

Informe final* del Proyecto FN004
Evaluación y monitoreo de manglar en la Reserva de la Biósfera Los Petenes con énfasis en criterios de sustentabilidad y desarrollo

Responsable: Biól. Marcela Espinosa Garduño
Institución: Asociación Territorios Vivos A. C.
Dirección: Traviata Mz 10 Lt 1, Lomas Hidalgo, México, DF, 14240 , México
Correo electrónico: ND
Teléfono/Fax: (981) 6 1135
Fecha de inicio: Abril 30, 2008
Fecha de término: Marzo 22, 2012
Principales resultados: Base de datos, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Espinosa Garduño, M. 2012. Evaluación y monitoreo de manglar en la Reserva de la Biósfera Los Petenes con énfasis en criterios de sustentabilidad y desarrollo. Asociación Territorios Vivos A. C. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. FN004.** México, D.F.

Resumen:

El proyecto se desarrollará en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, zona de gran importancia por su diversidad ecológica. Se localiza en el estado de Campeche, y abarca una superficie de 282,857 hectáreas. Su porción terrestre se distribuye en parte de los Municipios de Calkiní, Hecelchakan, Tenabo y Campeche, mientras que la parte marina se ubica en la zona costera suroriental del Golfo de México y abarca hasta las 12 millas del Mar Patrimonial. Los ecosistemas considerados como importantes o críticos en la Reserva son los bosques de manglar y sus combinaciones que dan lugar al petén de manglar, petenes de selva mediana, selvas bajas (caducifolia y subcaducifolia), pastizales inundables, blanquizales y pastos marinos. En función de lo anterior, la propuesta plantea cinco líneas generales de acción enfocadas a: la evaluación y monitoreo de la estructura de la comunidad vegetal del área de manglar; el monitoreo de parámetros ambientales; la evaluación de diversidad biológica de vertebrados terrestres (con énfasis en herpetofauna por la carencia de registros); el diagnóstico del grado de presión antropogénica ejercida sobre las zonas de manglar; y la evaluación y monitoreo de variables ambientales, sociales y económicas a través de un sistema de indicadores de sustentabilidad y desarrollo concebido como una herramienta de apoyo en el proceso de toma de decisiones para el manejo del manglar en la zona de estudio. Dentro del área natural protegida se han seleccionado particularmente dos zonas de manglar para llevar a cabo la evaluación y monitoreo propuestos; la primera está próxima al poblado de Tenabo y presenta manglar con cierto grado de perturbación, mientras que la segunda (ubicada en la proximidades con el estado de Yucatán) se localiza en la región conocida como Las Bocas y presenta una comunidad de manglar mejor conservada. A pesar de la evidente importancia de la diversidad ecológica y biológica de la Reserva, hasta la fecha no se han desarrollado programas de investigación de largo plazo que permitan sistematizar la información previa sobre la zona y/o generar nueva información para conocer más detalles de los diferentes componentes de los ecosistemas regionales. En consecuencia la presente propuesta plantea el inicio de un programa de monitoreo que en su fase inicial considera tres años de monitoreo en las áreas mencionadas. Durante el trabajo de campo se tienen programados muestreos que abarquen las tres épocas de evidente variación estacional en la zona de estudio: lluvias, estiaje y nortes. Estos muestreos tendrán efecto en el análisis de la estructura vegetal, la distribución y abundancia de vertebrados terrestres y la evaluación de parámetros ambientales. Por otra parte, el diagnóstico de los impactos de origen antropogénico se llevara a cabo solamente en el segundo año del proyecto a través de encuestas y entrevistas semi-estructuradas. Finalmente se tiene previsto aportar información para la mejor comprensión del área de estudio considerando variables ambientales, sociales y económicas cuyos datos alimentarán a un sistema de indicadores de sustentabilidad y desarrollo modelado con criterios de sistemas multiagentes útiles para la simulación de sistemas complejos.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.



Evaluación y monitoreo de manglar en la Reserva de la Biosfera Los Petenes con énfasis en criterios de sustentabilidad y desarrollo

**Informe final
Proyecto FN004
Julio de 2011**

El presente informe reporta los resultados de tres años de investigación llevada a cabo en diferentes zonas de la Reserva de la Biosfera Los Petenes, la cual fue posible a partir del apoyo otorgado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), mediante los recursos asignados en el convenio FB1299/FN004/08, mismos que fueron administrados y ejercidos a través de la Asociación Territorios Vivos México A.C.

M. en C. Marcela Espinosa Garduño
Coordinadora General

Dr. Edmundo Sánchez Núñez
Responsable de inventario faunístico, sistema de indicadores (modelo base), análisis del uso y conocimiento local del manglar.

Dr. Omar Baqueiro Espinosa
Responsable del desarrollo del Simulador del Sistema de Evaluación y Monitoreo de la Sustentabilidad en Ecosistemas Prioritarios (SAMSPE-SIM).

Asistentes de proyecto: Sintia Faviola de la Cruz López Rosario, Daniel Isaín Mondragón Contreras, Francisco Iván Ávila Rico, Hugo Raydy Barrera Mayor, Siuling Guadalupe Cinco Castro, Rolando Marcelo Cel Chan, Israel Bautista Hernández, Héctor Ernesto Ortíz Nájera, Luis Alberto Lovera Naal, Lucía Collí Ruíz, y Citlalli Irais Cruz Mugartegui.

Forma recomendada de citar el documento:

Espinosa-Garduño M. (coord). 2011. Evaluación y monitoreo de manglar en la Reserva de la Biosfera Los Petenes con énfasis en criterios de sustentabilidad y desarrollo. Informe final del Proyecto F004 CONABIO. Asociación Territorios Vivos México A.C./Universidad Autónoma de Campeche. México.

Iconografía tomada de: istockphoto.com

Índice General

Índice de figuras y tablas	1
Abreviaturas	4
Introducción	5
1. Estructura del manglar y parámetros ambientales.	6
Selección de las zonas de estudio y delimitación de parcelas	6
Estructura	10
Productividad primaria	10
Parámetros ambientales.	11
Tasa de renovación.	11
Análisis de resultados	11
Resultados.	11
Composición florística	11
Abundancia y densidad	12
Area Basal	15
Biomasa	16
Índice de valor de importancia (IVI)	17
Productividad primaria	17
Parámetros ambientales	19
Tasa de renovación	19
Diversidad	19
Discusión	20
Conclusiones	20
2. Diversidad biológica de vertebrados silvestres.	21
Métodos	22
Resultados.	24
Consideraciones finales.	39
3. Sistema de indicadores de desarrollo sustentable.	40
Descripción conceptual y metodológica del modelo base	41
Resultados.	48
Consideraciones finales	50
4. Desarrollo del Simulador del Sistema de Evaluación y Monitoreo de la Sustentabilidad en Ecosistemas Prioritarios (SAMSPE-SIM).	51
Descripción del Sistema	51
Desarrollo de la plataforma de simulación	55
Desarrollo de la plataforma base para el sistema	56
Resultado de Simulación	58
Discusión de resultados	62
5. Uso y conocimiento local del manglar.	63
Apuntes metodológicos	64
Resultados.	64
Chunhuas, Calkiní	64
Chunanan, Hecelchacán	66
Concepción, Calkiní	68
San Nicolás, Calkiní	69
Santa Cruz, Calkiní	71
Santa María, Calkiní	73
Pucnachén, Calkiní	75
Tankuché, Calkiní	77
Consideraciones finales	80
Referencias	81
Anexos	87

Índice de figuras y tablas

Figura 1 Ubicación de las zonas de trabajo.....	7
Figura 2. Ubicación de parcelas en La Palapa.....	8
Figura 3. Ubicación de parcelas en Balantauché.....	8
Figura 4. Ubicación de parcelas en Las Bocas.....	9
Figura 5. Ubicación de parcelas en Ixpuk.....	10
Figura 6. Abundancia relativa de las especies en la zona de Isla Arena.....	12
Figura 7. Abundancia relativa de las especies en la zona de Tenabo.....	13
Figura 8. Densidad/ha de las especies en la zona de Isla Arena.....	13
Figura 9. Densidad/ha de las especies en la zona de Tenabo.....	14
Figura 10. Densidad/ha del componente juvenil en la zona de Isla Arena.....	14
Figura 11. Densidad/ha del componente juvenil en la zona de Tenabo.....	14
Figura 12. Área basal (m ² /ha) por especie en la zona de Isla Arena.....	15
Figura 13. Área basal (m ² /ha) por especie en la zona de Tenabo.....	16
Figura 14. Biomasa (Kg/m ²) por especie en la zona de Isla Arena.....	17
Figura 15. Biomasa (Kg/m ²) por especie en la zona de Tenabo.....	17
Figura 16. Porcentaje de los diferentes componentes de la hojarasca en la zona de Isla Arena.....	18
Figura 17. Porcentaje de los diferentes componentes de la hojarasca en la zona de Tenabo.....	18
Figura 18. Ubicación de las cinco estaciones de monitoreo desde las que se realizaron los diferentes transectos, avistamientos y registros. (A) Zona Sur, (B) Zona Norte.....	22
Figura 19. Distribución porcentual de los individuos registrados por especie.....	26
Figura 20. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año. Región Norte.....	27
Figura 21. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año. Región Sur.....	27
Figura 22. Abundancia relativa resultante para la época de nortes. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante.....	28
Figura 23. Abundancia relativa resultante para la época de secas. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante.....	28
Figura 25. Proporción de los individuos registrados por especie.....	31
Figura 26. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año. Región Norte.....	32
Figura 27. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año. Región Sur. La especie <i>Anas discors</i> (que no aparece en la gráfica) fue registrada solamente en la estación Balantauché durante la época de Nortes, contabilizándose 480 individuos distribuidos en una amplia zona de blanquiazal.....	33
Figura 28. Abundancia relativa resultante para la época de nortes. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante.....	34
Figura 29. Abundancia relativa resultante para la época de secas. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante.....	34
Figura 30. Abundancia relativa resultante para la época de lluvias. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante.....	34
Figura 31. Individuos registrados por especie.....	36
Figura 32. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año.....	37
Figura 33. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año.....	37
Figura 34. Abundancia relativa resultante para la época de nortes. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante.....	37
Figura 35. Abundancia relativa resultante para la época de secas. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante.....	38
Figura 36. Abundancia relativa resultante para la época de lluvias. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante.....	38

Figura 37. Estructura del marco metodológico para el sistema de indicadores de desarrollo sustentable. *El checklist se basa en Hart (1999); **el listado se basa en las acciones propuestas por García (1994)	45
Figura 38. Representación del desempeño de los subsistemas ambiental, social y económico de Tankuché.....	49
Figura 39. Representación del desempeño de cada uno de los 17 componentes clave considerados en el sistema de indicadores de desarrollo sustentable aplicados para Tankuché.....	50
Figura 40. Estructura utilizada para la descripción formal de los elementos de un modelo.	55
Figura 41. Interfase del simulador SAMSPÉ.....	57
Figura 42. Resultados de simulación: Tendencia de variables ambientales.....	62
Figura 43. Resultados de simulación: Tendencia de variables Sociales	62
Figura 44. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Chunhuas.	65
Figura 45. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Chunkanan.	67
Figura 46. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Concepción.	68
Figura 47. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en San Nicolás.	70
Figura 48. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Santa Cruz.	72
Figura 49. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Santa María.	73
Figura 50. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Pucnachén.	75
Figura 51. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Tankuché.....	77

Tabla 1. Coordenadas para las parcelas en "La Palapa"	7
Tabla 2. Coordenadas para las parcelas en "Balantauché"	8
Tabla 3. Coordenadas para las parcelas en "Las Bocas"	9
Tabla 4. Coordenadas para las parcelas en "Ixpuk"	9
Tabla 5. Valores de abundancia relativa en número de individuos de la zona de Isla Arena	12
Tabla 6. Valores de abundancia relativa en número de individuos de la zona de Tenabo.	13
Tabla 7. Abundancia de individuos por especie para la zona de Isla Arena	15
Tabla 8. Abundancia de individuos por especie para la zona de Tenabo	15
Tabla 9. Valores de biomasa para las zonas de estudio (Kg/ m ² peso húmedo)	16
Tabla 10. Valores relativos del índice de valor de importancia (IVI) para las zonas de estudio	17
Tabla 11. Valores de hojarasca y sus componentes para el área de Isla Arena	18
Tabla 12. Valores de hojarasca y sus componentes para el área de Tenabo.....	18
Tabla 13. Valores de parámetros ambientales para el área de Isla Arena	19
Tabla 14. Valores de parámetros ambientales para el área de Tenabo	19
Tabla 15. Relación de épocas climáticas en las que fueron realizados los monitoreos en cada una de las estaciones de trabajo.	21
Tabla 16. Herpetofauna registrada en el período Septiembre 2008-Marzo 2011	25
Tabla 17. Ornitofauna registrada Septiembre 2008-Marzo 2011	29
Tabla 18. Mastofauna registrada Septiembre 2008-Marzo 2011	35
Tabla 19. Componentes y variables considerados para el Subsistema Ambiental	46
Tabla 20. Componentes y variables considerados para el Subsistema Social.	46
Tabla 21. Componentes y variables considerados para el Subsistema Económico.	47
Tabla 22. Criterios propuestos para establecer el desempeño de variables, componentes clave, subsistemas y el sistema socio-ambiental.	48
Tabla 23. Resultados del sistema socio-ambiental Tankuché desagregado por subsistemas y componentes principales.	49
Tabla 24. Variables seleccionadas del sub-sistema ambiental para establecer interacciones	52
Tabla 25. Criterios para interpretación de influencias entre variables interconectadas.	52
Tabla 26. Matriz de adyacencia de interconexión de las variables seleccionadas	53
Tabla 27. Influencia e interconectividad entre variables seleccionadas	53
Tabla 28Tabla 28. Selección de variables correspondientes al subsistema social.	54
Tabla 29. Interconexiones establecidas para le subsistema social	54
Tabla 30. Influencia individual ejercida por cada variable	55

Tabla 31. Variables utilizadas para la simulación	59
Tabla 32. Listado de influencias utilizadas en el sistema	61
Tabla 33. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Chunhuas	64
Tabla 34. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Chunhuas, con algunas relaciones tradicionales identificadas.	65
Tabla 35. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Chunkanan ..	66
Tabla 36. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Chunkanan, con algunas relaciones tradicionales identificadas.	67
Tabla 37. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Concepción.	68
Tabla 38. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Concepción, con algunas relaciones tradicionales identificadas.	68
Tabla 39. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en San Nicolás...	70
Tabla 40. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en San Nicolás, con algunas relaciones tradicionales identificadas.	70
Tabla 41. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Santa Cruz....	71
Tabla 42. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Santa Cruz, con algunas relaciones tradicionales identificadas.	72
Tabla 43. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Santa María..	73
Tabla 44. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Santa María, con algunas relaciones tradicionales identificadas.	74
Tabla 45. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Pucnachén ..	75
Tabla 46. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Pucnachén, con algunas relaciones tradicionales identificadas.	76
Tabla 47. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Tankuché	77
Tabla 48. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Tankuché, con algunas relaciones tradicionales identificadas.	77

Abreviaturas

Abreviatura	Significado
A	<i>Avicennia germinans</i>
AB	Área Basal
B	Biomasa
CO	Carbono orgánico
CO ₃	Carbonatos
D	Densidad
DAP	Diámetro a la altura del pecho
IVI	Índice de valor de importancia
L	<i>Laguncularia racemosa</i>
MO	Materia orgánica
PPN	Productividad primaria neta
R	<i>Rhizophora mangle</i>
UPS	Unidades prácticas de salinidad
RBLP	Reserva de la Biosfera Los Petenes

Introducción

La importancia de la Reserva de la Biosfera Los Petenes puede entenderse desde varias perspectivas ambientales. Para comenzar es preciso mencionar que resulta ser una zona de gran relevancia ecológica porque incluye además de los petenes (islas de vegetación arbórea vigorosa asociada a manantiales u ojos de agua, que forman asociaciones de vegetación constituidas por manglar, selva baja inundable, selva mediana o una mezcla de ellas) otros valiosos ecosistemas críticos; tal es el caso de los manglares de los bordes costeros y ribereños.

Particularmente esta zona resulta de gran importancia para las comunidades de manglar porque es precisamente aquí en donde se encuentra la mayor población de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) del estado de Campeche; aunque en términos generales las especies de mejor desarrollo son *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*, las cuales llegan a sobrepasar los 20 m de altura. Específicamente en los petenes situados en áreas cenagosas con elevada salinidad, *Avicennia germinans* ocupa el borde de las islas de vegetación, mientras que en áreas con menor salinidad es *Conocarpus erectus* la especie que bordea el petén. Por otra parte, los ecosistemas de esta área natural protegida resultan de gran importancia para el descanso y alimentación de varias especies de aves migratorias provenientes de Canadá y Estados Unidos, aunque también alberga hábitats críticos para la fauna silvestre regional residente.

Debido a estas condiciones la Reserva es reconocida internacionalmente como un área relevante en términos de biodiversidad, siendo incluida en el año 2004 dentro de los sitios denominados Humedales Ramsar. De acuerdo con algunos diagnósticos publicados para la Reserva, las autoridades del área natural protegida han podido concluir que ésta presenta un bajo deterioro ambiental, estimado en 30% de toda su superficie. Los principales eventos documentados como causa de deterioro son los incendios (naturales y provocados), la tala ilegal en petenes, la cacería comercial y el cambio de uso de suelo en su zona de influencia. Debido a que la densidad de la población humana es mínima tanto dentro.

En función de lo anterior, el presente proyecto planteó un acercamiento al conocimiento de diversos procesos de esta región, teniendo como principal objetivo el de contribuir al conocimiento, conservación y manejo de las zonas de manglar distribuidas en la Reserva de la Biosfera Los Petenes considerando criterios ecológicos y sociales. Para la consecución de esto, el proyecto abordó diferentes líneas temáticas para dar respuesta a diferentes objetivos de investigación que intentan un enfoque socio-ambiental para abordar los procesos de conservación y deterioro que ocurren en la reserva.

Los objetivos concretos considerados para dar dirección a las líneas temáticas se resumieron en los siguientes, (i) establecer en el área de estudio un sistema de monitoreo comparativo entre dos zonas de manglar con diferente estado de conservación; (ii) describir la estructura de la comunidad vegetal del área de manglar en las dos zonas seleccionadas; (iii) determinar diferentes parámetros ambientales para las dos zonas seleccionadas; (iv) evaluar la diversidad biológica de los vertebrados terrestres distribuidos en las dos zonas seleccionadas; (v) determinar el uso que hacen del manglar ocho comunidades rurales asentadas en las proximidades del área natural protegida; (vi) establecer un sistema de evaluación y monitoreo de variables ambientales, sociales y económicas basado en índices de sustentabilidad y desarrollo para apoyar procesos de toma de decisiones. En el presente documento se muestran los resultados derivados del desarrollo de las diferentes actividades ejecutadas para alcanzar tales objetivos, para lo cual se han agrupado dichos resultados en 5 capítulos que resumen los hallazgos y aportaciones hechas por este proyecto. Finalmente cabe mencionar que existe una amplia base de datos producidos que respaldan las cifras y conclusiones aportadas, las fuentes de todos los datos pueden encontrarse en la sección de anexos.

Capítulo 1



Estructura del manglar y parámetros ambientales.

Los manglares son comunidades vegetales localizadas en las zonas tropicales y subtropicales alcanzando su mayor desarrollo en la región ecuatorial en donde la altura de los árboles puede alcanzar hasta 50m y su diámetro ser mayor a un metro (Félix-Pico *et al.*, 2006). La estructura y productividad primaria de los manglares depende de múltiples factores tales como la hidrología, relieve, dinámica de nutrientes, características del sedimento y salinidad del suelo (Day *et al.*, 1996). La ubicación geográfica de los manglares en zonas de desarrollo ya sea urbano, turístico, pesquero, etc, o combinación de éstos, así como el constante incremento de la población humana que hace uso directo o indirecto de los bienes y servicios proporcionados por éstos ecosistemas, es determinante para que se vean continuamente sometidos a fuertes presiones ya que se afectan su estructura y funcionamiento y consecuentemente presentan un deterioro acelerado amenazando su existencia. Por lo anterior, resulta de suma importancia entre muchos otros aspectos conocer el estado de la estructura y composición de las comunidades de manglar así como su potencial de regeneración. Este eje de la investigación desarrollada tiene como objetivo determinar la estructura y productividad de la comunidad de manglar en dos zonas de la Reserva de la Biósfera “Los Petenes” así como monitorear diferentes parámetros ambientales que guardan cierta importancia para estas comunidades vegetales.

Selección de las zonas de estudio y delimitación de parcelas

Las dos zonas a estudiar se seleccionaron con base en la proximidad a áreas urbanas como un factor probable de posible alteración, la primera se ubica en la parte sur de la RBLP próxima al poblado de Tenabo correspondiendo al municipio del mismo nombre, la cual se considera que presenta cierto grado de perturbación con dos sitios específicos para desarrollar el trabajo denominados “La Palapa” y “Balantauche”. La segunda se localiza en la porción norte de la Reserva cercana al estado de Yucatán en la zona de Isla Arena, también con dos sitios específicos para desarrollar los trabajos, el primero corresponde al área conocida como “Las Bocas” y el segundo denominado “Ixpuuk” consideradas para este estudio como áreas con menor propensión a la alteración. Para determinar la estructura y composición del manglar se utilizó el método solicitado en la convocatoria emitida por la CONABIO de acuerdo con lo indicado por Valdez-Hernández (2002).



Figura 1 Ubicación de las zonas de trabajo.

En cada una de las dos zonas de estudio se delimitaron 10 parcelas de 10m x 30m subdivididas cada una en tres parcelas de 10m x 10m asignándoles en cada caso letras mayúsculas **A**, **B** y **C** respectivamente; a su vez, al interior de éstas se ubicaron de forma aleatoria dos parcelas de 4 x 4 m asignándoles los números **1** y **2** junto con la letra de la subdivisión correspondiente. Finalmente se trazaron cinco subdivisiones más de 1m x m asignándoles números romanos del **I** al **V** para facilitar su ubicación.

A continuación se muestran las coordenadas (Altitud/Precisión lectura) para cada una de las parcelas de 10m x 30m trazadas en parte sur de la reserva, zona próxima al poblado de Tenabo, municipio de Tenabo.

Tabla 1. Coordenadas para las parcelas en "La Palapa"

Parcela	extremo1	extremo2	extremo3	extremo4	altitud (msnm)
1	N 20° 05' 45.2'' W 90° 28' 47.3''	N 20° 05' 46.04'' W 90° 28' 47.83''	N 20° 05' 46.29'' W 90° 28' 47.62''	N 20° 05' 45.48'' W 90° 28' 47.08''	3
2	N 20° 05' 47.9'' W 90° 28' 47.6''	N 20° 05' 46.8'' W 90° 28' 47.7''	N 20° 05' 46.97'' W 90° 28' 47.93''	N 20° 05' 47.8'' W 90° 28' 47.3''	4
3	N 20° 05' 49.1'' W 90° 28' 46.0''	N 20° 05' 49.4'' W 90° 28' 47.2''	N 20° 05' 49.1'' W 90° 28' 47.1''	N 20° 05' 49.45'' W 90° 28' 45.95''	2
4	N 20° 05' 48.9'' W 90° 28' 44.8''	N 20° 05' 47.9'' W 90° 28' 44.7''	N 20° 05' 48.0'' W 90° 28' 44.3''	N 20° 05' 48.6'' W 90° 28' 45.1''	3
5	N 20° 05' 45.1'' W 90° 28' 47.2''	N 20° 05' 45.4'' W 90° 28' 46.1''	N 20° 05' 45.2'' W 90° 28' 46.1''	N 20° 05' 44.7'' W 90° 28' 47.3''	3

Tabla 2. Coordenadas para las parcelas en "Balantauché"

Parcela	extremo1	extremo2	extremo3	extremo4	altitud (msnm)
6	N 20° 06' 40.6'' W 90° 28' 42.7''	N 20° 06' 40.8'' W 90° 28' 42.9''	N 20° 06' 40.9'' W 90° 28' 41.8''	N 20° 06' 40.5'' W 90° 28' 41.8''	2
7	N 20° 06' 41.4'' W 90° 28' 41.3''	N 20° 06' 41.6'' W 90° 28' 41.0''	N 20° 06' 40.6'' W 90° 28' 40.7''	N 20° 06' 40.5'' W 90° 28' 41.0''	2
8	N 20° 06' 41.0'' W 90° 28' 40.1''	N 20° 06' 40.7'' W 90° 28' 39.9''	N 20° 06' 40.0'' W 90° 28' 40.2''	N 20° 06' 40.0'' W 90° 28' 40.6''	3
9	N 20° 06' 39.5'' W 90° 28' 40.4''	N 20° 06' 39.49'' W 90° 28' 40.05''	N 20° 06' 38.52'' W 90° 28' 39.9''	N 20° 06' 38.52'' W 90° 28' 39.9''	5
10	N 20° 06' 38.7'' W 90° 28' 40.8''	N 20° 06' 38.8'' W 90° 28' 40.5''	N 20° 06' 39.37'' W 90° 28' 41.54''	N 20° 06' 39.51'' W 90° 28' 41.22''	5



Figura 2. Ubicación de parcelas en La Palapa.



Figura 3. Ubicación de parcelas en Balantauché.

A continuación se muestran los datos correspondientes a la ubicación de las parcelas trazadas en la parte norte de la reserva, zona próxima al poblado de Isla Arena, Calkiní.

Tabla 3. Coordenadas para las parcelas en "Las Bocas"

Parcela	extremo1	extremo2	extremo3	extremo4	altitud (msnm)
1	N 20°28' 19.7" W 90°30' 03.6"	N 20°28' 19.69" W 90°30' 03.24"	N 20°28' 20.6 9" W 90°30' 03.15 "	N 20°28' 20.67" W 90°30' 03.53"	4
2	N 20°28' 19.7" W 90°30' 03.6"	N 20°28' 21.15" W 90°30' 03.47"	N 20°28' 21.7 " W 90°30' 02.62 "	N 20°28' 21.96" W 90°30' 02.84"	4
3	N 20°28' 23.1" W 90°30' 03.9"	N 20°28' 22.75" W 90°30' 02.92"	N 20°28' 22.4 3" W 90°30' 03.02 "	N 20°28' 22.8" W 90°30' 03.99"	4
4	N 20°28' 23.5" W 90°30' 04.1"	N 20°28' 23.39" W 90°30' 04.4"	N 20°28' 24.2 4" W 90°30' 05.0"	N 20°28' 24.32" W 90°30' 04.67"	10

Tabla 4. Coordenadas para las parcelas en "Ixpuk"

Parcela	extremo1	extremo2	extremo3	extremo4	altitud (msnm)
5	N 20°30' 00.3" W 90°30' 04.4"	N 20°30' 00.02" W 90°30' 04.19"	N 20°30' 00.4 6" W 90°30' 03.27 "	N 20°30' 00.75" W 90°30' 03.44"	6
6	N 20°30' 00.1" W 90°30' 02.2"	N 20°29' 59.7" W 90°30' 02.18"	N 20°29' 59.8' ' W 90°30' 03.21 "	N 20°30' 00.2" W 90°30' 03.22"	8
7	N 20°29' 59.8" W 90°30' 00.8"	N 20°30' 00.60" W 90°30' 01.38"	N 20°30' 00.8 " W 90°30' 01.1' '	N 20°30' 00.05" W 90°30' 00.5"	4
8	N 20°29' 59.1" W 90°30' 03.7"	N 20°29' 58.19" W 90°30' 03.3"	N 20°29' 58.0 7" W 90°30' 03.6"	N 20°29' 59.02" W 90°30' 04.2"	4
9	N 20°29' 59.0" W 90°30' 03.0"	N 20°29' 59.4" W 90°30' 02.03"	N 20°29' 59.1' ' W 90°30' 01.8' '	N 20°29' 58.7" W 90°30' 02.8"	1
10	N 20°29' 59.1" W 90°30' 00.2"	N 20°29' 59.1" W 90°30' 01.22"	N 20°29' 59.4 " W 90°30' 01.4' '	N 20°29' 59.4" W 90°30' 00.35"	10



Figura 4. Ubicación de parcelas en Las Bocas.



Figura 5. Ubicación de parcelas en Ixpuk.

Estructura

En las parcelas de 10 x 10 m se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos mayores a 2.5 cm de DAP; en las parcelas de 4 x 4 m se registró la densidad de los tallos menores de 2.5 cm. de DAP pero mayores a 1.30 m de altura y en las pequeñas de 1m x 1m la abundancia de los tallos menores a 1.3 m de altura pero mayores a 30 cm. de altura, así como el total de individuos menores a 30 cm. de altura. Las características estructurales tales como DAP, área basal (AB), densidad (D), Biomasa (B), índice de valor de importancia (IVI) fueron determinadas con base en lo establecido por Cintrón y Shaeffer-Novelli (1984).

En cada zona de estudio se determinó la diversidad utilizando el índice de Shannon-Wiener (H').

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde p_i es la abundancia relativa de la especie i en la zona estudiada, S es el número de especies.

Productividad primaria

La productividad primaria se estimó basándose en la caída de hojarasca. Para tal fin se colocaron 25 canastas de 0.25 m² distribuidas de manera aleatoria en las 10 parcelas delimitadas en cada zona seleccionada para el estudio, las canastas fueron fabricadas con malla mosquetero de 1mm y marco de PVC, se colocaron a una altura promedio de 1.50m del piso atándolas de sus cuatro extremos (Heald, 1971) colectándose el material bimestralmente durante dos años (Navarrete y Oliva, 2002). Las muestras colectadas se secaron de manera independiente en una estufa de secado a 70°C hasta obtener peso seco constante separándolas posteriormente considerando las siguientes categorías: hojas, hipocótilos, flores y miscelánea. Se calculó la tasa de caída de hojarasca y la productividad primaria, y los valores obtenidos se transformaron a su equivalente en g de C mediante el factor de conversión para manglares de Clough y Attiwill (1982) en Félix-Pico *et al.* (2006).

Parámetros ambientales.

En cada una de las parcelas se midió la salinidad del agua intersticial extrayendo la muestra a 30 cm de profundidad aproximadamente utilizando una jeringa dentro de los tubos de PVC y los valores se obtuvieron con un refractómetro ATAGO S/Mill-E.

La temperatura del agua intersticial se midió utilizando un termómetro de campo sumergido a 30 cm de la superficie esperando aproximadamente 2 minutos para el ajuste del mismo.

El contenido de carbono orgánico se determinó mediante el método de Walkley y Black (1934) tomado de Holme y McIntyre (1971) el cual se basa en la determinación del carbono orgánico contenido en el suelo mediante la oxidación crómica (con dicromato de potasio) en presencia de ácido sulfúrico valorando el exceso de oxidante con sulfato ferroso, calculando el contenido de carbono orgánico a partir de la cantidad de dicromato reducido.

