

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ANÁLISIS DE COBERTURA Y FLORA ASOCIADA AL ECOSISTEMA MANGLAR EN
SIPACATE-NARANJO, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.
DIAGNÓSTICO DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN SIPACATE-NARANJO, ESCUINTLA
Y SERVICIOS PRESTADOS EN EL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE
CAMBIO CLIMÁTICO, GUATEMALA, C.A.**

MELANY LUCÍA RAMÍREZ GALINDO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ANÁLISIS DE COBERTURA Y FLORA ASOCIADA AL ECOSISTEMA MANGLAR EN
SIPACATE-NARANJO, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.
DIAGNÓSTICO DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN SIPACATE-NARANJO, ESCUINTLA
Y SERVICIOS PRESTADOS EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO
CLIMÁTICO, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

MELANY LUCÍA RAMÍREZ GALINDO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

**INGENIERA EN
GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M. A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Br. Milton Juan José Caná Aguilar
VOCAL QUINTO	P. Agr. Cristian Alexander Méndez López
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

Guatemala, noviembre de 2016

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **“Análisis de cobertura y flora asociada al ecosistema manglar en Sipacate-Naranjo, departamento de Escuintla, Guatemala, C.A. Diagnóstico del ecosistema manglar en Sipacate-Naranjo, Escuintla y servicios prestados en el Instituto de investigación sobre Cambio Climático -ICC-, Guatemala, C.A.”**, como requisito previo a optar el título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Melany Lucía Ramírez Galindo

ACTO QUE DEDICO

A

- DIOS** Por ser mi guía y mi luz durante mi vida.
- MIS PADRES** Jorge Ramirez y Ana de Ramirez, por enseñarme a ser perseverante y responsable con su ejemplo y por su apoyo incondicional.
- MI FAMILIA** Pamela y Javier, por ser mis compañeros y por sus consejos. A mi abuela Alicia, por ser mi luz y siempre la llevo en mi corazón.
- MI NOVIO** Enrique, por su comprensión, paciencia y apoyo durante este proceso.
- MIS AMIGOS** Por ser mis compañeros de vida y por su invaluable amistad.

AGRADECIMIENTOS

A:

A mis asesores

Ing. Agr. Enrique Estuardo Lira Prera, Ing. Agr. Juan José Castillo Mont e Ing. Agr. David Elías Mendieta Jiménez por todo lo que me han enseñado, por su paciencia y su ayuda para realizar el presente estudio. Por las lecciones de vida y sus consejos.

A mi supervisor

PhD. Marvin Roberto Salguero Barahona por su apoyo y paciencia

Al ICC

Al Ing. Agr. Luis Reyes por apoyarme en la ejecución del EPS. Al ing. Juan Andrés Nelson por su apoyo en el trabajo realizado, y al Ing. Oscar González por su apoyo en la elaboración del presente estudio.

A CONAP

A Carlos Velázquez por su apoyo, y a los guardarecursos por su acompañamiento en el trabajo de campo.

INDICE GENERAL

Página

CAPITULO I: DIAGNÓSTICO DEL ECOSISTEMA MANGLAR Y FAUNA ASOCIADA EN SIPACATE-NARANJO, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.....	11
1.1 PRESENTACIÓN	3
1.2 MARCO REFERENCIAL	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 Objetivos generales	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 METODOLOGÍA.....	6
1.4.1 Fase de Gabinete.....	7
1.4.2 Delimitación de área	7
1.4.3 Reconocimiento del área	7
1.4.4 Recolección de información primaria (método participativo).....	7
1.4.5 Lluvia de Ideas.....	7
1.4.6 Calendario histórico	8
1.4.7 Matriz de priorización de problemas	8
1.4.8 Entrevista	8
1.4.9 Segunda fase de gabinete	8
1.5 RESULTADOS	10
1.5.1 Ubicación geográfica.....	10
1.5.2 Situación legal del área.....	10
1.5.3 Zona de vida	12
1.5.4 Eco región.....	12
1.5.5 Vegetación.....	12
1.5.6 Distribución de mangle.....	13
1.5.7 Fauna Asociada	15
1.5.8 Clima.....	16
1.5.9 Hidrología e hidrografía.....	16
1.5.10 Aspectos oceanográficos	17
1.5.11 Mareas	17
1.5.12 Bocabarra	18
1.5.13 Geología	19
1.5.14 Suelo.....	20

	Página
1.5.15 Fenómenos naturales	20
1.5.16 Áreas de influencia	21
1.5.17 Percepciones comunitarias.....	23
1.5.18 Acciones para la conservación y restauración de la flora y fauna en la zona.	28
1.6 CONCLUSIONES	29
1.7 BIBLIOGRAFÍA	30
1.8 ANEXOS	32
2 CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE COBERTURA Y FLORA ASOCIADA AL ECOSISTEMA MANGLAR EN SIPACATE- NARANJO, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	41
2.1 INTRODUCCIÓN	43
2.2 MARCO TEÓRICO	44
2.2.1 Marco Conceptual.....	44
2.2.2 Marco referencial	61
2.3 OBJETIVOS	64
2.3.1 Objetivo general.....	64
2.3.2 Objetivos específicos.....	64
2.4 METODOLOGÍA	65
2.4.1 Etapa inicial de gabinete.....	65
2.4.2 Etapa de campo.....	66
2.4.3 Etapa final de gabinete	69
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
2.5.1 Delimitación del área de interés.....	75
2.5.2 Composición florística del manglar	77
2.5.3 Mapa de cobertura del año 2012.....	80
2.5.4 Firmas espectrales de las especies.....	83
2.5.5 Superficie del ecosistema manglar	85
2.5.6 Superficie de cada especie de mangle	86
2.5.7 Clasificación de las sub comunidades en el ecosistema manglar	92
2.5.8 Relación distribución del manglar -niveles de inundación	94
2.5.9 Relación distribución del manglar – salinidad.....	97
2.5.10 Sucesiones del ecosistema manglar	98
2.5.11 Área basal y área basal relativa de las especies	99

2.5.12 Densidad.....	99
2.5.13 Índices de diversidad	101
2.5.14 Dinámica de la comunidad manglar	101
2.5.15 Crecimiento y regeneración del manglar.....	102
2.5.16 Intervenciones antropogénicas en el ecosistema manglar.....	103
2.5.17 Flora arbórea acompañante.....	108
2.6 CONCLUSIONES.....	114
2.7 RECOMENDACIONES	115
2.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
2.9 ANEXOS	121
3 CAPÍTULO III: INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC) DURANTE LOS MESES DE FEBRERO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2015	125
3.1 PRESENTACIÓN.....	127
3.2 SERVICIO 1. APOYO EN ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACION DE TORTUGA MARINA EN ÁREA DE CONSERVACIÓN SIPACATE NARANJO.....	129
3.2.1 Objetivos.....	129
3.2.2 Metodología	129
3.2.3 Resultados.....	132
3.3 SERVICIO 2. APOYO EN EL PROGRAMA DE REPRODUCCION DE ESPECIES NATIVAS DE LA COSTA SUR.....	145
3.3.1 Objetivos.....	145
3.3.2 Metodología	146
3.3.3 Resultados.....	147
E. Otras especies	151
3.3.4 Conclusiones	155
3.3.5 Recomendaciones	156
3.4 SERVICIO 3. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN OFICINAS DEL ICC, SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA.....	157
3.4.1 Objetivos.....	157
3.4.2 Metodología	158
3.4.3 Resultados.....	160
3.4.4 Conclusiones	181

	Página
3.4.5 Recomendaciones	181
3.5 BIBLIOGRAFÍA	182

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de los aspectos metodológicos	6
Figura 2. Desplazamiento de bocabarra del año 1969, 2003, 2015.....	19
Figura 3. Focos de contaminación en área de conservación Sipacate-Naranjo	23
Figura 4. Taller realizado con actores clave de aldea "El Paredón"	26
Figura 5. Reunión realizada con guardarecursos del CONAP, 2015	27
Figura 6. Mapa de delimitación del área de interés Sipacate-Naranjo	33
Figura 7. Mapa de zonas de vida en ecosistema manglar área Sipacate-Naranjo	34
Figura 8. Mapa de distribución de las especies de mangle en área Sipacate-Naranjo.....	35
Figura 9. Mapa de la cuenca Acomé y ecosistema manglar del área Sipacate-Naranjo.....	36
Figura 10. Mapa de geología en ecosistema manglar área Sipacate-Naranjo.....	37
Figura 11. Mapa de serie de suelos de Simmons área Sipacate-Naranjo	38
Figura 12. Mapa de asentamientos humanos área Sipacate-Naranjo	39
Figura 13. Espectro electromagnético.....	57
Figura 14. Mapa de delimitación del bosque manglar en base a capa CATHALAC, 2012	62
Figura 15. Gráfica de un transecto de Gentry 0.1 Ha, modificada por Boyle (1996).....	67
Figura 16. Boleta de registro de flora arbórea acompañante al mangle	68
Figura 17. Cluster de clasificación de especies de vegetación con imágenes RapidEye y Landsat 8.	70
Figura 18. Utilización de herramientas de software para clasificación no supervisada.....	71
Figura 19. Delimitación del ecosistema manglar año 2,012, área de conservación Sipacate-Naranjo.....	76

Figura 20. Mangle Rojo, situado cercano a aldea El Paredón, Sipacate (<i>Rhizophora mangle</i> L por la izquierda y <i>Rhizophora racemosa</i> G. Mey por la derecha).	78
Figura 21. Mangle negro, situado cercano a Sipacate (<i>Avicennia germinans</i> L.).....	78
Figura 22. Mangle blanco, situado cercano a bocabarra, Sipacate-Naranjo (<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn	79
Figura 23. Botoncillo, cercano a potreros de Aldea Sipacate-Naranjo (<i>Conocarpus erectus</i> L.).....	80
Figura 24. Mapa del ecosistema manglar en área Sipacate- Naranjo.....	81
Figura 25. Respuestas espectrales de categorías del ecosistema manglar.....	85
Figura 26. Mangle rojo en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo	87
Figura 27. Mangle negro en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo.	88
Figura 28. Mangle Mixto A en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo	89
Figura 29. Mangle Mixto B en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo	90
Figura 30. Mangle Mixto C en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo	91
Figura 31. Análisis de conglomerados en ecosistema manglar Sipacate- Naranjo	92
Figura 32. Niveles de inundación máximos en el área de conservación Sipacate-Naranjo	95
Figura 33. Subcomunidades en ecosistema manglar del área de conservación Sipacate-Naranjo	96
Figura 34. Gráfica de comparación de abundancia de especies dentro de comunidades vegetales	97
Figura 35. Pérdida de bosque del año 2003 al año 2015.....	104
Figura 36. Mapa de pérdida de mangle del año 2005 al 2012 en ecosistema manglar Sipacate-Naranjo.....	106

	Página
Figura 37. Gráfico de cobertura manglar por año 1976-2016	107
Figura 38. Flora arbórea acompañante al mangle en ecosistema manglar Sipacate-Naranjo.....	110
Figura 39 Diagrama de flujo de la metodología para elaboración del manual de manejo de tortugarios.....	130
Figura 40. Comparación de huevos de tortuga marina sembrados en el año 2013 y 2014.	134
Figura 41. Comparación de año 2013 y 2014 neonatos liberados	134
Figura 42. Comparación de huevos infértiles en año 2014 y 2013	134
Figura 43. Comparación de resultados de huevos por incentivo	135
Figura 44. Comparación de huevos donados sin incentivo	135
Figura 45. Comparación de huevos entregados por incentivos y del 20% en el mes de julio de los años 2014 y 2015.	137
Figura 46. Comparación de huevos entregados por incentivos y del 20% en el mes de agosto de los años 2014 y 2015.....	138
Figura 47. Comparación de huevos entregados por incentivos y del 20% en el mes de septiembre de los años 2014 y 2015.....	139
Figura 48. Tortugario CONAP del Paredón Buena Vista	140
Figura 49. Boleta proporcionada por CONAP de donaciones y del 20%	142
Figura 50. Diagrama de flujo de metodología para elaboración de manual del manejo de tortugarios y huevos de tortuga marina	142
Figura 51. Contenido del manual de manejo de huevos de tortuga marina	143
Figura 52 Diagrama de flujo para realizar el diagnóstico del proyecto de reproducción de peces	146
Figura 53. Croquis del proyecto de especies nativas de la Costa Sur	148
Figura 54. Nematodos encontrados en los caracoles de agua dulce.....	155
Figura 55. Boleta de entrevista a los trabajadores de ICC.....	158
Figura 56. Localización de ICC en Parque Tecnológico de Santa Lucía Cotzumalguapa	161

	Página
Figura 57. Centro de almacenaje temporal construido para el proyecto de reciclaje en CENGICAÑA.	162
Figura 58. ¿Qué días permanece en la oficina?.....	163
Figura 59. ¿Qué tipo de residuos genera usted, en la oficina?	163
Figura 60. Grado de importancia de la ejecución de un manejo de desechos sólidos.	164
Figura 61. Gráfica en porcentaje de tipo de residuos generados en oficinas del ICC	167
Figura 62. Propuesta de distribución de recipientes para separación de residuos en instalaciones de ICC.....	176

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie total del bosque manglar en área de conservación.....	14
Cuadro 2. Descripción de las especies de mangle presentes en Sipacate-Naranjo	14
Cuadro 3. Problemas prioritarios según la percepción comunitaria	24
Cuadro 4. Priorización de problemas según la percepción comunitaria.....	24
Cuadro 5. Calendario Histórico, percepciones comunitarias sobre ecosistema manglar en aldea el Paredón Buena Vista, Sipacate.	26
Cuadro 6. Especificaciones técnicas de imágenes satelitales Landsat 8.....	60
Cuadro 7. Especificaciones técnicas de imágenes RapidEye	61
Cuadro 8. Especificaciones técnicas de imágenes satelitales utilizadas.....	66
Cuadro 9. Composición florística de Sipacate-Naranjo	77
Cuadro 10. Medias de firmas espectrales en categorías del manglar	84
Cuadro 11. Área de cada categoría en metros cuadrados y en metros cuadrados y hectáreas del año 2012.	86
Cuadro 12. Tabla de diámetros de las especies de mangle en ecosistema manglar Sipacate- Naranjo	99
Cuadro 13. Árboles por hectárea en parcelas de muestreo	100
Cuadro 14. Abundancia y frecuencia de las especies de mangle	101

	Página
Cuadro 15. Índices de diversidad alfa en grupos de vegetación del ecosistema manglar	102
Cuadro 16. Lista de especies de flora arbórea acompañante al ecosistema manglar	111
Cuadro 17. Resultados de huevos sembrados y neonatos liberados año 2013	133
Cuadro 18. Resultados de huevos sembrados y neonatos liberados año 2014	133
Cuadro 19. Resultados del mes de julio del 2015 de temporada de desove de tortugas marinas.....	136
Cuadro 20. Resultados del mes de agosto del 2015 de temporada de desove de tortugas marinas.....	137
Cuadro 21. Resultados del mes de septiembre del 2015 de temporada de desove de tortugas marinas.....	138
Cuadro 22. Equipo disponible en subsede del CONAP Sipacate-Naranjo.....	140
Cuadro 23. Distribución de especies por número de pileta.....	149
Cuadro 24. Materiales disponibles en proyecto de reproducción de especies nativas.....	150
Cuadro 25. Promedio de residuos generados por categoría.....	166
Cuadro 26. Composición por categoría.....	167
Cuadro 27. Volumen promedio por categoría al día (m ³) de mayor a menor	168
Cuadro 28. Cantidad generada por área.....	169
Cuadro 29. Propuesta de tratamiento a los tipos de residuos generados en oficinas de ICC.....	170
Cuadro 30. Estado actual y objetivos de reducción en el uso de papel en oficinas de ICC.....	174
Cuadro 31. Clasificación de colores para la separación de residuos sólidos.....	175
Cuadro 32. Metodología de separación de los desechos en los recipientes dentro de las oficinas de ICC.	177

RESUMEN GENERAL

Este documento es el producto final del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático -ICC- entre los meses de febrero a noviembre del año 2015. Desde el año 2011, el ICC ha trabajado en el área Sipacate-Naranjo y en busca de generar información base e implementar prácticas de manejo adecuado se ejecutó el estudio titulado “*Análisis de cobertura y flora asociada al ecosistema manglar en Sipacate-Naranjo, Escuintla, Guatemala, C.A.*”.

El estudio se trabajó en base a un diagnóstico realizado del ecosistema manglar en Sipacate-Naranjo, que brindó información básica biofísica y socioeconómica del área. En este proceso se identificaron los problemas principales, tales como la falta de información sobre las especies presentes, la distribución de las mismas, y el manejo inadecuado de los recursos naturales dentro del área.

