los ecosistemas para generar servicios ambientales de provisión y de soporte en una misma región, además de las implicaciones multifactoriales en las que los usuarios de los recurso natural interactúan.

En este sentido y para caracterizar el contexto, se decidió contrastar a los ejidos que integran el municipio de Othón P. Blanco y Bacalar mediante una clasificación por estratos con base en aspectos de conservación, el tipo de planeación ambiental y si llevan a cabo actividades agropecuarias en el ejido.

La clasificación permitió distinguir a tres tipos de ejidos. En el primer estrato los ejidos de Chacchoben, Blanca Flor, Miguel Hidalgo y Costilla, Buena vista y Bacalar. Para el segundo estrato, se incluyeron a 13 ejidos y en el tercero solo se incluyeron 4: Allende, Morocoy, Caanlumil y San Pedro Peralta, entre un total de un poco más de 100 ejidos en los dos municipios. Lo cual, descarta aproximadamente a 80 ejidos pero, aunque no tengan actividades agropecuarias, deben ser incluidos en estrategias de conservación y/o uso sustentable de los recursos naturales que permita aprovechar el potencial de los ecosistemas.

Los criterios de clasificación por estratos permitieron evidenciar posibles escenarios en ejidos con actividades agropecuarias, lo cual permitió identificar algunos aspectos de la dinámica de los actores involucrados en el manejo de los recursos naturales disponibles para cada contexto. A partir de los escenarios reconocidos, se implementó un análisis multicriterio que permitió identificar a productores, figuras gubernamentales, instituciones internacionales, ONG's y comerciantes locales, así como sus preferencias e intereses.

La integración de las perspectivas multicriterio a la metodología, se aproxima a partir de diferentes planteamientos en los que se encuentran aspectos en común y otros que resaltan por la afinidad para el contexto del sur de Quintana Roo (Stahl, C. H., Cimorelli, A. J., &

Chow, A. H. 2002; Bell, M. Hobbs, B. and Ellis, H. 2003; Kiker, G. et al. 2009; Slocom, S. 1998; Moreno, J. 2001 ; Atkinson, D. M., Deadman, P., Dudycha, D., & Traynor, S. 2005). Los aspectos considerados se integraron a partir de asumir la heterogeneidad de los sectores de la sociedad involucrados en el manejo de los recursos naturales y los criterios que ponderan su actuar mediante la inclusión de puntos de vista no sujetos a una sola racionalidad.

A partir de incluir las multiperspectivas involucradas como elementos de comunicación en el contexto, es posible identificar los puntos de contacto o contraste entre las partes involucradas en el aprovechamiento, así como el peso o importancia asignada a los juicios de cada figura para la toma de decisiones y, también, evidencia los aspectos del proceso de manejo de los recursos naturales que requieren de mayor certeza y herramientas para operar con éxito la estrategia, ya sea de conservación o de aprovechamiento agropecuario. El conjunto de estas virtudes permite reducir la entropía informativa y la incertidumbre técnica para la designación de las herramientas que facilitan ponderar los criterios.

En cuanto a la caracterización de los ejidos, la referencia más próxima se encuentra en los Ordenamientos Territoriales Comunitarios promovidos por la CONAFOR. A partir de esta herramienta, cada ejido que lo integre a su planeación contempla un proceso endógeno de toma de decisiones en el que se incluyen los intereses productivos de los ejidatarios y la voluntad para establecer el desarrollo hacia términos de sostenibilidad. En el sur del estado, 22 ejidos de Bacalar y 17 ejidos de Othón P. Blanco contemplan esta herramienta de planeación ambiental.

En lo correspondiente al método Simplex, las restricciones del sistema de ecuaciones logran denotar los criterios de mayor peso para la conservación de los ecosistemas. El modelo contempla que la cubierta de selva no puede reducirse, que la superficie con actividades agropecuarias no puede incrementar y se establecen dos variables en proporción de los valores iniciales (**variables de entrada**) para la superficie de selva y para la superficie con actividades agropecuarias.