En cada una de las parcelas delimitadas se colectaron las muestras de suelo extrayendo el material aproximadamente a 20 cm de profundidad, se colocaron en bolsas negras y se etiquetaron para su análisis en el laboratorio. Las muestras se secaron en una estufa de secado a 80°C hasta obtener peso constante posteriormente se molieron y se tamizaron por una malla de 500 micras para poder ser procesadas.

Los valores de carbono orgánico se calcularon utilizando la siguiente fórmula

$$\% C_{org} = \frac{V_1 - V_2}{W} \times 0.003 \times 100$$

V_1 = volumen del titulante (sulfato ferroso) empleado en el blanco

V_2 = volumen de titulante (sulfato ferroso) empleado en la muestra

W = peso de la muestra

0.003 (1 ml. de dicromato de potasio equivale a 3 mg de C_{org})

Tasa de renovación

Se estimó la tasa de renovación de hojarasca (K) como un índice de la cantidad de material orgánico disponible para los otros componentes del sistema (Barreiro-Güemes, 1999). Los valores de materia orgánica se obtuvieron utilizando el factor convencional de Vammelen multiplicando los valores obtenidos para carbono orgánico por la constante 1,724 bajo el supuesto de que la relación entre la materia orgánica y el C es de 1.724 veces materia orgánica / C y que un 58% corresponde al carbono (Amezquita y Menjivar, 2008).

Análisis de resultados

Las pruebas aplicadas a los resultados obtenidos para las diferentes variables consideradas en este estudio se realizaron empleando análisis ANOVA y Kruskal-Wallis utilizando el paquete estadístico XLSTAT Versión 2010.4.04

Resultados

Composición florística

La vegetación de manglar encontrada en ambas zonas de estudio corresponde fisonómicamente a un manglar de borde de acuerdo con la clasificación de Lugo y Snedaker (1974). En ambas zonas la comunidad de manglar esta compuesta por tres

especies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* presentándose en algunas parcelas como manglar mixto y en otras como bosque monoespecífico particularmente de *Avicennia germinans* o *Rhizophora mangle*. La composición florística de los juveniles (regeneración potencial) también estuvo conformada por las tres especies.

Abundancia y densidad

La abundancia relativa de las diferentes especies en la zona de Isla Arena fue de 1267 individuos de *Rhizophora mangle* (R), 679 de *Avicennia germinans* (A) y 116 de *Laguncularia racemosa* (L) distribuida en las 10 parcelas (tabla 5 y figura 6).

Tabla 5. Valores de abundancia relativa en número de individuos de la zona de Isla Arena

PARCELA	R	A	L
1	202	419	0
2	139	87	72
3	95	8	5
4	68	0	0
5	188	36	0
6	228	44	13
7	137	23	15
8	96	38	2
9	85	16	9
10	29	8	0
TOTAL	1267	679	116

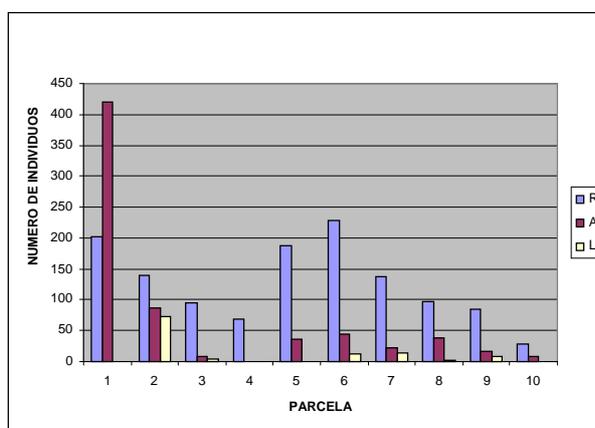


Figura 6. Abundancia relativa de las especies en la zona de Isla Arena

En cuanto a la abundancia relativa de las especies en la zona de Tenabo se contaron 2538 individuos de *Rhizophora mangle*, 1126 de *Avicennia germinans* y 258 de *Laguncularia racemosa* distribuida de la siguiente manera en las 10 parcelas muestreadas.

Tabla 6. Valores de abundancia relativa en número de individuos de la zona de Tenabo.

PARCELA	R	A	L
1	311	94	27
2	219	0	0
3	770	40	30
4	0	369	0
5	0	444	0
6	138	31	12
7	628	72	134
8	156	45	49
9	217	18	1
10	99	13	5
	2538	1126	258

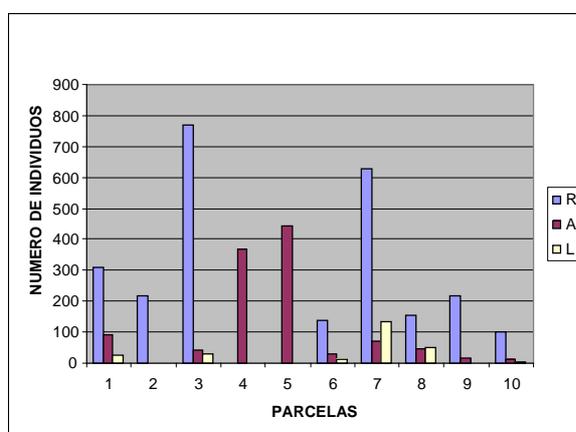


Figura 7. Abundancia relativa de las especies en la zona de Tenabo

La densidad de bosque para el área de Isla Arena fue de 6873.3 individuos/ha y para el área de Tenabo de 13073.3 individuos/ha. A nivel especie *Rhizophora mangle* mostró la mayor densidad para ambas zonas de estudio, seguida por *Avicennia germinans* y por último de *Laguncularia racemosa* la cual presenta densidades muy bajas como se puede apreciar en las siguientes gráficas.

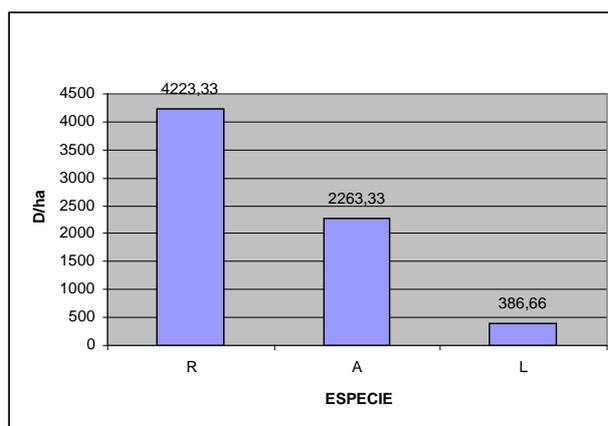


Figura 8. Densidad/ha de las especies en la zona de Isla Arena

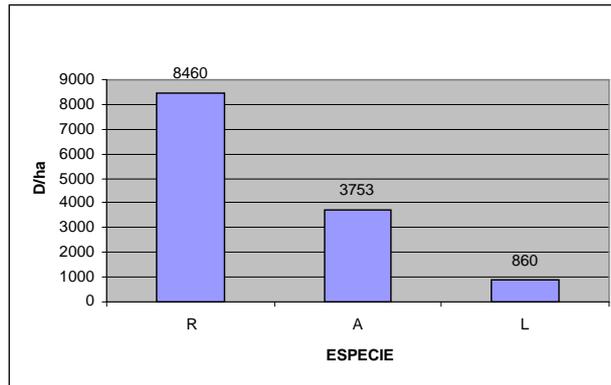


Figura 9. Densidad/ha de las especies en la zona de Tenabo

El análisis de densidad reveló que no hay diferencia significativa entre zonas en cuanto a la D/ha ($K=0.429$, $p>0.05$) ni tampoco entre las especies ($K=4.571$, $p>0.05$). La densidad para las diferentes especies del componente juvenil fue mayor para *Rhizophora mangle* en la zona de Tenabo con 1468 individuos/ha mientras que para la zona de Isla Arena, *Avicennia germinans* presentó la mayor densidad con 1593 individuos/ha.

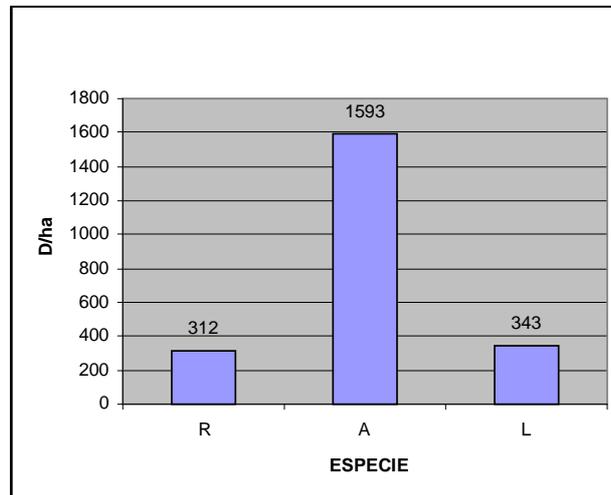


Figura 10. Densidad/ha del componte juvenil en la zona de Isla Arena

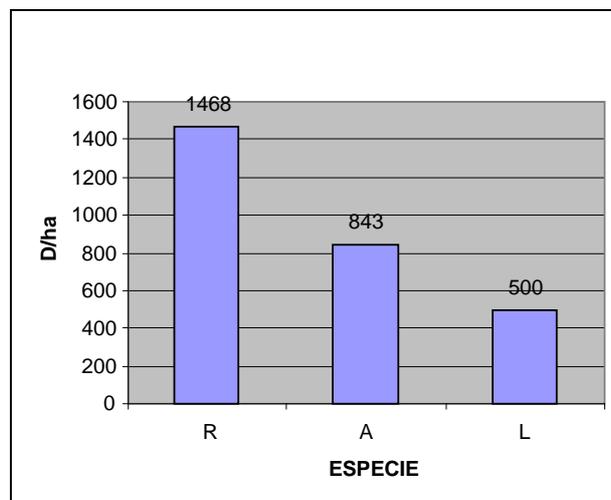


Figura 11. Densidad/ha del componte juvenil en la zona de Tenabo

En cuanto a la abundancia de los individuos registrados en las parcelas de 1m² los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 7. Abundancia de individuos por especie para la zona de Isla Arena

Especie	< 30 cm	>30 cm
<i>Rhizophora mangle</i>	158	101
<i>Avicennia germinans</i>	243	109
<i>Laguncularia racemosa</i>	221	20

Tabla 8. Abundancia de individuos por especie para la zona de Tenabo

Especie	< 30 cm	>30 cm
<i>Rhizophora mangle</i>	101	189
<i>Avicennia germinans</i>	115	112
<i>Laguncularia racemosa</i>	29	68

Area Basal

Rhizophora mangle presentó la mayor área basal en ambas zonas siendo de 45900.1851 cm² (15,3m²/ha) para la zona de Isla Arena y de 25263.1908 cm² (8.42m²/ha) en la zona de Tenabo, seguida por *Avicennia germinans* con valores de 5.64m²/ha y 3.21m²/ha para la zona de Isla Arena y Tenabo respectivamente y por último *Laguncularia racemosa* con 1.69m²/ha para la zona de Isla Arena y 1.49m²/ha para la de Tenabo.

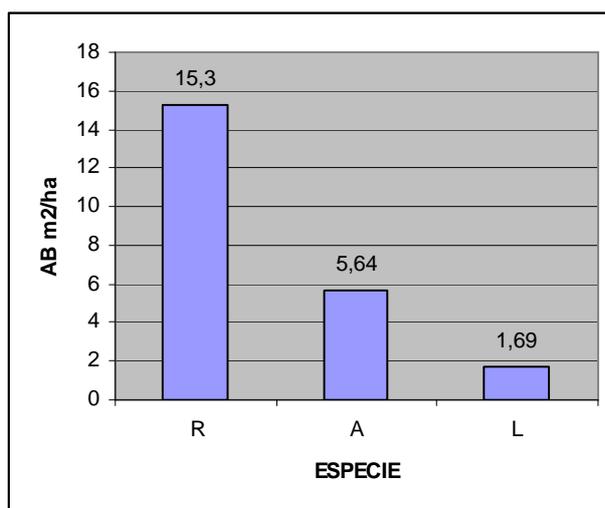


Figura 12. Área basal (m²/ha) por especie en la zona de Isla Arena

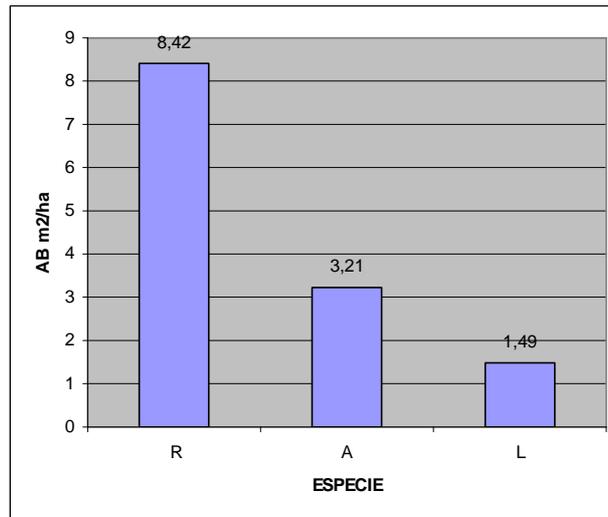


Figura 13. Área basal (m²/ha) por especie en la zona de Tenabo

En cuanto al DAP, no se encontraron diferencias significativas ni entre zonas ($K=2.33$, $p>0.05$) ni tampoco entre las especies ($K=0.286$, $p>0.05$). El análisis realizado arrojó diferencia significativa en cuanto al área basal entre las zonas de estudio ($K=3.857$, $p< 0.05$), mientras que entre las especies no hay diferencias significativas ($K=1.143$, $p>0.05$).

Biomasa

La cantidad de materia orgánica almacenada esta estrechamente relacionada con la producción de materia orgánica, la productividad del sistema, la edad, y las estrategias de exportación. La biomasa calculada para las diferentes especies en cada zona de estudio se presenta en la tabla 9 y las figuras 14 y 15 se puede observar que los mayores valores corresponden a la especie *Rhizophora mangle*.

Tabla 9. Valores de biomasa para las zonas de estudio (Kg/ m² peso húmedo)

Especie	Zona de Isla Arena	Zona de Tenabo
<i>Rhizophora mangle</i>	7.52	7.60
<i>Avicennia germinans</i>	3.08	3.19
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.60	0.76

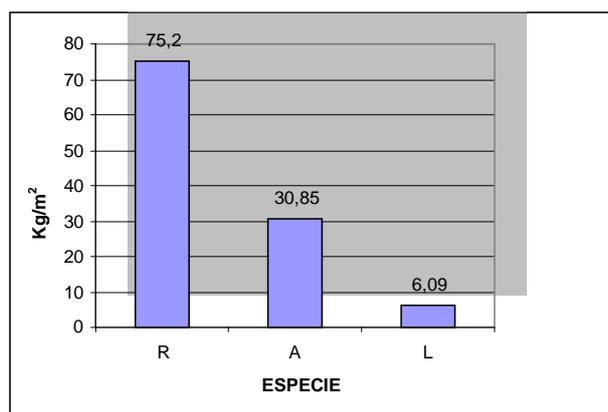


Figura 14. Biomasa (Kg/m²) por especie en la zona de Isla Arena

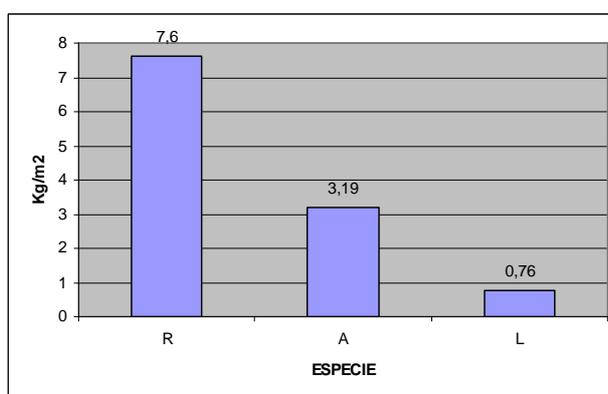


Figura 15. Biomasa (Kg/m²) por especie en la zona de Tenabo

El análisis realizado reveló que no hay diferencias significativas de biomasa entre zonas ($K=0.429$, $p>0.05$) ni tampoco entre las especies en cuanto al ($K=4.571$, $p>0.05$).

Índice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) obtenido para las diferentes especies en ambas zonas de estudio se presentan en la siguiente tabla en donde se puede apreciar que en ambas localidades el valor mayor corresponde a la especie *Rhizophora mangle*.

Tabla 10. Valores relativos del índice de valor de importancia (IVI) para las zonas de estudio

Especie	Zona de Isla Arena	Zona de Tenabo
<i>Rhizophora mangle</i>	1.89	1.92
<i>Avicennia germinans</i>	0.89	0.8
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.17	0.23

Productividad primaria

Los valores de producción de hojarasca con sus diferentes componentes para las zonas de estudio se muestran en las tablas 11 y 12 como se puede observar el mayor

aporte se registró en la época de nortes seguido de la época de lluvias y por último la de secas.

Tabla 11. Valores de hojarasca y sus componentes para el área de Isla Arena

EPOCA DEL AÑO	TOTAL g/m ²	HOJAS g/m ²	HIPOCOT g/m ²	FLORES g/m ²	MISCEL g/m ²
LLUVIAS	330.8	235.33	51.83	13.71	28.37
NORTES	360.6	236.77	51.23	32.36	39.45
SECAS	291.43	228.66	23.67	14.90	30.11

Tabla 12. Valores de hojarasca y sus componentes para el área de Tenabo.

EPOCA DEL AÑO	TOTAL g/m ²	HOJAS g/m ²	HIPOCOT g/m ²	FLORES g/m ²	MISCEL g/m ²
LLUVIAS	177.45	138.82	24.19	6.20	13.03
NORTES	217.33	176.45	10.15	7.38	13.90
SECAS	128.81	115.64	0.97	1.69	7.12

Así mismo para ambas zonas el mayor porcentaje lo ocupan las hojas, seguido por los hipocótilos, miscelánea y por último la categoría que corresponde a las flores como se observa en las siguientes gráficas.

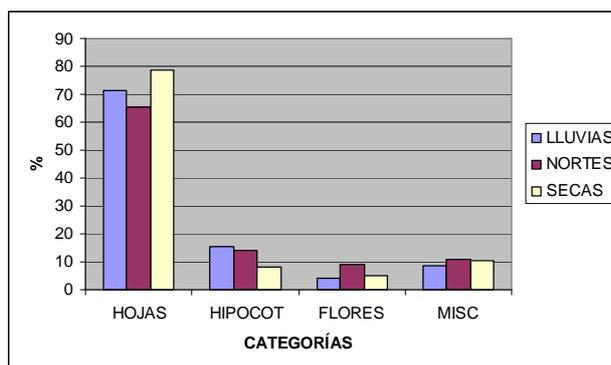


Figura 16. Porcentaje de los diferentes componentes de la hojarasca en la zona de Isla Arena

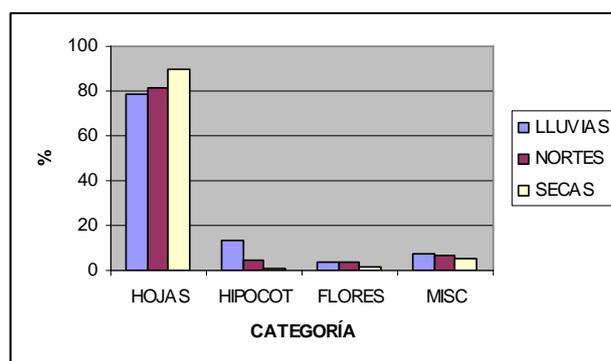


Figura 17. Porcentaje de los diferentes componentes de la hojarasca en la zona de Tenabo

El aporte de hojarasca para el área de Isla Arena fue de 2.69 g/m²/día⁻¹ (981.85 g/m²/año⁻¹) y de 1.43 g/m²/día⁻¹ (521.95 g/m²/año⁻¹) para el área de Tenabo. Transformando estos valores de PPN a unidades de carbono, se tiene que equivalen a 409.10 gC/m²/año y 217.47gC/m²/año respectivamente, es decir, una

productividad primaria neta (PPN) de 4.09 tC/ha/año⁻¹ para la zona de Isla Arena y de 2.17 tC/ha/año⁻¹ para la zona de Tenabo. El análisis de los datos de productividad primaria revela que existe diferencia significativa tanto entre zonas de estudio (K=3.85, p<0.05) como entre épocas del año (K= 5.99, p>0.05) para la zona de Isla Arena y (K=20.036, p<0.05) para la zona de Tenabo siendo mas marcada la diferencia en la época de lluvias.

Parámetros ambientales

Los datos registrados para los parámetros ambientales se resumen en las siguientes tablas.

Tabla 13. Valores de parámetros ambientales para el área de Isla Arena

EPOCA	UPS	%CO	% MO	CO3 %
SECAS	29	18,7	32,3	16,34
LLUVIAS	41,2	23,1	39,9	26,33
NORTES	45,3	19,4	32,9	23,33

Tabla 14. Valores de parámetros ambientales para el área de Tenabo

EPOCA	UPS	%CO	% MO	CO3 %
SECAS	31	22.3	38.44	23,19
LLUVIAS	44,6	23	39.65	27,79
NORTES	51,8	17.82	30.72	20,21

El análisis realizado muestra que no hay diferencia significativa en salinidad entre épocas del año (K=4.57, p>0.05) ni tampoco entre zonas de estudio (K=0.429, p>0.05). De igual manera reveló que no hay diferencia en el contenido de carbono orgánico entre épocas (K=3.42, p>0.05) ni entre zonas estudiadas (K=0.429, p>0.05) así como tampoco hay diferencia en el contenido de materia orgánica entre épocas (K=3.42, p>0.05) y entre zonas (K=0.429, p>0.05). Con relación al contenido de carbonato de calcio no se encontró diferencia entre épocas (K=0.37, p>0.05) y tampoco entre zonas (K=0.048, p>0.05).

Tasa de renovación

La tasa de renovación registrada para la zona de Isla Arena fue de K =133 días y para la zona de Tenabo fue de K = 200 días, es decir que la renovación del follaje se lleva a cabo aproximadamente cada 4 y 6 meses respectivamente.

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon y Wiener da peso a la abundancia relativa de las especies. El cociente entre la diversidad observada (H') y la máxima diversidad esperada (H'_{max}) permite obtener la equitatividad (E) que mide la discrepancia entre estas dos (Magurran, 2004). Los valores encontrados muestran para la zona de Isla Arena una diversidad baja ($H' = 0.35$ bits/individuo) con una $H'_{max} = 0.47$ y $E = 0.75$, es decir no existe dominancia de ninguna especie ($E = 0.23$ en términos de dominancia). Para el caso del área de Tenabo la diversidad fue de $H' = 0.35$ bits/individuo con una $H'_{max} = 0.47$ y $E = 0.74$ lo que implica que tampoco existe ninguna especie dominante ($E = 0.24$ en términos de dominancia).

Discusión

Los resultados obtenidos no muestran la existencia de una variación significativa entre las dos zonas en la mayor parte de las variables consideradas para este estudio, sin embargo las diferencias encontradas en cuanto al área basal, siendo menor para la Zona de Tenabo, sugieren la posibilidad de una cierta alteración posiblemente por impacto de actividades humanas. En cuanto a la composición florística y el índice de valor de importancia coincide con lo reportado por otros autores (Zaldivar *et al.*, 2004, Day, *et al.*, 1996) las condiciones en ambas zonas favorecen el desarrollo de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* más no así el de *Laguncularia racemosa*, lo que puede deberse a las condiciones de salinidad existentes durante las diferentes épocas del año (Jimenez, 1985, 1994). Los datos obtenidos en las dos zonas aunque para el DAP y el área basal así como la altura estimada entre 4m y 9m sugieren que se trata de un manglar joven sin embargo, aunque escasos, también se registraron en algunas parcelas interiores individuos de las tres especies considerados por sus características como ejemplares maduros (Jimenez y Lugo, s.f. y Jimenez, 1985 y 1994). En este sentido cabe mencionar que tanto la zona de Tenabo como la zona de las Bocas son áreas que año con año se ven expuestas al impacto de los ciclones o huracanes por lo que su efecto se refleja en la estructura, lo que sugeriría de acuerdo con Cintrón, *et al.*, 1978) que estas comunidades se mantienen en un estado de sucesión de poca complejidad.

La productividad primaria para el área de estudio en la zona de Tenabo muestra valores menores a lo reportado para otros sitios tales como la Reserva de la Biósfera Ría Celestún (Zaldivar *et al.*, 2004) y Laguna de Términos (Day *et al.*, 1996), lo cual puede deberse a que existe una relación inversa ($R^2=0.72$) entre la producción de hojarasca y la salinidad del agua intersticial, lo que confirma su influencia en la productividad del sistema. La variabilidad encontrada para el carbono orgánico y la materia orgánica con una mayor concentración en la época de lluvias da una idea del flujo de nutrientes en las áreas estudiadas lo que puede verse afectado por las tasas de acumulación y degradación de la materia orgánica, lo cual es reflejado por las tasas de renovación registradas.

Conclusiones

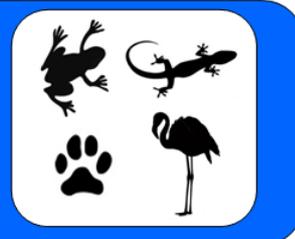
Los manglares de las dos zonas estudiadas muestran patrones similares en cuanto a su composición específica, sin embargo, difieren con respecto a los encontrados para el área basal y la productividad primaria.

En las dos zonas, las comunidades de manglar muestran características que sugieren la presencia de un manglar joven con pocos individuos maduros.

La salinidad y la exposición al impacto de las actividades humanas así como a los eventos climáticos de la región principalmente en la época de ciclones son los factores controladores tanto de la estructura como del aporte de hojarasca.

Cabe mencionar que uno de los principales problemas que afectan los muestreos es el continuo robo de material (canastas colectoras de hojarasca, material de señalamiento y delimitación de las parcelas, tubos de PVC) al que se ven sujetos los investigadores.

Capítulo 2



Diversidad biológica de vertebrados silvestres.

Este componente del proyecto se desarrolló en cinco estaciones de monitoreo distribuidas en la zona norte y sur de la RBLP. Algunas de las estaciones se establecieron en las proximidades de las parcelas utilizadas para desarrollar el componente de estructura del bosque de manglar y parámetros ambientales; mientras que otras estaciones se ubicaron en sitios que, de acuerdo con el conocimiento de los habitantes de la región, presentaban una importante presencia de fauna silvestre. De esta forma, en la zona norte (en el municipio de Calkiní) se establecieron las estaciones Ixpuk, Isla Piedra, y Yaltún; mientras que en la zona sur (en el municipio de Tenabo) se ubicaron las estaciones Balantauché y El Cuyo. Cada una de las estaciones fue monitoreada en dos ocasiones, y salvo la estación Ixpuk (por motivos de agenda), en el resto se pudieron cubrir 2 épocas diferentes del año, como se muestra en la tabla 15. En términos generales se alcanzó un promedio de siete días de trabajo efectivo de campo en cada una de las estaciones de monitoreo. Para la diferenciación de épocas climáticas se consideró tomar como base la propuesta establecida por Yañez-Arancibia (1986).

Tabla 15. Relación de épocas climáticas en las que fueron realizados los monitoreos en cada una de las estaciones de trabajo.

Estación	Fecha monitoreo	Época del año
Isla Piedra	Noviembre 2008	Nortes
Ixpuk	Enero 2009	Nortes
Balantauché	Marzo-Abril 2009	Secas
*Yaltún	Junio 2009	Secas
Balantauché	Diciembre 2009	Nortes
El Cuyo	Marzo 2010	Secas
El Cuyo	Junio 2010	Lluvias
Yaltún	Septiembre 2010	Lluvias
Ixpuk	Diciembre 2010	Nortes
Isla Piedra	Marzo 2011	Secas

*De acuerdo con Yañez-Arancibia (1986) este mes correspondería asignarlo a la época de lluvias, sin embargo al realizar el monitoreo a principios del mes, se pudieron verificar condiciones que preponderantemente correspondían a los finales de la época de secas, con el blanquial prácticamente seco.

La asignación de las estaciones de monitoreo por región (norte y sur) fue producto de la revisión del área de estudio durante el primer año del proyecto, y aunque en la

zona norte se ubicaron tres estaciones y en la zona sur dos, el área total abarcada resulta equivalente en ambos casos (figura 18).



Figura 18. Ubicación de las cinco estaciones de monitoreo desde las que se realizaron los diferentes transectos, avistamientos y registros. (A) Zona Sur, (B) Zona Norte.

Métodos

Durante el monitoreo se alcanzaron diferentes objetivos, entre los que cabe mencionar el inventario de cuatro grupos de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), fotografías de muchas de las especies reportadas, colectas científicas de aves y mamíferos ingresadas en colecciones del Centro de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU) de la Universidad Autónoma de Campeche, así como colectas herpetofaunísticas ingresadas en la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles del Instituto de Biología de la UNAM. Los métodos específicos aplicados para el registro de cada taxon se desarrollan a continuación:

Anfibios y Reptiles. Se revisarán los anfibios y reptiles procedentes de las unidades de muestreo previamente determinadas dentro y en los alrededores de las parcelas que se usaran para establecer la estructura de la comunidad vegetal del área de manglar. Los ejemplares colectados serán depositados en la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles del Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM; si bien se pretende capturar y liberar a la mayoría de los ejemplares posteriormente a su estudio taxonómico, será colectado un ejemplar de cada especie en cada una de las doce localidades que abarca el proyecto. En las unidades de muestreo establecidas con la información proporcionada por los guías, se marcarán transectos de 1000 metros de largo por 5 metros de ancho, este método implica caminar a lo largo de una línea predeterminada contando los animales observados y registrando las distancias en las que son vistos en la franja o en sus límites (Sánchez-Núñez, 2005). En todos los casos, cada avistamiento, captura y/o colecta será georreferenciado. Los ejemplares se colectarán mediante tres procedimientos a saber:

- manualmente (auxiliados en algunos casos con redes de cuchara y horquetas),
- con el auxilio de barreras artificiales o cercas de aproximadamente 10 m de longitud con un par de excavaciones de al rededor de 50 cm, donde se colocarán

botes que captarán a los organismos que caigan siguiendo la ruta marcada por la cerca.

c) mediante trampas de embudo, colocadas a los lados de la barrera artificial mencionada en el inciso anterior.