El análisis de cobertura y flora asociada del manglar permitió identificar las especies que se encuentran dentro del área, su uso, la distribución de las especies y su relación de ubicación de las especies con variables ambientales de inundación y salinidad. Conocer los patrones de distribución de las especies en función de las variables ambientales permite crear una base de información para un manejo adecuado, para evitar alterar las condiciones ambientales que condicionen el desarrollo adecuado del mangle.

Entre los servicios realizados se trabajó en la estrategia de conservación de la tortuga marina, proyecto implementado por la alianza de conservación del ecosistema manglar y su fauna asociada. Además, se apoyó el proyecto de reproducción de especies nativas de AZASGUA -Asociación de Azucareros de Guatemala- y se trabajó con el plan de manejo de residuos sólidos en el ICC.



CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL ECOSISTEMA MANGLAR Y FAUNA ASOCIADA EN SIPACATE-NARANJO, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A

1.1 PRESENTACIÓN

El ecosistema manglar en Guatemala sufre de grandes alteraciones desde la década de 1950 (MARN, 2013). La ganadería, el crecimiento de la frontera agrícola, la industria camaronera y las actividades turísticas no ordenadas, constituyen las principales amenazas que afectan su condición ecológica. (Saenger, 2002). En Guatemala, además de dichos problemas, se suma la impunidad por los delitos en contra del manglar y la falta de información que existe del ecosistema. Los pobladores de las aldeas cercanas han aprovechado el mangle principalmente con fines energéticos y construcción de ranchos, sin brindarle un manejo que contribuya a su recuperación y conservación.

En la elaboración del presente diagnóstico del ecosistema manglar en el Municipio Sipacate se busca vincular los detalles y características del área con información histórica, para tener una perspectiva más amplia de los aspectos representativos del ecosistema. En el escenario propuesto se deben implementar acciones que permitan un mejor desarrollo del área; asimismo proporcionar una visión de un escenario ideal y poder brindar soluciones que alivien la problemática identificada.

Como unidad representativa del ecosistema manglar, el diagnóstico fue realizado en aldea El Paredón Buena Vista, la cual pertenece al municipio de Sipacate.

El diagnóstico constituyó una herramienta para identificar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades existentes en el ecosistema manglar (Buckingham, 2015) del área de conservación Sipacate- Naranjo. Este se realizó mediante una metodología participativa a través de reuniones comunitarias y sesiones de trabajo para conocer la percepción de la comunidad de la aldea El Paredón Buena Vista en relación a los problemas de carácter ambiental y social existentes en el área y su importancia para posibles soluciones.

1.2 MARCO REFERENCIAL

El Ejercicio Profesional Supervisado es un programa de extensión a las comunidades, al sector privado o al sector público, en donde los estudiantes que han culminado sus estudios, someten a práctica los conocimientos adquiridos en la carrera universitaria para aplicarlos al servicio de la sociedad y del medio ambiente.

La presente práctica se realizó durante 10 meses, que incluyó un diagnóstico para evaluar el ecosistema manglar y apoyar a cubrir las necesidades del área. El presente documento se realizó gracias al apoyo del Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático.

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático -ICC- es una institución que desarrolla proyectos de investigación para la mitigación y la adaptación al cambio climático. El instituto trabaja en investigaciones en la vertiente del Pacífico de Guatemala. En el ICC existen 5 programas que cubren diferentes temas; en la investigación de clima e hidrología, en la sostenibilidad de sistemas productivos, en la gestión de riesgo a desastres, en el desarrollo de capacidades y divulgación y en el manejo integrado de cuencas.

El objetivo del programa manejo integrado de cuencas es impulsar e implementar acciones para mantener la integridad de los recursos de los recursos naturales en Guatemala (ICC, 2016).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 *Objetivos generales*

Analizar la situación actual del ecosistema Manglar y su fauna asociada en el área de conservación Sipacate- Naranjo en el Municipio de La Gomera, Escuintla, área priorizada por el Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático –ICC-.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

1. Realizar información biofísica y socioeconómica del área Sipacate-Naranjo.
2. Determinar los problemas, causas y efectos de la situación del ecosistema manglar en el área Sipacate-Naranjo.
3. Proponer acciones de manejo de los recursos naturales dentro del área Sipacate-Naranjo.

1.4 METODOLOGÍA

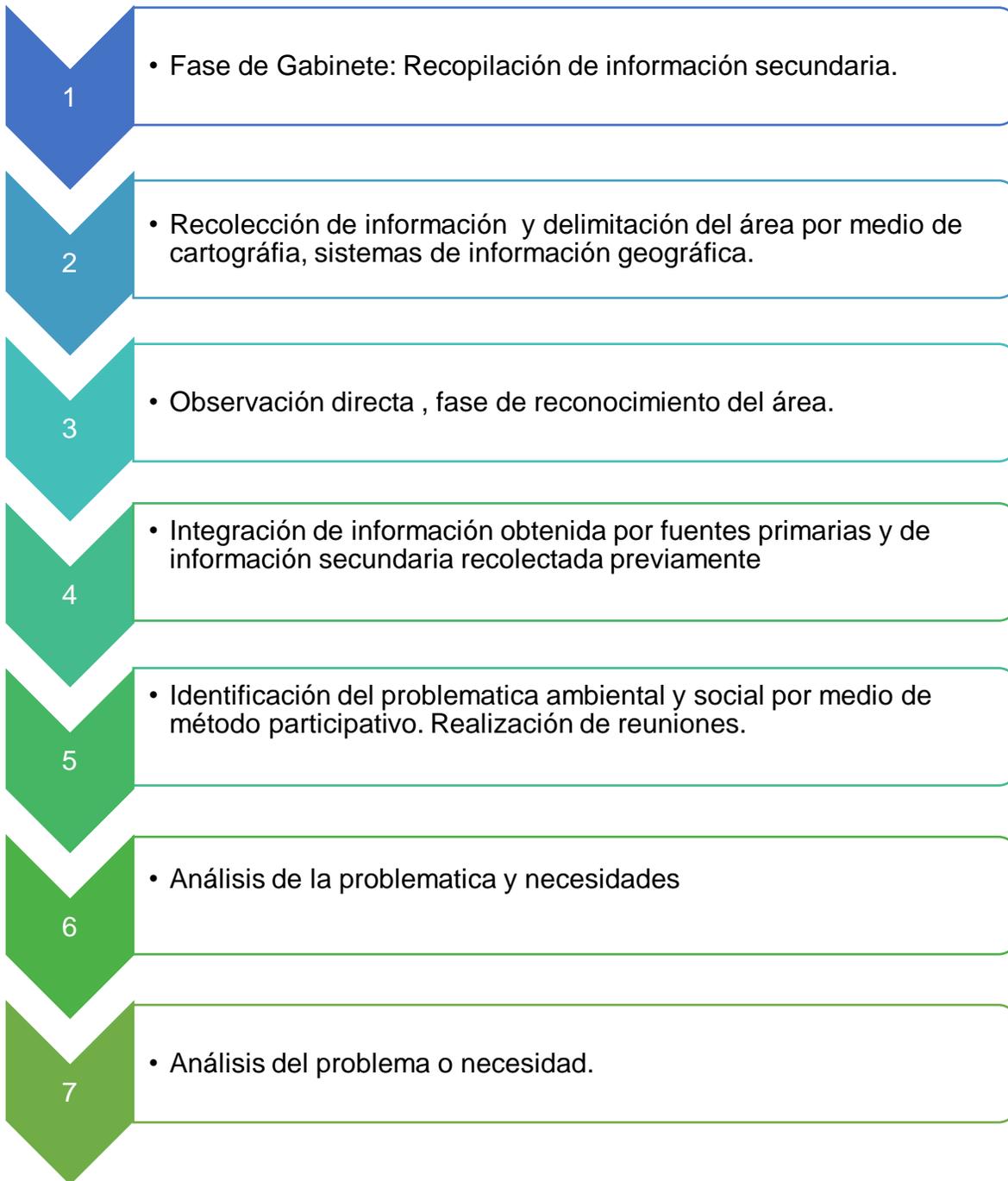


Figura 1. Diagrama de flujo de los aspectos metodológicos

1.4.1 Fase de Gabinete

Se realizó una clasificación y selección de la información de fuentes secundarias bibliográficas, incluyendo la información existente en la base de datos (Plataforma de ArcGIS®: MAGA, IGN, INAB) además de información generada por el ICC.

1.4.2 Delimitación de área

Se realizó la delimitación del área de estudio por medio del programa ARGIS® 10.1 con el fin de contar con una perspectiva de la cobertura del manglar. La delimitación requirió definir con exactitud los límites territoriales en donde se buscaría información para identificar los problemas principales del área.

1.4.3 Reconocimiento del área

Se realizó una corroboración por observación directa de los principales recursos naturales evaluados en el trabajo, como son suelo, agua y biodiversidad. Además, se recopiló información biofísica y socioeconómica del área mediante observaciones directas y documentación fotográfica.

1.4.4 Recolección de información primaria (método participativo)

Esta fase consistió en la ejecución de encuestas, recolección de información por metodologías participativas en tres reuniones con comunitarios, asambleas de la comunidad y elaboración de matriz de análisis del problema.

1.4.5 Lluvia de Ideas

Este método se utilizó para identificar el problema según cada grupo de interés de la aldea. Una vez convocado el grupo se realizó una presentación y, seguido se les pidió a los

participantes que expusieran, a su criterio, los principales problemas ambientales y sociales del área.

1.4.6 Calendario histórico

Con cada grupo de interés, se realizó un calendario histórico con los cambios que se produjeron en el ecosistema manglar en un período de diez años.

El fin de esta actividad fue visualizar hechos y experiencias que han llevado al desarrollo de la comunidad, así como el uso de los recursos naturales.

1.4.7 Matriz de priorización de problemas

Esta matriz se utilizó para priorizar los problemas identificados según su importancia y urgencia. Los participantes eligieron tres problemas que ellos consideraron prioritarios y posteriormente los clasificaron según su orden de importancia.

1.4.8 Entrevista

Se ejecutó una serie de entrevistas a actores claves del área para recopilar información primaria: presidente del COCODE, encargado del área de conservación Sipacate- Naranjo –CONAP-, entre otros.

1.4.9 Segunda fase de gabinete

A. Integración de información

Una vez generada la información primaria por medio de métodos participativos y la recolección de información secundaria se realizó una integración de todos los datos.

B. Arreglo de mapas

Se utilizó ArcGIS® 10.1 para realizar el arreglo de los siguientes mapas:

- Mapa de delimitación del área de interés Sipacate-Naranjo.
- Mapa de zonas de vida en ecosistema manglar, área Sipacate-Naranjo.
- Mapa de distribución de las especies de manglar, área Sipacate-Naranjo.
- Mapa de la cuenca Acomé y ecosistema manglar, área Sipacate-Naranjo.
- Mapa de geología en ecosistema manglar, área Sipacate-Naranjo.
- Mapa de la serie de suelos de Simmons, área Sipacate-Naranjo.
- Mapa de asentamientos humanos, área Sipacate-Naranjo.

Para la edición de los mapas se utilizaron las bases de datos digitales a escala 1:50,000 de la República de Guatemala (MAGA, 2009).

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Ubicación geográfica

El ecosistema manglar a estudiar se encuentra en el área de conservación Sipacate - Naranjo ubicado en la zona litoral del municipio La Gomera, en el departamento de Escuintla. El área total del ecosistema manglar es de 1,600 ha (ver anexo 1.1).

1.5.2 Situación Legal del área

A. Disposición Legal de Creación de Parque Nacional

Acuerdo Gubernativo del 6 de septiembre de 1969, sin número (Anexo 2).

B. Situación legal actual

Según el plan Maestro del Parque elaborado en 2002, el área fue declarada “Parque Nacional” el 6 de septiembre de 1969 y se tenía previsto que entrara en vigor 8 días después de su declaración siendo publicado en el Diario Nacional, pero no fue publicado. Por lo tanto, el área no ha sido categorizada legalmente ya que tampoco cuenta con un estudio técnico.

“ARTICULO 8. CATEGORÍAS DE MANEJO. Las áreas protegidas para su óptima administración y manejo se clasifican en: parques nacionales, biotopos, reservas de la biósfera... las cuales integran el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, creado dentro de esta misma ley, independientemente de la entidad, persona individual o jurídica que la administre.”

En el año 2000 el CONAP tomó formalmente la administración del “Parque Nacional Sipacate -Naranjo”, y con el apoyo financiero del Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza FONACON se realizó el primer Plan Maestro del área, el cual se convierte en el primer documento base para la administración del área, en los treinta años desde su declaratoria.

Para categorizar el área legalmente es necesaria la elaboración de un estudio técnico para su posterior categorización y así ser declarada oficialmente como un área protegida y reconocida por el SIGAP –Sistema Guatemalteco de áreas protegidas-. Posteriormente se debe realizar la actualización del plan maestro, ya que el primero tenía vigencia de 5 años (2002-2006) y ya venció.

“ARTICULO 11. ESTUDIO DE AREAS PROTEGIDAS. La declaratoria oficial de un área protegida, de cualquier naturaleza que sea, debe fundamentarse en **un estudio técnico** aprobado por CONAP, que analice perfectamente las características y condiciones físicas, sociales, económicas, culturales y ambientales en general que prevalecen en la zona propuesta, así como los efectos de su creación para la vida integral de su población...”

“ARTICULO 12. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA DECLARATORIA. ... Si las conclusiones del estudio técnico hacen recomendable la creación legal del área protegida se propondrá la iniciativa de ley al Organismo Legislativo para su creación y legislación correspondiente. Una vez emitido el Decreto respectivo, la Secretaría Ejecutiva del CONAP dispondrá lo conveniente para su aplicación inmediata y su adecuada programación, administración, financiamiento y control”

Aunque Sipacate-Naranjo legalmente no es área protegida, el área de conservación Sipacate – Naranjo ha sido administrada por CONAP en los últimos 15 años. Cada año se realiza un plan operativo y se cumplen con las normativas propuestas en el Plan Maestro 2002-2006. El área cuenta con una sub sede del CONAP donde está a cargo un administrador del parque y actualmente hay ocho guarda recursos.

1.5.3 Zona de Vida

En esta zona de vida las condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante los meses en que no llueve y parcialmente nublados durante la época de las lluvias y los meses de enero a marzo.

La evapotranspiración potencial para esta zona de vida puede estimarse, en promedio, en 60% mayor que la cantidad de lluvia total anual. El agua de lluvia que cae en estas áreas no llegar a correr por el cauce de los ríos, excepto la que proviene de las zonas de vida más húmedas (PUIRNA, 2000).

La zona de manglares del Pacífico de Guatemala, se ve afectada por la influencia de un declive geológico que marca en un pequeño recorrido, la intervención de tres zonas de vida iniciándose en la parte alta en la zona de Bosque húmedo subtropical (bh-St), luego bosque muy húmedo sub tropical cálido (bmh-Sc), bosque húmedo subtropical cálido bh-Sc, hasta llegar a la franja de manglares sobre suelos misceláneos de terreno directamente afectada por la fluctuación mareal (PUIRNA, 2000).

1.5.4 Eco región

Con una superficie de 853 km², se ubica en la región fisiográfica de las Tierras de la llanura costera del pacifico. Está eco región presenta los manglares más altos de Guatemala, los cuales sirven de refugio a una enorme diversidad de plantas, aves, peces y crustáceos. Anualmente miles de aves migratorias llegan de las regiones frías de Canada y Estados Unidos a pasar la temporada de invierno aquí y alimentarse de peces y otros invertebrados (IARNA, 2003).

1.5.5 Vegetación

La vegetación natural en el área está conformada predominantemente por especies arbóreas de mangle, observándose el mangle rojo o colorado (*Rhizophora mangle L.*),

mangle negro o madresal (*Avicennia germinans* L.) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) reportado al momento por el Plan Maestro del área 2002-2006 elaborado por CONAP- Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

El bosque de manglar representa uno de los más importantes recursos naturales de la costa Pacífica del Guatemala por múltiples razones ecológicas, económicas y sociales.

Ecológicamente el manglar cumple funciones tales como, proteger la faja costera al servir como barrera natural para atenuar la acción del oleaje y como fijador de sedimentos; además es reciclador de materia orgánica; ayuda a disminuir la evaporación por la sombra que proporciona y ofrece refugio a la vida silvestre tanto aérea como terrestre y marina. Desde el punto de vista económico, este recurso representa el sustrato para la producción de maderas de gran valor económico, enriquece los suelos y ofrece materia orgánica para la producción de nutrientes y flora acuática que alimenta la riqueza ictiológica del mar. Y como beneficio social, la explotación maderera ha constituido una de las mayores fuentes de ingreso para las poblaciones cercanas a este ecosistema.