En el modelo de ecuaciones, los valores iniciales de la cubierta vegetal natural se interpretan como variables objetivo, las cuales, se pueden implementar como el factor a considerar para replicar el modelo en los procesos de toma de decisiones que procuren definir las proporciones de la superficie con aprovechamiento productivo y para conservación de los ecosistemas en los ejidos.

Las variables de entrada, también pueden considerarse en la toma de decisiones para vislumbrar las herramientas de planeación ambiental necesarias, así como de la necesidad de tecnología, recursos financieros y asesoría técnica.

A partir de la optimización como elemento para ponderar, es posible designar que programas (MFC) son los adecuados para fortalecer una o varias etapas del proceso de manejo de los recursos naturales disponibles y, de igual manera, plantear opciones para incrementar la disponibilidad de recursos naturales propios de los ecosistemas tropicales y viabilizar aprovechamientos futuros.

De tal forma que, con el muestreo determinístico por cuotas y el método Simplex, se logró trasladar los valores cualitativos para cada ejido, hacia valores cuantitativos para establecer un parámetro del manejo de los recursos naturales que pueda adaptarse a diferentes escalas, ya sea a nivel de la agricultura para autoconsumo e incluso en regiones de vocación productiva específica.

No obstante, las opciones que ofrece la optimización por el método Simplex pueden considerarse como la pauta para la ejecución de técnicas aún más intrínsecamente relacionadas con las características del ejido.

Por mencionar algunos ejemplos, la ejecución de los marcos de evaluación de la sustentabilidad funciona con éxito como herramientas para trasladar los fundamentos de la sustentabilidad a las labores de conservación y a los esquemas de aprovechamiento de las actividades agropecuarias.

Los atributos que permiten desarrollar los marcos de evaluación de la sustentabilidad son los aportes propios que ofrecen los marcos analíticos para comparar sistemas de manejo alternativos mediante evaluaciones multicriterio y multidisciplinarias. También genera una

serie de indicadores para monitorear la zona de interés en términos del cambio real en el territorio, no solamente en términos administrativos de la aplicación de los MFC, lo cual contribuye a guiar los procesos de planificación y toma de decisiones (Astier et al. 2008).

Sin duda, el proceso para consolidar la conservación en el sur de Quintana Roo, considerada como una región destinada al aprovechamiento productivo pero identificada imprescindible para la funcionalidad de los ecosistemas tropicales, requiere de una amplia variedad de herramientas que, para el contexto hegemónico de la economía de mercado, sea viable ponderar elementos ecosistémicos a la par y en el mismo nivel y lenguaje que los elementos económicos en este tipo de contextos.



## CONCLUSIONES Y PROPUESTA

Una selva primaria intrínsecamente aumenta su diversidad productiva y su potencial de producción a razón de conservar su riqueza específica. Por lo que se puede inferir que, la circunstancia en la cual se desarrolla el manejo de los recursos naturales en el sur de Quintana Roo, corresponde a un escenario en el que algunas ofertas de desarrollo rural por parte de las instituciones son poco congruentes con las estrategias de conservación y, ambas, carecen de herramientas suficientes que orienten su ejecución hacia términos sustentables.

Por lo que para potenciar las estrategias de conservación, se deben generar e incluir valores agregados a los esquemas de aprovechamiento de la selva -y ecosistemas en interacción- y en consecuencia, les signifique a quienes manejan directamente los recursos naturales, una opción de desarrollo coherente con el potencial productivo de los ecosistemas. Para este propósito, los diferentes sectores de la sociedad deben asumir la responsabilidad compartida que implica reconocer y reproducir los esquemas de valores ambientales hacia otras racionalidades e integrarlos a la cultura productiva.

También, es necesario diversificar las herramientas de planeación ambiental y generalizar su implementación para integrar racionalidades y orientar los sistemas productivos hacia el uso óptimo de los recursos naturales con parámetros claros y replicables en diferentes escenarios.