Los ejemplares colectados serán sacrificados mediante la inyección de un anestésico para posteriormente ser fijados con formol al 10%, con el propósito de transportarlos serán envueltos en gasas humedecidas con alcohol etílico al 70%. Su preservación definitiva en la Colección Nacional se realizará empleando alcohol al 70%. En el caso de los ejemplares que se recolecten ya muertos, éstos serán incluidos directamente en formol. Una estrategia adicional considerada para ampliar el número de registros consistirá en dejar recipientes con alcohol al 70% en cada localidad, de forma tal que los ejemplares que ocasionalmente los pobladores encuentran muertos o por diversos motivos son sacrificados por los mismos lugareños, sean conservados en alcohol por los guías capacitados por el proyecto. En general, los métodos y técnicas a utilizar son las recopiladas y descritas para cada taxón por Casas-Andreu et al. (1991). Principalmente la determinación taxonómica de los ejemplares se realizará a partir de las claves para anfibios y reptiles mexicanos compiladas por Flores-Villela, Mendoza-Quijano y González-Porter (1995). La nomenclatura a emplear será aquella utilizada por Flores-Villela (1993), con las actualizaciones propuestas por Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) y también las encontradas en el libro rojo de la IUCN (IUCN, 2011). Por lo que respecta a la determinación de la abundancia relativa para estos vertebrados, los criterios que se considerarán para la correspondiente asignación, serán el número de ocasiones y el número de organismos por especie detectados a lo largo de los transectos marcados en las unidades de muestreo, de tal forma que las especies abundantes serán las que se encuentren en tres o cuatro transectos y con un gran número de individuos, una especie común se denominará a la que se encuentre en la mayoría de los transectos pero con pocos individuos, escasa si la especie se encuentra en uno o dos transectos y los individuos no sobrepasan de 8, por último la especie rara se registrará cuando únicamente se encuentren 1 ó 2 individuos (Sánchez-Núñez, 2005). Debido a que tanto en los reportes faunísticos existentes para la Reserva de la Biosfera Los Petenes, como en su plan de manejo se reconoce una evidente ausencia de estudios para anfibios y reptiles (CONANP, 2006), el proyecto pondrá especial énfasis en estos grupos.

Aves. Para la realización del inventario ornitológico de la zona de estudio se emplearon básicamente la observación directa y la captura mediante redes de nylon. Para tal fin se establecerán transectos en los que se realizarán "conteos por puntos" para obtener información acerca de la riqueza, composición y abundancias de las poblaciones de aves. Cada punto estará a 250 m de distancia del anterior, registrándose las especies detectadas visualmente en un radio fijo de 25 m por períodos de 10 minutos. Tomando en cuenta las recomendaciones de la Environmental Protection Agency (2002), la estimación de abundancia relativa de las aves observadas se basará en los siguientes criterios: para asignar la categoría de abundante a una especie será requisito haberla visto en gran número, ya sea en bandadas o en individuos aislados; la categoría de común se asignará cuando la especie sea vista frecuentemente, pero no en gran número; la categoría de escasa será para las especies que presenten de tres a diez individuos en los diferentes recorridos y finalmente la categoría de rara será para las especies que muestren en

los recorridos de uno a dos ejemplares. Finalmente, para el caso del método de captura-liberación serán empleadas redes de nylon para captura de aves que vuelen muy cerca del suelo y hasta 2.5 m de altura.

Mamíferos. La información en campo se recopilará de tres maneras: 1) empleado técnicas directas de captura de animales mediante trampas sherman (para el caso de especies pequeñas) y eventualmente trampas tomahawk (especies medianas), 2) la entrevista dirigida o informal con los habitantes de comunidades aledañas para el caso de las especies grandes (carnívoros, herbívoros) y, 3) empleando técnicas indirectas como el rastreo, es decir colecta de restos de animales muertos, excretas, pelo, arbustos ramoneados o huellas de pisadas (Day, Schemnitz y Taber, 1987). Los criterios metodológicos obedecen a las características ecológicas y etológicas generales de este grupo. Los muestreos de ratones se llevarán a cabo utilizando trampas tipo sherman colocadas en cuadrantes de siete líneas por siete columnas de trampas, separadas cada metro entre sí, con lo cual se cubrirá en cada muestreo una superficie de 49 m². La distribución de los cuadrantes será hecha sobre todo en espacios abiertos, en los sitios que no cumplan esta condición, las trampas estarán dispuestas en transectos de 15 trampas con la misma separación de un metro. El cebo utilizado consistirá en una mezcla de crema de cacahuete con avena y esencia líquida de vainilla. Eventualmente para el caso de mamíferos medianos se emplearán trampas tomahawk de dos diferentes tamaños (30 X 20 X 50 cm y 30 X 25 X 70 cm) y serán colocadas con una separación de 25 m entre cada una en diferentes puntos de las parcelas. Como cebo se usará una mezcla de sardina y plátano. Para realizar el inventario de quirópteros serán colocadas redes de nylon de 12 m de largo ocultas entre la vegetación o sobre algunos puntos identificados como adecuados por su proximidad a ciertos puntos de los cuerpos de agua. Estos animales también serán muestreados directamente en donde se logren localizar refugios diurnos. Por otra parte, los mamíferos de talla mediana y grande serán registrados por métodos indirectos como la recolección de excretas e identificación de huellas de pisadas (Aranda, 2000); cuando sea posible se colectarán animales muertos que se encuentren durante los recorridos. La abundancia relativa de las especies registradas se asignará de acuerdo con los siguientes criterios: abundante, cuando eran observados o capturados cinco o más individuos de la misma especie en un mismo transecto (incluye aquellos murciélagos capturados en la red) o cuadrante; común cuando se tenían menos de cinco individuos en un mismo transecto o cuadrante; escasa si un registro no se repite en más de tres muestreos y rara si el registro se consigue una sola vez en todo el periodo de muestreo.

Resultados

En las siguientes secciones se detallan los resultados alcanzados para cada taxón.

Herpetofauna. Se registraron 137 organismos pertenecientes a 21 especies, cada registro fue georreferenciado, y en cuando fue posible, se tomaron morfometrías de los ejemplares; en todos los casos se hicieron observaciones referentes al tipo de hábitat y otras anotaciones complementarias. En la tabla 16 se muestran las especies registradas con la nomenclatura actualizada, así como su estatus de acuerdo con la normatividad mexicana y la lista roja de especies amenazadas de la IUCN.

Tabla 16. Herpetofauna registrada en el período Septiembre 2008-Marzo 2011

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ESTATUS (*NOM ECOL 059/**IUCN)
ANURA	BUFONIDAE	<i>Incilius valliceps</i>	LC
	LEPTODACTYLIDAE	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	LC
	HYLIDAE	<i>Smilisca baudinii</i>	LC
	RANIDAE	<i>Lithobates berlandieri</i>	Pr/LC
SQUAMATA	CORYTOPHANIDAE	<i>Basiliscus vittatus</i>	LC
	GEKKONIDAE	<i>Hemidactylus frenatus</i>	LC
	IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	A
	PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus lundelli</i>	LC
	SCINCIDAE	<i>Mabuya unimarginata</i>	
	TEIIDAE	<i>Ameiva undulata</i>	
	POLYCHROTIDAE	<i>Anolis rodriguezi</i>	
	BOIDAE	<i>Boa constrictor</i>	A
	COLUBRIDAE	<i>Coniophanes imperialis</i>	LC
		<i>Coniophanes schmidti</i>	LC
		<i>Drymarchon melanurus</i>	LC
<i>Drymobius margaritiferus</i>			
<i>Sibon sanniola</i>		LC	
	<i>Oxybelis aeneus</i>		
CROCODILIA	CROCODYLIDAE	<i>Crocodylus acutus</i>	Pr/VU
		<i>Crocodylus moreletti</i>	Pr
TESTUDINES	CHELONIIDAE	<i>Eretmochelys imbricata</i>	P/CR

*A=amenazada, P=en peligro de extinción, Pr=sujetas a protección especial. Categorías según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**VU=vulnerable, CR= en peligro crítico de extinción (critically endangered), LC= preocupación menor (least concern). Categorías según The IUCN Red List of Threatened Species 2011.

En la figura 19 se muestra la distribución porcentual de los organismos registrados por especie. Del total de organismos registrados, 33 fueron colectados y depositados en la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles del Instituto de Biología de la UNAM (26 reptiles y 7 anfibios). Para el análisis de los datos se tomaron en cuenta las variables de época del año, estación de monitoreo y región en la que cada estación se ubicaba (norte o sur), teniendo como resultado que en la región norte la estación en la que mayor número de registros se realizaron, en especies y organismos, fue la denominada Ixpuk en la época de nortes (figura 20). Por su parte, la región sur presentó el mayor número de registros de organismos y especies diferentes en la estación El Cuyo durante la época de lluvias (figura 21).

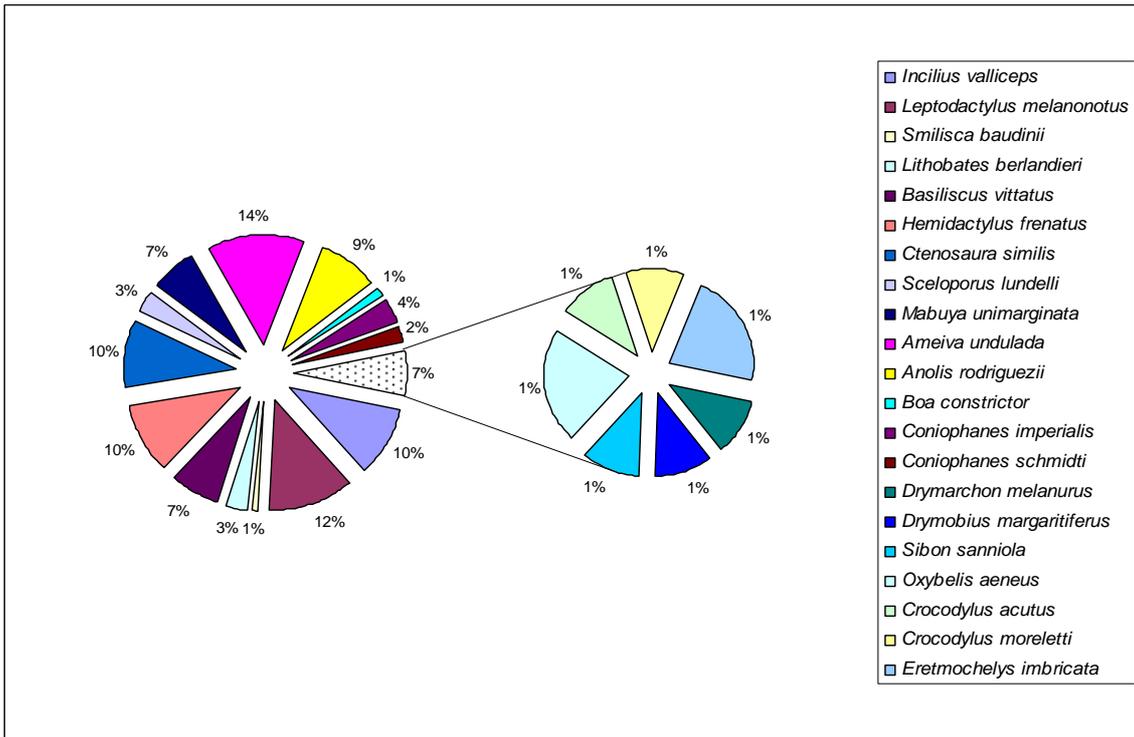


Figura 19. Distribución porcentual de los individuos registrados por especie.

En cuanto la abundancia relativa, ésta se analizó tomando en cuenta estación de monitoreo y época del año. Se obtuvo que para la época de nortes hay tres especies abundantes: *Incilius valliceps*, *Hemidactylus frenatus*, y *Ctenosaura similis* (figura 22); para la época de secas ninguna de las especies registradas resultó abundante, se consideraron a cinco especies en la categoría de “común” *Leptodactylus melanonotus*, *Basiliscus vittatus*, *Hemidactylus frenatus*, *Mabuya unimarginata* y *Ameiva undulada* (figura 23). Para la época de lluvias ninguna especie fue considerada en la categoría de abundante, y los registros obtenidos en los diferentes transectos realizados mostraron solamente dos especies en la categoría de “común”, éstas fueron *Leptodactylus melanonotus* y *Anolis rodriguezii* (figura 24). Finalmente cabe mencionar que la especie *Mabuya unimarginata* fue la única que se registró en todas las estaciones de monitoreo.

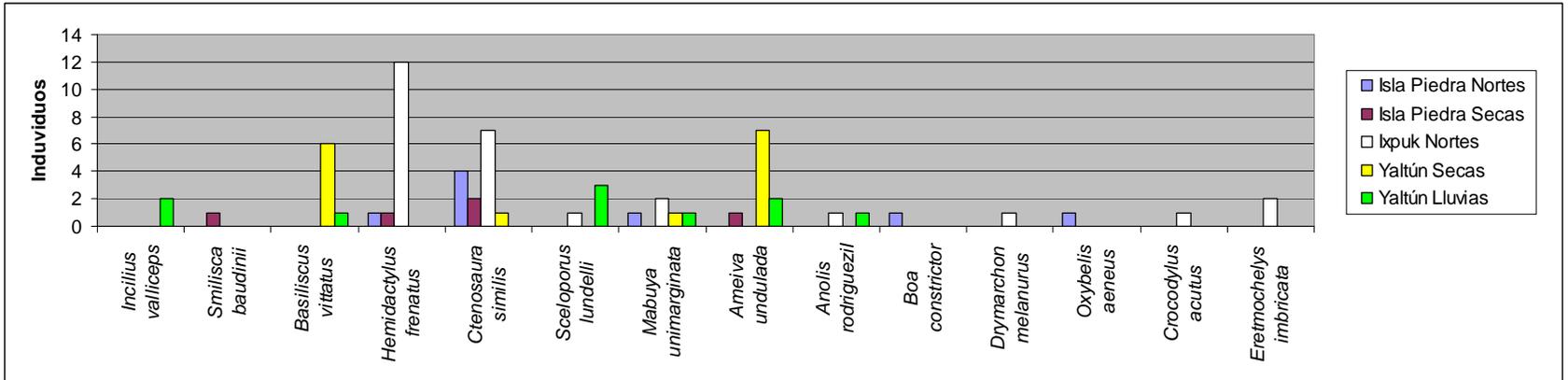


Figura 20. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año. Región Norte.

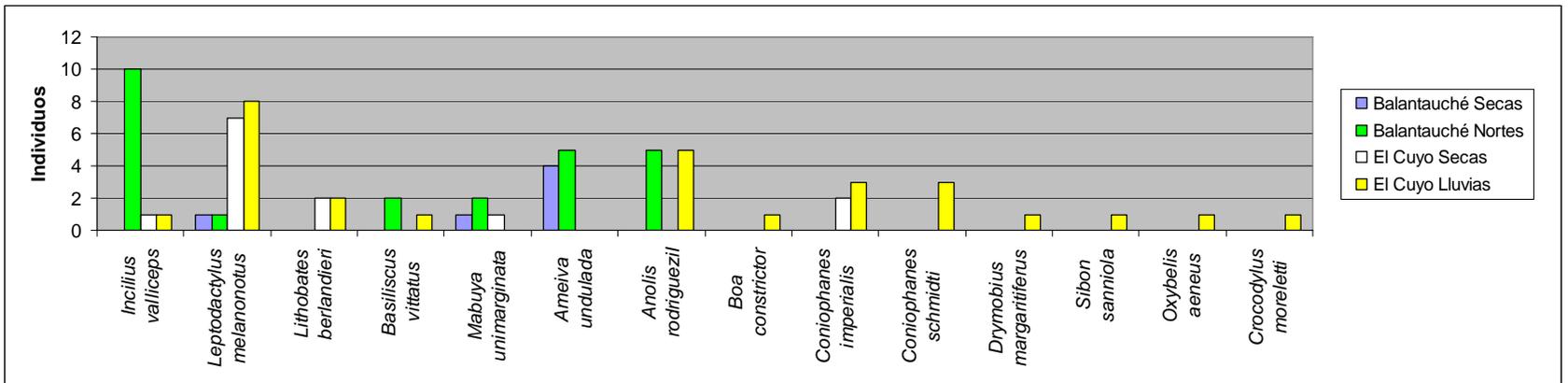


Figura 21. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año. Región Sur.

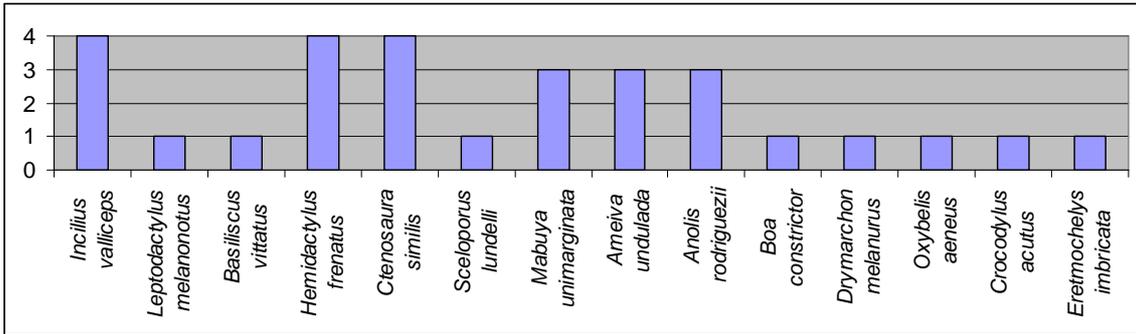


Figura 22. Abundancia relativa resultante para la época de nortes. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante

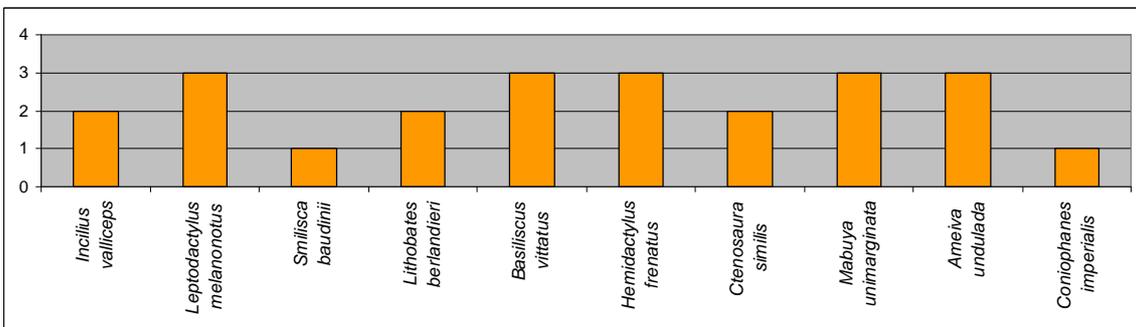


Figura 23. Abundancia relativa resultante para la época de secas. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante.

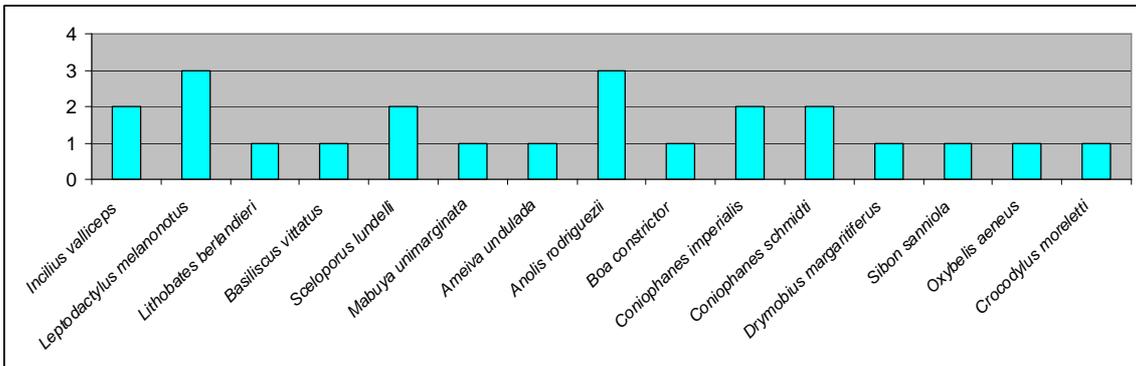


Figura 24. Abundancia relativa resultante para la época de lluvias. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante

Ornitofauna. Se registraron un total de 1037 organismos pertenecientes a 60 especies, cada uno de los registros fue georreferenciado. Los organismos capturados fueron medidos y pesados, cada registro cuenta con información sobre el hábitat, etología de los organismos, entre otros. En la tabla 17 se muestran las especies registradas con la nomenclatura científica actualizada, e incluye el estatus de protección de la norma oficial mexicana 059 y la lista roja de especies amenazadas de la IUCN.

Tabla 17. Ornitofauna registrada Septiembre 2008-Marzo 2011

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ESTATUS (*NOM ECOL 059/**IUCN)
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Anas discors</i>	LC
APODIFORMES	TROCHILIDAE	<i>Amazilia yucatanensis</i>	LC
		<i>Archilochus colubris</i>	LC
CAPRIMULGIFORMES	CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctidromus albicollis</i>	LC
CHARADRIIFORMES	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris minuta</i>	LC
	LARIDAE	<i>Larus atricilla</i>	LC
	RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus mexicanus</i>	LC
CICONIIFORMES	ARDEIDAE	<i>Casmerodius albus</i>	LC
		<i>Egretta thula</i>	LC
		<i>Egretta tricolor</i>	LC
	CICONIIDAE	<i>Mycteria americana</i>	Pr/LC
	THRESKIORNITHIDAE	<i>Eudocimus albus</i>	LC
		<i>Platalea ajaja</i>	LC
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	A/LC
		<i>Zenaida asiatica</i>	LC
CORACIIFORMES	ALCEDINIDAE	<i>Chloroceryle aenea</i>	LC
	MOMOTIDAE	<i>Eumomota superciliosa</i>	LC
		<i>Momotus momota</i>	LC
CUCULIFORMES	CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	LC
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	<i>Caracara plancus</i>	E/LC
	CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	LC
GRUIFORMES	RALLIDAE	<i>Aramides axillaris</i>	A/LC
		<i>Porzana carolina</i>	LC
PASSERIFORMES	COTINGIDAE	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	LC
	CORVIDAE	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	LC
	DENDROCOLAPTIDAE	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	LC
	ICTERIDAE	<i>Agelaius phoeniceus</i>	LC
		<i>Amblycercus holosericeus</i>	LC
		<i>Icterus cucullatus</i>	LC
	<i>Icterus gularis</i>	LC	
	<i>Icterus spurius</i>	LC	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ESTATUS (*NOM ECOL 059/**IUCN)
	MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	LC
	PARULIDAE	<i>Dendroica coronata</i>	A/LC
		<i>Dendroica petechia</i>	LC
		<i>Geothlypis nelsoni</i>	LC
		<i>Mniotilta varia</i>	LC
		<i>Parula americana</i>	LC
		<i>Protonaria citrea</i>	LC
		<i>Seiurus aurocapilla</i>	LC
		<i>Seiurus noveboracensis</i>	LC
		<i>Setophaga ruticilla</i>	LC
		<i>Wilsonia citrina</i>	LC
	TYRANNIDAE	<i>Camptostoma imberbe</i>	LC
		<i>Empidonax minimus</i>	LC
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	LC
		<i>Myiarchus yucatanensis</i>	LC
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	LC
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	LC
		<i>Tyrannus couchii</i>	LC
	VIREONIDAE	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Pr/LC
		<i>Vireo pallens</i>	Pr/LC
PICIFORMES	PICIDAE	<i>Melanerpes aurifrons</i>	LC
		<i>Melanerpes pygmaeus</i>	LC
		<i>Picoides scalaris</i>	LC
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	<i>Aratinga nana</i>	Pr/LC
PELECANIFORMES	PELECANIDAE	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	NT
		<i>Pelecanus occidentalis</i>	LC
	PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax auritus</i>	LC
PHOENICOPTERIFORMES	PHOENICOPTERIDAE	<i>Phoenicopterus ruber</i>	A/LC
STRIGIFORMES	STRIGIDAE	<i>Glaucidium brasilianum</i>	LC

*A=amenazada, P=en peligro de extinción, Pr=sujetas a protección especial. Categorías según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**VU=vulnerable, CR= en peligro crítico de extinción (critically endangered), NT= casi amenazada (near threatened), LC= preocupación menor (least concern). Categorías según The IUCN Red List of Threatened Species 2011.

En la figura 25 se representan las proporciones alcanzadas por los registros para cada especie con relación al 100% de los ejemplares. Del total de organismos registrados, se colectaron y depositaron 52 ejemplares en la colección ornitológica de CEDESU. Por otra parte, para la organización y análisis de los datos obtenidos, se consideraron las siguientes variables, época del año, estación de monitoreo y región en la que cada estación estaba ubicada (norte o sur). En la

región norte se obtuvo un mayor número de registros de organismos y especies en la estación de monitoreo de Ixpuk durante la época de nortes (figura 26). Mientras en la región sur, se obtuvo un mayor número de registros de organismos en la estación Balantauché en la época de nortes. El mayor número de especies de igual manera fue registrado en la estación de Balantauché, durante la época de secas (figura 27).

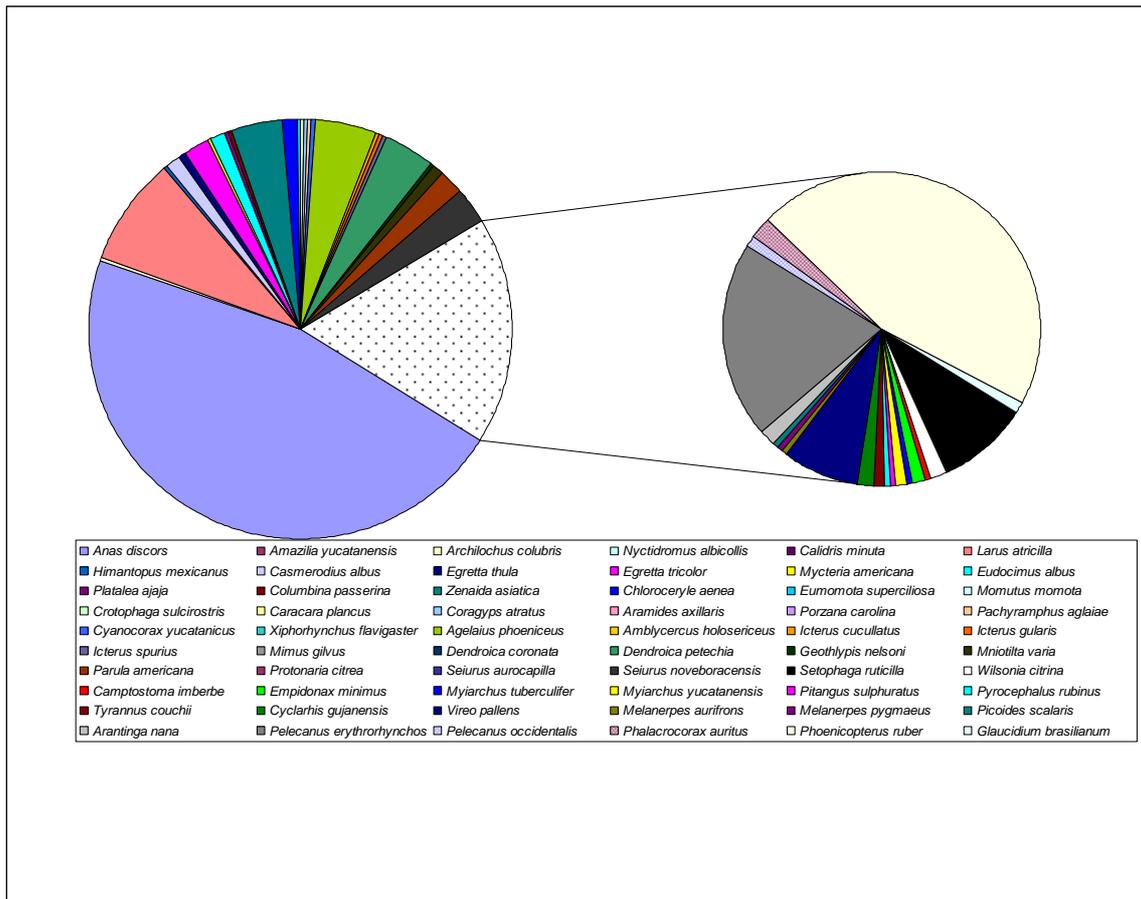


Figura 24. Proporción de los individuos registrados por especie.

Para analizar la abundancia relativa obtenida, se consideraron además las variables estación de monitoreo y época del año. Al respecto se obtuvieron los siguientes resultados generales, para la época de nortes hay cuatro especies abundantes: *Anas discors*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *Phalacrocorax auritus* y *Phoenicopterus ruber* (figura 28); en tanto que para la época de secas hay dos especies abundantes: *Dendroica petechia* y *Aratinga nana*. Además se registraron seis especies comunes: *Zenaida asiatica*, *Agelaius phoeniceus*, *Seiurus noveboracensis*, *Setophaga ruticilla*, *Phalacrocorax auritus*, *Phoenicopterus ruber* (figura 29) y finalmente en la época de lluvias sólo se registró a la especie *Zenaida asiatica* como abundante (figura 30). En esta época se registraron únicamente 8 especies y de dos especies sólo se obtuvo un registro: *Dendroica petechia* y *Pitangus sulphuratus*.

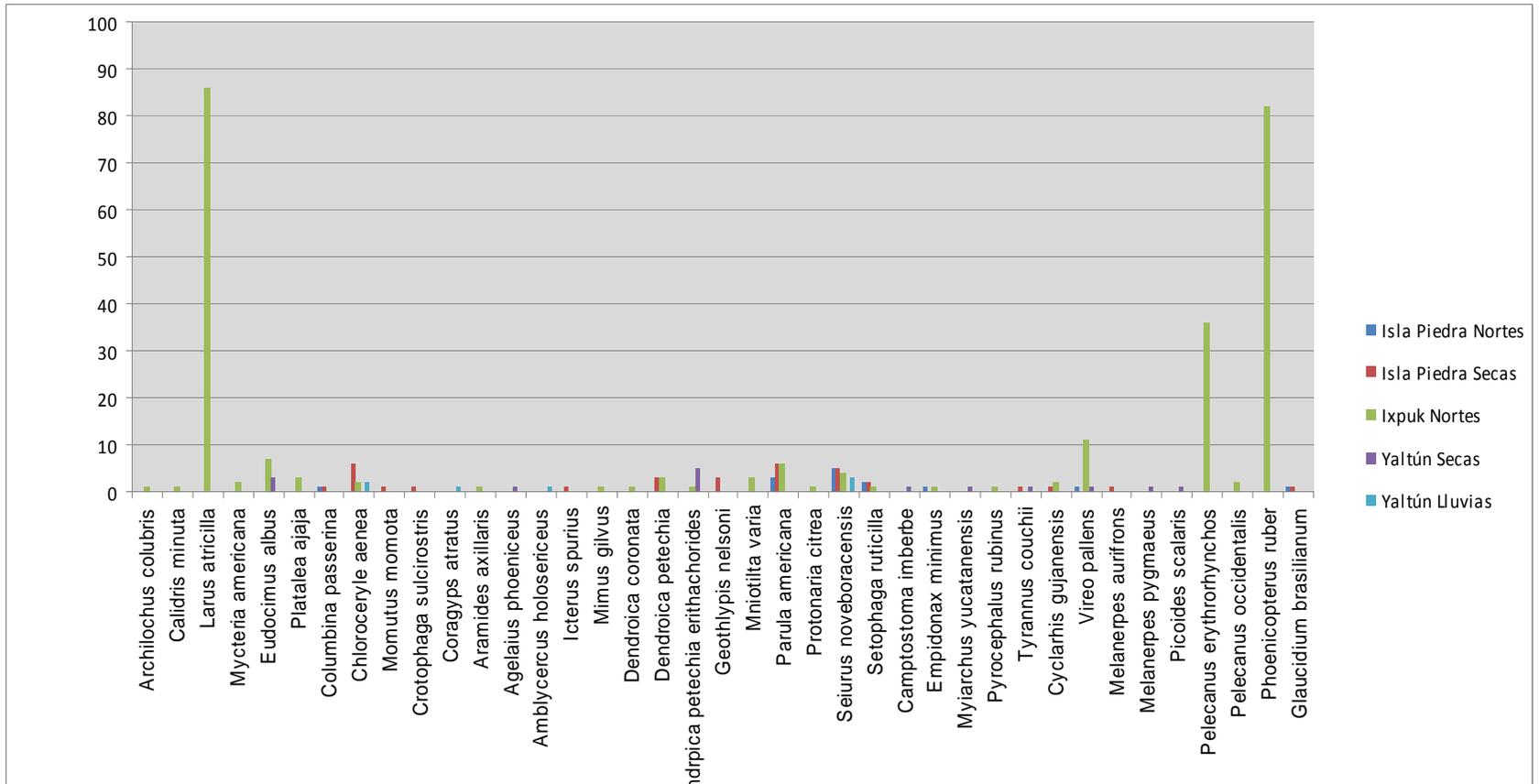


Figura 25. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año. Región Norte.