Actualmente no existe una identificación de especies asociadas en el área, esto se debe a que la flora del área asociada al mangle es muy escasa y difícil de encontrar. La pobreza de especies existentes en ellos se debe a las condiciones peculiares de la zona. Habiendo pocos vegetales capaces de tolerar y florecer en fango salino y de soportar la inundación frecuente con agua de mar.

1.5.6 Distribución de mangle

Según un estudio realizado por CATHALAC en el 2012, con la ayuda de sensores remotos se calculó la cobertura total de mangle en el país, dividiendo zonas por áreas protegidas y distribución por clasificación de especie.

Según el estudio de las 17,670 hectáreas (superficie total de mangle en el Pacífico) solamente 4,020.95 hectáreas se encuentran dentro de áreas protegidas, esto equivale al 22.75% de los mangles en las costas del Pacífico de Guatemala. Y de las 4,020.95

hectáreas, 1,582.32 hectáreas se encuentran en el área de conservación Sipacate Naranjo, lo que equivale un 9% del total.

Cuadro 1. Superficie total del bosque manglar en área de conservación

Áreas protegidas	Hectáreas
Área de Uso Múltiple Monterrico	1,412.77
Parque Nacional Sipacate-Naranjo	1682.32
Reserva Natural Privada Manchón Guamuchal	925.85
Superficie Total	4,020.95

Fuente: (CATHALAC, 2012)

Cuadro 2. Descripción de las especies de mangle presentes en Sipacate-Naranjo

Familia	Descripción
Rhizophoraceae	Representada por el género <i>Rhizophora</i> , se reconoce fácilmente por las raíces en zanco y embriones alargados en forma de cigarro. Se reconocen dos especies <i>Rhizophora mangle</i> .
Avicenniaceae	Esta familia solo tiene el género <i>Avicennia</i> ; este mangle se reconoce por no tener raíces ramificadas en forma de zancos, sino raíces radiales de poca profundidad con abundantes neumatóforos, los cuales emergen perpendicularmente del suelo. Se reconoce la especie de <i>Avicennia germinans</i>
Combretaceae	Los manglares de esta familia se reconocen generalmente por presentar un par de glándulas cerca de la base de las hojas. Se reconocen la especie de <i>Laguncularia racemosa</i>

Fuente: (Salas, 2012)

En el mapa se puede observar que la especie predominante en el área es mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) que se encuentra en la rivera del canal y existe una gran superficie en la noreste de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y con un área de pequeña superficie de mangle negro (*Avicennia germinans*).

En observaciones directas que se realizaron, existe una variación con respecto a los mapas realizados en el 2012, ya que en el área se observa una distribución diferente de las especies.

1.5.7 Fauna Asociada

La riqueza faunística del lugar se manifiesta en diferentes grupos de animales. Las familias típicas de peces representativas del medio ambiente lagunar-estuarino y la plataforma continental adyacente en las costas del Pacífico son: Clupeidae, Dasyatidae, Trigilidae, Engraulidae, Lutjanidae, Gerreidae, Pomadasyidae, Tetraodontidae, Arridae, Bothidae, Soleidae, Carangidae, Serranidae, Gobiidae, Sciaenidae y Synodontidae (CONAP, 2002).

Las aguas costeras e interiores en el área de conservación son ricas en fauna hidrobiológica, registrándose en los listados de peces y macrobentos y un total de 65 especies, todas las cuales son de uso comercial o potencial. Es importante considerar que muchas de estas especies se reproducen en el estuario y pasan la etapa larval y juvenil en él. (CONAP, 2002).

En las playas del El Paredón, Sipacate y El Naranjo cada año, desovan especies de tortuga marina, regularmente la parlama *Lepidochelys olivácea* y rara vez el baule *Dermochelys coriácea*. La época de parlama coincide con la época lluviosa (julio a octubre) donde en el mes de septiembre y octubre tiende a incrementar la cantidad de anidaciones. Además, existe una población de tortugas marina *Chelonia mydas agazisii* que residen en la llamada Poza del Nance, ubicada al suroeste de Sipacate, ya que aprovechan como alimento el alga *Gracillaria*. (ARCAS, 2009).

1.5.8 Clima

La región posee un clima cálido que se caracteriza por dos estaciones, una seca y otra lluviosa. La época seca se presenta en los meses de noviembre - abril, y la lluviosa de mayo – octubre (CONAP, 2002).

Por otro lado, el viento en la costa del Pacífico, por ser una región completamente abierta al mar, registra cambios diarios en las corrientes de aire que se denominan brisas de mar y brisas de tierra, según su procedencia.

1.5.9 Hidrología e hidrografía

El sistema hídrico en el área es muy importante, por su compleja dinámica y la interdependencia entre los sistemas marino, estuarino y fluvial. Dentro del área de conservación Sipacate-Naranja se encuentra el estero Sipacate que abarca, aproximadamente desde Sipacate hasta el Paredón Buena Vista, y que constituye el primer tramo o inicio del Canal de Chiquimulilla. Este es un estuario que presenta la influencia de aguas marinas, de aguas dulces continentales y de aguas de lluvia. Se caracteriza por un ciclo diario de mareas y niveles de salinidad equivalentes a la media del agua de mar y de río; además hay un ciclo estacional de aumento de la descarga de agua dulce como resultado de una precipitación abundante, seguido de un incremento de la salinidad durante la estación seca.

El estero es de ancho variable, con canales dentro del sistema lagunar formados por los flujos y reflujos. Una de las áreas de más profundidad y ensanchamiento es lo que se conoce como la poza del Nance. Cerca del Paredón Buena Vista se encuentra la bocabarra o salida al mar denominada Barra La Criba. Según la marea pueden encontrarse dificultades para la navegación, pero el estero es utilizado ampliamente como vía de transportación y en él se da intensa extracción de recursos pesqueros (COMDIC, 1990).

1.5.10 Aspectos oceanográficos

Los ríos que corresponden a la Vertiente del Pacífico, tienen longitudes cortas (110 km promedio) y se originan a una altura media de 3000 MSNM. Las pendientes son fuertes en las partes altas de las cuencas, entre el 10% y el 20% cambiando bruscamente a pendientes mínimas en la planicie costera, creando grandes zonas susceptibles a inundación en esta área. Estas condiciones fisiográficas producen crecidas instantáneas de gran magnitud y corta duración, así como tiempos de propagación muy cortos (IARNA, 2003).

Por otro lado, todos los ríos de la Vertiente del Pacífico acarrear grandes volúmenes de material, especialmente escorias y cenizas volcánicas, debido a que la cadena volcánica se encuentra entre los límites de la vertiente. Debido a este arrastre de material los ríos tienen cursos inestables causando daños e inundaciones en la planicie costera. La precipitación en la vertiente del Pacífico tiene períodos de gran intensidad, típica de las zonas costeras con una precipitación media anual de 2200 mm.

Por las características geográficas y oceanográficas particulares, el Pacífico en Guatemala carece de puertos naturales. El litoral consiste en una serie de barras arenosas paralelas a la costa, geológicamente recientes, detrás de los cuales se han formado estuarios y canales con bocas-barras más o menos permanentes (IARNA, 2003).

1.5.11 Mareas

Las aguas frente a la costa Pacífica de Guatemala experimentan influencia de dos corrientes mayores, la de California que lleva dirección sur y la corriente Ecuatorial con dirección norte. El rango de mareas es de aproximadamente 1.5 m, más grande que En muchos de éstos estuarios, solamente se desarrolla mangle en las orillas y márgenes, por la configuración del terreno, que se eleva rápidamente.

De los estuarios, el Canal de Chiquimulilla, de unos 140 km de largo, presenta significativos grados de contaminación por ser esta zona muy poblada y por tener solamente

tres bocabarras abiertas, lo que dificulta la renovación de aguas por acción de la marea el rango del Atlántico, pero aun de tipo micro-mareal.

El patrón geomórfico de la costa Pacífica de Guatemala corresponde a un ambiente de costa clástico. Este tipo de ambiente resulta de tres condiciones básicas, primero, la acumulación de material terrígeno ya sea por descarga directa de un río o por material transportado por corrientes de deriva a lo largo del litoral; segundo, la ocurrencia de un ambiente hidrodinámico caracterizado por un rango de mareas limitado (menos de 4 m); y tercero, la ocurrencia de una planicie costera con un gradiente topográfico moderado, estable y reducido.

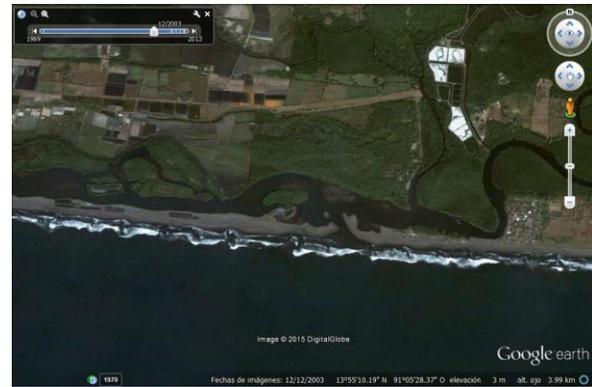
El drenaje es de tipo meándrico y la presencia de terrenos pantanosos es frecuente cerca de la costa debido a la topografía plana. A lo largo de la playa se han concentrado arenas negras de origen volcánico (IARNA, 2003).

1.5.12 Bocabarra

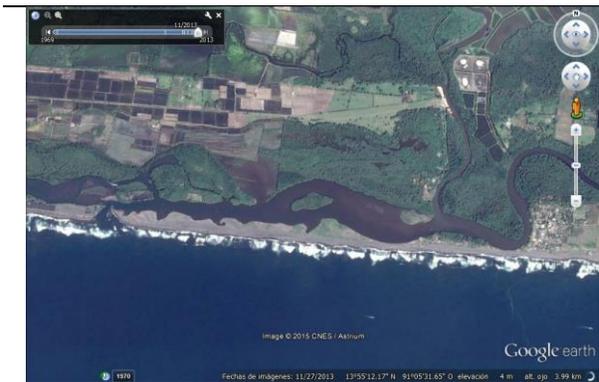
Se localiza al Oeste del caserío El Paredón, aldea Sipacate, municipio de La Gomera Escuintla. Constituye la desembocadura del río Acomé, se reporta que esta bocabarra se desplazó 350 metros hacia el Oeste en el mes de mayo de 1998 hasta el año 2000. El estuario del Canal de Chiquimulilla cercano a la barra, se encuentra muy asolvado lo cual se incrementó después de la tormenta Mitch. La fuerza del agua arrastrada durante la tormenta, desgastaron el médano a la altura de El Paredón poniendo en riesgo a la población. (PUIRNA, 2000) Para el año 2015, la bocabarra se ha desplazado 2.21 kilómetros.



Año 1969.



Año 2003



Año 2015

Figura 2. Desplazamiento de bocabarra del año 1969, 2003, 2015

1.5.13 Geología

La formación geológica en la que se encuentra el área de conservación Sipacate-Naranjo, es la Planicie Costera del Pacífico, la cual se originó por aluviones cuaternarios, por lo que material aluvial cuaternario cubre los estratos de la plataforma continental. Los aluviones cuaternarios son producto de diferentes procesos de erosión de las tierras altas volcánicas del Cuaternario (ASIES 1992).

Específicamente a lo largo de la costa se ha formado la playa por concentración de arenas negras ricas en magnetita. La arena de playa comprende una franja angosta de aproximadamente unos 300 metros de ancho de arena suelta, casi negra, que fue depositada en el Pleistoceno (ONCA & FUNDAECO, 2002).

Toda el área presenta una planicie de poca ondulación con elevaciones no mayores a los 10 metros sobre el nivel del mar, con drenaje en su mayor parte deficiente. Los suelos en los manglares son profundos, con elevada composición arcillosa, casi siempre compacta y con poca aireación, sin estructura, formados por la deposición de partículas de arcilla, limo, materia orgánica y mínimas fracciones de arena de mar, con gran cantidad de sodio debido a la influencia del agua de mar (COMDIC, 1990)

1.5.14 Suelo

Con base en la clasificación agrológica de Guatemala sistema USDA, se determinó el tipo del suelo del ecosistema manglar.

CASE VIII: Con tierras no aptas para cultivos agrícolas, aptos para áreas protegidas, para parques nacionales, recreación y vida silvestre, protección de cuencas hidrográficas (CONAP, 2002).

Según IARNA -Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente- en el área de conservación Sipacate- Naranjo la mayor parte de la superficie se encuentra cubierta por bosques manglares, camaroneras y siembra de granos básicos. En el área hay cultivos perennes (caña de azúcar), pastos cultivados, granos básicos y gran parte de camaroneras.

1.5.15 Fenómenos naturales

Los principales fenómenos naturales que se dan en el área son inundaciones causadas por desbordamientos del río Acomé y otros ríos tributarios, estuario Sipacate y el Canal de Chiquimulilla debido a temporales, depresiones tropicales y huracanes. Estos fenómenos se presentan generalmente en los meses de mayo a octubre cuando se acentúa la época de lluvia.

1.5.16 Áreas de influencia

A. Población, crecimiento poblacional, densidad poblacional

Según datos del INE para el año 2009 el municipio de La Gomera, tiene una población de 58,272 habitantes. Su distribución por género es: 51.5% hombres y 48.5% mujeres, un 36% habitan en zonas urbanas y 64% en rurales.

En el área existen 11 núcleos poblacionales, siendo éstos de oeste a este: aldea Sipacate y colonias circundantes (Guadalupe, Banvi, Vinicio Cerezo, Milagro de Dios, Los Laureles), caserío El Jardín, caserío La Criba, Finca El Güiscol, Finca Santa Cecilia, aldea El Paredón Buena Vista, parcelamiento Los Tempisques, parcelamiento Los Cocalitos, caserío El Prado, parcelamiento el Naranja, aldea El Naranja.

B. Densidad poblacional

En base a la extensión territorial del municipio, la densidad poblacional es de 91 habitantes por kilómetro cuadrado para el año 2009, concentrándose al mayor número de personas en el área rural, así mismo comparada ésta con la media departamental (153 personas por km²), el municipio se encuentra en una categoría alta, superando incluso la densidad nacional, la cual se encuentra en 130 habitantes/km² (INE, 2002).

C. Salud

Para el año 2009 el Ministerio de Salud estimó que el 98% de la población de La Gomera tuvo acceso a algún tipo de servicio de salud. La cobertura es provista por la red de servicios del Ministerio de Salud y por el programa de extensión de cobertura (PDM, 2010).

El referente institucional sobre este tema trascendental en el desarrollo humano, es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social del municipio de Siquinalá, el cual cuenta con dos centros de salud tipo "B", los cuales están ubicados en Sipacate, en donde

únicamente se da atención a enfermedades de manejo ambulatorio. Existen 6 puestos de salud y 15 centros de convergencia.

D. Seguridad alimentaria

Según documento elaborado por SEGEPLAN –Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia-, la Gomera tiene la mayor vulnerabilidad alimentaria dentro de los municipios de Escuintla con un índice de situación alimentaria de 0.53, cuando el de menor vulnerabilidad es de 0.17. Esto debido a la distribución y uso de la tierra, la cual se destina en un 71.3 % a la industria azucarera, 2.1% a la producción de banano y plátano, 2.7% a la producción de palma africana y un 2.7% se destina para la producción de granos básicos. La clase baja y media son agricultores de infra-subsistencia y subsistencia, cosechando entre el 40 y 100% de sus requerimientos de maíz y frijol.

E. Educación

A nivel de municipio, hay cobertura de educación de los cuatro niveles; preprimaria, primaria, básico y diversificado, la cual es brindada a través del Gobierno Central en su mayor parte, con el sistema de educación pública.

Para el año 2009 en el municipio existen establecimientos públicos y privados, 31 centros de atención preprimaria, 44 centros de atención primaria, 18 centros de atención básica y 4 de atención diversificada; por lo tanto, hay un total de 97 centros escolares, siendo el 18% en el área urbana y 82% en el área rural. (PDM, 2010)

F. Servicios básicos

En área cuenta con energía eléctrica, agua entubada en los centros poblados, teléfonos, puestos de salud, comercios, embarcaderos, iglesias, pozos artesanales, planta de tratamiento de aguas residuales en centros poblados, y salones comunales.