En el ámbito de la planeación ambiental, el uso de diversos **Mecanismos de Financiamiento para la Conservación** resulta indispensable -desde el esquema diseñado para las ANP's o desde la generalidad de los programas institucionales- ya que permiten en su ejecución identificar los retos y dificultades en circunstancias de extensa participación sectorial y se ocupan de los aspectos perfectibles que implica trasladar los valores ambientales no económicos al sistema de la economía de mercado y viceversa.

Para esto, el manejo de los recursos naturales debe integrar estrategias de conservación que aumente la disponibilidad para aprovechar los recursos, debe propiciar variantes en la ponderación ambiental que aproxime los beneficios de la conservación hacia cada sector de la sociedad. Asimismo, debe integrar herramientas que faciliten evaluar -antes y después-

las opciones de aprovechamiento. En síntesis, cualquier aprovechamiento de los recursos naturales en el sur de Quintana Roo necesita incluir a la conservación como el catalizador que fortalezca cada paso hacia el manejo más adecuado de la riqueza específica de los ecosistemas tropicales.

Por lo que concluyo que: existe una oferta de **Mecanismos de Financiamiento para la Conservación de los Recursos Naturales** (programas) que pueden operar con éxito y potenciar algunos elementos ecosistémicos hacia una productividad sostenida y coherente con la biocapacidad ecosistémica, no obstante, individualmente son incapaces de generar ganancias equivalentes o mayores a las actividades agropecuarias. Sin embargo, la combinación de varios MFC propicia aprovechamientos productivos que pueden generar rendimientos equivalentes o mayores a las actividades agropecuarias, a la par de orientar el manejo de los recursos naturales hacia el uso del potencial inherente a la riqueza específica del sur de Quintana Roo.

No se logró determinar el valor económico de todos los programas por su naturaleza operativa, por lo tanto, no fue posible verificar la hipótesis en su totalidad.

Se logró desarrollar un modelo de programación lineal que posibilita proyectar la funcionalidad de los programas en diferentes escenarios de manejo de los recursos naturales.

Lo anterior se sustenta en los resultados de la optimización lineal como pauta para identificar los programas más afines al contexto del ejido y de la región. Los resultados indican una proporción casi similar para cada escenario ante rendimientos económicos con una amplia diferencia: en Bacalar 86% para conservación y 14% para usos agropecuarios; en Nuevo Becar 80% para conservación y 20% para usos agropecuarios; y en Allende 74% para conservación y 26% para usos agropecuarios. Es decir, se estableció un parámetro exacto para las proporciones de usos de suelo y las condiciones (disponibilidad) de los recursos naturales en las que los programas deberán operar.

Es importante mencionar que, las variables que determinan el rendimiento económico máximo son las restricciones y no el rendimiento económico de referencia, lo que indica

que el factor más relevante es la orientación que se quiera expresar en el sistema de ecuaciones.

En el sistema planteado, la conservación de los ecosistemas es el factor que sobresale con base en el **análisis multicriterio de los actores involucrados y los escenarios en conflicto**, este factor se expresa principalmente en las **variables objetivo** (restricciones 4 y 5), explicadas anteriormente como los elementos que ponderan la programación del uso de suelo y que significan el componente clave para replicar el sistema propuesto en otros escenarios con diferentes racionalidades y necesidades.