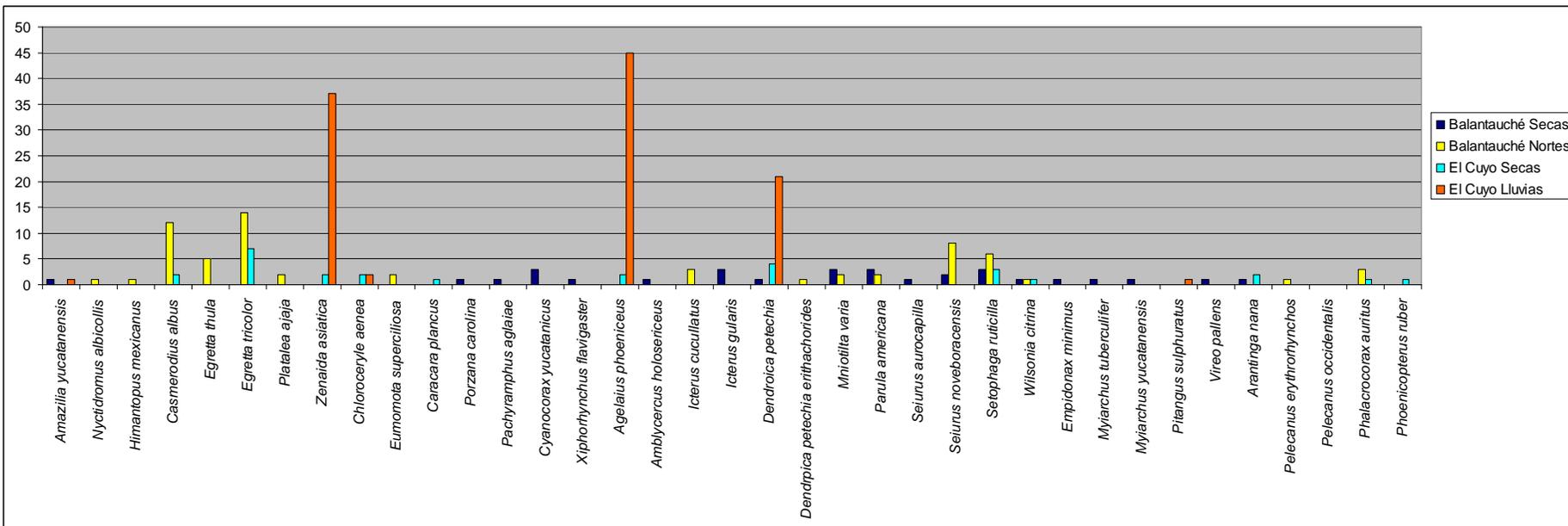


Figura 26. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año. Región Sur. La especie *Anas discors* (que no aparece en la gráfica) fue registrada solamente en la estación Balantauché durante la época de Nortes, contabilizándose 480 individuos distribuidos en una amplia zona de blanquial.

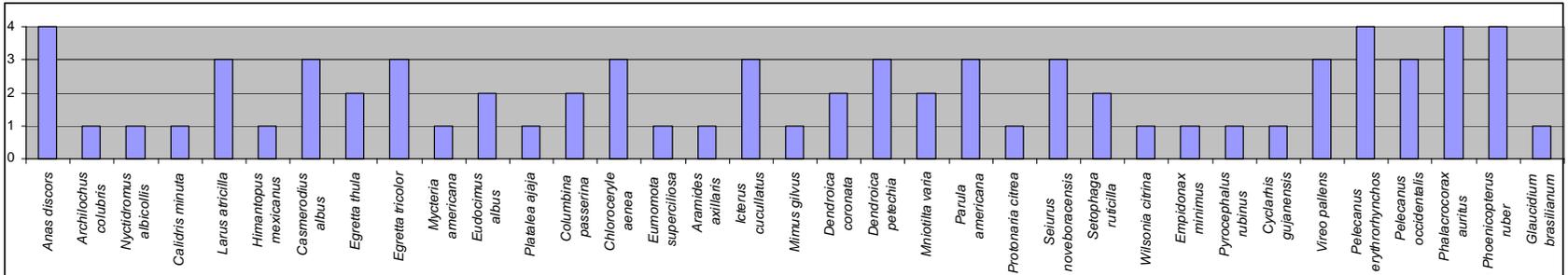


Figura 27. Abundancia relativa resultante para la época de nortes. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante

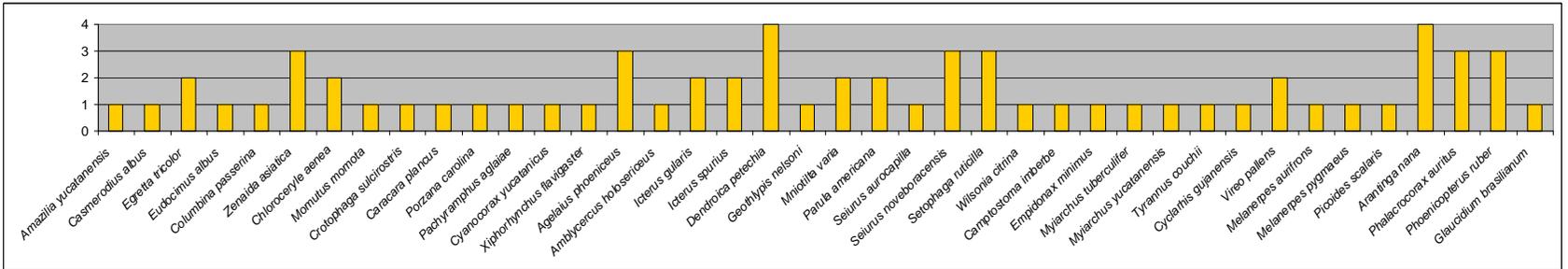


Figura 28. Abundancia relativa resultante para la época de secas. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante

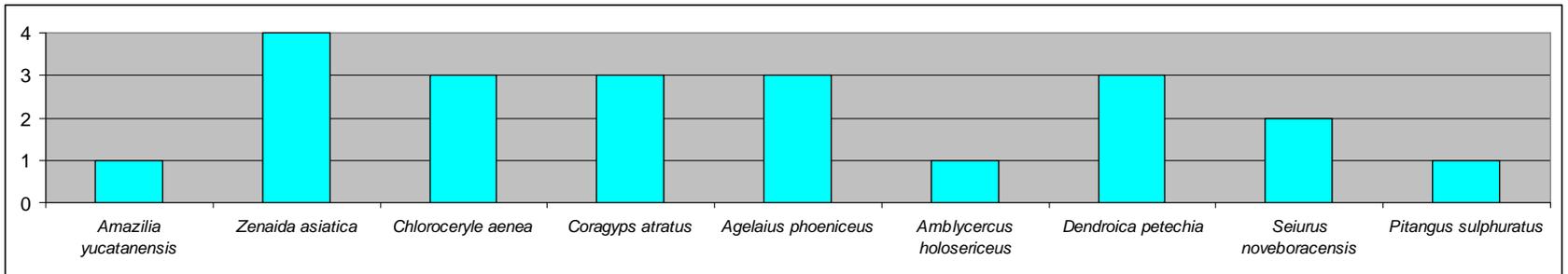


Figura 29. Abundancia relativa resultante para la época de lluvias. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante

Mastofauna. Se registraron un total de 168 organismos correspondientes a 18 especies (tabla 18). Las diferentes morfometrías, georreferenciación y observaciones diversas se recabaron en un archivo de Excel, en donde fueron organizados los datos correspondientes a todos los organismos. La tabla 18 muestra las especies registradas, incluyendo el orden y familia al que pertenecen, así como su estatus actual de protección de acuerdo a la NOM 059 y la lista roja de especies amenazadas de la IUCN.

Tabla 18. Mastofauna registrada Septiembre 2008-Marzo 2011

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ESTATUS (*NOM ECOL 059/**IUCN)
CHIROPTERA	EMBALLONURIDAE	<i>Saccopteryx bilineata</i>	LC
	NOCTILIONIDAE	<i>Noctilio leporinus</i>	LC
	PHYLLOSTOMIDAE	<i>Artibeus jamaicensis</i>	LC
<i>Artibeus phaeotis</i>		LC	
DIDELPHIMORPHIA	DIDELPHIDAE	<i>Philander opossum</i>	LC
	DIDELPHIDAE	<i>Marmosa mexicana</i>	LC
CARNIVORA	CANIDAE	<i>Canis latrans</i>	LC
	FELIDAE	<i>Leopardus pardalis</i>	P/LC
	PROCYONIDAE	<i>Nasua narica</i>	LC
<i>Procyon lotor</i>		LC	
RODENTIA	CUNICULIDAE	<i>Cuniculus paca</i>	LC
	CRICETIDAE	<i>Oryzomys couesi</i>	LC
		<i>Ototylomys phyllotis</i>	LC
		<i>Peromyscus leucopus</i>	A/LC
		<i>Peromyscus yucatanicus</i>	LC
		<i>Reithrodontomys gracilis</i>	A/LC
		<i>Sigmodon hispidus</i>	LC
DASYPROCTIDAE	<i>Dasyprocta punctata</i>	LC	

*A=amenazada, P=en peligro de extinción. Categorías según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**LC= preocupación menor (least concern). Categorías según The IUCN Red List of Threatened Species 2011.

En la figura 31 se muestra la distribución porcentual de los organismos registrados por especie de mamíferos. Del total de organismos registrados, se colectaron y depositaron 26 ejemplares en la Colección de mamíferos de CEDESU. El análisis de la información se realizó considerando los siguientes datos; época del año, estación de monitoreo y región en la que se localizaba cada estación (norte o sur). En la región norte se registro el mayor número de especies en la estación de monitoreo Yaltún durante la época de lluvias. Sin embargo, el mayor número de registros de organismos se presentó en la estación de Ixpuk durante la época de nortes (figura 32). Mientras en la región sur, se registró el mayor número de organismos y especies en la estación Balantauché durante la época de secas (figura 33).

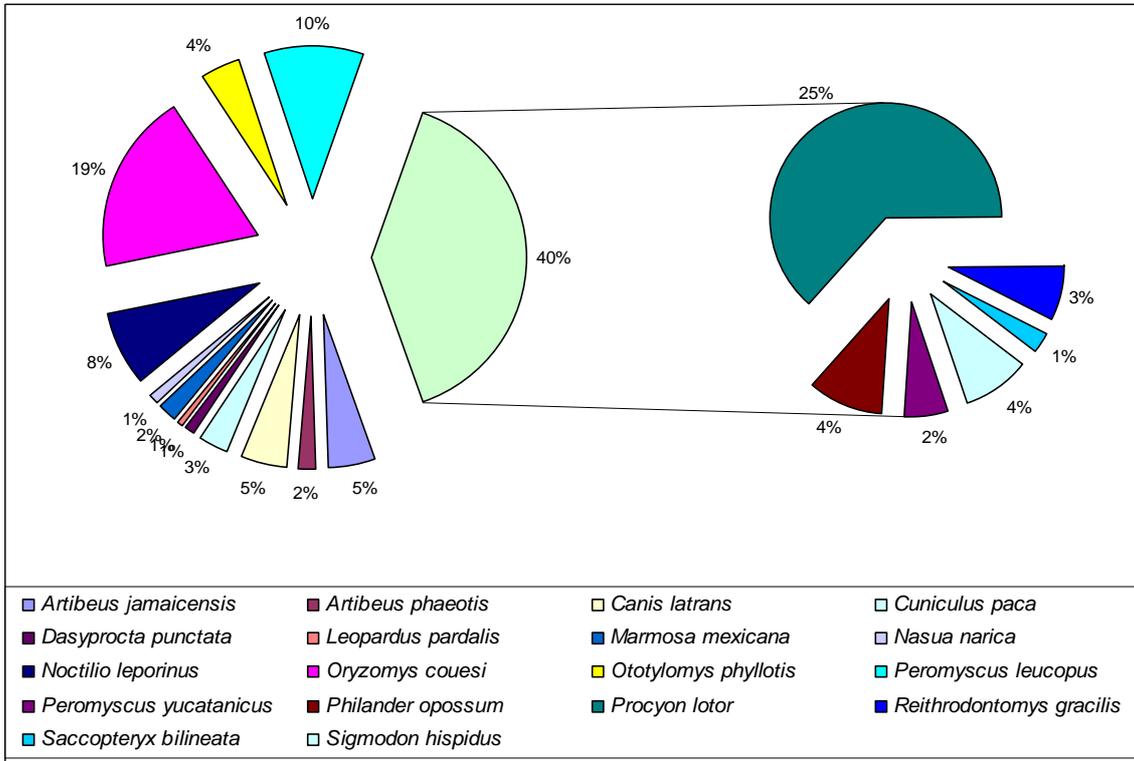


Figura 30. Individuos registrados por especie.

Sobre la abundancia relativa de las especies registradas, para su determinación se consideraron tanto la estación de monitoreo y la época del año. Para las distintas épocas se obtienen los siguientes resultados. En la época de nortes se registró únicamente a *Procyon lotor* como especie abundante, y a las especies *Canis latrans* y *Marmosa mexicana* en la categoría de "rara" (fig 34). Para la época de secas hay una especie abundante, *Peromyscus leucopus*. Además se registraron a diez especies comunes; *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus phaeotis*, *Canis latrans*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta punctata*, *Nasua Larica*, *Oryzomys cojeensis*, *Oryzomys phyllotis*, *Sigmodon hispidus* (figura 35). Finalmente para la época de lluvias (fig 36) las seis especies registradas son comunes; *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus phaeotis*, *Canis latrans*, *Oryzomys couesi*, *Oryzomys phyllotis* y *Philander opossum*.

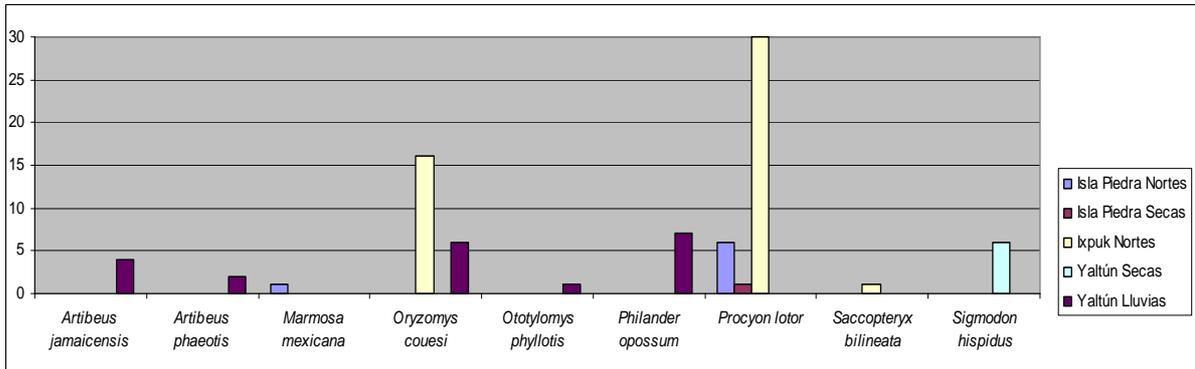


Figura 31. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año.

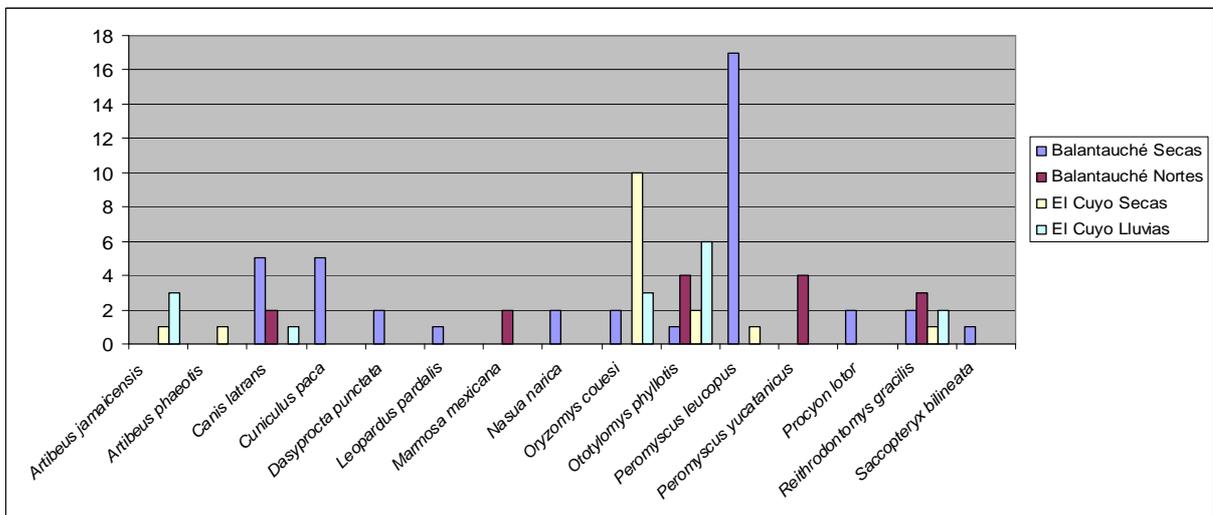


Figura 32. Distribución de los individuos registrados por especie, estación de monitoreo y época del año.

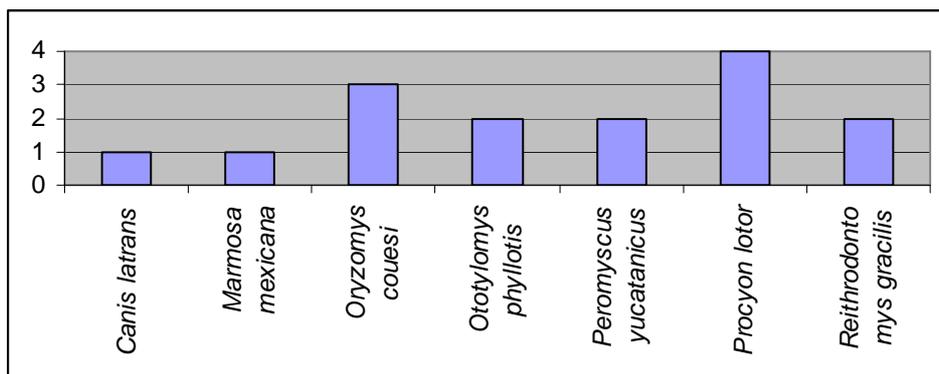


Figura 33. Abundancia relativa resultante para la época de nortes. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante

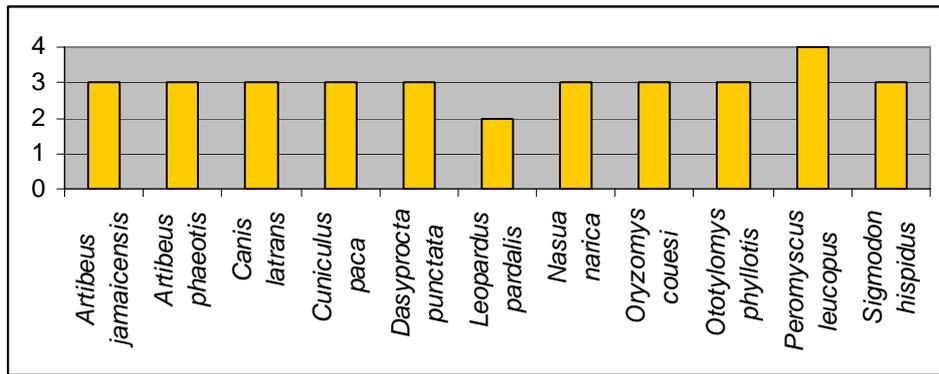


Figura 34. Abundancia relativa resultante para la época de secas. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante

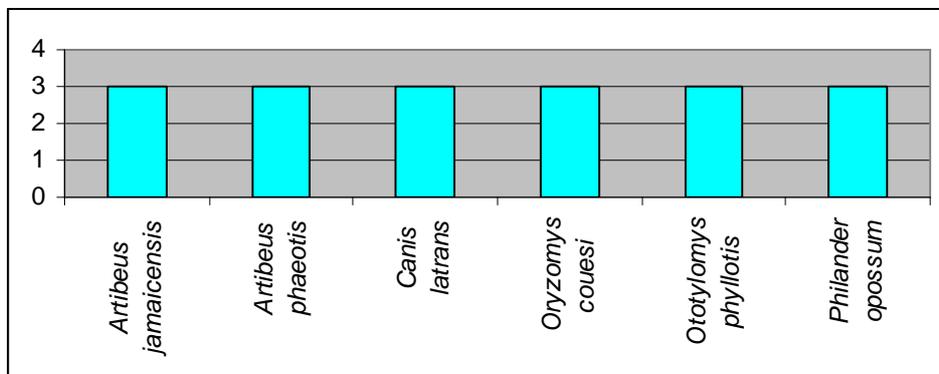
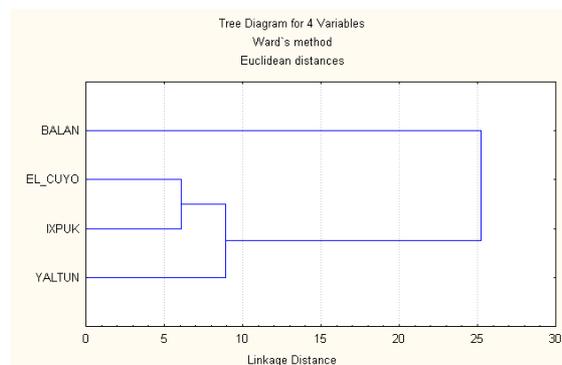


Figura 35. Abundancia relativa resultante para la época de lluvias. 1 Rara, 2 Escasa, 3 Común, 4 Abundante

Finalmente a partir de los resultados de capturas y recapturas obtenidas mediante el trampeo con trampas Sherman y victor, se realizó un Análisis Cluster con el método de distancias euclidianas (Colwell, 2004) con el Programa Statistica versión 9.0 con la finalidad de evaluar la similitud en cuanto a la composición de especies de roedores entre las distintas áreas de monitoreo. Los resultados obtenidos muestran que las estaciones El Cuyo e Ixpuk son las más similares en cuanto a la composición de especies. Mientras que las estaciones que presentan mayores diferencias son Balantauché y Yaltún.



Consideraciones finales.

La presente investigación es una de las pocas existentes en el estudio de diversos taxa en la RBLP, aportando de esta manera información confiable generada directamente en campo. Cabe destacar que mucha de la información existente en este tema ha sido resultado de extrapolaciones y supuestos formulados a partir de fauna distribuida en otras zonas del estado (principalmente Calakmul), lo que si bien ha aportado algunas ideas de cómo podría estar estructurada la biodiversidad de vertebrados en la zona de estudio, no refleja en realidad la fauna propia de ecosistemas tan singulares como el bosque de manglar, el petén o la zona de blanquizal, ya que las extrapolaciones efectuadas corresponden preponderantemente a selvas. Una de las pocas contribuciones que existen con datos concretos a partir de trabajo de campo en la zona es la de Yáñez-Arancibia et al. (1996) quienes reportan en conjunto 250 registros de mamíferos en la RBLP, agrupados en 47 especies correspondientes a 8 órdenes, 21 familias y 38 géneros. Finalmente, es importante también mencionar que dentro de los resultados de este componente del proyecto, se tuvo la oportunidad de difundir parte de los resultados obtenidos, a través de la ponencia "Presencia, distribución y abundancia herpetofaunística en el sur de la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche, México" presentada en el 1er Congreso sobre la Investigación y Conservación de Anfibios y Reptiles (AICAR), que se llevó a cabo en San Cristóbal de Las Casas en Octubre de 2010.

Capítulo 3



Sistema de indicadores de desarrollo sustentable.

En este capítulo se hace una descripción conceptual y metodológica del sistema de indicadores construido y su aplicación en una de las localidades estudiadas en diferentes contextos dentro de las distintas etapas del proyecto. Cabe aclarar que a diferencia de los procedimientos efectuados para la simulación por computadora del modelo que se tratará en el capítulo 5, la versión aquí aplicada del modelo es lineal y no incorpora de manera más efectiva las propiedades emergentes típicas de sistemas complejos (resultados impredecibles registrados en la evolución natural de los sistemas complejos), tarea que, entre otras, sí persigue la simulación por computadora.

Antes de establecer las bases del modelo, es importante destacar que de acuerdo con Mitchell (1996) cualquier esfuerzo teórico o práctico para hacer operativa la sustentabilidad debe establecer desde el comienzo cuál es el tipo de desarrollo y de sustentabilidad que se desea promover, así como los principios de sustentabilidad que serán aplicados. De hecho existen diferentes interpretaciones del desarrollo y la sustentabilidad dependiendo de las motivaciones, disciplina científica, o grupo de investigación. En consecuencia se considera un requisito indispensable especificar las definiciones a ser utilizadas y los criterios empleados, principalmente porque pueden ser considerados como las primeras evidencias del tipo de sustentabilidad que cada documento o autor apoya. Por lo anteriormente expuesto, en este capítulo el desarrollo sustentable se entenderá como un concepto ético basado en la percepción integrada de sociedad, medio ambiente y economía para promover la equidad, bienestar y protección ecológica en términos intra e intergeneracionales (Mitchell, 1996; Asheim et al., 2001; Hopwood et al., 2005; Sánchez-Núñez, 2009). Por lo tanto, la idea de sustentabilidad establecida desde este enfoque se relaciona con tres dimensiones en las que interactúan procesos clave. Los principales procesos clave considerados por cada dimensión se concretan como sigue:

- (1) respecto a la dimensión ambiental, la sustentabilidad puede alcanzarse si la base productiva de los recursos naturales se respalda a través de la conservación y protección de los procesos ecológicos;
- (2) respecto a la dimensión social, un patrón justo de desarrollo es posible si las oportunidades de bienestar humano tienen una distribución equitativa entre la población y toman en cuenta los valores culturales y el conocimiento tradicional

que han evolucionado dentro de los grupos locales para la conservación y uso adecuado del medio ambiente;

(3) respecto a la dimensión económica, un desarrollo viable puede llevarse a cabo si los productos y servicios requeridos para satisfacer las necesidades humanas son mantenidos en niveles y flujos que no amenacen procesos ecológicos claves ligados a la salud y continuidad de los ecosistemas.

En resumen, las dimensiones del desarrollo involucran a la sociedad y la economía, mientras que la sustentabilidad concierne directamente al medio ambiente. De esta forma, las decisiones estratégicas relacionadas con el desarrollo sustentable se localizan en el manejo adecuado de los elementos y procesos que conforman al ecosistema.

Descripción conceptual y metodológica del modelo base

Mediante la aplicación del Sistema de Evaluación y Monitoreo de la Sustentabilidad en Ecosistemas Prioritarios (System For Assessing and Monitoring Sustainability in Priority Ecosystems: SAMSPE) fue posible evaluar a una de las localidades asentadas en zona de influencia de la RBLP. De esta forma, la localidad de Tankuché pudo ser analizada en términos de sustentabilidad y desarrollo. El SAMSPE toma en cuenta supuestos teóricos que se basan en el principio de generalidad observado en diferentes sistemas socio-ambientales del mundo. Dicho principio reconoce patrones generales en el comportamiento de los sistemas (Vega-Peña, 2000). Esto significa que en los sistemas complejos todo interactúa con todo, directa o indirectamente, pero existen fenómenos o patrones que emergen cuando condiciones particulares se presentan en escalas específicas de tiempo o espacio, produciendo un comportamiento específico o peculiar del sistema. Sin embargo, al mismo tiempo el sistema complejo muestra un funcionamiento general. Los sistemas complejos tienen una conducta dual. En otras palabras, el comportamiento "específico" ocurre porque las interacciones de los componentes dentro del sistema no producen los mismos patrones cada vez que interactúan. Para producir patrones particulares, incidentes específicos deben presentarse.

A través de la identificación de ese principio se construyó un modelo conceptual que identifica y selecciona un conjunto de variables establecidas por diferentes instituciones internacionales como temas clave para evaluar procesos de sustentabilidad y desarrollo. Las variables que considera el modelo son agrupadas en componentes clave que interactúan, generando índices temáticos. De esta forma el modelo hace evidente qué tan cerca pueden estar elementos aparentemente inconexos y que pueden determinar la resiliencia de un ecosistema, el bienestar social, y patrones productivos en espacios rurales y urbanos. En este contexto cabe recordar que el objetivo de un modelo conceptual es el de describir las relaciones funcionales generales entre componentes de un sistema; en este caso un sistema socio-ambiental complejo que refleje el comportamiento básico de las tres dimensiones comúnmente consideradas en los planteamientos sobre el desarrollo sustentable, es decir, medio ambiente, sociedad y economía (Giddings et al., 2002).

En este sentido es importante resaltar que los sistemas complejos también presentan un comportamiento “general” porque cuando incidentes específicos tienen lugar, los patrones emergen independientemente del tipo de sistema complejo. Esto significa que para la aparición de patrones generales no es necesario reconocer elementos específicos dentro del sistema sino un sistema trabajando dentro de los intervalos críticos requeridos para el surgimiento de tales patrones. Basado en este principio ecológico, Vega-Peña (2000) sostiene que es posible encontrar dos o más ecosistemas estructurados por componentes completamente diferentes que producen patrones de comportamiento similares. En tales casos el estudio de interacciones específicas no puede proporcionar información relevante para comprender cómo funciona el sistema, porque tales patrones y procesos no están representados en escalas superiores o inferiores concretas del sistema. Por lo tanto, respuestas posibles sobre el funcionamiento del sistema pueden ser exploradas solamente dentro del principio de generalidad mostrado por los sistemas complejos.