G. Manejo de desechos

En el área existe deficiencia en el manejo de los desechos sólidos de los poblados. La población no tiene un lugar definido para la disposición final de sus desechos y la mayoría lo queman en los patios de su casa. El único lugar con tren de aseo es Sipacate. El área del Paredón tiene 5 basureros clandestinos: el basurero clandestino en el cementerio, frente a embarcadero al puerto, en área manglar y basurero clandestino cercano al canal. La mala disposición de desechos genera enfermedades por contaminación y mal aspecto en el área.



Figura 3. Focos de contaminación en área de conservación Sipacate-Naranjo

1.5.17 Percepciones comunitarias

A. Lluvia de ideas para la identificación del problema

En los talleres comunitarios se realizaron lluvias de ideas para que las personas de la comunidad expusieran según su percepción, los principales problemas del área Sipacate-Naranjo.

Cuadro 3. Problemas prioritarios según la percepción comunitaria

No. Problemas identificados por la comunidad	
1	Inundaciones por asolvamiento
2	Inundaciones en temporada de lluvia
3	Contaminación del canal por industria cañera
4	Falta de basurero
5	Enfermedades por mosquitos
6	Falta de educación ambiental

B. Análisis de lluvia de ideas

Según los talleres los comunitarios atribuyen las inundaciones a la temporada de lluvia y esto causa enfermedades por la acumulación del agua. La contaminación del agua es otro de los problemas que ellos identificaron, la falta del basurero, falta de medicina en centros de salud.

Los pobladores de Sipacate-Naranjo relaciona el manglar con su existencia misma estableciendo claras relaciones en el ecosistema y su forma de vida, y que ellos se sienten identificados con el entorno es de suma importancia.

C. Priorización del problema**Cuadro 4.** Priorización de problemas según la percepción comunitaria

Problemas identificados	Priorización de problemas					
	1	2	3	4	6	7
	Manejo de desechos sólidos	Inundaciones	Escasez de peces	Enfermedades	Contaminación en el río	Falta de educación ambiental

D. Análisis de actividad “Priorización de problemas”

En la actividad realizada para identificar la priorización de los problemas a manejar, los actores principales del área comentaban que el mayor problema en el área es la falta de un basurero, ya que genera una mala apariencia, lo cual puede ser perjudicial para el turismo. El problema desechos genera mal aspecto, y se puede percibir en la población la falta de cultura de la limpieza y manejo apropiado de los desechos. Por otra parte, el problema se agrava aún más, de tal manera que la acumulación de basura en las casas, patios y calles, en el corto y mediano plazo se están convirtiendo en focos de infección que pueden ocasionar daños a la salud de los pobladores.

Las inundaciones ocasionan graves problemas sanitarios que no solamente se presentan en el momento de la inundación, ya que se prolongan cuando se produce el descenso de las aguas generando riesgo de enfermedades inmediatas, el anegamiento, la destrucción de las cosechas, deficiencias nutricionales, que se pueden presentar a largo plazo.

Las personas pusieron en el 3er lugar la escasez de peces. La mayor parte de personas en el área consumen pescado como principal alimento, además los pobladores asocian la escasez de peces con la contaminación de los ríos. En un taller realizado por el ICC, los pobladores mencionaban que el 80% de las personas del área, su medio de vida principal era la pesca, y si hay una escasez de peces las personas que subsisten de esto no tienen trabajo por un tiempo prolongado.

La contaminación al río la atribuyen a la industria cañera. La industria utiliza cantidades de agua para los procesos necesarios. Las personas de la comunidad reportan contaminación por parte de la agroindustria a principios de zafra, que es en el mes de noviembre. Según la Organización Mundial de la Salud (2014) el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso al que se la hubiera destinado, en su estado natural.



Figura 4. Taller realizado con actores clave de aldea "El Paredón"

E. Calendario histórico

Cuadro 5. Calendario Histórico, percepciones comunitarias sobre ecosistema manglar en aldea el Paredón Buena Vista, Sipacate.

Ecosistema manglar	Percepciones comunitarias sobre el ecosistema manglar, El Paredón. 2015
Pasado	Había más peces
	Había más mangle
	Había más iguana
	Había cangrejo azul/ nazareno
	Había más tortuga parlama
Presente	No se ve iguana
	No se ve cangrejo
	Hay contaminación en el rio y afecta los animales y plantas
	Ya no hay mojarra balcera, pejelagarto, bagre de rio y cuilin.
	Hay menos robalo y pargo
Futuro	Si hay contaminación morimos de hambre
	habrá menos pescado
	no habrá cangrejos
	habrá menos turismo

Se pueden observar las percepciones comunitarias sobre el ecosistema manglar, dadas a través de manifestaciones que muestran que los pobladores conocen y visualizan en relación a su entorno natural. Es importante anotar que coinciden en que para su subsistencia dependen en gran medida del manglar del cual no quieren apartarse porque en él encuentran el sustento.



Figura 5. Reunión realizada con guardarecursos del CONAP, 2015

En la actividad realizada sobre el calendario histórico, las personas debían identificar la cantidad y calidad de recursos con el paso del tiempo. Ellos clasificaron la situación de fauna y flora en el pasado y presente y sus proyecciones hacia el futuro de cómo se encontrarían los recursos.

En el cuadro 5 se muestra la percepción de los pobladores y guarda recursos del CONAP y lo que ellos perciben que puede suceder si no se da un manejo apropiado al ecosistema, incluyendo como éste ha ido cambiando con el tiempo. Ellos mencionaron que ha habido cambios en el ecosistema y estos son percibidos como deterioro y disminución de la abundancia, lo cual se refleja en que cada día hay menos cantidad y calidad de los recursos. Además, relacionan estos cambios en proporción a que si hay menor calidad de recursos y cantidad habrá menos turismo y por lo tanto menos trabajo, se manifiesta un claro interés por los turistas al considerar que son una fuente de ingresos para la comunidad.

Por otra parte, comentaron que existen especies que han desaparecido en los últimos años como el cangrejo azul y que la disminución de las iguanas ha sido considerable. Se debe tomar en cuenta que muchos de estos cambios se deben en consecuencia a la intervención y manejo del bosque manglar. Por lo que se concluye en la información recabada y analizada, que la comunidad tiene conocimiento del comportamiento del recurso y manifiestan actitudes de conservación y uso racional.

1.5.18 Acciones para la conservación y restauración de la flora y fauna en la zona.

A. Manejo del Consejo Nacional de Áreas protegidas

Desde el año 2000 el CONAP ha estado a cargo del manejo de los recursos naturales del área, semanalmente realiza patrullajes en la zona para el control de extracción de fauna y flora. Se trabaja con un Plan Operativo Anual, donde se planifican actividades de restauración de bosque, como las reforestaciones y participaciones en actividades de conservación de fauna silvestre.

B. Acciones del Instituto de Investigación sobre el Cambio Climático –ICC-

Desde el año 2013, el Instituto de Cambio Climático junto a Ingenio Magdalena, Municipalidad de La Gomera y CONAP crearon la “estrategia de conservación de tortuga marina parlama” por medio de la llamada “Alianza estratégica para la conservación del ecosistema manglar y fauna asociada” donde se realiza un trabajo integral que consiste en la venta de patrocinios que permite el intercambio de huevos de tortuga parlama por víveres.

El fin es evitar el comercio de huevos de tortuga parlama para su consumo y así depositar los huevos intercambiados en tortugarios de El Paredón, El Naranjo y Sipacate. El consumo de los huevos de tortuga ejercía una presión negativa para la especie, ya que la tortuga Parlama se encuentra en el apéndice I del CITIES y en la Lista Roja Oficial de Fauna Silvestre para Guatemala.

1.6 CONCLUSIONES

- 1) Se obtuvo información biofísica y socioeconómica por medio de revisión bibliográfica y por medio de talleres participativos con los pobladores del área. En torno a los resultados, los pobladores tienen una alta dependencia al ecosistema manglar; el ecosistema brinda los bienes y servicios de subsistencia para el área desde material para construcción de ranchos, leña y alimento. El manglar es un hábitat para crustáceos, aves y peces que son aprovechados por los pobladores.
- 2) Los principales identificados por los pobladores están altamente ligados a la dinámica del ecosistema manglar. Las inundaciones en aldea el Naranjo han sido causadas por el cambio de uso de suelo en la parte alta del ecosistema, el manglar funciona como barrera ante el incremento en el cauce del río. Asimismo, la falta de peces en el estuario es proporcional a la pérdida del ecosistema manglar. Existe una relación directa entre el porcentaje de cobertura manglar y los bienes que la población aprovecha del ecosistema, es por ello que se ve necesario incrementar los esfuerzos para un manejo adecuado del ecosistema manglar dentro del área.
- 3) Se debe priorizar generar información del bosque manglar para el manejo adecuado del recurso, esto en base a la dinámica de cobertura, la cuantificación del área de cada especie y su distribución. Se debe dar seguimiento al manejo de la estrategia de conservación de la tortuga marina y por último se deben buscar estrategias para el incremento de las poblaciones de peces en la parte baja de la cuenca Acomé.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

- Buckingham, K. (2015). *The restoration diagnostic*. Washington DC, US: WRI.
- CATHALAC. (2012). *Cobertura actual de mangle en Guatemala, a través de técnicas de percepción remota*. Panamá .
- COMDIC. (1990). *Diagnóstico del área del Canal de Chiquimulilla*. Guatemala: Comisión Multisectorial para el Desarrollo Integral del Canal de Chiquimulilla.
- CONAP. (2002). *Plan Maestro Parque Nacional Sipacate Naranjo 2002-2006*. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- IARNA. (2003). *Agua, situación actual y necesidades de gestión*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- IARNA. (2003). *Estado actual de los recursos marinos y costeros de Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- ICC. (2016). *Programas Guatemala: ICC*. Recuperado el 27 de 10 de 2016, de www.icc.org.gt/es/programas/
- INE. (2002). *Estimaciones y proyecciones de población para el periodo 1950-2050. análisis y divulgación de censos nacional XI de población y VI de habitación*. Guatemala.
- MAGA. (2000). *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala a escala 1:250,000*. Guatemala, Guatemala: PAFG & INAB.
- MARN. (2013). *Informe técnico: estudio de la cobertura de mangle en la República de Guatemala (v. 1)*. Guatemala, Guatemala: MARN.
- PDM. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal La Gomera, Escuintla*. Escuintla., Guatemala.
- PUIRNA. (2000). *Bases ecológicas de las funcionalidades del ecosistema manglar del pacífico de Guatemala*. Guatemala: DIGI.

Saenger, P. (2002). *Mangrove ecology, silviculture and conservation*. Lismore, Australia: Southern Cross University.