Esto, exhibe la pauta para regionalizar el sur del estado en **unidades socioecosistémicas** que integren: el potencial de aprovechamiento de las unidades de paisaje, la participación sectorial, las regiones y sitios prioritarios para la conservación, la construcción local de **Mecanismos de Financiamiento para la Conservación** y la aplicación de marcos de evaluación de la sustentabilidad. Todo, como parte de un proceso caracterizado por la inercia de los fundamentos en común y con autoridad compartida de los diferentes sectores involucrados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Atkinson, D.M., Deadman, P., Dudycha, D., Traynor, S., 2005. Multi-criteria evaluation and least cost path analysis for an arctic all-weather road. *Applied Geography* 25, 287–307.
- Banco Mundial. 2001. Proyecto Corredor biológico mesoamericano-México.
- Baquero, F.S., Rocha, J.S., Ortega, J., 2006. Políticas públicas y desarrollo rural en América Latina y el Caribe: El papel del gasto público. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe.
- Bertalanffy, L. von, 1976. Teoría general de los sistemas, in: *Teoría General de Los Sistemas*. FCE.
- Cantú, C., Lira-Noriega, A., Ceballos, G., Challenger, A., Colín, J., Enkerlin, E., Villela, Ó.F., García-Rubio, G., Hernández, D., Kolb, M., others, n.d. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México.
- Cayuela, L., Granzow-de la Cerda, I. (2012). Biodiversidad y conservación de los bosques neotropicales. *Ecosistemas* 21 (1-2).
- Cortés, R.L., Olivarez, J.A., n.d. Riqueza biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación. Capítulo 2 “Sociedad y economía”.
- Delgadillo, J.L.E., 2007. El desarrollo sustentable en México (1980-2007). *Revista Digital Universitaria* 9, 1–13.
- Desarrollo, O.C.M. sobre el M.A. y el, 1987. *Nuestro futuro común (Informe Brundtland)*.
- Emerton, L., Bishop, J., Thomas, L., 2006. Sustainable Financing of Protected Areas: A global review of challenges and options. IUCN.
- FAO. 2009. Situación de los bosques en el mundo. Organización de las naciones unidad para la agricultura y la alimentación. Departamento Forestal de la FAO. Roma.
- Fuch, M., 1994. *El desarrollo sustentable y el derecho*.
- Haenn, N., 2011. Who’s got the money now? Conservation development meets the nueva ruralidad in southern Mexico. *Environmental Anthropology Today*. Routledge, New York 215–233.
- Halfpeter, G., Llorente Bousquets, J.E., Morrone, J.J., 2009. La perspectiva biogeográfica histórica. 67-86.
- INEGI. 2013. Banco de información económica. Sistema de cuentas nacionales de México. Consulta en línea, página oficial INEGI.
- INEGI. 1980. Uso de suelo y vegetación serie I. Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
- INEGI. 1995. Uso de suelo y vegetación serie II. Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
- INEGI. 2005. Uso de suelo y vegetación serie III. Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
- INEGI. 2010. Uso de suelo y vegetación serie IV. Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
- INEGI. 2010. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Othón P. Blanco, Quintana Roo.
- INEGI. 2013. Uso de suelo y vegetación serie V. Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
- Jaramillo, I.R., n.d. Una ojeada a la clasificación. Una ojeada a clasificación del suelo