En resumen, el modelo conceptual propuesto establece que diferentes ecosistemas comparten, en términos generales, las mismas fuentes de presión sobre los mismos componentes claves que constituyen el sistema. Por tanto, es posible identificar –a través de investigaciones documentales- un conjunto de componentes claves, los cuales pueden ser comunes a cualquier ecosistema vulnerable. De esta forma, el SAMSPE fue estructurado considerando fuentes comunes de presiones documentadas en diferentes ecosistemas de manera tal que afectan su resiliencia (causas generales de deterioro), así como elementos sociales, económicos y ecológicos relevantes en términos de desarrollo sustentable, en los que a su vez fueron identificados conjuntos específicos de variables que dan forma a cada elemento clave considerado. En términos generales, el modelo conceptual está estructurado considerando tres pasos metodológicos que se explican a continuación:

Paso 1. Definir el sistema y sus procesos principales. Para establecer los procesos y los temas principales a ser incorporados por el modelo conceptual, se considera la típica representación del sistema sociedad-economía-medio ambiente utilizado por diversas instituciones relacionadas con el desarrollo sustentable. Este sistema está organizado en tres subsistemas representados por sociedad, medio ambiente y economía, y cada subsistema agrupa un conjunto de componentes claves que simultáneamente agrupan a un conjunto de variables. Tomando en cuenta que los componentes claves agrupan variables y tales variables son de hecho indicadores sociales, económicos y ambientales frecuentemente utilizados por instituciones internacionales y gobiernos locales, la operación de los componentes y sus variables se basa en la representación de procesos positivos de desarrollo y sustentabilidad. Es importante mencionar que los indicadores del SAMSPE tienen una alta coincidencia con varios de aquellos planteados por INE/INEGI (2000), Quadri (2001), UN (1992), UN (1996), UN (2007), y WB (2000).

Paso 2. Representar el sistema y sus procesos principales. Existen diferentes métodos y herramientas para ilustrar esta representación. El SAMSPE utiliza el diagrama de bloques para tal fin. Esta es una de las herramientas más simples

empleadas en los procesos de modelado para describir elementos claves e interacciones. De esta forma, el sistema y sus interacciones se representan de acuerdo con el siguiente proceso metodológico:

a) Identificación de los límites del sistema. Hay varias opciones y criterios para asignar límites regionales o locales de los ecosistemas vulnerables. Aunque identificar límites es siempre una tarea arbitraria, esta decisión debe considerar el principio de niveles de integración, es decir, un sistema debe ser analizado, primero, desde una perspectiva amplia para poder comprender sus interacciones internas (García, 1994).

b) Identificación de entradas y salidas. Una vez establecidos los límites del sistema, es posible determinar la energía, materiales e información externa que afecta al sistema. Estos elementos pueden incluir flujos naturales, tecnológicos, financieros, demográficos o políticos (entre otros) interactuando con otros elementos dentro del sistema. Las salidas pueden incluir los bienes producidos, la emigración, los contaminantes, etc. Aquí un enfoque interdisciplinario es el más adecuado para comprender dinámicas del sistema complejo, y para identificar componentes generales e interacciones.

c) Identificación de componentes e interacciones. Es útil estructurar un análisis adecuado para identificar componentes e interacciones en las primeras etapas de la formulación del modelo. Subsecuentemente, es posible combinar o eliminar componentes si no son críticos para el análisis. Este proceso también involucra la identificación de la dirección e intensidad de las relaciones entre los componentes mostrando una relación causa-efecto.

d) El diagrama de bloque. En un diagrama de flujo existen diferentes símbolos para representar componentes e interacciones. Un diagrama de bloques (rectángulos) es utilizado cuando no es necesario representar el papel preciso que juega un componente. Existen también líneas que simbolizan flujos de materia y energía. Cuando el diagrama de bloques se ha estructurado es posible mostrar una representación general de la realidad socio-ambiental en una región específica. Mediante el uso de información relevante relacionada con flujos y procesos representados en el diagrama, utilizando un enfoque interdisciplinario, el modelo puede reflejar mejor las interacciones, entradas y salidas. En resumen, el modelo conceptual es un ejercicio que puede ser mejorado continuamente.

e) La matriz de adyacencia. Para resumir en una manera sencilla las interacciones establecidas en el sistema a través del diagrama, y para evaluar las interacciones entre los componentes seleccionados (representados en rectángulos), la dirección de las interacciones (flechas) y los niveles de conectividad (líneas), una matriz de adyacencia es utilizada. Para Hanneman (2001) este tipo de herramientas es especialmente útil porque las interacciones en el diagrama pueden volverse visualmente muy complicadas (y por lo mismo dificultan la identificación de estructuras) cuando se combinan diversos elementos y/o diferentes tipos de relaciones. Una matriz de adyacencia es una matriz matemática simple que consiste de renglones y columnas (cuyo número

depende del número de componentes a ser evaluados) y su objetivo es evaluar las relaciones entre componentes. La más común de este tipo de matrices es la binaria, es decir, si existe relación entre componentes será asignado un valor igual a 1, de lo contrario el valor es igual a 0. Este tipo de matriz es el punto de partida para casi cualquier red de análisis y representa cuál componente cerca de otro mostrando la medición de las relaciones. Convencionalmente, los renglones representan el origen de una relación y las columnas los objetos.

Paso 3. Verificación de la estructura del sistema a través de un enfoque de estudio de caso. Este paso considera la utilidad del estudio de caso para evaluar: (i) la efectividad del marco metodológico para comprender la dinámica general de un sistema complejo específico asociado a un ecosistema vulnerable, y (ii) la disponibilidad de datos cuantitativos y cualitativos requeridos para producir una simulación del sistema socio-ambiental. Por lo tanto, los supuestos teóricos de este enfoque metodológico para este caso son evaluados considerando la realidad específica de un sistema socio-ambiental concreto. De esta forma, una vez que se ha hecho la primera adaptación del modelo conceptual general para producir uno específico, las siguientes diez acciones, basadas en la propuesta desarrollada por García (1994) y modificada por Sánchez-Núñez (2009), se han consideradas para verificar la estructura del sistema socio-ambiental específico modelado:

- 1) Formular la pregunta base que conduzca la estructura y forma del sistema modelado.
- 2) Analizar estudios previos y diagnósticos desarrollados en la zona de estudio para comprender procesos históricos involucrados en la realidad actual regional.
- 3) Identificar los componentes e interacciones para la caracterización del sistema (como una primera aproximación) mostrando los temas socio-ambientales considerados en las acciones 1 y 2, tomando en cuenta entradas indirectas.
- 4) Explicar el comportamiento del sistema describiendo las funciones de los subsistemas.
- 5) Identificar preocupaciones específicas a ser investigadas en cada subsistema, verificando o refutando supuestos sobre las funciones del sistema expresadas en la acción 4.
- 6) Revisar estudios disciplinarios relacionados con las preocupaciones identificadas en la acción 5 desde el contexto establecido en la acción 3.
- 7) Integrar los resultados obtenidos en la acción 6. Frecuentemente esto provoca una revisión del sistema definido en la acción 3, y también establece mejores preguntas base (acción 1).
- 8) Si la acción 7 resulta en la redefinición del sistema socio-ambiental modelado, es necesario repetir las acciones 5 y 6.
- 9) Practicar repeticiones consecutivas de las acciones 8 y 9 hasta que una explicación coherente del sistema, subsistemas, componentes y relaciones sea obtenida.
- 10) Establecer la intensidad de las interacciones entre componentes y subsistemas de la versión final del sistema modelado considerando relaciones causa-efecto (directas o indirectas, fuertes o débiles). Esta valoración será necesaria para estructurar la matriz de adyacencia.

En resumen, la estructura del modelo conceptual así como su aplicación puede observarse en la figura 37, en la que se representa de manera general la estructura del marco metodológico en el que se basa el SAMSPE. Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto y considerando a la localidad de Tankuché como un sistema socio-ambiental complejo, para evaluarla en términos de sustentabilidad y desarrollo se procedió a alimentar el modelo con datos duros que permitieran satisfacer las necesidades de información de la selección de dimensiones y variables que se muestran en las tablas 19, 20 y 21.

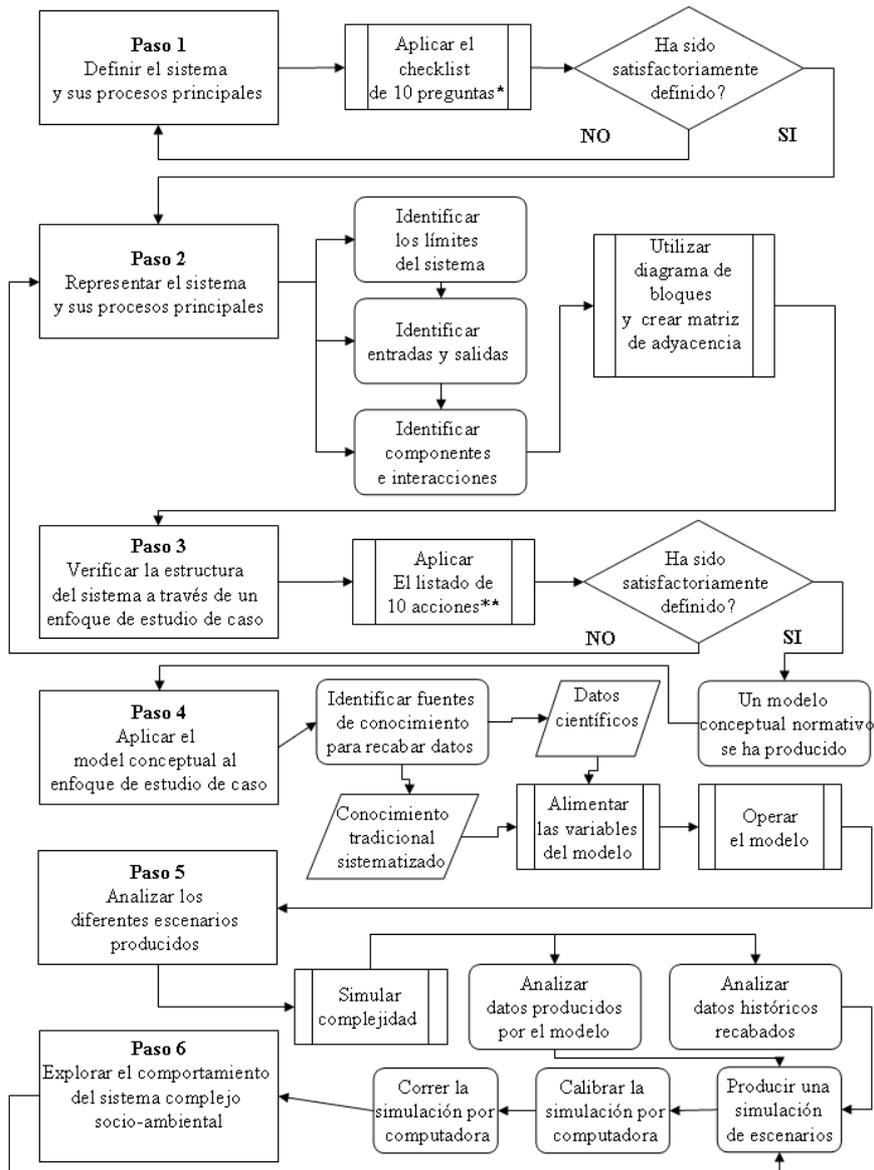


Figura 36. Estructura del marco metodológico para el sistema de indicadores de desarrollo sustentable. *El checklist se basa en Hart (1999); **el listado se basa en las acciones propuestas por García (1994)

Tabla 19. Componentes y variables considerados para el Subsistema Ambiental

<p>A. AGUA A1. Tratamiento de aguas residuales A2. Fuentes de agua no contaminadas y no eutrofizadas</p>	<p>B. SUELO B1. Calidad de suelos B2. Manejo de tierras B3. Conservación de suelos B4. Restauración de suelos</p>
<p>C. BIODIVERSIDAD C1. Estado de conservación de hábitats clave C2. Usos y prácticas relacionadas con especies nativas para fines de subsistencia C3. Presencia de corredores biológicos C4. Especies sin estatus de protección C5. Conservación de ecosistemas C6. Conocimiento, manejo y uso de especies silvestres de importancia comercial C7. Conocimiento, manejo y uso de especies silvestres de importancia cultural C8. Tamaño poblacional de especies protegidas</p>	<p>D. VEGETACIÓN D1. Prevención y control de incendios forestales D2. Conservación de vegetación nativa D3. Prevención y control de plagas forestales D4. Recuperación de cubierta vegetal D5. Conservación de cubierta vegetal</p>
<p>E. ESTRUCTURA Y CONDICIONES ÓPTIMAS EN MANGLAR DE BORDE E1. Estructura de manglar de borde E2. Condiciones ambientales de <i>R. mangle</i> E3. Condiciones ambientales de <i>A. germinans</i> E4. Condiciones ambientales de <i>L. racemosa</i></p>	

Tabla 20. Componentes y variables considerados para el Subsistema Social.

<p>F. SALUD. F1. Cabezas de familia con acceso a seguro social F2. Población con acceso real a servicios médicos F3. Población infantil sin problemas de desnutrición F4. Población sin adicciones a drogas o alcohol F5. Población cubierta por el esquema nacional de vacunación.</p>	<p>G. EDUCACIÓN. G1. Población mayor de 5 años que sabe leer y escribir G2. Población igual o mayor a 6 años con instrucción escolar G3. Población con escuela primaria finalizada G4. Estudiantes iguales o mayores de 6 años beneficiados por becas.</p>	<p>H. CAPITAL CULTURAL. H1. Disponibilidad de información relacionada con sistemas tradicionales de acceso a los recursos naturales en la región H2. Superficie controlada por sistemas tradicionales de propiedad de la tierra H3. Superficie controlada por sistemas tradicionales de propiedad de la tierra H4. Superficies asignadas por autoridades comunitarias para la conservación o uso sustentable del entorno natural local H5. Pobladores locales que preservan prácticas tradicionales para el uso sustentable de los recursos naturales.</p>
<p>I. CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS BÁSICOS I1. Población con agua</p>	<p>J. IMPACTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS REGIONALES J1. Presupuesto gubernamental asignado a</p>	<p>K. FLUJO POBLACIONAL K1. Número de emigrantes K2. Número de inmigrantes</p>

<p>potable</p> <p>I₂. Kilómetros de caminos asfaltados</p> <p>I₃. Calidad y disponibilidad de transporte diario de pasajeros</p> <p>I₄. Disponibilidad de medios de transportes para mercancías</p> <p>I₅. Viviendas conectadas a sistemas de tratamiento de agua residual</p> <p>I₆. Habitantes con acceso a electricidad</p> <p>I₇. Habitantes con acceso a servicio telefónico.</p>	<p>temas de salud</p> <p>J₂. Presupuesto gubernamental asignado a temas de medio ambiente (protección y recuperación de suelos, tratamiento de agua residual, recuperación de cubierta vegetal)</p> <p>J₃. Presupuesto gubernamental asignado a temas de educación</p> <p>J₄. Población beneficiada por políticas públicas diseñadas para mejorar la calidad de vida.</p>	
<p>L. CALIDAD DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS</p> <p>L₁. Calidad de la vivienda (considerando material del piso, agua potable, drenaje, electricidad y alcantarillado)</p> <p>L₂. Viviendas con estufas que no sean de leña</p> <p>L₃. Residuos sólidos tratados</p> <p>L₄. Residuos sólidos colectados</p> <p>L₅. Localidades y/o municipios involucrados en consejos para el desarrollo sustentable o de protección ambiental</p> <p>L₆. Garantías en la tenencia de la tierra</p> <p>L₇. Ambiente social sin violencia (considerando homicidios, agresiones, suicidios, robos con violencia, violación, violencia doméstica).</p>		

Tabla 21. Componentes y variables considerados para el Subsistema Económico.

<p>M. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS</p> <p>M₁. Uso de fertilizantes químicos</p> <p>M₂. Uso de pesticidas</p> <p>M₃. Diversidad e cultivos</p> <p>M₄. Tierras agrícolas con sistemas de irrigación</p> <p>M₅. Cooperativas o sociedades rurales existentes que sean completamente operativas y productivas</p> <p>M₆. Asociaciones comunitarias en temas de desarrollo que estén en completo ejercicio</p> <p>M₇. Superficie asignada a producción intensiva de ganado</p> <p>M₈. Superficie asignada a la diversificación productiva (bienes y servicios asociados con agricultura ecológica, acuicultura, vida silvestre y turismo)</p> <p>M₉. Actividad pesquera responsable</p> <p>M₁₀. Embarcaciones legalmente operando</p>	<p>N. MERCADOS</p> <p>N₁. Agricultores incorporados al mercado local o regional</p> <p>N₂. Ganaderos incorporados al mercado local o regional</p> <p>N₃. Silvicultores incorporados al mercado local o regional.</p> <p>N₄. Bienes y servicios alternativos o no convencionales incorporados al mercado local o regional (productos "verdes", vida silvestre, turismo).</p> <p>N₅. Pescadores incorporados al mercado local o regional.</p>
<p>O. PRECIOS</p> <p>O₁. Costos locales para productos considerados en la canasta básica</p> <p>O₂. Precios locales de transportación</p> <p>O₃. Costos locales de los servicios básicos (agua, electricidad, gas, teléfono, etc.)</p>	<p>P. COSTOS DE PRODUCCIÓN</p> <p>P₁. Inversión requerida para el cumplimiento de cada actividad productiva local</p> <p>P₂. Porcentaje de la producción local asignada para el autoconsumo</p> <p>P₃. Acceso a préstamos bancarios para el</p>

O5. Costos locales de mano de obra (considerando actividades productivas locales)	desarrollo e implementación de actividades productivas tanto convencionales como alternativas
Q. EMPLEO	
Q1. Salario mínimo local	
Q2. Tasa de empleo	

Resultados

Para operar el modelo fueron utilizadas series estadísticas de datos obtenidas de diferentes fuentes, entre las que destacan principalmente documentos de INEGI, CONAPO, CONANP y SEDESOL, demás de la información de campo recabada durante el proceso de investigación etnoecológica referido más adelante en el capítulo 5. Para la fácil interpretación de los resultados se toma como base la tabla que a continuación se presenta:

Tabla 22. Criterios propuestos para establecer el desempeño de variables, componentes clave, subsistemas y el sistema socio-ambiental.

Criterio cuantitativo (%)	Escala común	Criterio cualitativo	Color asignado	Código de caras
0 - 35	0	Insatisfactorio		☹
>35 - <50	1	Pobremente satisfactorio	Rojo	☹
50 - <75	2	Moderado	Amarillo	☺
75 - <90	3	Satisfactorio	Verde	☺
90 - 100	4	Muy satisfactorio		☺

Los resultados obtenidos se pueden interpretar por subsistema así como del sistema socio-ambiental general de Tankuché se muestran en la tabla 23 y figura 38, donde se observa que el desempeño general del sistema es moderadamente satisfactorio, lo que significa que los procesos considerados como indispensables para promover el desarrollo sustentable en el municipio no alcanzan los niveles necesarios para incidir de forma contundente en temas sociales, ambientales y económicos clave. Por otra parte, en la figura 39 se muestra qué tan lejos se encuentra el sistema socio-ambiental de una condición ideal, es decir, el desempeño de cada uno de los 17 índices evaluados respecto a una situación óptima, que en el gráfico está representado como el nivel más alto, es decir el 100%, que es la condición máxima positiva de desempeño a la que podría aspirar cualquiera de los componentes clave que considera el modelo. La información relacionada con cada una de las variables, componentes claves y subsistemas que generan los resultados del escenario base para el caso de Tankuché, se recabó en un archivo de excel. De igual forma cabe destacar que se realizó un esfuerzo similar para contar con toda la información necesaria de las otras ocho localidades y correr el modelo desde una perspectiva regional, sin embargo el ejercicio no resultó del todo satisfactorio debido a la escasez de datos estadísticos en fuentes documentales, académicas y de instituciones gubernamentales, por lo que al ser Tankuché la única localidad en la que se pudo alimentar satisfactoriamente el modelo, el ejercicio se concentró en ésta.

Tabla 23. Resultados del sistema socio-ambiental Tankuché desagregado por subsistemas y componentes principales.

AMBIENTAL	CUANTIT	ESCALA	CUALIT	CODIGO	TOTAL	CUALITATIVO
A. AGUA	29.17	0	INSATISFACTORIO	☹	59.92	MODERADAMENTE SATISFACTORIO
B. SUELO	50.66	2	MODERADAMENTE SATISFACTORIO	☺		
C. BIODIVERSIDAD	75.31	3	SATISFACTORIO	☺		
D. VEGETACIÓN	60.41	2	MODERADAMENTE SATISFACTORIO	☺		
E. ESTRUCTURA Y CALIDAD MANGLAR	84.00	3	SATISFACTORIO	☺		

SOCIAL	CUANTIT	ESCALA	CUALITATIVO	CODIGO	TOTAL	CUALITATIVO
F. SALUD	36.73	1	POBREMENTE SATISFACTORIO	☹	47.6	POBREMENTE SATISFACTORIO
G. EDUCACIÓN	5.61	0	INSATISFACTORIO	☹		
H. CULTURA	41.04	1	POBREMENTE SATISFACTORIO	☹		
I. SERVICIOS	63.85	2	MODERADAMENTE SATISFACTORIO	☺		
J. POLÍTICAS PÚBLICAS	58.71	2	MODERADAMENTE SATISFACTORIO	☺		
K. MIGRACIÓN	74.72	2	MODERADAMENTE SATISFACTORIO	☺		
L. ASENTAMIENTOS HUMANOS	52.97	2	MODERADAMENTE SATISFACTORIO	☺		

ECONOMICO	CUANTIT	ESCALA	CUALITATIVO	CODIGO	TOTAL	CUALITATIVO
M. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	67.54	2	MODERADAMENTE SATISFACTORIO	☺	70.0	MODERADAMENTE SATISFACTORIO
N. MERCADOS	73.48	2	MODERADAMENTE SATISFACTORIO	☺		
O. PRECIOS	79.10	3	SATISFACTORIO	☺		
P. COSTOS DE PRODUCCIÓN	55.00	2	MODERADAMENTE SATISFACTORIO	☺		
Q. EMPLEO	75.00	3	SATISFACTORIO	☺		

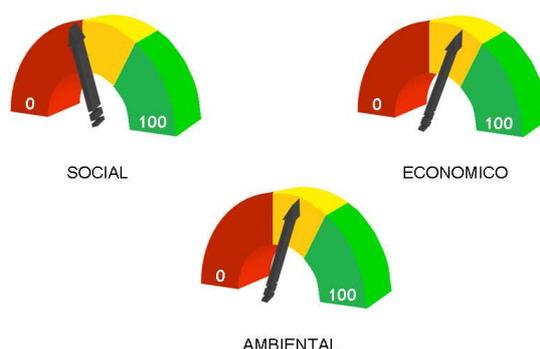


Figura 37. Representación del desempeño de los subsistemas ambiental, social y económico de Tankuché.

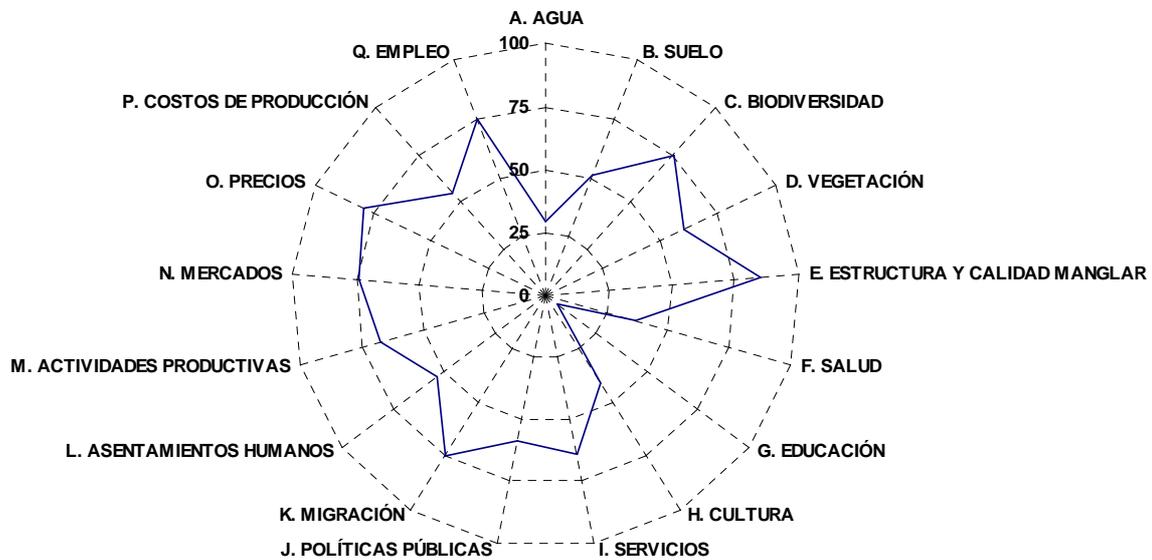


Figura 38. Representación del desempeño de cada uno de los 17 componentes clave considerados en el sistema de indicadores de desarrollo sustentable aplicados para Tankuché.

Consideraciones finales

El modelo base resultó un adecuado punto de partida para guiar las diferentes necesidades de información útil para explorar el comportamiento de un sistema socio-ambiental complejo. El nivel de detalle planteado para recabar los datos duros e información base en la escala de localidad dificultó la tarea de documentar procesos a esta escala, principalmente porque las diferentes instancias gubernamentales que a nivel municipal, estatal y federal deberían encargarse de estudiar estadísticamente los diferentes temas abordados en el modelo, básicamente presentan información a partir del nivel de municipio. Por lo tanto se requiere de una mayor concentración de esfuerzo en el trabajo de recabar información directamente de campo, lo que plantea una inversión mayor en recursos materiales, financieros y humanos para cubrir adecuadamente las necesidades de información identificadas. En función de lo aquí expuesto, los pasos siguientes para dar continuidad al esfuerzo base de investigación desarrollado hasta el momento, tendrán que enfocarse en producir directamente los datos en campo a partir de encuestas, acompañadas de tareas relacionadas con la localización, obtención y edición de cartografía e imágenes de satélite, con su correspondiente trabajo de validación in situ, que permita alcanzar una visión regional de los procesos socio-ambientales de esta zona de la RBLP a partir de las dinámicas mostradas por sus localidades.

Capítulo 4



Desarrollo del Simulador del Sistema de Evaluación y Monitoreo de la Sustentabilidad en Ecosistemas Prioritarios (SAMSPE-SIM).

El presente capítulo describe el desarrollo del modelo y simulador SAMSPE-SIM. El trabajo descrito en esta sección fue desarrollado en base a tres objetivos principales:

1. Desarrollar un modelo y sistema computacional que permita representar las propiedades y dinámicas del modelo del Sistema de Evaluación y Monitoreo de la Sustentabilidad de Ecosistemas Prioritarios.
2. Adaptar dicho sistema a alguna localidad utilizando valores de indicadores recolectados por los otros grupos de trabajo del proyecto.
3. Realizar simulaciones utilizando el sistema adaptador, con la finalidad de mostrar los tipos de comportamientos y patrones que son observados en las localidades adaptadas en el punto anterior.

El resto de este capítulo describe las tareas realizadas para alcanzar estos objetivos, así como los resultados obtenidos. Estos objetivos han sido alcanzados parcialmente debido a falta de información para la adaptación del modelo a una localidad particular. Para detallar este trabajo, primero se describe el modelo y sistema desarrollado; posteriormente se da detalle de la información utilizada para adaptar el modelo a una localidad particular; después se presentan los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas; finalmente se presenta una discusión del trabajo realizado.

Descripción del Sistema

Presentamos una descripción detallada del SAMSPE desarrollado como parte de este proyecto. En el ámbito de esta sección cabe resaltar el uso del término modelo para referirse a la representación del sistema que se pretende examinar (en este caso, las interacciones de los distintos elementos en el manglar); además, el término sistema se utiliza exclusivamente para referirse a la implementación del SAMSPE en un programa o software. El sistema se basa en el modelo de indicadores ampliamente descrito en el capítulo anterior y ha sido adaptado

para considerar las propiedades específicas de la región (condiciones ecológicas, sociales y económicas) en la que se ha llevado a cabo la investigación reportada por el presente proyecto. En resumen, el modelo está compuesto por tres sub-sistemas, y cada subsistema está compuesto a su vez de un conjunto de módulos o componentes que describen una característica particular de cada subsistema. Cada componente está definido por un conjunto de variables (o atributos) que poseen un valor específico. El conjunto de dichos valores representa el estado actual del sistema modelado. Una vez que los componentes de cada subsistema fueron especificados a detalle, para comenzar a estructurar las bases de la simulación, se procedió a establecer las relaciones entre los diversos componentes y variables. Este procedimiento fue realizado tanto para el subsistema ambiental como para el subsistema social. Para comenzar el procedimiento fueron seleccionadas un conjunto de variables del subsistema ambiental; estas variables forman parte del componente nombrado Estructura y Condiciones del Manglar de Borde, con código E. Las variables seleccionadas son listadas presentadas en la 24.

Tabla 24. Variables seleccionadas del sub-sistema ambiental para establecer interacciones

Código	Nombre de la variable/indicador
E1	Area Basal
E2	Densidad
E4	Tasa de Producción de Hojarasca
E5	Unidades Prácticas de Salinidad (UPS) Rhizophora mangle
E6	Unidades Prácticas de Salinidad (UPS) Avicennia germinans
E7	Unidades Prácticas de Salinidad (UPS) Laguncularia racemosa
E5C	Carbono Orgánico - Rhizophora mangle
E6C	Carbono Orgánico - Avicennia germinans
E7C	Carbono Orgánico - Laguncularia racemosa
E5M	Materia Orgánica - Rhizophora mangle
E6M	Materia Orgánica - Avicennia germinans
E7M	Materia Orgánica - Laguncularia racemosa

El siguiente paso fue establecer las relaciones endógenas entre variables. Las relaciones establecidas se detallan mediante una matriz de adyacencia. Los criterios para interpretar los resultados expresados en dicha matriz y calificar intensidades de influencia e interconectividad se presentan en la Tabla 255.

Tabla 25. Criterios para interpretación de influencias entre variables interconectadas.

Criterio cuantitativo (%)	Escala	Criterio cualitativo
0 - 35	0	Muy débil
>35 - <50	1	Débil
50 - <75	2	Moderada
75 - <90	3	Fuerte
90 - 100	4	Muy fuerte

Versión modificada de la escala de valores propuesta por Cifuentes e Izureta (1999), y adaptada por Sánchez-Núñez (2009).