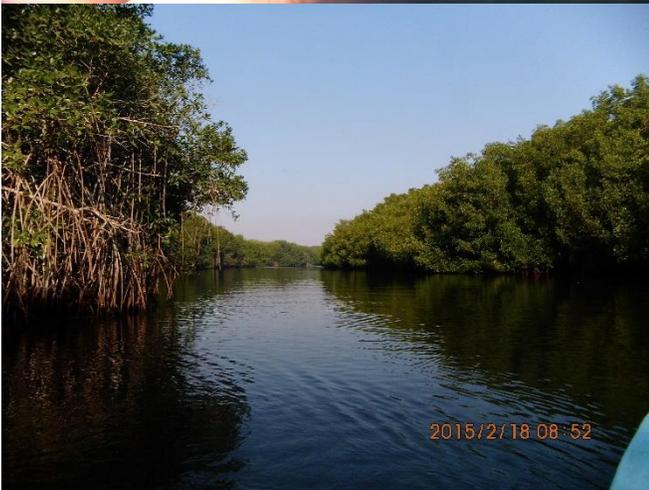
1.8 ANEXOS



A. Basurero clandestino localizado a las orillas del canal de Chiquimulilla



Concha de burro en canal de Chiquimulilla



B. Canal de Chiquimulilla .

C. Mapas del área

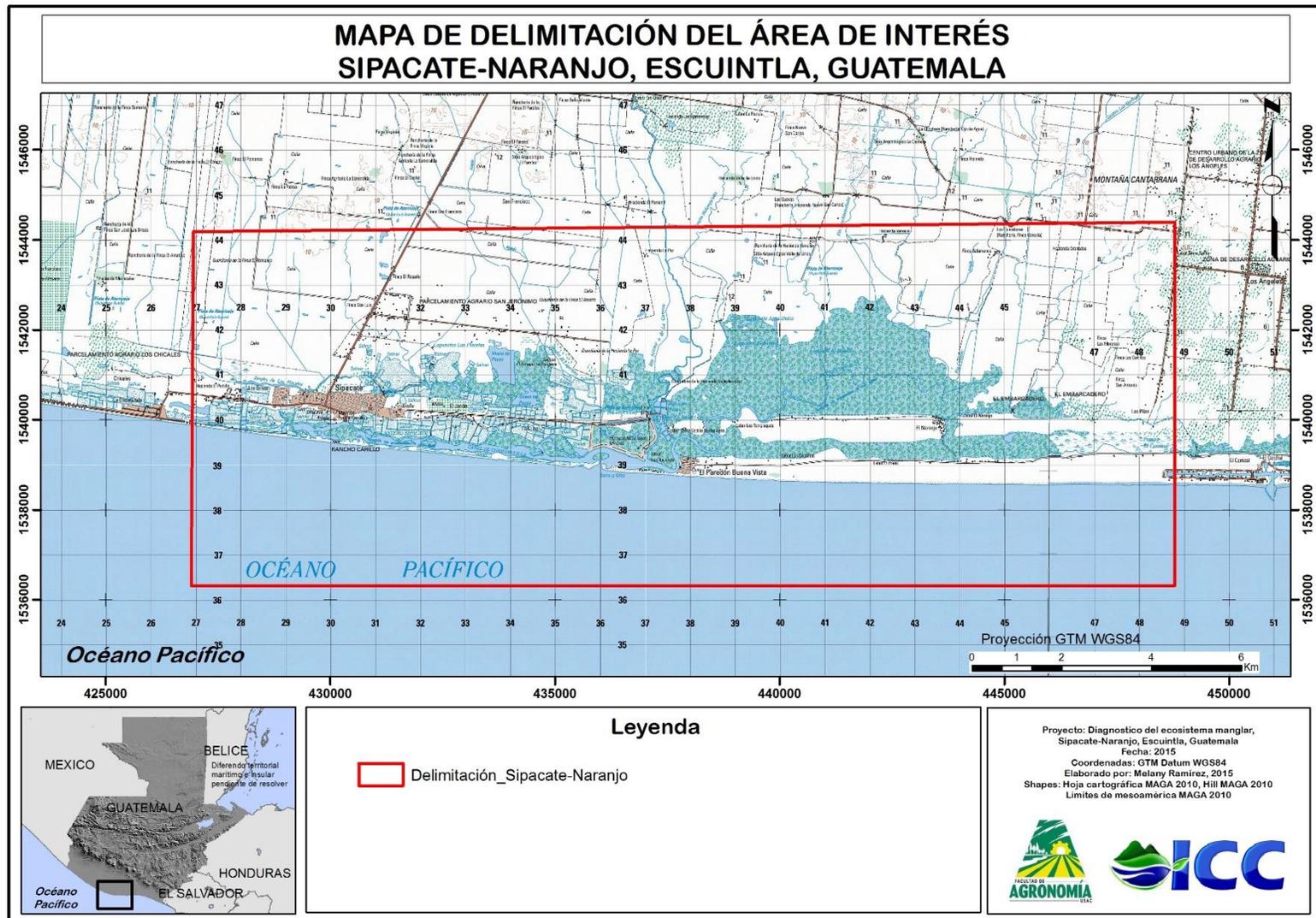


Figura 6. Mapa de delimitación del área de interés Sipacate-Naranjo

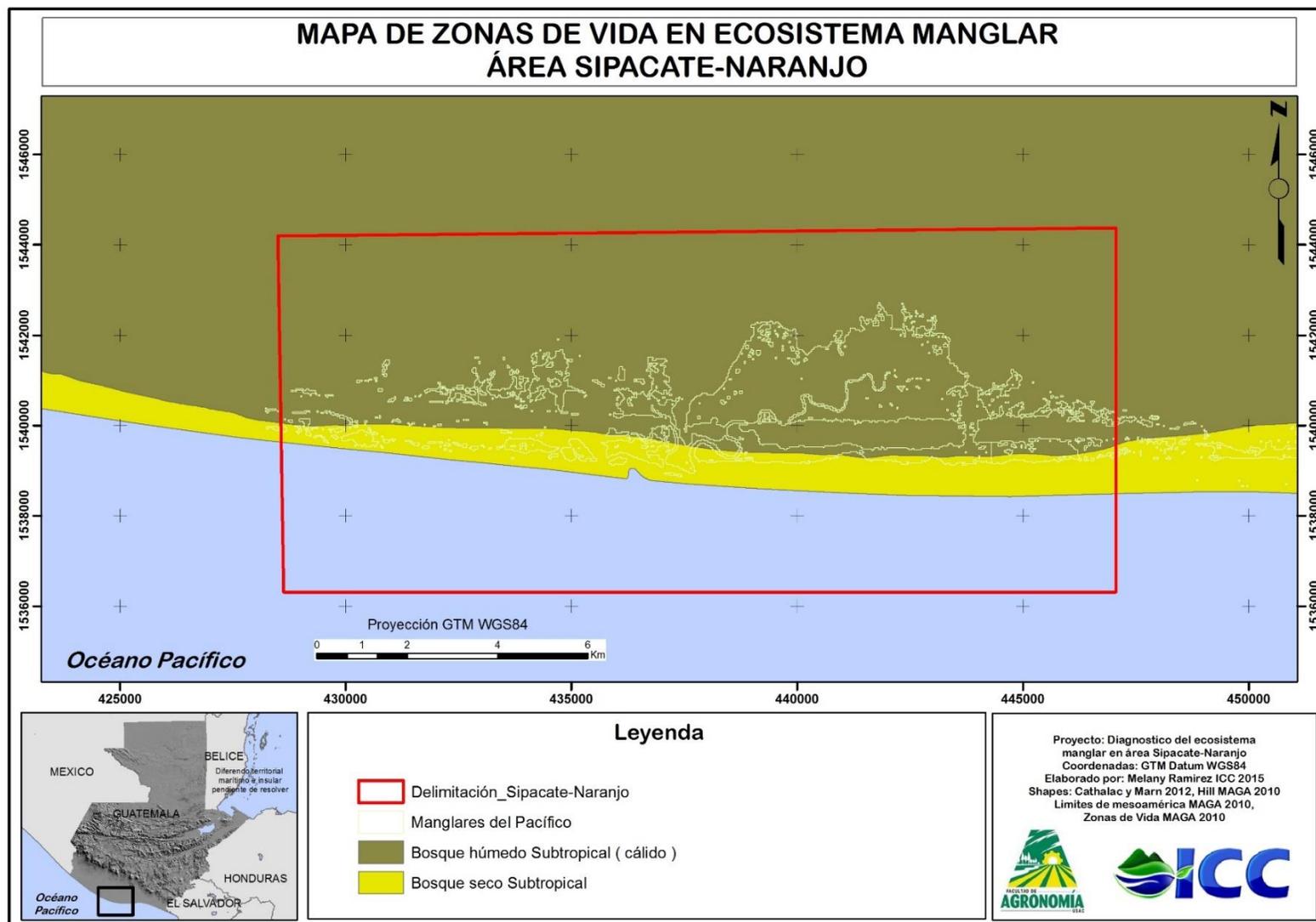


Figura 7. Mapa de zonas de vida en ecosistema manglar área Sipacate-Naranjo

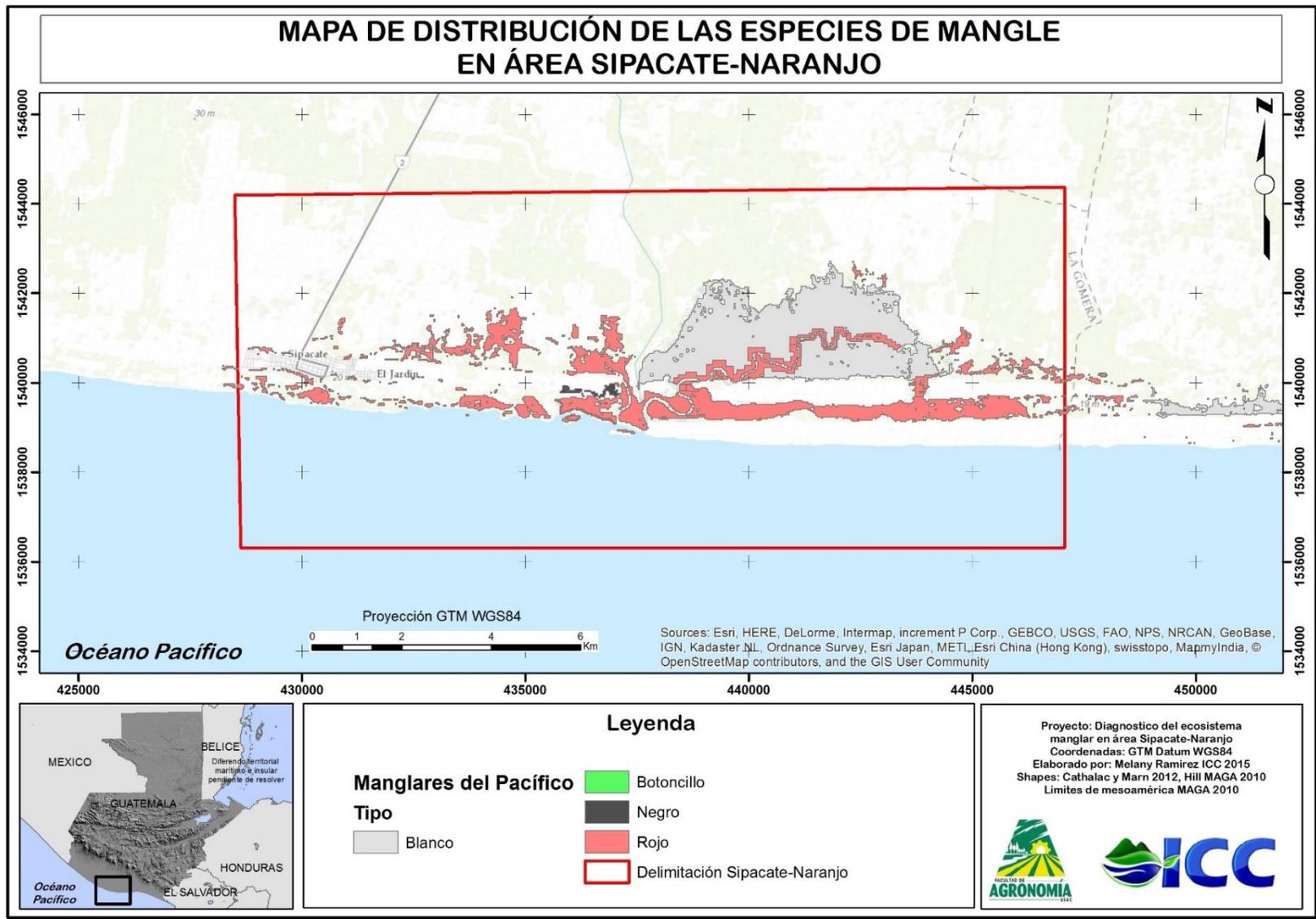


Figura 8. Mapa de distribución de las especies de mangle en área Sipacate-Naranjo