- Kiker, G.A., Bridges, T.S., Varghese, A., Seager, T.P., Linkov, I., 2005. Application of multicriteria decision analysis in environmental decision making. *Integrated environmental assessment and management* 1, 95–108.
- Koleff, P., M. Tambutti, I.J. March, R. Esquivel, C. Cantú, A. Lira-Noriega *et al.* 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pp. 651-718.
- Lomas, P.L., Martín, B., Louis, C., Montoya, D., Montes, C., Álvarez, S., 2005. Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas. Ulzama.
- Lugo, José. Aceves José. Spinasa, Ramón. 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. *Revista del Instituto de Geología de la UNAM*. Vol. 10. Num 2.
- Mackay, D.S., Robinson, V.B., 2000. A multiple criteria decision support system for testing integrated environmental models. *Fuzzy Sets and Systems* 113, 53–67.
- Masera, O., Astier, M., López-Ridaura, S., 2000. El marco de evaluación Mesmis. *Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural*. Omar M. y S. López-Ridaura (eds.). GIRA AC/Mundi-Prensa/PUMA, México.
- Medori, A.C.Z., 2008. Paradigmas del desarrollo regional: teoría y métodos de un futuro posible. *Multiciencias* 8, 242–247.
- Grooten, M. Almond, R, Mclellan, R. 2012. Informe Planeta Vivo: biodiversidad, biocapacidad y propuestas para el futuro.
- Olson, E., Martínez-Reyes, J., Durand, L., Haenn, N., 2014. Introduction: Between Capitalism, the State, and the Grassroots: Mexico's Contribution to a Global Conservation Debate. *Conservation and Society* 12, 111. doi:10.4103/0972-4923.138407
- ONU: Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1987). *Nuestro futuro común (Informe Brundtland)*.
- OPB. 2013. Plan de desarrollo municipal de Othón P. Blanco 2013. Ayuntamiento de Othón P. Blanco.
- Penna, J.A., Cristeche, E., 2008. La valoración de servicios ambientales: diferentes paradigmas. *Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y de los Recursos Naturales*. Documento de Trabajo.
- Quiroga, A.Ms.H.O.A., Rodríguez, F.A., Ulate, A.H., n.d. Estimación de un índice ambiental a partir de indicadores ambientales, como estrategia de gestión ambiental territorial, aplicación a la mancomunidad metrópoli de los altos, Quetzaltenango, Guatemala.
- Ramírez, G. 2003. El corredor biológico Mesoamericano. *CONABIO. Biodiversitas* 47: 1-3.
- Rojas Orozco, C., 2003. *El desarrollo sustentable: nuevo paradigma para la administración pública*. INAP, 1ª Edición, México.
- SEMARNAT. 2005. *Inventarios forestales y tasas de deforestación*.  
Obtenido desde:  
[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/02\\_vegetacion/recuadros/c\\_rec3\\_02.htm](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/02_vegetacion/recuadros/c_rec3_02.htm)
- SNIARN. 2007. *Sistema Nacional de información Ambiental y de Recursos Naturales*.

- SEMARNAT.  
 Obtenido desde :  
[http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/aproot/dgeia\\_mce/html/mce\\_index.html?De=BADESNIARN](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/aproot/dgeia_mce/html/mce_index.html?De=BADESNIARN)
- Semarnat. Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2011, Con base en: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales, 2010, Informe Nacional México, Documento de trabajo FRA, 2010/132, FAO, Roma, 2010.
- Rural, S. de D., 2013. PROGRAMA SECTORIAL DESARROLLO RURAL OPB.pdf.
- R., Z., 2002. CBM: PlataformaDesarrolloSostenible.
- Sarukhán, J., Urquiza-Haas, T., Koleff, P., Carabias, J., Dirzo, R., Ezcurra, E., Cerdeira-Estrada, S., Soberón, J., 2015. Strategic Actions to Value, Conserve, and Restore the Natural Capital of Megadiversity Countries: The Case of Mexico. *BioScience* 65, 164–173. doi:10.1093/biosci/biu195
- Slocombe, D.S., 1998. Defining goals and criteria for ecosystem-based management. *Environmental management* 22, 483–493.
- Stahl, C.H., Cimorelli, A.J., Chow, A.H., 2002. A New Approach to Environmental Decision Analysis: Multi-Criteria Integrated Resource Assessment (MIRA). *Bulletin of Science, Technology & Society* 22, 443–459. doi:10.1177/0270467602238888
- Tiburcio-Rosales, J., Vargas-Pérez, E., Terrazas-Domínguez, S., Aguilar-Sánchez, G., 2007. Ordenamiento ecológico territorial utilizando la evaluación multicriterio, para el municipio de San Andrés Chiautla, Estado de México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente* 13, 91–108.
- Velázquez. D. 2007. Deforestación de la Selva estación de la Selva estación de la Selva Maya. Un análisis g análisis geográfico regional.
- Velázquez. D.2006. Desarrollo rural en Quintana Roo. *Revista Caos conciencia* 2: 71-80. Universidad de Quintana Roo.
- Velázquez, , A., Mas, , J. F., Díaz, Gallegos, J. R., Mayorga, Saucedo, R., Alcántara, , P. C., Castro, , R., Fernández, , T., Bocco, , G., Ezcurra, , E., Palacio, , J. L.. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México *Gaceta Ecológica*
- Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., Stuart, S.N., 2009. Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN Red List of threatened species. IUCN.