De esta forma, las relaciones establecidas generaron la matriz de adyacencia presentada en la 26.

Tabla 26. Matriz de adyacencia de interconexión de las variables seleccionadas

	E1	E2	E4	E5	E6	E7	E5C	E6C	E7C	E5M	E6M	E7M	$\Sigma 1$
E1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
E5	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
E6	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
E7	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
E5C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
E6C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
E7C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
E5M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E6M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E7M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\Sigma 2$	1	5	4	0	0	0	3	0	0	1	1	1	16

Los resultados obtenidos permitieron calcular la influencia individual que cada variable ejerce sobre las otras consideradas, así como qué tan interconectada está cada variable dentro de las relaciones representadas. Los resultados se presentan en la Tabla 27 a y b.

Tabla 27. Influencia e interconectividad entre variables seleccionadas

a) Influencias ($\Sigma 1$)			
Variable	Puntaje	Resultado cuantitativo	Resultado cualitativo
E1	1	6.25%	0 (muy débil)
E2	1	6.25%	0 (muy débil)
E4	2	12.5%	0 (muy débil)
E5	3	18.75%	0 (muy débil)
E6	3	18.75%	0 (muy débil)
E7	3	18.75%	0 (muy débil)
E5C	1	6.25%	0 (muy débil)
E6C	1	6.25%	0 (muy débil)
E7C	1	6.25%	0 (muy débil)
E5M	0	0%	0 (muy débil)
E6M	0	0%	0 (muy débil)
E7M	0	0%	0 (muy débil)
b) Interconectividad ($\Sigma 1 + \Sigma 2$)			
Variable	Puntaje	Resultado cuantitativo	Resultado cualitativo
E1	2	6.25%	0 (muy débil)
E2	6	18.75%	0 (muy débil)
E4	6	18.75%	0 (muy débil)
E5	3	9.375%	0 (muy débil)
E6	3	9.375%	0 (muy débil)
E7	3	9.375%	0 (muy débil)
E5C	4	12.5%	0 (muy débil)
E6C	4	12.5%	0 (muy débil)
E7C	4	12.5%	0 (muy débil)
E5M	1	3.125%	0 (muy débil)
E6M	1	3.125%	0 (muy débil)
E7M	1	3.125%	0 (muy débil)

De manera similar se obtuvieron las influencias de una selección de variables del sub-sistema social, donde primeramente se seleccionaron dos componentes clave y un total de seis variables. La lista de variables consideradas es mostrada en la tabla 28.

Tabla 28 Tabla 28. Selección de variables correspondientes al subsistema social.

Código	Nombre de la variable/indicador	Componente
G1	Población igual o mayor de 5 años que sabe leer y escribir	Educación
G2	Población igual o mayor de 6 años con instrucción escolar	
G3	Población igual o mayor de 12 años con Escuela Primaria Finalizada	
L1	Calidad de la Vivienda	Calidad de los Asentamientos
L2	Casas sin estufa de leña	
L5	No. de organizaciones locales involucradas en temas de medio	Humanos

Como siguiente paso se establecieron las relaciones endógenas y exógenas entre variables se representaron mediante una matriz de adyacencia. Los criterios para interpretar los resultados expresados en dicha matriz y calificar intensidades de influencia e interconectividad fueron los mismos presentados en la Tabla 255. De esta forma, las relaciones establecidas generaron la matriz de adyacencia mostrada en la 29.

Tabla 29. Interconexiones establecidas para le subsistema social

	H1	H2	H3	M1	M21	M5	$\Sigma 1$
G1	0	0	0	1	1	0	2
G2	1	0	1	1	1	0	4
G3	1	1	0	1	1	0	4
L1	0	0	0	0	1	0	1
L2	0	0	0	1	0	0	1
L5	1	1	1	1	1	0	5
$\Sigma 2$	3	2	2	5	5	0	17

Los resultados obtenidos permitieron calcular la influencia individual que cada variable ejerce sobre las otras consideradas, así como qué tan interconectada está cada variable dentro de las relaciones representadas. Los resultados se presentan en la Tabla 30. El establecimiento de estas interconexiones permitió tener una definición completa de las interacciones requeridas para implementar este subsistema en el simulador. Una vez que se contó con una descripción detallada de cada componente se procedió al desarrollo del sistema computacional para la implementación del modelo y la ejecución de las simulaciones requeridas.

Tabla 30. Influencia individual ejercida por cada variable

a) Influencia ($\Sigma 1$)			
Variable	Puntaje	Resultado cuantitativo	Resultado cualitativo
G1	2	40%	1 (Débil)
G2	4	80%	3 (Fuerte)
G3	4	80%	3 (Fuerte)
L1	1	20%	0 (Muy débil)
L2	1	20%	0 (Muy débil)
L5	5	1 0%	4 (Muy fuerte)

b) Interconectividad ($\Sigma 1 + \Sigma 2$)			
Variable	Puntaje	Resultado cuantitativo	Resultado cualitativo
G1	5	29.4%	0 (Muy débil)
G2	6	35.3%	0 (Muy débil)
G3	6	35.3%	0 (Muy débil)
L1	6	35.3%	0 (Muy débil)
L2	6	35.3%	0 (Muy débil)
L5	5	29.4%	0 (Muy débil)

Desarrollo de la plataforma de simulación

Como primer paso para el desarrollo de la plataforma de simulación se definió una estructura formal que permite representar los elementos y datos del modelo de una manera lógica y conveniente para su uso en el sistema. Esta estructura permite la representación específica de cada subsistema, módulo y atributo contenidos en el sistema. La estructuración de los elementos del modelo se realizó utilizando el formato XML (cuyas siglas en inglés significan lenguaje de marcas extensible). Dicho formato como base para la representación del modelo debido a que permite una definición estructurada de los datos que es tanto (i) legible para los usuarios y (ii) fácil de utilizar en sistemas de cómputo.

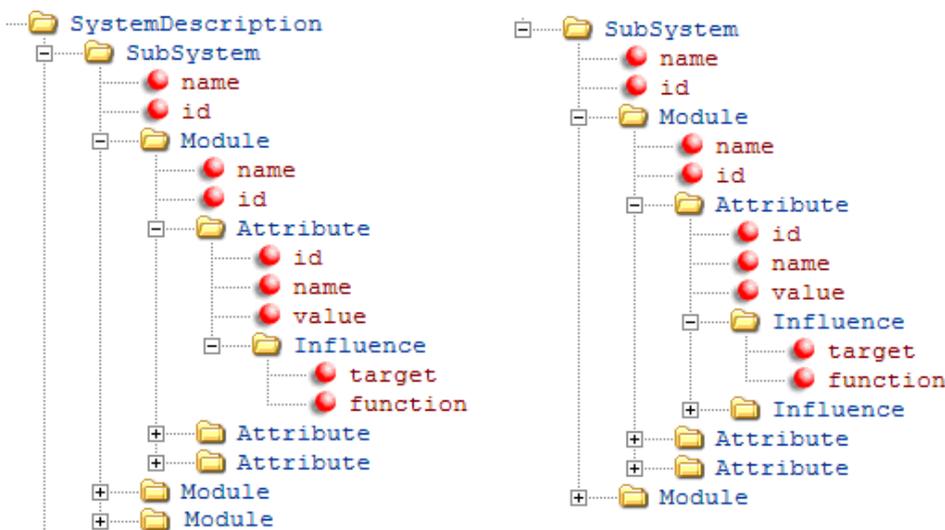


Figura 39. Estructura utilizada para la descripción formal de los elementos de un modelo.

La Figura 39 muestra un ejemplo de la estructura utilizada para la descripción de un modelo. La información en dicha estructura es almacenada en un archivo de

formato XML, como se ha mencionado anteriormente. Esta estructura cuenta con una cabecera o raíz (mostrado como la carpeta SystemDescription en la Figura 39) que contiene a todos los elementos que componen el modelo. La estructura permite seguidamente definir cada uno de los sub-sistemas que forman parte del modelo. A su vez cada subsistema cuenta con tres elementos principales: i) un nombre (name), ii) un identificador único (id) y iii) un conjunto de componentes (Module) que forman parte del subsistema. Cada componente está definido por un nombre y un identificador único; además, un componente cuenta con uno o más atributos (Attribute) que definen los elementos más básicos de un modelo. Los atributos representan el estado o situación del modelo. Estos se caracterizan por un nombre, un identificador único y un valor (value); este último representa una cantidad cuantificable describiendo el estado del atributo relacionado. Mediante esta estructura es posible representar el estado de un modelo en un instante de tiempo preciso, definiendo los distintos sub-sistemas, componentes, atributos y sus correspondientes valores. En adición a esto, los atributos pueden contar con influencias (influence) que sirven para utilizar las relaciones existentes entre los distintos atributos.

Una influencia se compone de un objetivo (target) y una función (function). El objetivo indica qué atributo se verá influido por dicha influencia (responde a la pregunta, ¿a quién influye? , mientras que la función define el tipo de la influencia (respondiendo a la pregunta ¿cómo se influye?). Las funciones se definen como expresiones matemáticas que pueden tener a los valores de los atributos como variables; cuando una influencia es evaluada, el valor del atributo objetivo será reemplazado por el valor que resulte de la evaluación de la expresión matemática. Así pues, un atributo A1 puede tener una influencia cuyo objetivo sea A" y cuya función sea "A2 x 0.90". Cabe destacar que una función puede ser tan simple o complicada como sea requerido, dependiendo de la relación que exista entre los atributos; además, al definir la función es posible incluir los valores de otros atributos externos a la relación. Por ejemplo, dados los atributos A1, B1 y C1, es posible definir una influencia que forme parte de A1, cuyo objetivo sea B1 y cuya función sea " $A1 * (B1 + C2) / 2$ "; dicha influencia ocasionará que el atributo A1 tome el valor obtenido por la evaluación de la función dependiendo de los valores de los tres atributos. Una vez definida la estructura a utilizar para la descripción del modelo, se procedió a realizar una primera instancia de esta estructura conteniendo la información obtenida de un grupo de componentes seleccionados. Estos valores permitieron definir los sub-sistemas, componentes y atributos verídicos para utilizar en el sistema. El apéndice A muestra el contenido completo del documento XML con la definición de algunos módulos de los sub-sistemas Social y Ambiental utilizados para este primer prototipo.

Desarrollo de la plataforma base para el sistema

Se desarrolló una primera versión de la plataforma que sirvió como base para la implementación del SAMSPÉ en las regiones a modelar. La presente versión de esta plataforma permite una visualización de las principales dinámicas del sistema. En adición, permite la simulación de un modelo previamente creado utilizando el formato XML descrito anteriormente.

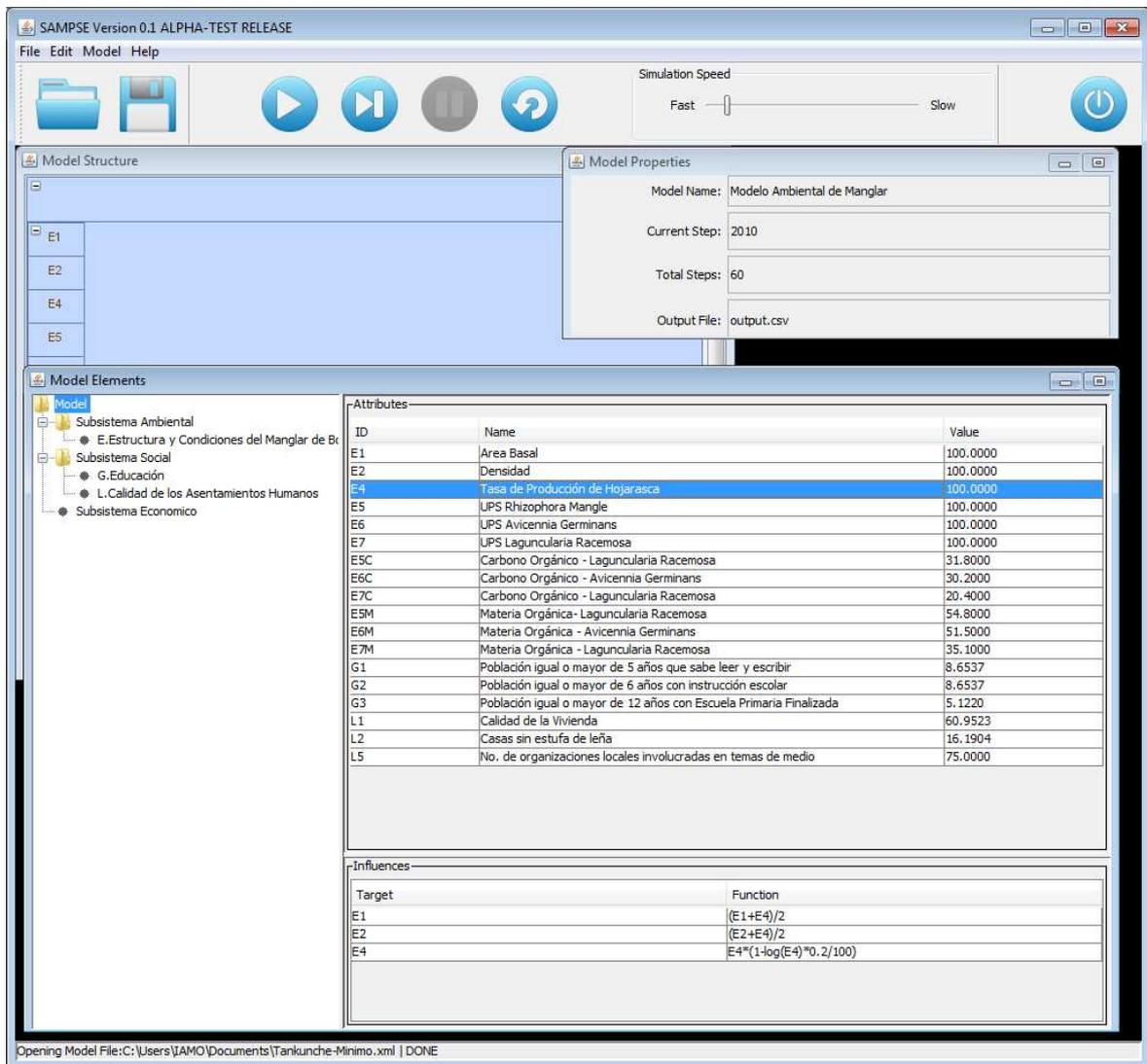


Figura 40. Interfase del simulador SAMPSE

La Figura 41 muestra la interfaz desarrollada para el primer prototipo del SAMPSE. El sistema permite la carga de un modelo previamente definido utilizando el formato XML descrito anteriormente. Una vez cargado el modelo, los valores establecidos en el mismo se toman como valores iniciales de la simulación. El SAMPSE permite la simulación de eventos discretos, es decir, las dinámicas del sistema se representan como etapas o pasos discretos que denotan cambios en los atributos del sistema. Así pues, en cada etapa de la simulación el modelo tiene un estado definido. La evolución del sistema se da mediante la interacción de los atributos a través de sus influencias. Las funciones estas influencias son evaluadas (para cada uno de los atributos) durante cada etapa, modificando los valores de sus correspondientes atributos. El sistema permite correr una simulación de dos maneras. Primeramente, mediante el modo “paso por paso”; es decir, el usuario debe presionar un botón para avanzar a la siguiente etapa de la simulación.

Además, es posible ejecutar la simulación en reproducción continua; modo en el cual la simulación sigue su curso hasta que se presione el botón de detener simulación. El elemento principal de la interfase es la ventana de elementos del modelo (Model Elements); en esta ventana se muestra la estructura del modelo, así como los valores de sus atributos. Es en esta ventana donde se puede dar seguimiento a la evolución de los valores de los atributos durante la simulación.

Además, la interfase proporciona una ventana de estado del modelo (Model Status), esta ventana presenta información general del modelo. En esta ventana se muestran los siguientes elementos:

1. Nombre del Modelo (Model Name): Título correspondiente al modelo actualmente cargado. Esta información es proporcionada por el archivo de definición del modelo.
2. Etapa actual (Current Step): Etapa actual en ejecución de la simulación. Cuando un modelo es recién cargado o reiniciado la etapa actual será igual a la etapa inicial definida en el modelo.
3. Numero total de etapas (Total Steps): Muestra el número de etapas que el modelo deberá correr en una ejecución. Esta información es proporcionada por el archivo de definición del modelo.
4. Archivo de salida (output file): Muestra el nombre del archivo donde los datos resultantes de la simulación serán almacenados. Esta información es proporcionada por el archivo de definición del modelo.

Para finalizar, la interfase proporciona una ventana con una representación gráfica del modelo; esta representación incluye a todos los elementos del sistema tales como sub-sistemas, componentes, atributos y las relaciones entre los atributos (definidas por sus influencias). El objetivo general de toda simulación es la obtención de datos producidos por la misma. Estos datos a su vez podrán ser analizados e interpretados por expertos. La simulación produce un archivo de salida que contiene el valor histórico para cada uno de los atributos en el sistema. La finalidad de estos datos es que sean analizados utilizando herramientas externas (paquetes de análisis estadísticos u hojas de cálculo). Dicho análisis puede permitir comprender las dinámicas del sistema simulado y así como resaltar los patrones generados por el modelo durante su simulación. En las secciones siguientes se muestra un ejemplo de la ejecución del sistema con un modelo representativo de una localidad específica. La selección fue tomada en base a dos factores: (i) la disponibilidad de los datos necesarios para la adaptación y (ii) las propiedades socio-económicas y ambientales de la localidad.

Resultado de Simulación

A continuación se detalla el procedimiento seguido para realizar una simulación utilizando el sistema descrito anteriormente. Se presentan también los resultados obtenidos con la finalidad de mostrar la utilidad del simulador. Se eligió la localidad llamada Tankuché como región prototipo para la adaptación del modelo. Como inicio se tomaron los valores reales de los indicadores a utilizar para la simulación. Es preciso señalar que para la simulación únicamente se tomaron en cuenta indicadores de los cuales se conocían sus interacciones. Los indicadores de los cuales no se habían determinado interacciones fueron

ignoradas, esto debido a que no proporcionarían información adicional para la simulación.

Tabla 31. Variables utilizadas para la simulación

Código	Nombre	Valor
E1	Area Basal	100
E2	Densidad	100
E4	Tasa de Producción de Hojarasca	100
E5	UPS Rhizophora Mangle	100
E6	UPS Avicennia germinans	100
E7	UPS Laguncularia racemosa	100
E5C	Carbono Orgánico - Laguncularia racemosa	31.8
E6C	Carbono Orgánico - Avicennia germinans	30.2
E7C	Carbono Orgánico - Laguncularia racemosa	20.4
E5M	Materia Orgánica- Laguncularia racemosa	54.8
E6M	Materia Orgánica - Avicennia germinans	51.5
E7M	Materia Orgánica - Laguncularia racemosa	35.1
G1	Población igual o mayor de 5 años que sabe leer y escribir	8.65371
G2	Población igual o mayor de 6 años con instrucción escolar	8.6537
G2	Población igual o mayor de 6 años con instrucción escolar	8.6537
G2	Población igual o mayor de 6 años con instrucción escolar	8.6537
G3	Población igual o mayor de 12 años con Escuela Primaria Finalizada	5.122
L1	Calidad de la Vivienda	60.9523
L2	Casas sin estufa de leña	16.1904
L5	No. de organizaciones locales involucradas en temas de medio	75

El listado de las variables seleccionadas se presenta en la Tabla 31. Cada indicador está representado por un código o nombre de variable. El valor de cada indicador fue estandarizado entre 0 y 100. Dichos valores representan el estado inicial del modelo. Una vez que la simulación es iniciada, los valores serán modificados de acuerdo a las características de las interacciones incluidas. Una vez determinado el estado inicial de las variables se requirió determinar especificar la presencia y dimensión de las influencias que habían sido previamente enumeradas (ver Tabla 32). La definición anterior de las influencias no incluyó la especificación de su dimensión (es decir, cuánto influye cada interconexión de una variable hacia la otra en un tiempo determinado). Para un funcionamiento óptimo del sistema es necesario incluir una función matemática que describa la magnitud con la que una modifica el valor de alguna otra variable influida. Debido a la falta de esta información, cada influencia fue definida como un promedio.

Es decir, dada una variable Y que recibe una influencia de una variable X en el tiempo t , el valor Y en $t+1$ está dado por la ecuación:

$$Y_{t+1} = \frac{(Y_t + X_t)}{2}$$

Esto refleja el hecho de que el valor de un indicador se incrementará cuando reciba influencia de algún indicador con un valor mayor; de manera opuesta, el valor del indicador disminuirá cuando reciba influencia de otro indicador con un valor menor. Esta función se basa en suposiciones muy generales. Una mejor función tomaría en cuenta si la influencia entre dos variables es positiva o negativa, así como una mejor representación de la influencia real ejercida entre los dos indicadores. Para las variables ambientales además se incluyó una auto-influencia que representa el decaimiento natural del ecosistema. Esta suposición permite representar la dinámica del subsistema ambiental. Dicha influencia es definida como:

$$Y_{t+1} = \frac{Y_t \times (1 - \ln(Y_t) * 0.2)}{100}$$

El listado completo de las influencias utilizadas en la simulación se presenta en la Tabla **32**. La simulación fue ejecutada por un período de 60 etapas (pasos). Esto permite mostrar el desenvolvimiento del sistema como resultado de las interacciones definidas. Los resultados de la simulación fueron adquiridos del archivo de salida generado por el simulador. Se muestra primero los resultados del subsistema ambiental. Los resultados consisten en las series de tiempo generadas para cada indicador incluido en la simulación. La Figura 42 presenta gráficamente dichos resultados. De la misma manera, la Figura 43 presenta los resultados de la simulación para el subsistema social.

Debido a que la modelación del sistema y su correspondiente simulación se realizó a partir de una selección aleatoria y muy parcial del universo posible de variables y componentes clave, se ha presentado una falta de precisión en la definición de las influencias del modelo, por lo que en este momento no es posible realizar una interpretación útil de los resultados obtenidos. Es posible observar que los valores de los dos subsistemas tienden a converger hacia un mismo valor. Este comportamiento es lógico dado que las funciones de influencia reflejan un comportamiento de promedio entre los distintos valores. En el caso del subsistema ambiental, los valores disminuyen debido a la influencia de decaimiento definida. Este no es el caso en el subsistema social donde se observa un crecimiento de las variables; este comportamiento es dado debido a que al inicio de la simulación, el valor de las variables influyentes es mayor a los de las variables influidas. El hecho de que en este subsistema no se observe la disminución de alguna variable se debe a la falta de una influencia de retroalimentación en algunas variables. Por ejemplo, la variable L5 que representa al "número de organizaciones locales involucradas en temas de medio" no es influenciada por ninguna otra de las variables seleccionadas del subsistema. En cambio ésta sí influye a otras variables. Esto causa que L5 no disminuya durante el tiempo de la simulación.

Tabla 32. Listado de influencias utilizadas en el sistema

Variable Origen	Variable Influida	Función de influencia
E1	E2	$(E2+E1)/2$
E1	E1	$E1*(1-\log(E1)*0.2/100)$
E2	E4	$(E4+E2)/2$
E2	E2	$E2*(1-\log(E2)*0.2/100)$
E4	E1	$(E1+E4)/2$
E4	E2	$(E2+E4)/2$
E4	E4	$E4*(1-\log(E4)*0.2/100)$
E5	E2	$(E2+E5)/2$
E5	E5	$E5*(1-\log(E5)*0.2/100)$
E6	E2	$(E2+E6)/2$
E6	E6	$E6*(1-\log(E6)*0.2/100)$
E7	E2	$(E2+E7)/2$
E7	E7	$E7*(1-\log(E7)*0.2/100)$
E5C	E2	$(E2+E5C)/2$
E5C	E5C	$E5C*(1-\log(E5C)*0.2/100)$
E6C	E2	$(E2+E6C)/2$
E7C	E2	$(E2+E7C)/2$
G1	L1	$(L1+G1)/2$
G1	L2	$(L2+G1)/2$
G2	G1	$(G1+G2)/2$
G2	G3	$(G3+G2)/2$
G2	L1	$(L1+G2)/2$
G2	L2	$(L2+G2)/2$
G3	G1	$(G1+G3)/2$
G3	G2	$(G2+G3)/2$
G3	L1	$(L1+G3)/2$
G3	L2	$(L2+G3)/2$
L1	L2	$(L2+L1)/2$
L2	L1	$(L1+L2)/2$
L5	G1	$(G1+L5)/2$
L5	G2	$(G2+L5)/2$
L5	G3	$(G3+L5)/2$
L5	L1	$(L1+L5)/2$
L5	L2	$(L2+L5)/2$

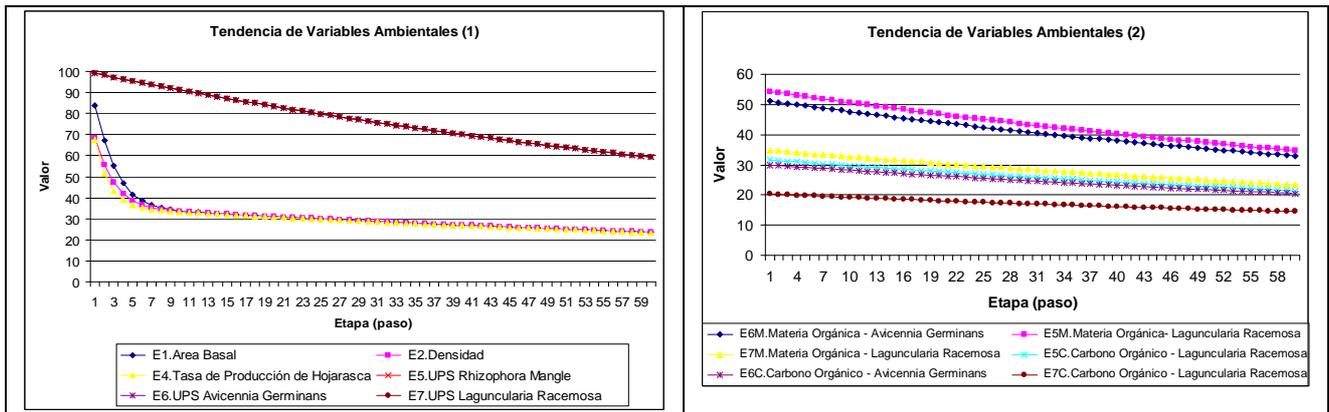


Figura 41. Resultados de simulación: Tendencia de variables ambientales

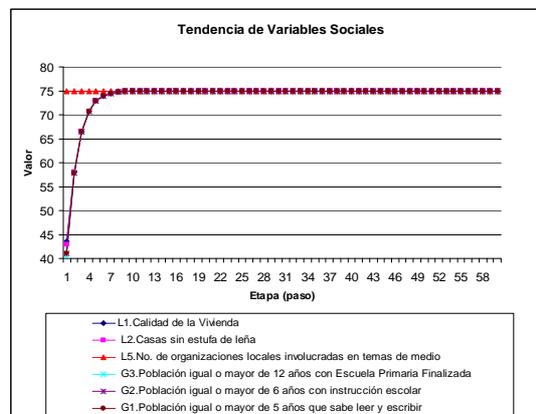


Figura 42. Resultados de simulación: Tendencia de variables Sociales

Discusión de resultados

Aunque el alcance de las simulaciones ejecutadas no permite una representación puntual de la región estudiada, el trabajo aquí descrito muestra la factibilidad del estudio de un sistema socio-ambiental mediante el uso de simulación. Para obtener un resultado de mayor precisión, es necesario primero definir la dimensionalidad del tiempo de vida de la simulación. Esto permitirá definir la equivalencia de un paso en la simulación (por ejemplo, un paso en el simulador puede equivaler al transcurso de un año en el sistema real). Una vez definido esto, se procederá a definir formalmente las influencias entre cada componente en base a los cambios que se caractericen en cada año (es decir, cuanto influye una variable sobre otra en un año). Adicionalmente, la introducción de interacciones entre componentes de los diversos subsistemas permitiría el estudio de la dinámica entre dichos subsistemas. En la adaptación actual cada subsistema se desenvuelve de manera independiente. Cabe señalar que aún contando con las mejoras mencionadas, deben reconocerse las limitantes de este tipo de simulaciones. Entre otras, se debe tomar en cuenta que los resultados nunca serán puramente predictivos; es decir, estas herramientas no permiten predecir con exactitud el valor de los indicadores en el futuro. Más bien, el valor de este enfoque está en la posibilidad de experimentar con diversos escenarios para responder a cuestionamientos del tipo ¿qué pasaría si...?

Capítulo 5



Uso y conocimiento local del manglar.

Se hizo una selección de ocho comunidades rurales aledañas a la RBLP para realizar entrevistas y encuestas que permitieran saber más detalles de las relaciones utilitarias establecidas entre estos grupos humanos y el ecosistema de manglar, con el objetivo principal de determinar el uso que hacen de este ecosistema las comunidades asentadas en las proximidades del área natural protegida. Además, se aprovechó la oportunidad para documentar parte del conocimiento ecológico tradicional vigente en estas localidades del sureste mexicano. En este punto es necesario resaltar que diferentes procesos de investigación han demostrado el importante papel de comunidades indígenas y rurales en el manejo de la diversidad biológica, y su presencia positiva en regiones que concentran un gran número de especies de plantas y animales (Berkes, 2004; Ford y Martínez, 2000; Mauro y Hardison, 2000). De acuerdo con Huntington (2000), el reconocimiento de este papel relevante por parte de académicos, gobiernos y agencias internacionales, alientan a diversos autores entusiastas a promover las posibilidades y beneficios que pueden resultar al emplear el conocimiento ecológico tradicional. Tales autores argumentan que este conocimiento puede ser complementario al científico, y que puede también ser una fuente de mejoras para la investigación científica (Begossi, 1998; Berkes et al., 2000; Hanna, 1998; Mauro y Hardison, 2000). En este sentido, Berkes et al. (2000) sostiene que los sistemas tradicionales de conocimiento están basados en un componente local observacional que registra el comportamiento de procesos y componentes medioambientales. Este componente observacional está influenciado por prácticas específicas desarrolladas para usar recursos naturales de acuerdo con un sistema de creencias que explica de qué manera encaja la comunidad en el contexto socio-ambiental. En otras palabras, un sistema integrado por conocimientos, prácticas y creencias (Rappaport, 1979).