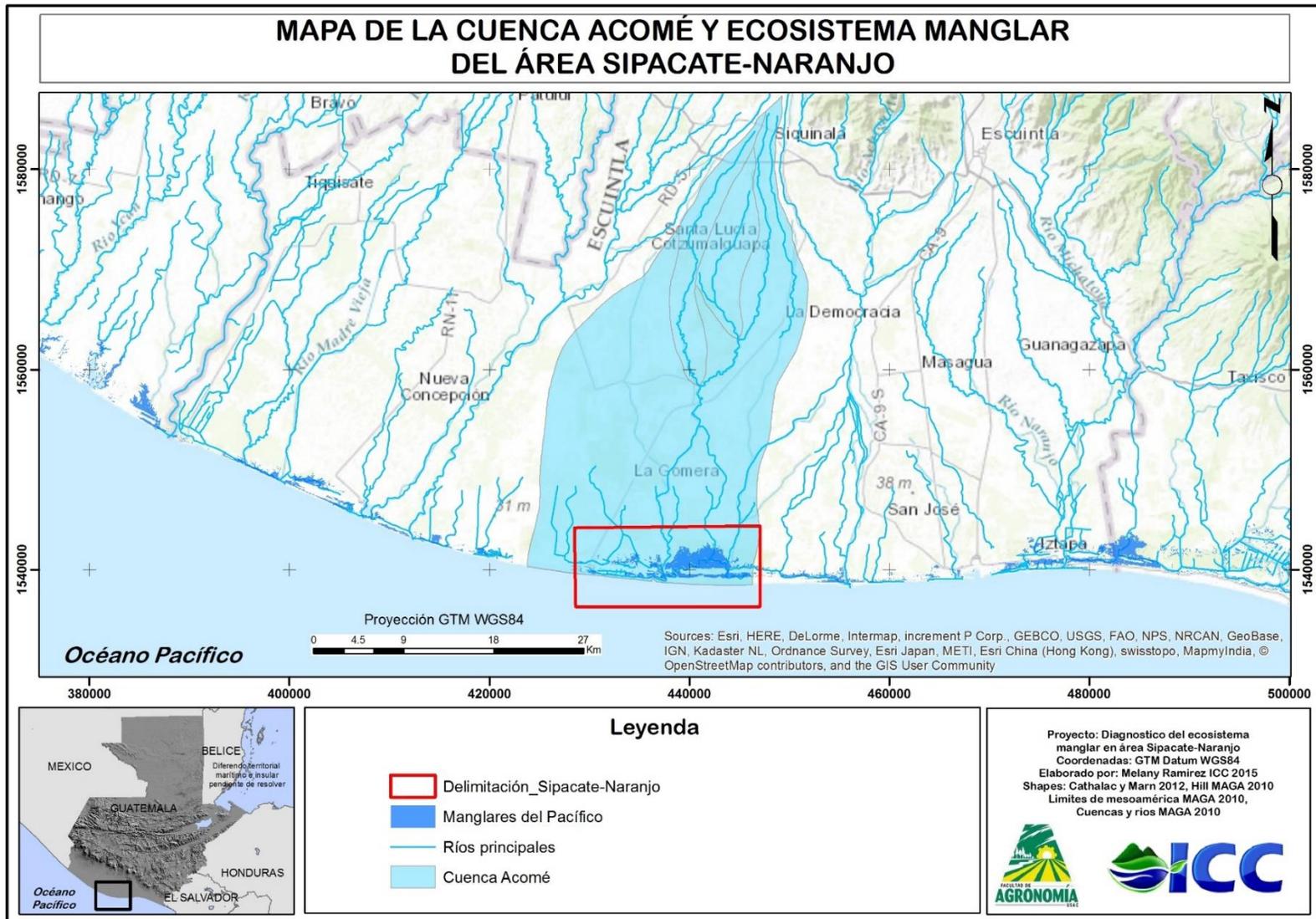


Figura 9. Mapa de la cuenca Acomé y ecosistema manglar del área Sipacate-Naranjo

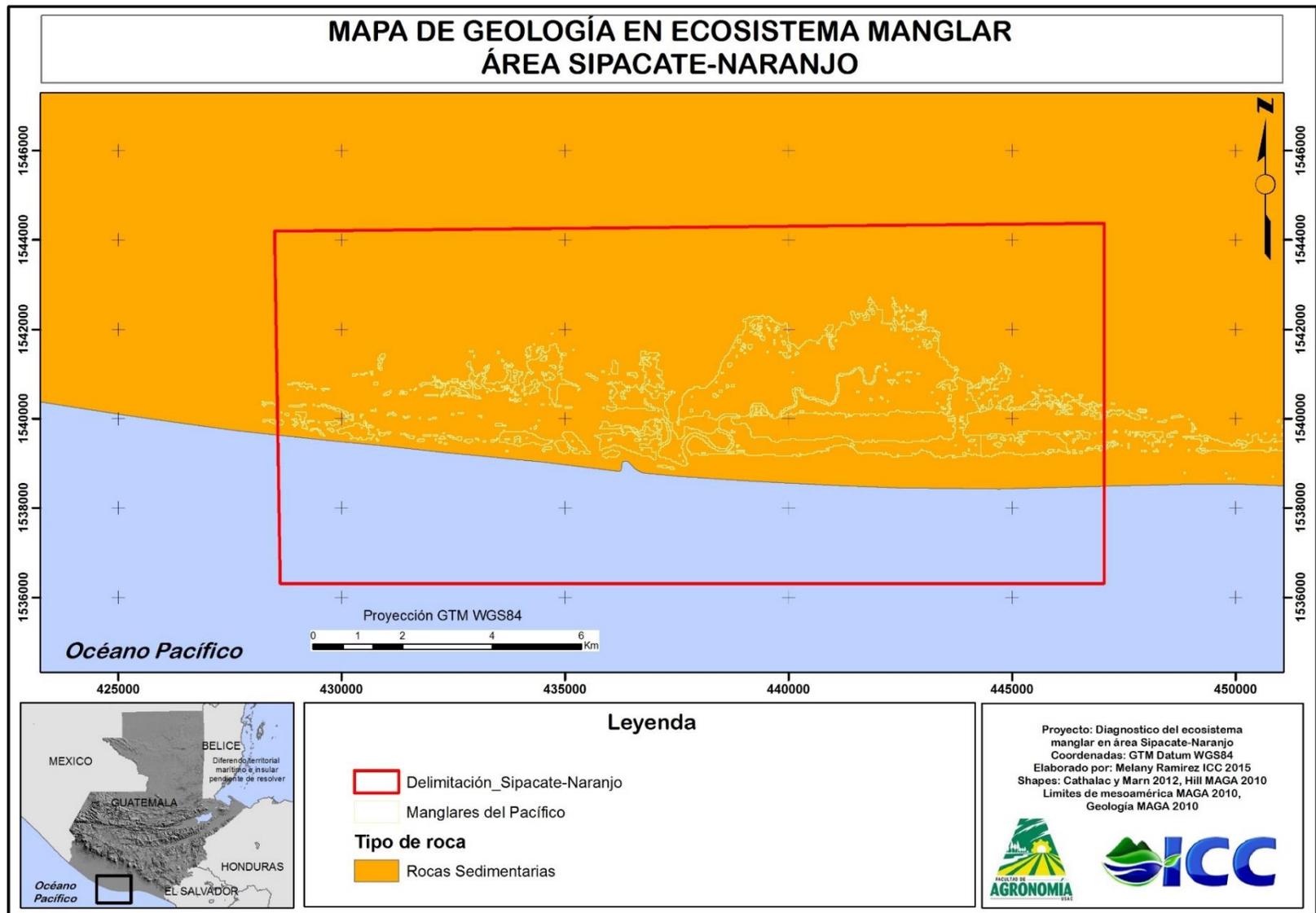


Figura 10. Mapa de geología en ecosistema manglar área Sipacate-Naranjo

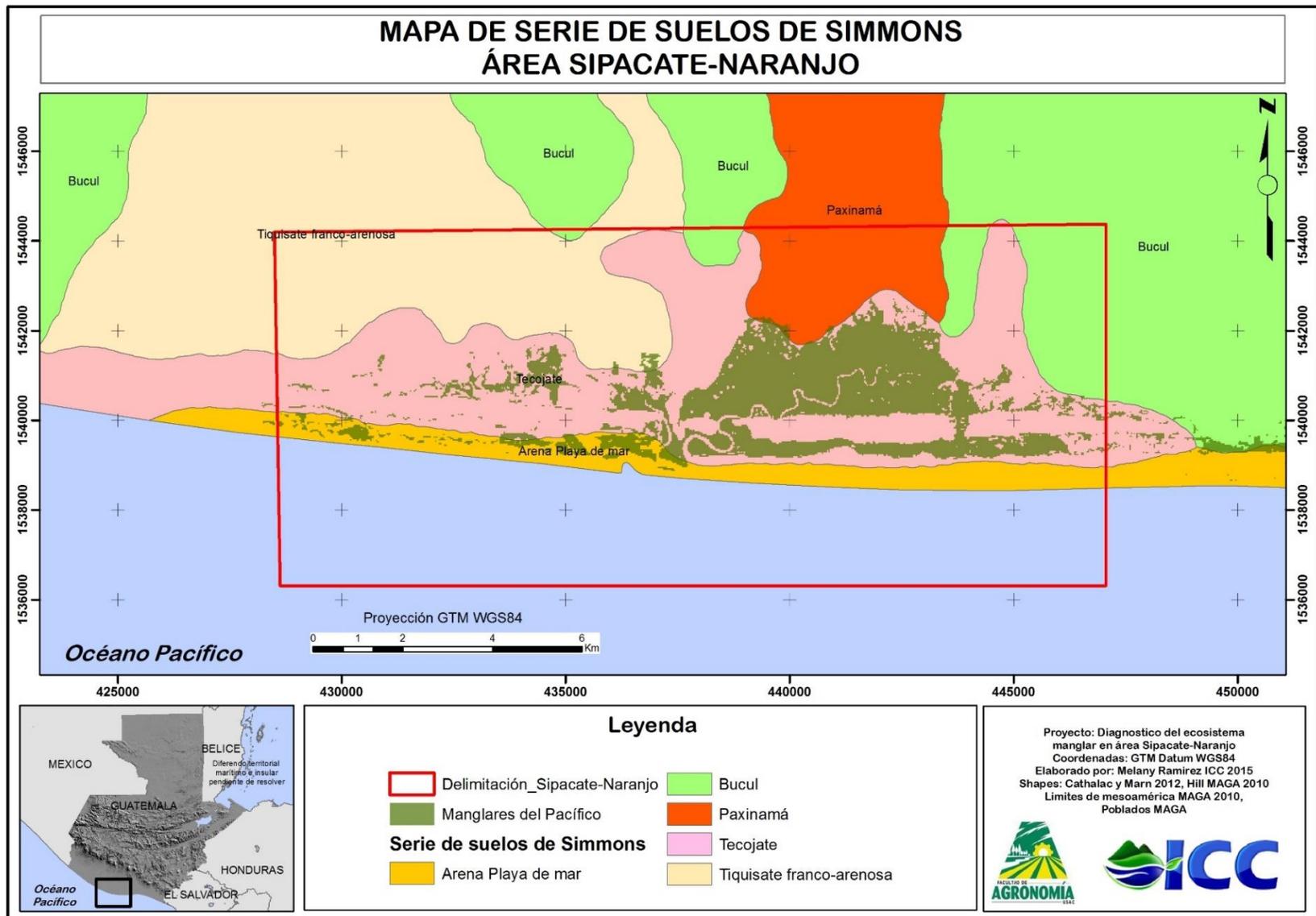


Figura 11. Mapa de serie de suelos de Simmons área Sipacate-Naranjo

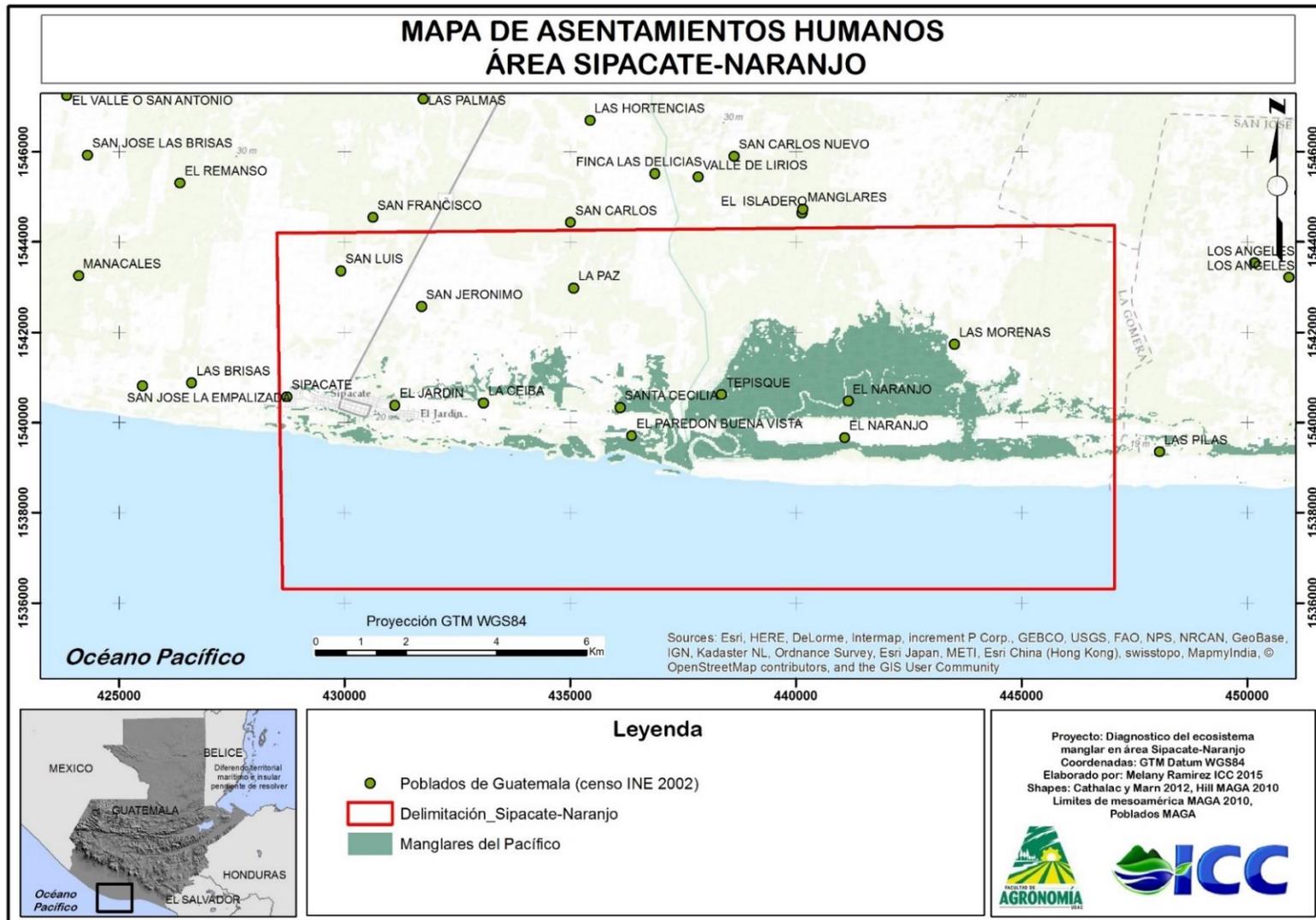
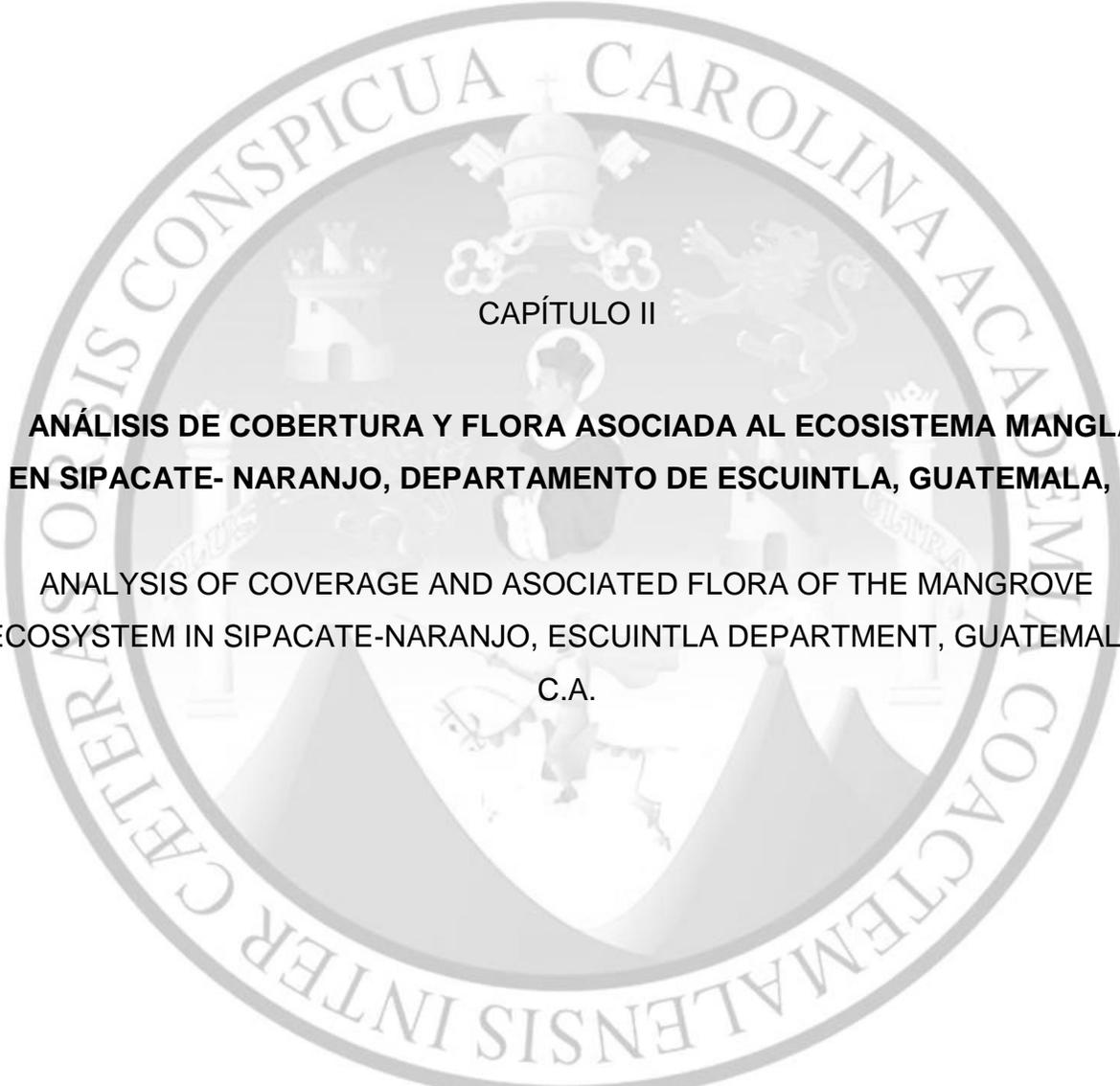


Figura 12. Mapa de asentamientos humanos área Sipacate-Naranjo



CAPÍTULO II

**2 ANÁLISIS DE COBERTURA Y FLORA ASOCIADA AL ECOSISTEMA MANGLAR
EN SIPACATE- NARANJO, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

ANALYSIS OF COVERAGE AND ASOCIATED FLORA OF THE MANGROVE
ECOSYSTEM IN SIPACATE-NARANJO, ESCUINTLA DEPARTMENT, GUATEMALA,
C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país con una alta diversidad biológica que cuenta con 13 ecosistemas (Pérez G. & Alejandro, 2016) y entre ellos, el ecosistema manglar. Los manglares son considerados como uno de los ecosistemas más productivos del planeta por su aporte ecológico y rendimiento económico (OIMT, 2011). Una mínima cantidad de especies arborescentes les confiere una alta productividad primaria. Los manglares constituyen un importante refugio de vida silvestre, teniendo importancia económica, social y ecológica porque generan una serie de bienes, que son la base para la subsistencia de las poblaciones (PNUMA, 2013).

Según CATHALAC y SIAMARN (2012), la cobertura de mangle en Guatemala es de 18,839 ha. La mayor parte se ubica en la línea costera del Pacífico de Guatemala con 17,670 hectáreas. Los manglares de Sipacate- Naranjo, ubicados en el municipio de Sipacate, departamento de Escuintla, han sufrido una presión antrópica creciente en los últimos 20 años, lo cual ha afectado la cobertura vegetal del ecosistema.

Con el objetivo de presentar las bases para un adecuado manejo, conservación y recuperación del área, así como validar, actualizar y completar información, a nivel de gabinete se realizaron análisis con el soporte de los sensores remotos para determinar el área y realizar el mapa de cobertura de las especies de mangle. En el trabajo de campo se validó este mapa, y además se realizaron mediciones de los niveles de agua dentro del mangle y salinidad a lo largo del estuario y del principal afluente (río Acomé), para determinar si existe una asociación entre estas variables ambientales y la distribución espacial de las especies de mangle.

Conociendo la cantidad de bosque manglar que existe en el área, su diversidad, y las amenazas presentes, el estudio servirá para tomar decisiones en la implementación de medidas de acción para la preservación y recuperación del ecosistema manglar de Sipacate-Naranjo.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco Conceptual

A. Ecosistema manglar

Los manglares son bosques pantanosos que viven donde se mezcla el agua dulce del río con la salada del mar. En estos lugares de encuentro relativamente tranquilos: estuarios, bahías, lagunas, canales y ensenadas viven estos árboles que muestran sus raíces aéreas. (PNUMA, 2013).

Los manglares son capaces de adaptarse a distintos grados de salinidad según el estado de las mareas. En marea alta, las raíces aéreas de estos árboles captan el oxígeno y lo transportan a las raíces que se encuentran bajo el agua - las encargadas de anclar cada árbol a la tierra inundada. A su vez, estas captan los nutrientes del agua del mar para que circulen por la planta y se conviertan en alimento al mezclarse con el oxígeno, expulsando por sus hojas la sal (PNUMA, 2013).

B. Los manglares del pacífico de Guatemala

Los manglares en el pacífico de Guatemala, ocupan una delgada franja que se ensancha en aquellos lugares donde la topografía permite una fluctuación mareal y que en marea alta se adentra en el continente. Algunas veces en forma muy perpendicular a la línea de costa en canales muy estrechos (PUIRNA, 2000).

C. Factores que determinan la distribución de las especies de mangle

Los siguientes factores son considerados como los mayores determinantes de la distribución del mangle.

- a. Clima: Los manglares son especies tropicales y no son tolerantes a temperaturas frías (menores de 4c° para el género *Avicennia* y 7°c para *Rhizophora*) (Macnae, 1969). Sus límites latitudinales alrededor del mundo varían dependiendo de las temperaturas del aire y el agua. La temperatura para un desarrollo óptimo es de 20°C.
- b. Salinidad: Los manglares no se desarrollan estrictamente en hábitats de agua dulce debido a la competencia con otras especies.
- c. Fluctuación de mareas: las mareas juegan un importante rol;
 - a. Las inundaciones con la salinidad ayudan a excluir otras plantas vasculares y reduce la competencia. (Tomlinson, 1986)
 - b. La marea lleva salinidad a los estuarios y la mezcla contra la salida del agua dulce. Lo que incrementa el desarrollo y la expansión del manglar.
 - c. Las mareas transportan sedimentos, nutrientes y agua limpia al manglar y exporta carbono orgánico y reduce los compuestos de azufre.

D. Ecología de los manglares

La zonación espacial en la ocurrencia y abundancia de especies es frecuentemente relacionada con gradientes ambientales (salinidad, niveles de inundación, sustratos en el suelo.) en muchos tipos de ecosistemas. (Smith, 1992). Cada especie de mangle posee preferencias ecológicas que le son propias. Los ecosistemas tienen una dinámica, influenciada por las condiciones locales del medio. Numerosas comunidades del mangle presentan tendencia a la zonación y muchas revelan un proceso de sucesión, es decir cambios de especies, y de estructura que aparecen con el paso del tiempo (Schaefferr-Novelli, 1990).

E. Humedales

Ramsar¹ –Tratado Intergubernamental como una Convención para los humedales- emplea un criterio amplio para determinar qué humedales quedan comprendidos en su alcance. El texto de la Convención, define los humedales como: "Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006).

En general, se reconocen cinco tipos de humedales principales:

- A. Marinos (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral);
- B. Estuarinos (incluidos deltas, marismas de marea y **manglares**);
- C. Lacustres (humedales asociados con lagos);
- D. Ribereños (humedales adyacentes a ríos y arroyos); y
- E. Palustres (es decir, "pantanosos" - marismas, pantanos y ciénagas).

F. Comunidades vegetales

Una comunidad es un ensamble de poblaciones interactuantes que constituyen una unidad ecológica relativamente autosuficiente, siendo una subcomunidad una porción de la comunidad, esto es, un ensamble de poblaciones interactuantes que carecen autosuficiencia (Brower, 1989).

¹ La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida en forma abreviada como Convenio de Ramsar, fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 18 de enero de 1971 y entró en vigor el 21 de diciembre de 1975.

G. Especies comunes de mangle en Centroamérica

***Rhizophora mangle* L.**

Nombre común: Mangle rojo o mangle colorado

Familia: *Rhizophoraceae*

Son árboles hasta 30 m o arbustos, depauperados y muy ramificados. Hojas 5-20 × 2-10 cm, elípticas, el ápice agudo; pecíolo 1-4 cm; estípulas 3-7 cm. Inflorescencias ramificadas dicotómicamente 1-2 veces, rara vez 3 veces, o la primera ramificación tricotómica, o las flores solitarias; pedúnculo 1.5-8 cm, laxo; pedicelos 6-23 mm; brácteas 2 o 3, 5-20 mm, connatas, los márgenes escariosos, el ápice agudo a anchamente agudo; bractéolas 2, 5-20 mm, connatas, los márgenes escariosos, el ápice agudo a anchamente agudo. Yemas floríferas 8-14 mm, ovoides a piriformes; sépalos 6-8 × 2.5-3.5 mm en las flores, 12-15 × 5-7 mm en los frutos, triangulares; pétalos 6-8 × 1-2 mm, caducos, glabros abaxialmente, vilosos adaxialmente; estambres 8, 4-6.5 mm, sésiles, apiculados; estilo c. 4 mm. Fruto 28-33 × 12-15 mm; hipocótilo 11-40 cm, recto o curvado. $2n=36$ (Flora Mesoamericana, 1995).