Este conocimiento es transmitido oralmente y utilizado de acuerdo con un papel específicamente asignado por la comunidad, el cual está basado en criterios de edad y género (Berkes, et al., 2000; Sánchez-Núñez y Espinosa, 2003). Debido a su sistema de creencias, el conocimiento tradicional puede parecer demasiado abstracto, místico e inviable. Sin embargo, el conocimiento ecológico tradicional es básicamente práctico y adaptativo por naturaleza, debido a su capacidad para responder a cambios dinámicos en ecosistemas locales (Ford y Martínez, 2000;

Gunderson, 1999). Por lo tanto el ser humano construye una relación dinámica con la naturaleza a partir de sistemas de creencias, conocimiento y prácticas. Para Toledo (1992) en tales sistemas se encuentran los elementos básicos que regulan las interacciones entre sociedad y naturaleza, y son conocidos como el complejo Kosmos-Corpus-Praxis. En opinión de algunos autores el conocimiento ecológico tradicional puede ser explorado a través de la integración de esos tres componentes (Barrera-Bassols y Toledo, 2005; Berkes, et al., 2000; Cabrera et al., 2001; Toledo et al., 2001; Winklerprins y Barrera-Bassols, 2004), donde el Kosmos se entiende como un conjunto de creencias, el Corpus como un conjunto de conocimientos, y la Praxis como un conjunto de prácticas productivas.

Apuntes metodológicos

La investigación fue dirigida hacia los aspectos generales de la relación que existe entre los habitantes de las ocho comunidades campesinas con la diversidad biológica y ecológica local. La información se recabó considerándose los criterios metodológicos empleados comúnmente en el trabajo etnoecológico. Particularmente para recabar la información y analizar los datos obtenidos se adoptaron las propuestas de Góngora-Arones (1987), March (1987), Argueta (1988) y Sánchez-Núñez (2001). En concreto, la información se obtuvo por medio de entrevistas realizadas a diferentes personas de las comunidades, considerando las variables de sexo y grupo de edad. Es importante señalar que tomando en cuenta los criterios establecidos por Sánchez-Núñez (2009), las entrevistas fueron dirigidas a un grupo selecto de integrantes de la comunidad que, debido a su nivel de conocimiento sobre los ecosistemas locales, fue considerado por otros pobladores como informantes clave. Finalmente, a través de observaciones directas se registró información de hechos relacionados con este tema en el área de estudio.

Resultados

Chunhuas, Calkiní

En esta localidad se realizaron un total de 60 entrevistas, distribuidas de la siguiente forma

Tabla 33. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Chunhuas

*GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
A	5	10
B	9	5
C	11	4
D	11	5

*Grupo A (8-11 años); B (12-17 años); C (18-35 años); D (>35 años).

De las personas entrevistadas del grupo A, solamente 4 han estado en el manglar, del grupo B sólo 7, del grupo C 10 personas, y del D un total de 13, lo que permite percibir una mayor relación entre las personas de la localidad con el manglar conforme van alcanzando mayor edad, aunque esto sólo aplica para el caso de los hombres, porque para las mujeres en todos los grupos de edad se presentó que solamente 2 mujeres de cada grupo conocían el manglar. Entre los

principales motivos existentes para internarse en el manglar, se tienen los expresados en la figura 44.

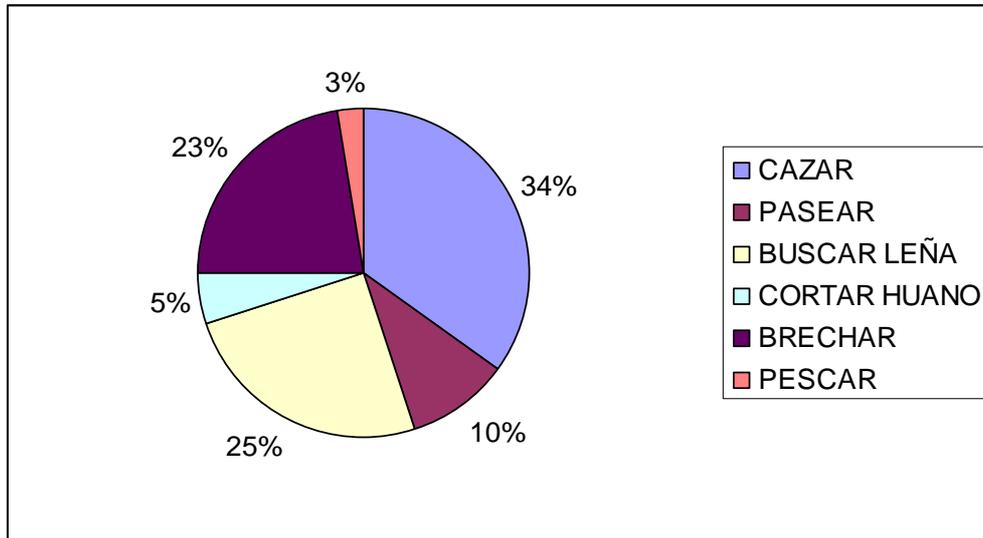


Figura 43. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Chunhuas.

Finalmente en la tabla 34 (i) y (ii) se presentan las principales especies silvestres de flora y fauna utilizadas por los pobladores de Chunhuas.

Tabla 34. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Chunhuas, con algunas relaciones tradicionales identificadas.

(i) Flora

Nombre científico ¹	Nombre Maya	Nombre Español	Relación Tradicional ²
<i>Swietenia microphylla</i> ⁻		Caoba	C
<i>Cedrela odoata</i> ⁻		Cedro	C
<i>Lysiloma latisiliquum</i> ⁺	Tsalam		MP,L
<i>Piscidia piscipula</i> ⁺		Jabin	MP,L
<i>Sabal yapa</i> ⁺		Huano	MP
<i>Crescentia</i> ⁺		Huiro	MP,L
<i>Manilkara zapota</i> ⁺		Zapote	MP,L
<i>Haematoxylum campechianum</i> ⁻		Tinto	MP
<i>Caesalpinia gaumer</i> ⁺	Kitinche		MP,L
<i>Tabebuia rosácea</i> ⁺		Maculis	MP,L
NI	Zabache		MP
<i>Brosimum alicastrum</i> ⁻		Ramón	MP,L
<i>Phytocolobium albican</i> ⁺	Chukum		MP,L
<i>Gymnopodium floribundum</i> ⁺	Ts' i' ts' ilché		MP
<i>Bursera simaruba</i> ⁺	Chacá	Palo mulato	MP,L

(ii) Fauna Clasificación General	Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional ²
Invertebrados	NI [~]		Abeja	C
Vertebrados				
PECES	NI+		Mojarra	A
REPTILES	<i>Micrurus sp+</i>		Coralillo	M
	<i>Ctenosaura sp+</i>		Iguana	A
AVES	<i>Zenaida asiatica</i>	Mucuy	Tortolita	A
	<i>Columbina passerina +</i>	Ukum	Paloma	
	<i>Ortalis vetulia[~]</i>	Bach	Chachalaca	A
	‡ <i>Meleagris ocellata[~]</i>	Kutz	Pavo de monte	A
	<i>Penelope purpurascen[~]</i>		Cojolite	A
MAMÍFEROS	<i>Odocoileus virginianus[~]</i>	Ceh	Venado cola blanca	A,MP,O,C,R
	<i>Dasyopus novemcinctus[~]</i>	Uech	Armadillo	A
	<i>Tayassu pecari[~]</i>	Kitam	Pecarí de collar	A
	‡ <i>Pecari tajacu</i>		Pecarí de labios blancos	A
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Thul	Conejo	A, MAS
	<i>Sylvilagus brasiliensis[~]</i>	Thul	Conejo	A, MAS
	<i>Nasua narica+</i>	Pizot(chiic)	Coatí	A
	<i>Orthogeomys hispidus[~]</i>	Ba	Tuza	A
	<i>Cuniculus paca+</i>	Haleb	Tepezcuintle	A
	‡ <i>Alouatta palliata[~]</i>		Saraguato	NADA
	‡ <i>Panthera onca[~]</i>	Balam	Jaguar	MP
	<i>Urocyon cinereoargenteus[~]</i>		Zorra gris	MP

¹ Las especies consideradas por los entrevistados como abundantes se marcan con el símbolo + y las escasas con el símbolo ~ al final del nombre científico; aquellas especies con algún estatus legal según la NOM-ECOL-059-2010 están marcadas con el símbolo ‡ al inicio del nombre científico; en los casos que la especie no sea posible identificar, se asigna en la columna correspondiente las iniciales NI, es decir, no identificada.

² La columna **Relación Tradicional** toma en cuenta los criterios propuestos por Sánchez-Núñez (2001); Alimento (A), Materia prima (MP), Leña (L), Medicina (M), Ornamento (O), Comercio (C), Mito (Mi), Religión (R), Mascota (Ma).

Chunkanan, Hecelchacán

En esta localidad se realizaron un total de 53 entrevistas, distribuidas de la siguiente forma

Tabla 35. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Chunkanan

*GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
A	9	6
B	6	3
C	14	0
D	13	2

*Grupo A (8-11 años); B (12-17 años); C (18-35 años); D (>35 años).

De las personas entrevistadas del grupo A, solamente 3 han estado en el manglar, del grupo B sólo 3, del grupo C 13 personas, y del D un total de 12, en todos los casos quienes han estado en el manglar son hombres. Entre los principales motivos existentes para internarse en el manglar, se tienen los expresados en la figura 45.

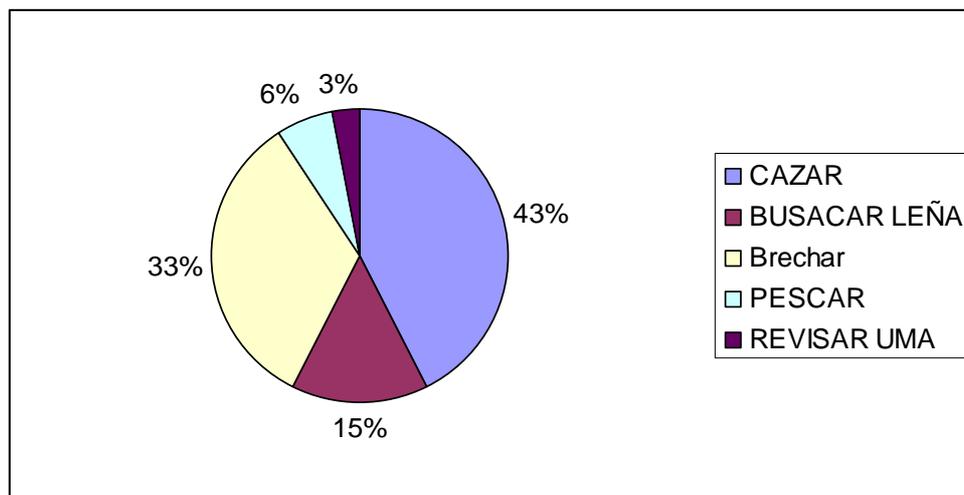


Figura 44. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Chunkanan.

Finalmente en la tabla 36 (i) y (ii) se presentan las principales especies silvestres de flora y fauna utilizadas por los pobladores de Chunkanan.

Tabla 36. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Chunkanan, con algunas relaciones tradicionales identificadas.

(i) Flora

Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre Español	Relación Tradicional ²
<i>Sabal japa+</i>	Xa'an	Huano	MP,C,R
<i>Cedrela odorata+</i>	Kuyché	Cedro	MP,C,L
<i>Bursera simaruba+</i>	Chaká	Palo mulato	MP
<i>Piscidia psicipula+</i>	Jabín	Jabín	MP,L,M,R
<i>Sweitenia macrophylla+</i>	Kanak ché	Caoba	M P,O

(ii) Fauna

Clasificación General	Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional ²
Vertebrados				
AVES	‡ <i>Crax rubra+</i>	kutz	Pavo de monte	A, O, Ma,C
MAMÍFEROS	<i>Odocoileus virginianus</i> ™	Ceh	Venado Cola blanca	A,M,O,C
	<i>Cuniculus paca+</i>		Tepezcuintle	A,C
	<i>Dasyopus novemcinctus+</i>	Uech	Armadillo	A,M
	<i>Procyon lotor+</i>	Jale	Mapache	A,O,Ma,C
	<i>Geomys bursarius+</i>	Coh	Tuza	A,Ma
	‡ <i>Tayassu pecari+</i>	Kitam	Puerco de monte	A
	<i>Nasua narica+</i>	Chiic	Tejón	A,Ma

¹ Las especies consideradas por los entrevistados como abundantes se marcan con el símbolo + y las escasas con el símbolo ™ al final del nombre científico; aquellas especies con algún estatus legal según la NOM-ECOL-059-2010 están marcadas con el símbolo ‡ al inicio del nombre científico; en los casos que la especie no sea posible identificar, se asigna en la columna correspondiente las iniciales NI, es decir, no identificada.

² La columna **Relación Tradicional** toma en cuenta los criterios propuestos por Sánchez-Núñez (2001); Alimento (A), Materia prima (MP), Leña (L), Medicina (M), Ornamento (O), Comercio (C), Mito (Mi), Religión (R), Mascota (Ma).

Concepción, Calkiní

En esta localidad se realizaron un total de 57 entrevistas, distribuidas de la siguiente forma

Tabla 37. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Concepción

*GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
A	11	4
B	7	5
C	9	6
D	8	7

*Grupo A (8-11 años); B (12-17 años); C (18-35 años); D (>35 años).

De las personas entrevistadas del grupo A, ninguna ha estado en el manglar, del grupo B sólo 31 del grupo C 6 personas, y del D un total de 5, en todos los casos quienes han estado en el manglar son hombres. Entre los principales motivos existentes para internarse en el manglar, se tienen los expresados en la figura 46.

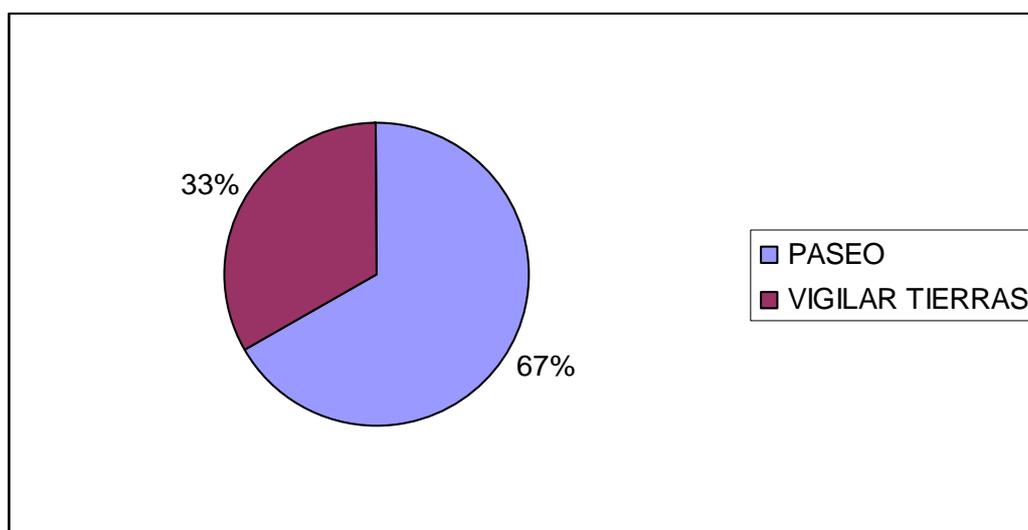


Figura 45. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Concepción.

Finalmente en la tabla 38 (i) y (ii) se presentan las principales especies silvestres de flora y fauna utilizadas por los pobladores de Concepción.

Tabla 38. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Concepción, con algunas relaciones tradicionales identificadas.

(i) Flora

Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre Español	Relación Tradicional ²
<i>Bursera simaruba</i> +	Chaka	Palo mulato	M
<i>Cedrela odorata</i> +		Cedro	MP
NI	Cocol che	Roble	MP

(ii) Fauna				
Clasificación General	Nombre Científico¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional²
Invertebrados	<i>Octopus maya</i>		pulpo	A
Vertebrados				
REPTILES	<i>Ctenosaura sp</i>	Ya'ax ikil T'ool	iguana	A, Ma
	‡ <i>Crocodylus acutus</i>	A'ayin Kum ayim	cocodrilo	
	‡ <i>Eretmochelys imbricata</i>	Aak Tsulin áak	Tortuga	Ma
AVES	‡ <i>Boa constrictor</i>	Oxcan	boa	Mi
	<i>Columba livia</i>	Sakpakal	Paloma	A
	<i>Coragyps atratus</i>	Ch'oom	Zopilote	
	<i>Ortalis vetula</i> +	Ixbach Baach	Chachalaca	A
	‡ <i>Meleagris ocellata</i>	Kuts	Pavo de monte	A
	NI		Bachita	A
	<i>Bubo bubo</i> +	Xo'ch'	Búho	A
	‡ <i>Amazona farinosa</i>	T'uut'	Loro	A
	NI		Zaspacales	A
MAMÍFEROS	<i>Odecoileus virginianus</i>	Keh	venado	A
	<i>Dasyprocta punctata</i>		Sereque	A
	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Toche, Huech	Armadillo	A
	<i>Canis latrans</i> +		Coyote	
	‡ <i>Panthera onca</i>	Báalam Chak mo'ol	Jaguar	Mi
	<i>Nasua nasua</i> +	Coatí Chi'k Ch'we	Pizote	A
	‡ <i>Leopardus tigrinus</i>		Tigrillo	Mi
	‡ <i>Ateles geoffroyi</i> +	Tucha Ma'ax	Mono araña	A
	‡ <i>Tayassu pecari</i> +		Puerco de monte	A

¹ Las especies consideradas por los entrevistados como abundantes se marcan con el símbolo + y las escasas con el símbolo ~ al final del nombre científico; aquellas especies con algún estatus legal según la NOM-ECOL-059-2010 están marcadas con el símbolo ‡ al inicio del nombre científico; en los casos que la especie no sea posible identificar, se asigna en la columna correspondiente las iniciales NI, es decir, no identificada.

² La columna **Relación Tradicional** toma en cuenta los criterios propuestos por Sánchez-Núñez (2001); Alimento (A), Materia prima (MP), Leña (L), Medicina (M), Ornamento (O), Comercio (C), Mito (Mi), Religión (R), Mascota (Ma).

San Nicolás, Calkiní

En esta localidad se realizaron un total de 29 entrevistas, distribuidas de la siguiente forma

Tabla 39. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en San Nicolás

*GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
A	2	0
B	0	0
C	0	1
D	23	3

*Grupo A (8-11 años); B (12-17 años); C (18-35 años); D (>35 años).

De las personas entrevistadas del grupo A, las 2 han estado en el manglar, del grupo C 1 persona, y del D un total de 23. Como se puede observar el mayor número de entrevistas fue realizada a personas del género masculino, por lo que prácticamente son los hombres quienes han estado en el manglar. Entre los principales motivos existentes para internarse en el manglar, se tienen los expresados en la figura 47.

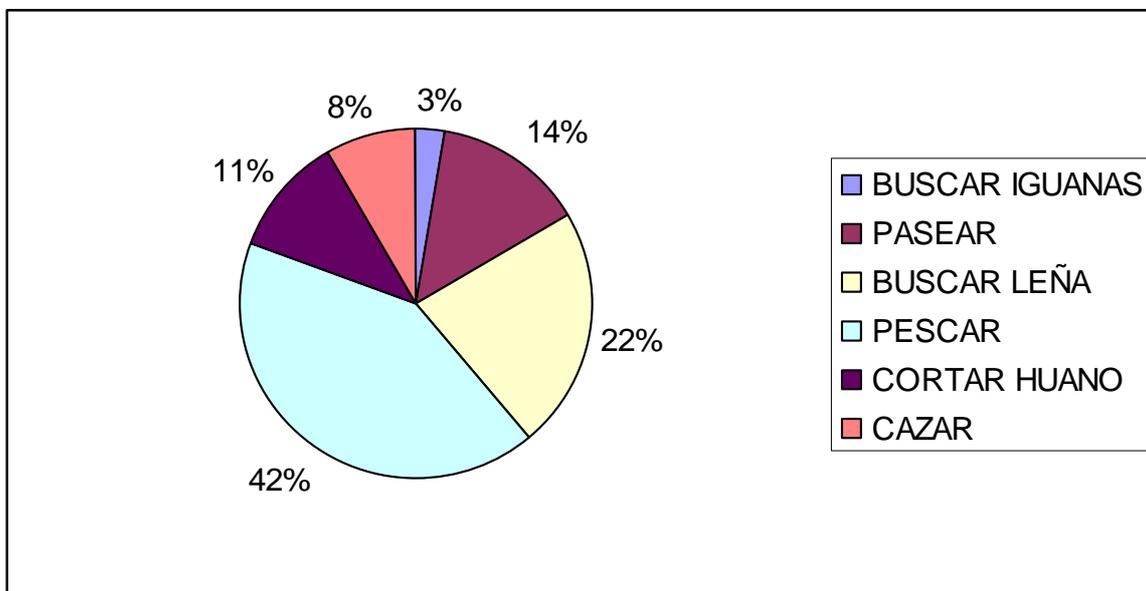


Figura 46. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en San Nicolás.

Finalmente en la tabla 40 (i) y (ii) se presentan las principales especies silvestres de flora y fauna utilizadas por los pobladores de San Nicolás.

Tabla 40. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en San Nicolás, con algunas relaciones tradicionales identificadas.

(i) Flora

Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre Español	Relación Tradicional ²
<i>Sabal japa+</i>		Huano	MP, C

(i) Fauna				
Clasificación General	Nombre científico¹	Nombre Maya	Nombre Español	Relación Tradicional²
Vertebrados				
PECES	<i>Diplodus vulgaris</i> +		Mojarra	A
REPTILES	<i>Kinosternon creaseri</i> ~		Tortuga	A
	<i>Crocodylus moreletti</i> ~		pochitoque	
	NI	Can	Lagarto	M
	<i>Ctenosaura sp</i> ~	Cub	Culebra	
AVES	<i>Coturnix coturnix</i>		Iguana	O, M
	<i>Ortalis vetula</i> +		Codorniz	
	<i>Zenaida asiatica</i> +		Chachalaca	
	<i>Meleagris ocellata</i> ~	Kutz	Paloma	A, Ma
			Pavo de monte	A, O
MAMÍFEROS	‡ <i>Panthera onca</i> ~	Balam, chacmool	Jaguar	
	‡ <i>Ateles geoffroyi</i>	X'tuch	Mono araña	
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Chomac	Zorro	A
	<i>Nasua narica</i> +	Chiic	Tejon	A, O
	<i>Odocoileus virginianus</i> ~	Ceh	Venado	A, M
	<i>Pecari tajacu</i> +		Puerco de monte	A
	<i>Procyon lotor</i> ~	Culú	Mapache	
	<i>Sylvigalus floridanus</i>	Thul	Conejo	A, O
	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Uech	Armadillo	A, M

¹ Las especies consideradas por los entrevistados como abundantes se marcan con el símbolo + y las escasas con el símbolo ~ al final del nombre científico; aquellas especies con algún estatus legal según la NOM-ECOL-059-2010 están marcadas con el símbolo ‡ al inicio del nombre científico; en los casos que la especie no sea posible identificar, se asigna en la columna correspondiente las iniciales NI, es decir, no identificada.

² La columna **Relación Tradicional** toma en cuenta los criterios propuestos por Sánchez-Núñez (2001); Alimento (A), Materia prima (MP), Leña (L), Medicina (M), Ornamento (O), Comercio (C), Mito (Mi), Religión (R), Mascota (Ma).

Santa Cruz, Calkiní

En esta localidad se realizaron un total de 55 entrevistas, distribuidas de la siguiente forma

Tabla 41. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Santa Cruz

*GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
A	8	3
B	12	0
C	9	6
D	12	5

*Grupo A (8-11 años); B (12-17 años); C (18-35 años); D (>35 años).

Todas las personas entrevistadas de los grupos A y B han estado en el manglar, del grupo C 11 persona, y del D un total de 14. Como se puede observar el mayor número de entrevistas fue realizada a personas del género masculino, por lo que prácticamente son los hombres quienes han estado en el manglar. Entre los principales motivos existentes para internarse en el manglar, se tienen los expresados en la figura 48.

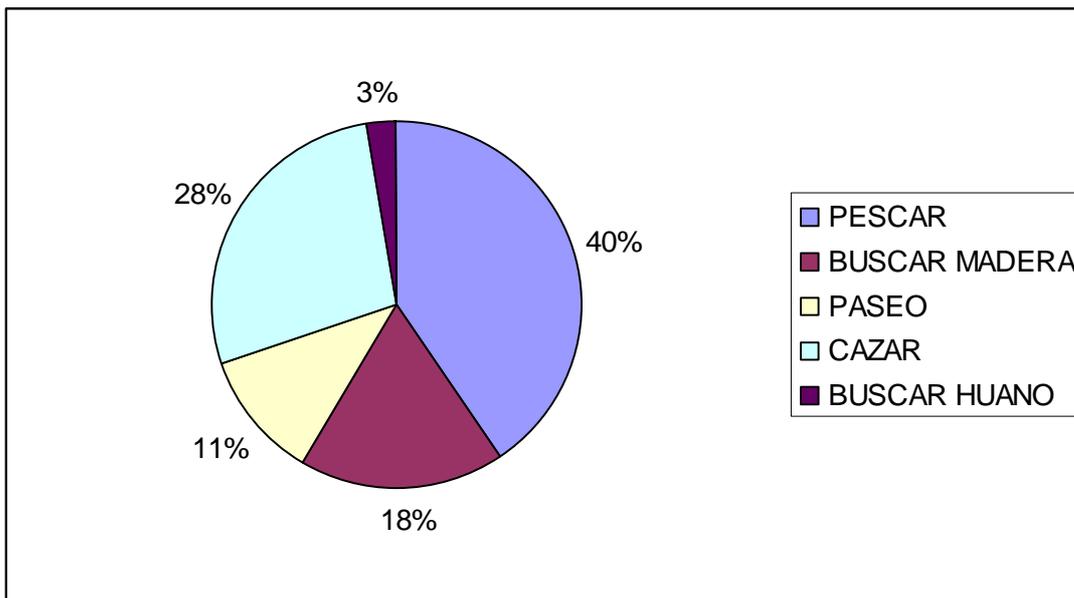


Figura 47. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Santa Cruz.

Finalmente en la tabla 42 (i) y (ii) se presentan las principales especies silvestres de flora y fauna utilizadas por los pobladores de San Nicolás.

Tabla 42. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Santa Cruz, con algunas relaciones tradicionales identificadas.

(i) Flora

Nombre Científico ¹	Nombre Maya ¹	Nombre Español	Relación Tradicional ²
<i>Sabal japa</i>		Huano	MP, C

(ii) Fauna

Clasificación General	Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional ²
Invertebrados	NI		Alacran	M
Vertebrados				
PECES	<i>Diplodus vulgaris</i> ⁺		Mojarra	A
REPTILES	<i>Crocodylus moreletii</i> ⁺		Lagarto	Ma, M
	<i>Kinosternon creaseri</i> ⁺		Tortuga pochitoque	A, O
	<i>Ctenosaura sp</i> ⁺		iguana	A
	NI		culebra	M
AVES	‡ <i>Meleagris ocellata</i> ⁺	Kutz	Pavo de monte	A, C, O
	NI		Loro	Ma
	<i>Ortalis vetula</i>		Chachalaca	A, Ma
	NI		Paloma	A
MAMÍFEROS	<i>Syngalus floridanus</i> ⁺	Thul	Conejo	A, C
	<i>Odocoileus virginianus</i> ⁺	Ceh	Venado	A, O, Ma
	<i>Dasyopus novemcinctus</i> ⁺	Uech	Armadillo	A, M
	‡ <i>Ateles geoffroyi</i>	X'tuch	Mono araña	Ma
	<i>Dasyprocta punctata</i>	Tzub	Sereque	A
	<i>Canis latrans</i>	Cehnikax	Coyote	
	Pecari tajacu		Jabalí	A
<i>Nasua narica</i> +	Haleb	Tejón	A	
<i>Cuniculus paca</i>		Tepezcuintle	A	

Clasificación General	Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional ²
	<i>Puma concolor</i> ™	Coh	Puma	
	<i>Procyon lotor</i>	Culú	Mapache	Ma
	‡ <i>Panthera onca</i> ™	Balam / Chacmool	Jaguar	
	‡ <i>Leopardus wiedii</i> ™	Chulul	Tigrillo	
	<i>Didelphis marsupialis</i> +		Tlacuache	
	<i>Sciurus yucatanensis</i> +	Cuuc	Ardilla	Ma

¹ Las especies consideradas por los entrevistados como abundantes se marcan con el símbolo + y las escasas con el símbolo ™ al final del nombre científico; aquellas especies con algún estatus legal según la NOM-ECOL-059-2010 están marcadas con el símbolo ‡ al inicio del nombre científico; en los casos que la especie no sea posible identificar, se asigna en la columna correspondiente las iniciales NI, es decir, no identificada.

² La columna **Relación Tradicional** toma en cuenta los criterios propuestos por Sánchez-Núñez (2001); Alimento (A), Materia prima (MP), Leña (L), Medicina (M), Ornamento (O), Comercio (C), Mito (Mi), Religión (R), Mascota (Ma).

Santa María, Calkiní

En esta localidad se realizaron un total de 35 entrevistas, distribuidas de la siguiente forma

Tabla 43. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Santa María

*GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
A	8	3
B	12	0
C	9	6
D	12	5

*Grupo A (8-11 años); B (12-17 años); C (18-35 años); D (>35 años).

De las personas entrevistadas del grupo A, 2 han estado en el manglar, del grupo B 8 personas, del grupo C 3 personas, y del D un total de 5. Como se puede observar solamente el 51% de los entrevistados ha estado en este ecosistema. Entre los principales motivos existentes para internarse en el manglar, se tienen los expresados en la figura 49.

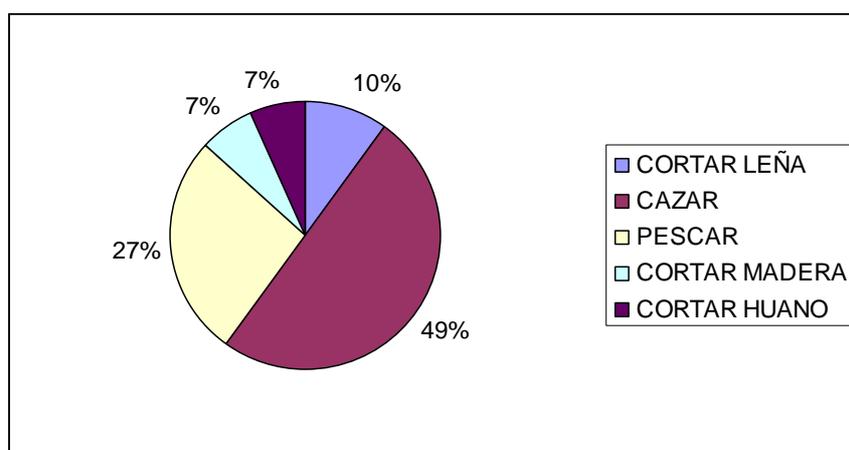


Figura 48. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Santa María.

Finalmente en la tabla 44 (i) y (ii) se presentan las principales especies silvestres de flora y fauna utilizadas por los pobladores de Santa María.

Tabla 44. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Santa María, con algunas relaciones tradicionales identificadas.