***Rhizophora racemosa* G. Mey.**

Nombre común: Mangle rojo o colorado

Familia: *Rhizophoraceae*

Son árboles hasta 25 m. Hojas 7-14 × 3-8 cm, elípticas, el ápice agudo; pecíolo 1-3 cm; estípulas 3.5-6 cm. Inflorescencias ramificadas dicotómicamente 5-6 veces, o la primera ramificación tricotómica, las ramas rígidas, robustas, divaricadas o casi divaricadas; pedúnculo 10-40 mm; pedicelos 3-20 mm; brácteas 2 o 3, 5-20 mm, connatas, los márgenes escariosos, el ápice agudo a anchamente agudo; bractéolas 2, 5-20 mm, connatas, los márgenes escariosos, el ápice agudo a anchamente agudo. Yemas floríferas 6-10 mm,

elipsoideas; sépalos 7-10 × 2.5-3.5 mm en las flores, 12-15 × 5-7 mm en los frutos, triangulares; pétalos 5-6 × 0.5-1 mm, caducos, glabros abaxialmente, los márgenes vilosos; estambres 8, 3-6 mm, sésiles, apiculados; estilo 3-6 mm. Fruto 25-35 × 12-15 mm; hipocótilo 11-35 cm, recto o curvado. 2 n =36 (Flora Mesoamericana, 1995).

***Rhizophora × harrisonii* Leechm.**

Nombre común: Mangle rojo o colorado

Familia: *Rhizophoraceae*

De la familia *Rhizophoraceae* Pers, conocido también como mangle rojo o colado. *Rhizophora harrisonii* es un híbrido entre *Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa*. En base a que está en el intermedio y comparte muchas características físicas. Es un árbol de hasta 25 metros, con hojas de 9-13 x 3-8 cms, elípticas, con apice agudo. pecíolo 1-3 cm; estípulas 3-8 cm. Inflorescencias ramificadas dicotómicamente 5-6 veces, o la primera ramificación tricotómica, las ramas delgadas, laxas, dispuestas en ángulos agudos; pedúnculo 40-50 mm; pedicelos 5-20 mm; brácteas 2 o 3, 5-20 mm, connatas, los márgenes escariosos, el ápice agudo a anchamente agudo; bractéolas 2, 5-20 mm, connatas, los márgenes escariosos, el ápice agudo a anchamente agudo. Yemas floríferas 3-9 mm, elipsoideas, el ápice ligeramente atenuado; sépalos 8-10 × 2.5-3.5 mm en las flores, 12-15 × 5-7 mm en los frutos, triangulares; pétalos 5-6 × 1-2 mm, caducos, glabros abaxialmente, los márgenes vilosos; estambres 8, 4.5-5 mm, sésiles, apiculados; estilo 5-6 mm. Fruto 28-33 × 12-15 mm; hipocótilo 11-40 cm, recto o curvado (Flora Mesoamericana, 1995).

***Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaerth**

Nombre común: Mangle blanco

Familia: *Combretaceae*

Es árbol de 15 a 22 m de altura y de 40 a 70 cm de diámetro; copa umbelada a redondeada, follaje moderadamente denso y levemente caído con ramas extendidas; fuste

recto, cilíndrico con base alargada y neumatóforos en las raíces. La corteza es gris oscuro a rojizo moreno, áspera, con grietas profundas y desprendiéndose en piezas alargadas. El grosor total de la corteza varía de 1 a 1.5 cm.

El mangle blanco posee unas flores pentámeras pequeñas y de color blanco verdusco, con 10 estambres y dos bracteolas ovadas. Las flores aparecen en unas panículas terminales o en una espiga solitaria que emerge de la axila foliar. Las hojas carecen de vellos y son obovadas o elípticas y se caracterizan por la presencia de un par de glándulas en la base de la lámina. La producción de flores y semillas ha sido observada. La albura es de color castaño claro y el duramen rosado. Tiene textura media, grano recto o entrecruzado y lustre medio. Es moderadamente difícil trabajar, secar y moderadamente fácil de preservar. Tiene una durabilidad media. Es utilizada en construcciones rurales, vigas, postes. (Salas, 1993)

***Avicennia germinans* L.**

Nombre común: Mangle negro, madresal

Familia: *Acanthaceae*

Árbol con alturas de 15 a 30 m y diámetros de 20 a 60 cm; copa umbelada, follaje claro y abierto con ramas oblicuamente ascendentes; fuste recto cilíndrico, con base cónica o alargada y neumatóforos en contorno a la base. La corteza es gris negruzco con un ligero reflejo plateado, áspera, fisurada horizontal y longitudinalmente y se agrieta en bloques rectangulares. El grosor total de la corteza varía de 2 a 8mm. Hojas simples, opuesto decusada, enteras, peciolo de 0.5 a 1 cm de largo, glabro, circular; lamina elíptico lanceolada a falcada, de 8 a 12 cm de largo y de 3 a 3.5 cm de ancho, ápice agudo, base aguada a cuneiforme, haz verde oscuro y envés grisáceo, ambas superficies glabras. Las inflorescencias están panículas terminales o axilares; flores blancas con el centro amarillento; cáliz verde claro a grisáceo, rodeado por tres pequeñas brácteas; corola formada por cuatro pétalos lobulados de color blanco con la base interna ligeramente

amarillenta; tiene cuatro estambres insertos en la base de la corola, ovario súpero, unilocular tetraovular (Salas, 1993).

***Conocarpus erectus* L.**

Nombre común: Botoncillo, mangle botón

Familia: *Combretaceae*

Arbustos o árboles hasta 10-20 m. Hojas 3-12 × 1-3.5 cm (incluyendo el pecíolo), angostamente elípticas o algunas veces elípticas, con 2 glándulas sésiles en el pecíolo o la lámina decurrente, gradualmente atenuándose en la base y ápice. Cabezuelas de flores 3-5 mm de diámetro, agrandándose hasta 5-15 × 7-13 en el fruto. *Manglares y suelos arenosos cerca del mar*. 0-30 m (Flora Mesoamericana, 1995).

H. Marco legal asociado al ecosistema manglar

Situación jurídica

El aprovechamiento y explotación de este recurso está sujeto a las limitaciones señaladas en las siguientes leyes, con el fin de preservar este importante ecosistema de forma racional y sostenida y evitar las repercusiones negativas de un mal uso. La conservación de los bosques en Guatemala se encuentra bajo normas reglamentarias y protección bajo la Constitución Política de la República de Guatemala.

Constitución Política de la República de Guatemala

El bosque manglar goza de la protección de normas de carácter constitucional, tal como lo regulan los siguientes Artículos de la Constitución Política de la República de Guatemala:

Artículo 97.

“Medio ambiente y equilibrio ecológico. El estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.”

Artículo 126.

“Obligaciones del Estado c) Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente...”

Código Municipal

El código municipal debe regular aspectos relacionados con la protección ambiental y el aprovechamiento de los recursos naturales, ya que, de acuerdo a la naturaleza del Municipio, se debe buscar un bien común de los habitantes del área.

Artículo 67.

“Gestión de intereses del municipio. El municipio, para la gestión de sus intereses y en el ámbito de sus competencias puede promover toda clase de actividades económicas, sociales, culturales, ambientales, y prestar

cuantos servicios contribuyan a mejorar la calidad de vida, a satisfacer las necesidades y aspiraciones de la población del municipio.”

Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente

La protección y mejoramiento del medio ambiente y los recursos naturales y culturales es fundamental para el logro de un desarrollo social y económico del país, de manera sostenida (CONAMA, 1986).

Artículo 19.

“Para la conservación y protección de los sistemas bióticos (o de la vida para los animales y las plantas), el Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos relacionados con los aspectos siguientes... b) La promoción del desarrollo y uso de métodos de conservación y aprovechamiento de la flora y fauna del país...”

Ley forestal

Artículo 35.

“Protección del mangle. Se declara de interés nacional la protección, conservación y restauración de los bosques de mangle en el país. El aprovechamiento de árboles de estos ecosistemas será objeto de una reglamentación especial, la cual deberá ser elaborada por el INAB en un plazo no mayor de un año luego de la aprobación de la presente Ley. Queda prohibido el cambio de uso de la

tierra de estos ecosistemas. La restauración del manglar gozará de apoyo de una Ley de protección especial.”

Reglamento de mangle

La Junta Directiva del Instituto Nacional de Bosques (INAB), en resolución número 1-25-98, en cumplimiento al mandato contenido en el Artículo 35 de la Ley Forestal, Decreto Legislativo 101-96, del Congreso de la República, resolvió 43 aprobar el *“Reglamento Para la Protección, Conservación, Uso y Aprovechamiento de los Árboles del Ecosistema Manglar.”*

Artículo 35	Es de interés nacional la protección, conservación y restauración de los ecosistemas de manglar y que el aprovechamiento de árboles de estos ecosistemas debe ser objeto de una reglamentación especial, según lo establecido por la Ley Forestal en el artículo 35 del Decreto Legislativo 101-96.
Artículo 4.	“Autoridad Administrativa. El INAB es la autoridad administrativa encargada de la aplicación del presente reglamento.”
Artículo 20.	“Control y Vigilancia. El INAB coordinará actividades con las municipalidades en lo referente a la aplicación de sistemas de control y vigilancia en sus respectivas jurisdicciones, orientándolas en el manejo de criterios técnicos y proveyéndoles copias de las licencias a fin de evitar tala y comercio ilícito de productos forestales en las áreas de manglar.

Para el efecto, se elaborarán instructivos y planes operativos tendientes a lograr dicho control, y las municipalidades ejecutarán los sistemas de vigilancia que se requieran para evitar el aprovechamiento ilegal del producto manglar, coadyuvando a la preservación de su patrimonio natural, conforme lo establecido en la Ley Forestal y en el Código Municipal.”

Convenio RAMSAR

Su misión es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo (RAMSAR, 2010)

La Convención sobre los Humedales fue firmada en la ciudad de Ramsar, Irán, en 1971, y de allí el nombre de “Convención de Ramsar”. Guatemala ratificó su adhesión Convención el 26 de enero de 1988, a través del Decreto Numero 4-88 del Congreso de la República, y se asignó al Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) como la Autoridad Administrativa del mismo (CONAP, 2005).

I. Categorías de manejo de las áreas protegidas CONAP

Según la Ley de Áreas Protegidas Decreto 4-89, en el artículo 8 categorías de manejo, *“Las áreas protegidas para su optima administración y manejo se clasifican en; parques nacionales, biotopos, reservas de la biosfera, reservas de usos multiples, reservas forestales, reservas biológicas, manantiales, reservas de recursos, monumentos naturales, monumentos culturales, rutas y vías escénicas, parques marinos, parques regionales,*

parques históricos, refugios de vida silvestre, áreas naturales recreativas, reservas naturales privadas, y otras que se establezcan en el futuro con fines similares...” (CONAP, 1989)

J. Categoría de manejo de tipo I “Parque Nacional”

Los parques nacionales se encuentran en categoría de manejo I de las áreas protegidas. Según el artículo 8 del Reglamento de Áreas Protegidas Acuerdo Gubernativo No. 759-90, los parques nacionales son “(...) *áreas relativamente extensas, esencialmente intocadas por la actividad humana, que contienen ecosistemas, rasgos o especies de flora y fauna de valor científico y/o maravillas escénicas de interés nacional o internacional en la cual los procesos ecológicos y evolutivos han podido seguir su curso espontáneo como mínimo de interferencia...*” (CONAP, 1989)

K. Sipacate Naranjo como área protegida

Según el Acuerdo Gubernativo del 06-09-69, se declaró el área Sipacate-Naranjo ‘como Parque Nacional. En el año 2000, CONAP tomó formalmente la administración del Parque Nacional Sipacate-Naranjo y por medio del Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza -FONACON- se realizó el Plan Maestro 2002-2006. Legalmente el área no es Parque Nacional, ya que no se cumplen los requisitos de formación, establecimiento y declaratoria de las áreas protegidas. En el área no se realizó un estudio técnico y el Acuerdo Gubernativo no se publicó en el Diario Nacional según revisiones de las publicaciones del mismo, por lo tanto, el área es manejada como de “*Protección Especial*”.

El Acuerdo Gubernativo del 06-09-69 estipula “(...) Artículo 1. Declarar Parque Nacional y consecuentemente Zona de Veda por tiempo indefinido, el área Nacional comprendida entre las aldeas de Sipacate y el Naranjo, en la jurisdicción de La Gomera del

Departamento de Escuintla en una franja de 20 kilómetros de largo por 1 kilómetro de ancho equivalente a 2,000 hectáreas”.

Sipacate-Naranjo es una zona que ha sido intervenida por el ser humano y donde se han establecido comunidades costeras que aprovechan los recursos que provee el manglar, lo que difiere de los objetivos de la declaración de un Parque Nacional, y lo que según la Ley de Áreas protegidas se refiere a “*Protección, conservación y mantenimiento de los procesos naturales y la diversidad biológica en un estado inalterado...*”.

L. Sensores remotos

Es la ciencia y el arte de obtener información de un objeto, área o fenómeno, a través del análisis de datos adquiridos mediante un dispositivo, el cual no está en contacto directo con el objeto, área o fenómeno que se está investigando. La obtención de los datos involucra el uso de sensores capaces de ver o captar las relaciones espectrales y espaciales de objetos y materiales observables a una considerable distancia de aquellos (NOAA, 2015).

Los sensores remotos pueden ser pasivos o activos. Los sensores pasivos responden a estimulación externa. Ellos pueden grabar energía natural que es reflejada o emitida de la superficie es la tierra. La fuente más común de radiación detectada por los sensores pasivos es el reflejo de la luz del sol. En contraste, los sensores activos usan estimulación interna para coleccionar datos de la tierra (NOAA, 2015).

M. Radiación electromagnética

La luz visible es solo una de las formas de energía electromagnética. Así las ondas de radio, el calor, los rayos ultravioletas o los rayos X son otras formas comunes. Todas estas formas de energía irradian de acuerdo a la teoría básica de ondas o teoría ondulatoria,

que describe como la energía electromagnética viaja con forma sinusoidal a la velocidad de la luz (ITC, 2009).

N. Espectro electromagnético

Es el rango total de longitudes de onda de la radiación electromagnética al espectro electromagnético. Se refiere a las diferentes porciones de espectro por nombre, rayos gamma, los rayos X, la radiación UV, la radiación visible (luz), radiación infrarroja, micro ondas y ondas de radio (ITC, 2009).

La porción visible (La percibida por el ser humano) es una micro-región que abarca desde las 0.4 micras hasta las 0.7. El color azul es desde 0.4 a 0.5 micras, el verde desde 0.5 a 0.6 y el rojo de 0.6 a 0.7 micras (ver figura 1).

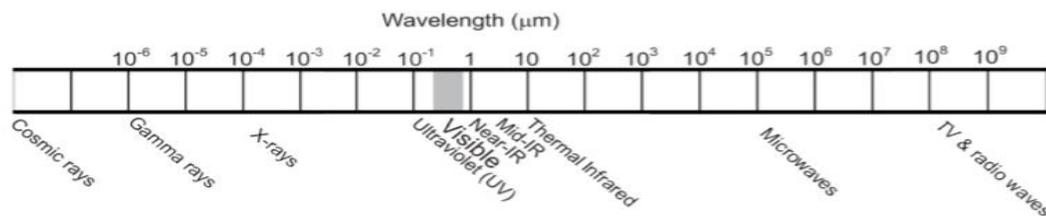


Figura 13. Espectro electromagnético

Fuente: (ITC, 2009)

La mayoría de la adquisición de datos geoespaciales se compone por los sensores en el rango visible e infrarrojo. La porción visible del espectro con longitudes de onda que causan color es una fracción del rango de longitud de onda de la energía electromagnética (ITC, 2009).

La radiación incide sobre un objeto de la superficie terrestre pueden considerarse tres tipos fundamentales de interacciones, siendo estos la energía reflejada, la energía absorbida y la energía transmitida.

O. Radiación infrarroja

La radiación infrarroja es una radiación electro magnética cuya longitud de onda comprende desde los 760 -780 μm , limitando con el color rojo en la zona visible del espectro, hasta los 10,000 a 15,000 μm , limitando con las microondas. La cantidad y longitud de onda de la radiación emitida dependen de la temperatura y la composición del objeto considerado (ITC, 2009).