(i) Flora

Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre Español	Relación Tradicional ²
<i>Swietenia microphylla</i> ⁻	Kanak ché	Caoba	C
<i>Cederla odoata</i> ⁻	Kuyché	Cedro	C
<i>Lysiloma latisiliquum</i> +	Tsalam	Tsalam	MP,L
<i>Piscidia piscipula</i> +	Jabin	Jabin	MP,L
<i>Sabal yapa</i> +	Xa'an	Huano	MP
<i>Agave fourcroydes</i> ⁻	ki	Henequén	MP
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	Palo mulato	MP,L
<i>Phitecolobium albicans</i> +		Chukum	MP,L
<i>Delonix regia</i> +		Flamboyán	MP,L
<i>Carludovica palmata</i> ⁻		Palma de jipi	MP,C
<i>Leucaena leucocephala</i> +		Huaxín	MP,L
<i>Phitecolobium albicans</i> +		Chukum	MP,L

(ii) Fauna

Clasificación General	Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional ²
Invertebrados	<i>Apis mellifera</i> ⁻	Ka	Abeja	C,A
	NI		Camarón	A,C
	<i>Octopus maya</i> +	Pulpo		A,C
Vertebrados				
PECES	NI		Mojarra	A
REPTILES	<i>Ctenosaura sp</i> +		Iguana	A
	NI		Tortuga	A
	‡ <i>Crocodylus moreletti</i> +	Ayin	Cocodrilos	A,MP
AVES	‡ <i>Meleagris ocellata</i> ⁻	kutz	Pavo de monte	A
	<i>Zenaida asiatica</i> +	Ukum	Paloma	A
	<i>Ortalis vetula</i> +	Bach	Chachalaca	A
	‡ <i>Amazona xantholora</i>	Xtuut	Loro	C
MAMÍFEROS	<i>Odocoileus virginianus</i> ⁻	Ceh	Venado	A,O,C,R
	<i>Dasyopus novemcinctus</i> ⁻	Uech	Armadillo	A,C
	‡ <i>Tayassu pecari</i> ⁻	Kitam	Puerco de monte	A,C
	<i>Sylvilagus floridanus</i> +	Thul	Conejo	A,C
	<i>S. brasiliensis</i>	Thul	Conejo	A,C
	<i>Cuniculus paca</i> ⁻	Haleb	Tepezcuintle	A
	<i>Dasyprocta punctata</i> ⁻	Tzub	Sereque	A
	<i>Pecari tajacu</i> ⁻		Jabali	A
	<i>Sciurus yucatanensis</i> +	Cuuc	Ardilla	C
	<i>Nasua narica</i> ⁻	Chiic	Tejon (PIZOT)	A,C

Clasificación General	Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional ²
	‡ <i>Alouatta palliata</i> ~		Monos	C
	‡ <i>Panthera onca</i> ~	Balam	Jaguar	C
	<i>Leopardos wiedii</i> ~	Chulul	Tigrillo	C
	‡ <i>Tamandua mexicana</i> ~	Ahchab	Oso hormiguero	
	<i>Canis latrans</i> ~		Coyote	

¹ Las especies consideradas por los entrevistados como abundantes se marcan con el símbolo + y las escasas con el símbolo ~ al final del nombre científico; aquellas especies con algún estatus legal según la NOM-ECOL-059-2010 están marcadas con el símbolo ‡ al inicio del nombre científico; en los casos que la especie no sea posible identificar, se asigna en la columna correspondiente las iniciales NI, es decir, no identificada.

² La columna **Relación Tradicional** toma en cuenta los criterios propuestos por Sánchez-Núñez (2001); Alimento (A), Materia prima (MP), Leña (L), Medicina (M), Ornamento (O), Comercio (C), Mito (Mi), Religión (R), Mascota (Ma).

Pucnachén, Calkiní

En esta localidad se realizaron un total de 59 entrevistas, distribuidas de la siguiente forma

Tabla 45. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Pucnachén

*GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
A	7	7
B	9	7
C	4	9
D	5	11

*Grupo A (8-11 años); B (12-17 años); C (18-35 años); D (>35 años).

De las personas entrevistadas del grupo A, 3 han estado en el manglar, del grupo B 7 personas, del grupo C 1 persona, y del D un total de 5. Como se puede observar solamente el 32% de los entrevistados ha estado en este ecosistema. Entre los principales motivos existentes para internarse en el manglar, se tienen los expresados en la figura 50.

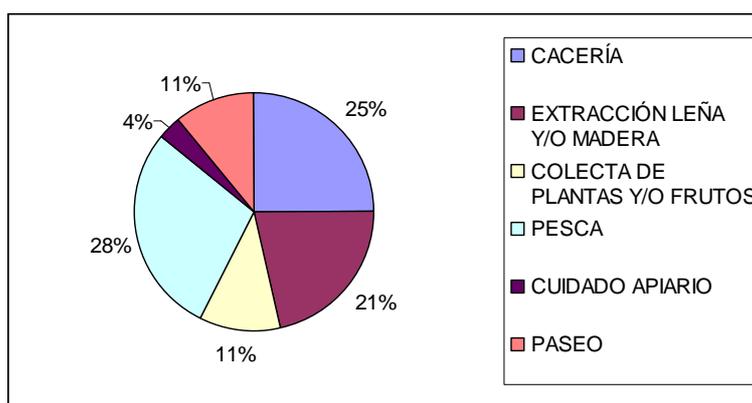


Figura 49. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Pucnachén.

Finalmente en la tabla 46 (i) y (ii) se presentan las principales especies silvestres de flora y fauna utilizadas por los pobladores de Pucnachén.

Tabla 46. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Pucnachén, con algunas relaciones tradicionales identificadas.

(i) Flora

Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre Español	Relación Tradicional ²
<i>Cocos nucifera</i>		Coco	A
NI	Chacalan		
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín		M, A
NI	Kitin		M
NI	Cuchel		
<i>Sabal japa+</i>		Huano	MP
NI		Albahaca	M
<i>Chenopodium ambrosioides</i>		Epazote	A, M
<i>Tradescantia spathacea</i>		Maguey morado	M
NI		Menta	M
<i>Aloe vera</i>		Sávila	M
<i>Haematoxylum campechianum</i>		Palo de tinte	M, MP
NI	Xot'ak		M
NI	Xponché		M
NI	Xcakatún		M
NI	Chacté		MP
NI	Chukum		
<i>Lysiloma bahamensis</i>	Tzalam		MP
<i>Sweetenia macrophyla</i>		Caoba	Mp
<i>Cedrella odorata</i>		Cedro	Mp
NI	Capsin		MP
<i>Cnidocolus chayamansa</i>	Chaya		A
<i>Agave fourcroydes</i>		Henequén	MP

(ii) Fauna

Clasificación General	Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional ²
Invertebrados	<i>Octopus maya</i>		Pulpo	A, C
	N		cangrejos	M
Vertebrados				
PECES			Mojarra	A, C
REPTILES	NI [¬]		Tortugas	A, M, O
AVES	<i>Ctenosaura sp[¬]</i>		Iguana	
	<i>Ortalis vetula+</i>		Chachalacas	A
	‡ <i>Meleagris ocellata+</i>		Pavo de monte	A, M
	NI		Loro	Ma
MAMÍFEROS	‡ <i>Ramphastos sulphuratus</i>		Tucán	
	‡ <i>Alouatta pigra+</i>		Mono saraguato	Ma
	<i>Odocoileus virginianus[¬]</i>		Venado	A, O, M, c
	‡ <i>Panthera onca</i>		Tigre	O
	‡ <i>Leopardos wiedii</i>		Tigrillo	Ma
	<i>Dasypus novemcinctus+</i>		Armadillo	A, M
	<i>Sylvilagus spp+</i>		Conejo	A, O, Ma, c
	<i>Pecari tajacu+</i>		Jabalí	A
	<i>Nasua nasua[¬]</i>		Tejón	A
	<i>Cuniculus paca</i>		Tepezcuintle	A

¹ Las especies consideradas por los entrevistados como abundantes se marcan con el símbolo + y las escasas con el símbolo [¬] al final del nombre científico; aquellas especies con algún estatus legal

según la NOM-ECOL-059-2010 están marcadas con el símbolo ‡ al inicio del nombre científico; en los casos que la especie no sea posible identificar, se asigna en la columna correspondiente las iniciales NI, es decir, no identificada.

² La columna **Relación Tradicional** toma en cuenta los criterios propuestos por Sánchez-Núñez (2001); Alimento (A), Materia prima (MP), Leña (L), Medicina (M), Ornamento (O), Comercio (C), Mito (Mi), Religión (R), Mascota (Ma).

Tankuché, Calkiní

En esta localidad se realizaron un total de 74 entrevistas, distribuidas de la siguiente forma

Tabla 47. Estructura de edad y sexo resultante de las entrevistas aplicadas en Tankuché

*GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
A	14	11
B	6	7
C	7	6
D	17	6

*Grupo A (8-11 años); B (12-17 años); C (18-35 años); D (>35 años).

En esta localidad la participación masculina y femenina fue casi equivalente en número. De las personas entrevistadas del grupo A, 24 han estado en el manglar, del grupo B 13 personas, del grupo C 12 persona, y del D un total de 21. Entre los principales motivos existentes para internarse en el manglar, se tienen los expresados en la figura 51.

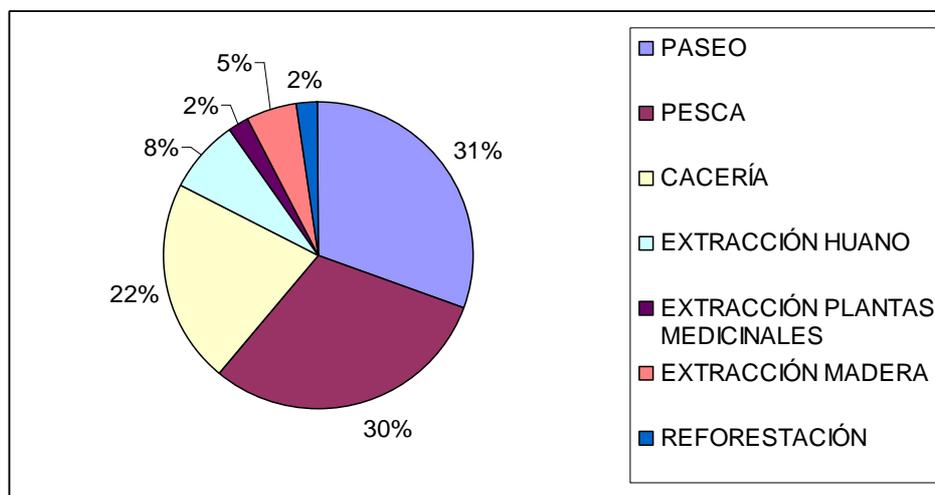


Figura 50. Principales motivos para adentrarse en zona de manglar en Tankuché.

Finalmente en la tabla 48 (i) y (ii) se presentan las principales especies silvestres de flora y fauna utilizadas por los pobladores de Tankuché.

Tabla 48. Lista de flora y fauna reconocida por los habitantes entrevistados en Tankuché, con algunas relaciones tradicionales identificadas.

(i) Flora

Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre Español	Relación Tradicional ²
<i>Cedrela odorata</i> +		cedro	MP, C

Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre Español	Relación Tradicional ²
<i>Rhizophora mangle</i> +		mangle	MP
<i>Laguncularia racemosa</i>	sacokom	mangle	MP
<i>Conocarpus erectus</i>	canché	mangle	MP
<i>Sabal yapa</i>		huano	MP,C
<i>Manilkara sapota</i> +		zapote	M
<i>Spondias purpurea</i>		ciruela	A
<i>Piscidia piscipula</i>	jabín		
<i>Diospyros albens</i>	silil		
<i>Zuelania guidona</i>	tamay		
<i>Pithecellobium albicans</i>	chukum		
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tzalam		
<i>Swietenia macrophylla</i>		caoba	MP, C
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	toxó		M
<i>Caesalpinia violacea</i>	chacté		M
<i>Tabebuia rosea</i>		makuli	
<i>Columbrina reclinata</i>	sacnaché		M
<i>Haematoxylon campechianum</i>		palo de tinte	MP
<i>Gymnopodium floribundum</i>	tzitzilché		
<i>Haemulon plumieri</i>	chakchí		
<i>Exostema mexicanum</i>	sabakché		
<i>Malmea depressa</i>		elemuy	
<i>Mandevilla torosa</i>		bejuco de mangle	
<i>Acacia gaumeri</i>	catzin		
<i>Cordia dodecantra</i>		ciricote	
<i>Bursera simaruba</i>	chacab		
<i>Metopium brownei</i>	chechem		
<i>Platymiscium yucatanum</i>		granadillo	
<i>Belotia campbellii</i>		jolobal	
<i>Tithonia diversifolia</i>		tajonal	
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>		tulipán	
<i>Euphorbia hirta</i>	xanam		
<i>Jatropha gaumeri</i>	xpomolche'		
<i>Harpalyce arborescens</i>	xu'ul		
<i>Abutilon trisulcatum</i>	sakxiuw		

(ii) Fauna

Clasificación General	Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional ²	
Invertebrados	<i>Callinectes</i> sp.		cangrejo	A	
	<i>Turbinilla angulata</i>		caracol	A	
	<i>Octopus vulgaris</i>		pulpo	A,C	
	<i>O. maya</i>		pulpo	A,C	
Vertebrados					
	PECES	<i>Cichlasoma hartwegi</i>		mojarra	A,C
		<i>Lutjanus griseus</i>		pargo	A,C,
		<i>Epinephelus morio</i>		mero	A,C
		<i>Centropomus undecimalis</i>		robalo	A,C
		<i>Astyanax</i> sp.		sardina	A
	<i>Cynoscion nebulosus</i>		corvina	A,C	

Clasificación General	Nombre Científico ¹	Nombre Maya	Nombre español	Relación Tradicional ²
	<i>Rachycentron canadun</i>		esmedregal	A
	<i>Caranx hippos</i>		jurel	A,C
	<i>Lutjanus synagris</i>		rubia	A,C
	<i>Scomberomorus maculatus</i>		sierra	A,C
	<i>Lanchnoalaynus maximus</i>		boquinete	A
	<i>Rhizoprionodon terranovae</i>		cazón	A,C
REPTILES	<i>Ctenosaura sp.</i>	juu	iguana	A
	* <i>Crocodylus moreletii</i>	ayin	lagarto	MP,M
	* <i>Trachemys scripta</i>	ak	tortuga jicotea	A,M
	* <i>Boa constrictor</i>	oxcan	boa	MP,M
	<i>Crotalus sp.</i>	tzacan	cascabel	A, M, Mi
	NI	chaican	correlona	Mi
	NI	guolpoch	nahuyaca	
AVES	* <i>Meleagris ocellata</i>	tzo-ikax	pavo de monte	A,O
	* <i>Crax rubra</i>	cox	faisan	A
	<i>Zenaida asiatica</i>		paloma	A
	<i>Egretta tula</i>		garza	
	NI	wai-pop	águila nocturna	
	NI	ki-lí	loro	
MAMIFEROS	<i>Ortalis vetula</i>	baach	chachalaca	A
	* <i>Ateles geoffroyi</i>		mono	Ma
	* <i>Panthera onca</i>	chacmol	jaguar	O
	<i>Odocoileus virginianus</i>	kée	venado	A,MP
	<i>Cuniculus paca</i> +	jale	tepezcuintle	A
	<i>Pecari tajacu</i> +	keeni-kax	jabalí	A
	<i>Dasyprocta punctata</i>		cereque	A
	<i>Nassua narica</i> +	chi-ik	pizote	
	<i>Procyon lotor</i>	kuúlé	mapache/poleo	
	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	wex	armadillo	A
	<i>Canis latrans</i>		coyote	
	<i>Dasyprocta mexicana</i>	tzú	cereque o tuza	A
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	xo-mak	zorro de monte	
	<i>Orthogeomys cavator</i>	bah	tuza	
	<i>Sciurus depie</i> +	cu'uk		
	* <i>Tamandua mexicana</i>	cháa	oso hormiguero	
	<i>Didelphis marsupialis</i>	ox	zorro	
	NI	zotz	murciélago	
	<i>Mazama americana</i>	yuk	temazate	A
	<i>Puma concolor</i>	zakchikin	puma	

¹ Las especies consideradas por los entrevistados como abundantes se marcan con el símbolo * y las escasas con el símbolo ~ al final del nombre científico; aquellas especies con algún estatus legal según la NOM-ECOL-059-2010 están marcadas con el símbolo ‡ al inicio del nombre científico; en los casos que la especie no sea posible identificar, se asigna en la columna correspondiente las iniciales NI, es decir, no identificada.

² La columna **Relación Tradicional** toma en cuenta los criterios propuestos por Sánchez-Núñez (2001); Alimento (A), Materia prima (MP), Leña (L), Medicina (M), Ornamento (O), Comercio (C), Mito (Mi), Religión (R), Mascota (Ma).

Consideraciones finales

Las diversas relaciones establecidas entre estas comunidades con el manglar presentan diversos niveles de acercamiento. En general las personas entrevistadas de los diferentes grupos de edad, mostraron que existe todavía una transmisión de conocimiento tradicional y que éste sigue vigente. Para todas las personas el manglar es un sitio que provee distintos servicios, y debido al grado de marginación social y económica existente en la región, sustituir estos servicios y bienes obtenidos a partir de este ecosistema resultaría prácticamente inviable para una gran parte de la población que no tiene un poder adquisitivo suficiente, ni los medios para desplazarse a buscar satisfactores equivalentes en otros sitios. Otro asunto a considerar en la información obtenida, es que muchas de las prácticas relacionadas con el aprovechamiento del manglar y sus recursos no son temas de los que la gente hable libremente. El hecho de ser localidades relacionadas con una reserva de la biosfera, plantea un nivel de discreción que no fácilmente gente externa a las comunidades puede superar. Algunas de las prácticas registradas contravienen disposiciones legales y administrativas, y debido a esta fase del proyecto planteó estancias cortas para obtener la información aquí referida, por lo que no se establecieron lazos de confianza suficiente, por lo que en términos generales la gente de las comunidades no estuvo en algunos casos plenamente convencida de compartir información con el equipo de trabajo.

Agradecimientos

El equipo de trabajo desea expresar su gratitud a las siguientes personas por el apoyo recibido durante las diferentes actividades y procesos desarrollados para llevar a cabo satisfactoriamente el proyecto: Mtra. Gladys Pérez Cruz, Biól. César Uriel Romero Herrera, Dr. José Ake Castillo, Dr. Jorge Alejandro López Portillo Guzmán, Dr. Humberto Hernández Trejo, Dra. Katherine Ann Babb Stanley, M. en C. Yvonne Simms Del Castillo, Biól. Edith Arellano Nicolás.

Referencias

Aranda M. (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. INECOL/CONABIO. México.

Argueta, A. (1988). Etnozoología P'urhe. Historia, utilización y nomenclatura P'urhepecha de los animales. Tesis de licenciatura. México, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Asheim, G.B., Buchholz, W., Tungodden, B. (2001). Justifying sustainability. *Journal of Environmental Economics and Management*, **41**: 252-268.

Barrera-Bassols, N., Toledo, V.M. (2005) "Ethnoecology of the Yucatec Maya: symbolism, knowledge and management of natural resources". Special Issue, *Ethnoecology: Journal of Latin American Geography*. **4**(1): 9-42.

Begossi, A. (1998). **Resilience and neotraditional populations: the caíçaras of the Atlantic Forest coast and caboclos of the Amazon (Brazil)**. En: Folke, C., Berkes, F. (Eds.) *Linking Ecological and Social Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Beneria-Surkin, J., (2004) Has Multiculturalism Arrived? Reflections on Indigenous People, Power, Development and Knowledge in Bolivia. *Interface*. **5**(1): 109-118.

Berkes, F. (2004). Rethinking community-based conservation. *Conservation Biology*. **18**(3): 621-630.

Berkes, F., Colding, J., Folke, C., (2000) Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*. **10**(5): 1251-1262.

Blaikie, P., Brown, K., Stocking, M., Tang, L., Dixon, P., Sillitoe, P. (1997). Knowledge in action: local knowledge as a development resource and barriers to its incorporation in natural resource research and development. *Agricultural Systems*. **5**(2): 217-237.

Borchgrevink, A. (2002). Clean and Green: Indigenous Knowledge and Cultural Models in a Philippine Community. *Ethnos*, **67**(2): 223-244.

Briggs, J., Sharp, J. (2004). Indigenous knowledges and development: a postcolonial caution. *Third World Quarterly*, **25**(4): 661-676.

Cabrera, A., Incháustegui, C., García, A. Toledo, V. (2001). Etnoecología Mazateca: una aproximación al complejo cosmos-corpus-praxis. *Etnoecológica*, **6**(8): 61-83.

Casas-Andreu, G., Valenzuela-López, G., Ramírez-Bautista, A. 1991. Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. Cuadernos 10. Instituto de Biología, UNAM. México.

Colwell, R.K. (2004). Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples, Version 7. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>. Department of Ecology & Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs, CT.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (CONANP). (2006). Programa de conservación y manejo de la Reserva de la Biosfera Los Petenes. México.

Convention on Biological Diversity (CBD). (2007). Traditional knowledge and biodiversity: a road to success. *Pachamama. A Traditional Knowledge Newsletter of the Convention on Biological Diversity*. **1**(1): 1-3.

Coronado, G. (2005). Competing Health Models in Mexico: An Ideological Dialogue between Indian and Hegemonic Views. *Anthropology & Medicine*, **12**(2): 165–177.

Day, G.I., Schemnitz, S.D. y R.D. Taber. (1987). Captura y marcación de animales silvestres. In: S. D. Schemnitz (ed). Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. Cap. 6. The Wildlife Society, Inc. EEUU. pp 63-94.

Day, J.W, C. Coronado-Molina, F.R. Vera-Herrera, R. Twilley, V.H. Rivera-Monroy, H. Alvarez-Guillén, R. Day & W. Conner. (1996). A 7-year record of above ground net primary production in southstern Mexican mangrove forest. *Aquat. Bot.* **27**:267-284

Day, J.W, W.H. Conner, F. Ley-Lou, R. Day & N.A. Machado. (1987). The productivity and descomposition of mangrove for-est in Laguna de Términos México. *Aquat. Bot.* **27**: 267-284.

Environmental Protection Agency. (2002). Methods for Evaluating Wetland Condition: Biological Assessment Methods for Birds. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Félix-Pico, E.F.; O.E Olgúin; H.A. Hernández y F. Flores Verdugo. (2006). Producción primaria del estero El Conchalito en Bahía de la paz (Baja California Sur). *Ciencias Marinas*, **32**(01A):53-63.

Flores-Villela, O. (1993). Herpetofauna mexicana. Spec. Publs. Carnegie Mus. Nat. Hist. (17): 1-73.

Flores-Villela, O, Mendoza, Q. y G. González (comp.). (1995). Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. UNAM, México. 285 pp.

Flores-Villela, O., Canseco-Márquez, L. (2004). Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, **20**(2): 115-144.

Ford, J., Martinez, D. (2000). Traditional Ecological Knowledge, Ecosystem Science and Environmental Management. *Ecological Applications*, **10**(5): 1249-1250.

García, R. (1994). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. In: Leff, E. (Ed.) **Ciencias Sociales y Formación Ambiental**. GEDISA. México, pp. 85-124.

Garibaldi, A., Turner, N. (2004). Cultural keystone species: implications for ecological conservation and restoration. *Ecology and Society*, 9(3), disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art1> [Accesado el 19 de abril de 2011]

Giddings, B., Hopwood, B., O'brien, G. (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable Development*, **10**: 187–196.

Gobin A., Campling, P., Deckers, J., Feyen, J. (2000). Integrated toposequence analyses to combine local and scientific knowledge systems. *Geoderma*, **97**(1-2): 103–123.

Góngora, A. E. (1987). Etnozoología lacandona: la herpetofauna de Lacanja-Chansayab. *Cuadernos de divulgación INIREB*, Xalapa, Veracruz México, número 31, 31 pp.

Gray, A. (1999). **Indigenous peoples, their environments and territories** en Possey, D. (comp.) *Cultural and Spiritual Values of Biodiversity*. UNEP/Intermediate Technology Publications, London.

Hanna, S. 1998. **Managing for human and ecological context in the Maine soft shell clam fishery** en Folke, C., Berkes, F. (Eds.) *Linking Ecological and Social Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Hanneman, R. (2001). **Introduction to social network methods**. Chapter 4. Using matrices to represent social relations. [online] URL: <http://wizard.ucr.edu/~rhannema/networks/text/textindex.html>>. Fecha de consulta: 09/12/2003

Hart, M. (1999). **Guide to sustainable community indicators**. North Andover, Massachusetts.

Heald, E.J. (1971). **The production of organic detritus in the South Florida estuary**. Univ. Miami Sea Grant Tech. Bull. 6:110 p

Holme, N.A. y A.D. Mcintyre. (1971). **Methods for the study of marine bentos**. Blackwell scientific publications. Oxford. 31-51 p.

Hopwood, B., Mellor, M., O'Brien, G. (2005). Sustainable development: mapping different approaches. *Sustainable Development*, **13**: 38–52.

Huntington, H.P. (2000). Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications. *Ecological Applications*, 10(5):1270-1274.

INE/INEGI. (2000). **Sustainable development indicators of Mexico**. Instituto Nacional de Ecología/Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). (2011). Red list of threatened species.

Jiménez, J.A. (s.f.(a)). *Laguncularia racemosa* (L.) White Mangrove. SO-ITF-SM-3. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Services, Southern Forest Experiment Station. 64 pp.

Jiménez, J.A. (s.f.(b)). *Rhizophora mangle* L. Red mangrove. SO-ITF-SM-2. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Services, Southern Forest Experiment Station. 7 pp.

Jiménez, J.A. y A.E. Lugo. (s.f.). *Avicennia germinans* L. SO-ITF-SM-4. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Services, Southern Forest Experiment Station. 6 pp.

Klee, G. (1996). Traditional Concepts for 21st Century Living. *Etnoecológica*, 3(4/5): 5-21.

López Portillo, J. y E. Ezcurra. (2002). Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques Número especial*: 27-51.

Lugo, A.E. y S.C. Snedaker. (1974). The Ecology of Mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5:39-64

March, I. (1987). Los lacandones de México y su relación con los mamíferos silvestres: un estudio etnozoológico. *Biotica*, 12(1): 43-55.

Mauro, F., Hardison, P.D. (2000). Traditional knowledge of indigenous and local communities: international debate and policy initiatives. *Ecological Applications*, 10(5): 1263-1269.

Mitchell, G. (1996). Problems and fundamentals of sustainable development indicators. *Sustainable Development*, 4: 1-11.

Navarrete, A.J. y J.J. Oliva-Rivera. (2002). Litter production of *Rhizophora mangle* at Bacalar Chico, Southern Quintana Roo, México. *Universidad y Ciencia*, 18(036):79-86.

Norton, B.B. (1992). Sustainability, human welfare and ecosystem health. *Ecological Economics*, 14(2): 113-127.

Olsson, P., Folke, C. (2001). Local ecological knowledge and institutional dynamics for ecosystem management: A study of Lake Racken Watershed, Sweden. *Ecosystems*, **4**(2): 85–104.

Quadri, G. (2001). **Índice de Sustentabilidad Ambiental para México**. CESPEDS. México.

Rappaport, R.A. (1979). **Ecology, Meaning, and Religion**. Berkeley, California, North Atlantic. Books.

Sánchez-Núñez, E. (2001). Relación histórica de las etnias de Sonora, México con la biodiversidad local: el caso del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*). *Sociedades rurales, Producción y Medio Ambiente*, **1**(2): 75.

Sánchez-Núñez, E. (coord). (2005). Vertebrados silvestres en zonas indígenas de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca: anfibios y reptiles. Asesores en el Manejo de Recursos Naturales S.A. de C.V. / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Sánchez-Núñez, E. (2009). Regional sustainability and traditional ecological knowledge: multidimensional methodological framework proposal for supporting integrated management of vulnerable ecosystems. PhD thesis. University of Liverpool, UK.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). (2008). URL: <http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/default.aspx?tipo=clave&campo=loc&valor=13024&varent=13&varmun=024>. Fecha de consulta: 09/11/2010.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México deflora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Listade especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, Jueves 30 de diciembre de 2010.

United Nations (UN). (1992). **Agenda 21: Programme of action for sustainable development**. Governments of the United Nations Conference on Environment and Development. New York.

United Nations (UN). (1996). **Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies**. New York.

United Nations (UN). (2007). **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**. New York.

Utrera-López, M.E. y P. Moreno-Casasola. (2008). Mangrove litter dynamics La Mancha Lagoon, Veracruz, México. *Wetlands Ecol. Manage*, **16**:11-22.

Valdéz-Hernández, J.I. (2002). Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, Costa Pacífica de México. *Maderas y Bosques*. Número especial: 15-128.

Vega-Peña, E.V. (2000). Ecología, arcos de vegetación y sistemas complejos, ¿incipiente ménage à trois? *Ciencias*, **59**: 24-31.

World Bank (WB). (2000). **World Bank development indicators 2000**. Washington.

Yáñez Arancibia, A., A.L. Lara Domínguez, J.L. Rojas Galavíz, G.J. Villalobos Zapata, E. Rivera Arriaga, D. Zárate Lomelí, G. Palacio Aponte, J.F. Mas Causel, B.A. Pérez Vega, M.A. Ortíz Pérez, A.P. Pérez Linares, J. Correa Sandoval, A. de Alba Bocanegra, C. Pozo de la Tijera, E. Escobar Cabrera, I. Olmsted, J. Granados, R. Durán, J.C. Trejo, J.A. González Iturbide, F. Tun, M.T. Saavedra Vázquez, C. Ballote, y I. Silveira Alonso. (1996). Caracterización Ecológica Ambiental y de los Recursos Ambientales de la Región de los Petenes en Campeche. Organización de Estados Americanos. Dirección General, Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Campeche, Año V. Número 1198, Tercera Época, pags. 1 a 428 del jueves 4 de julio de 1996.

Yáñez-Arancibia, A. (1986). **Ecología de La Zona Costera. Análisis De Siete Tópicos**. Agt. Editor, S.A. Mexico. 189 P.

Zaldívar, A.J.; S.J. Herrera, M.C. Coronado y P.D. Alonso. (2004). Estructura y productividad de los manglares en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Madera y bosques*. Número especial **2**: 25-35.

Anexos

1. Archivo "1 ISLA ARENA ESTRUCTURA FN004"
2. Archivo "2 ISLA ARENA HOJARASCA FN004"
3. Archivo "3 ISLA ARENA REGISTROS PARCELAS DE 4m X4m FN004"
4. Archivo "4 TENABO ESTRUCTURA FN004"
5. Archivo "5 TENABO HOJARASCA FN004"
6. Archivo "6 DATOS SUELO FN004"
7. Archivo "7 REGISTROS PARCELAS 4mX4m FN004"
8. Archivo "FN004_herpeto_FINAL"
9. Archivo "FN004_ornito_FINAL"
10. Archivo "FN004_masto_FINAL"
- 11 Archivo "LOS PETENES_INDICADORES_TANKUCHE FN004"