P. Reflexión en la superficie terrestre del espectro solar

Cuando la energía electromagnética incide sobre los cuerpos en la superficie terrestre puede descomponerse en tres tipos, reflexión, absorción y de transmisión. Al aplicar el principio de conservación de energía se puede establecer que existe una relación entre las tres interacciones de energía. Las proporciones de la reflexión, absorción y transmisión pueden variar según los diferentes cuerpos de la superficie terrestre, dependiendo siempre del tipo de material y la condición del mismo (Chuvienco, 2010).

Q. Reflectividad espectral en la vegetación

Todos los elementos geográficos como bosques, suelos, infraestructura convierten de forma diferenciada la radiación electromagnética que reciben del sol. Cada tipo de objeto presenta a un nivel de respuesta específico en términos de:

Porcentaje de radiación reflejada + porcentaje de radiación absorbida + porcentaje de radiación transmitida. La variación de la reflectancia en función de la longitud de onda se la denomina firma espectral.

Las curvas de reflectividad espectral en la vegetación muestran picos, estos picos en la región visible vienen dados por pigmentos en las hojas de las plantas. (Chuvienco, 2010). El ojo humano percibe la vegetación sana con color verde, esto se debe a la gran absorción de las bandas entre 0.45 y 0.67 μm (rojo y azul) en las hojas y donde hay una gran reflexión en la banda verde.

Cuando la vegetación no se encuentra sana disminuye la clorofila y el resultado es una absorción en el rojo y azul, a menudo incrementando la reflectividad espectral en el rojo. Es ahí cuando las hojas se observan verdes y rojas. En las bandas de infrarrojo cercano la reflectividad de la vegetación sana aumenta (Chuvienco, 2010). Además, la reflectividad de las hojas es proporcional al contenido de humedad en las hojas.

R. Datos raster

El modelo raster o de teselado constituye una codificación de los datos geográficos, en la que se representa el valor medio o más representativo de una porción regular del territorio en una porción equivalente y escalada en el mapa digital. Este formato presupone el dividir el espacio geográfico en elementos discretos, de forma regular, contigua y mutuamente exclusiva e indivisible (INEGI, 2014).

S. Imágenes LANDSAT

La constelación de satélites Landsat, llamados a principio ERSET (Earth Resources Technology Satellites), es la primera misión de los Estados Unidos para monitorear recursos terrestres. Son 8 satélites donde actualmente están activos el 5 y 8 (INEGI, 2005). Las imágenes Landsat están compuestas por 8 bandas espectrales, al combinarse producen una gama de imágenes de color que incrementan notablemente sus aplicaciones.

Cuadro 6. Especificaciones técnicas de imágenes satelitales Landsat 8

parámetros	LANDSAT	
Bandas espectrales	Aereosol costero	430 – 450 μm
	Azul	450 – 510 μm
	Verde	530 – 590 μm
	Rojo	640 – 670 μm
	Infrarrojo cercano	850 – 880 μm
	SWIR 1	1570 – 1650 μm
	SWIR 2	2110 – 2290 μm
	Pancromático	500 -680 μm
	Cirrus	1360 – 1380 μm
	Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10600 – 11190 μm
	Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11500 – 12510 μm
Tamaño del pixel (orto rectificado)	15 m Pancromatico 30 m Multiespectral	

Fuente: (INEGI, 2005)

T. Imágenes RapidEye

Constelación alemana de cinco satélites lanzados en 2008. Contiene 5 bandas multiespectrales. Posee la ventaja de que dispone de una combinación de grandes áreas, intervalos de revisita frecuentes y capacidad de tomar imágenes multiespectrales de alta resolución (ver cuadro 2).

U. Longitud de onda

Distancia mínima entre dos partículas que vibran en fase, es decir, que tienen la misma elongación en todo momento (ITC, 2009).

Cuadro 7. Especificaciones técnicas de imágenes RapidEye

parámetros	RapidEye	
Bandas espectrales	Azul	0,440 – 0,510 nm
	Verde	0,520 – 0,590 nm
	Rojo	0,630 – 0,685 nm
	Borde del rojo	0,690 – 0,730 nm
	Infrarrojo cercano	0,760 – 0,850 nm
Distancia de muestreo sobre el terreno	6,5 m	
Tamaño del pixel (orto rectificado)	5 m	

Fuente: (Geosystems, 2016)

2.2.2 Marco referencial

A. Ubicación geográfica

El Ecosistema manglar de Sipacate-Naranjo se encuentra en la zona litoral del municipio de Sipacate, del departamento de Escuintla. El área colinda con aldea Rama Blanca en la izquierda y en la derecha el puerto de San José. El ecosistema manglar se encuentra dentro de la cuenca del río Acomé, donde desembocan el Río Acomé y Colojate (ver figura 2).

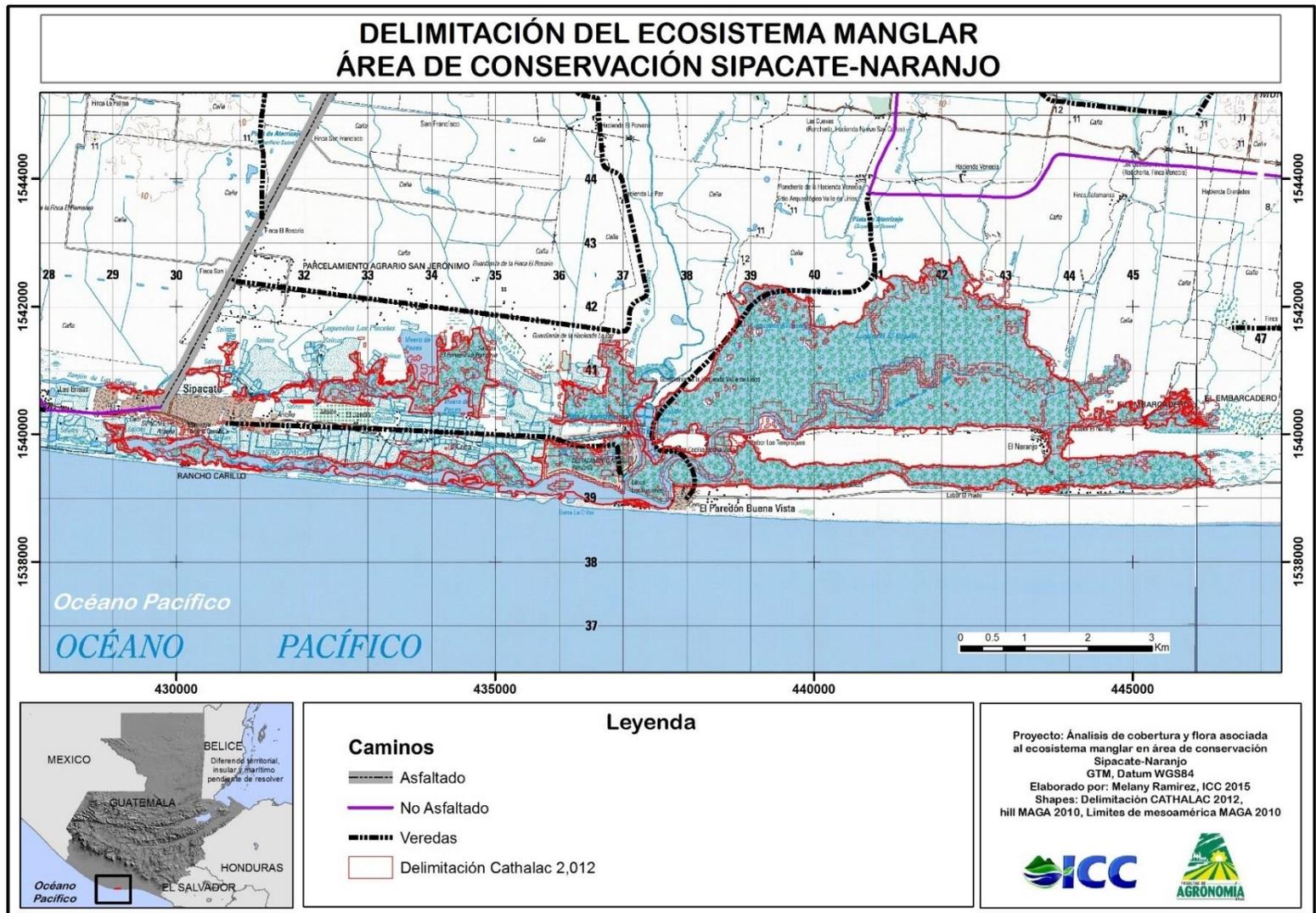


Figura 14. Mapa de delimitación del ecosistema manglar en área de conservación Sipacate-Naranjo

B. Uso de la tierra

El bosque de mangle se encuentra rodeado por siembras de granos básicos en la parte noroeste. Por la parte norte, al lado del manglar, existen pastos cultivados para ganado. En la parte media, donde se observa una interrupción del bosque, hay siembras de maíz, ajonjolí y moringa. Las tierras de la parte media son arrendadas por el Estado a comunitarios de la zona, aunque existen fincas privadas destinadas a la siembra de caña de azúcar y palma africana.

C. Clima

La región posee un clima cálido que se caracteriza por dos estaciones, seca y lluviosa. La época seca se presenta en los meses de noviembre - abril, y la lluviosa de mayo - octubre. Según el sistema climático de Thornthwaite la región se caracteriza por ser de clima cálido, sin estación fría bien definida y con invierno seco (ASIES 1992). Para la región se establece una precipitación pluvial media anual de 1,673.69 mm y una temperatura media anual de 29°C (CONAP, 2011).

D. Hidrografía

Dentro del área, se ubica el estero Sipacate que abarca, aproximadamente desde Sipacate hasta el Paredón Buena Vista, y que constituye el primer tramo o inicio del Canal de Chiquimulilla. Además, al norte se encuentran los ríos Acomé o de la Gomera, Sanchiquihuite. Este es un estuario que presenta la influencia de aguas marinas, de aguas dulces continentales y de aguas de lluvia. Se caracteriza por un ciclo diario de mareas y niveles de salinidad equivalentes a la media del agua de mar y de río; además hay un ciclo estacional de aumento de la descarga de agua dulce como resultado de una precipitación abundante, seguido de un incremento de la salinidad durante la estación seca (CONAP, 2011).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

Analizar y actualizar la información sobre distribución y abundancia del ecosistema manglar en el área de conservación Sipacate- Naranjo, Sipacate, Escuintla.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Estimar el área del ecosistema manglar de Sipacate-Naranjo.
2. Identificar la flora asociada al ecosistema manglar de Sipacate-Naranjo.
3. Estimar el área de cada especie de mangle que se encuentra en el área de Sipacate-Naranjo.
4. Analizar los factores que inciden en la pérdida cobertura del bosque de mangle en Sipacate-Naranjo.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Etapa inicial de gabinete

En los incisos a continuación, se presenta la metodología implementada durante la realización del estudio:

A. Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del área de estudio se utilizaron las capas del estudio “Cobertura Actual del Mangle en Guatemala” elaborado por CATHALAC en el 2012, así como las fotografías aéreas 2005 del RIC, IGN, y MAGA.

Se utilizaron imágenes infrarrojas (RIC-UTJ-IGN-MAGA, 2005) del área para delimitar los límites de cobertura de mangle por medio de fotointerpretación, abarcando desde aldea el Naranjo hasta Sipacate, siguiendo el cauce del Canal de Chiquimulilla y tomando en cuenta la terminación del Rio Acomé. Todo esto se realizó a través del software ArcGIS® 10.1.

B. Obtención de imágenes satelitales

Las imágenes satelitales se obtuvieron por medio de la página Earth Explorer USGS – U.S. Geological Survey- <http://earthexplorer.usgs.gov/>, y se utilizó imágenes RapidEye del año 2012 por medio del GIMBOT, para conocer la superficie que abarca cada especie de mangle (Ver cuadro 3).

Cuadro 8. Especificaciones técnicas de imágenes satelitales utilizadas

Sensor	Captura de imagen	Referencia de imagen	Productor	Ubicación
OLI_TIRS	2015	LC80200502015008LGN00	USGS	Guatemala
PUSH BROOM MULTISPECTRAL	2012	1545523_GTM	BlackBridge – RapidEye	Cuenca, Acomé Guatemala

Fuente: (INEGI, 2005)

2.4.2 Etapa de campo

A. Implementación de parcelas de muestreo 0.1 Ha

Para conocer la distribución y estructura del mangle dentro del área de estudio, se implementaron parcelas de 0.1 ha (método de Gentry). Este método fue modificado por Boyle (1996) para parcelas en mangle. El método consiste en un censo de plantas leñosas de DAP (Diámetro a la altura del pecho) mayor o igual a 2.5 cm, en cinco transectos lineales de 100x2 metros, marcados con una separación de 10m entre cada transecto (ver figura 9).

El muestreo se realizó a través de líneas establecidas en dirección perpendicular al canal de Chiquimulilla, las líneas subsecuentes fueron trazadas en forma paralela al transecto principal utilizando una brújula (ver figura 3).

Los datos colectados en las parcelas fueron:

- Diámetro a la altura del pecho (DAP)
- Nombre de la especie
- Coordenadas de cada árbol
- Para la medición del diámetro de cada árbol, se utilizó una cinta diamétrica, y las coordenadas de cada árbol se usó un GPS 62s, Garmin.

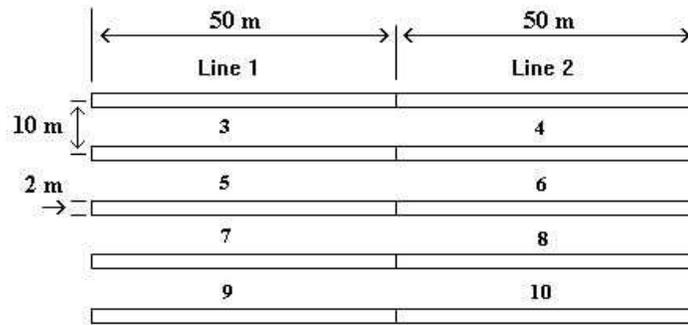


Figura 15. Gráfica de un transecto de Gentry 0.1 Ha, modificada por Boyle (1996).

Fuente: (Boyle, 1996)

En algunas parcelas no fue posible realizar el muestreo en forma perpendicular al cauce principal por encontrarse en lugares con niveles de inundación muy altos, otras quedaron ubicadas dentro de fincas privadas donde era prohibido el ingreso, y otras en lugares donde el bosque era muy denso y las raíces intrincadas no permitieron el acceso. En total se realizaron 30 parcelas; 11 en bosque de ribera y 19 en el bosque tipo cuenca.

Los individuos identificados se marcaron con anillos de pintura roja a la altura del pecho. En especies de *Rhizophora* la marca del anillo se realizó a 30 cm por arriba de la última raíz aérea anclada del fuste principal.

B. Elaboración de transectos de 500 a 5,000 metros

Se realizaron transectos con un largo de 500 m hasta un máximo de 5,000 m, estos se establecieron dentro del mangle. En los lugares donde el nivel del agua era muy alto, se utilizó una embarcación pequeña para recorrer el mangle y establecer los transectos. En cada recorrido se registró la coordenada de ubicación y cada especie observada.

C. Identificación de flora asociada al ecosistema manglar

Se colectaron muestras de especies de flora arbórea asociada al ecosistema manglar por medio el método de barrido florístico, en sitios que se identificaron previamente con pobladores del área. Para cada espécimen colectado se llenó una boleta de campo (ver anexo 1), en la cual también se realizaron anotaciones sobre los niveles de perturbación observados, niveles de inundación y salinidad en el agua. Los recorridos realizados durante esta colecta se utilizaron también como puntos de verificación de los mapas.

En las colectas botánicas se siguieron las técnicas recomendadas por el Jardín Botánico de Missouri (Missouri, 1996). Se trabajó con las boletas utilizadas en el Herbario de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

<p>Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Agronomía Herbario ACHAC Profesor José Ernesto Carrillo</p> <p>Formulario de datos de especímenes</p> <p>Especie: _____ Familia: _____ País: _____ Departamento: _____ Municipio: _____ Localidad: _____ Sitio de colección: _____ Coordenadas: _____ Altitud: _____ Descripción del hábitat: _____ _____ Descripción del espécimen: _____ _____ Usos: _____ Observaciones: _____ _____ Nombre común: _____ Colector principal (Leg.): _____ Número de colección: _____ Fecha de colección: _____ Colector acompañante: _____ Determinador principal (Det.): _____ Fecha de determinación: _____ Determinador acompañante: _____</p>

Figura 16. Boleta de registro de flora arbórea acompañante al mangle

Fuente: (FAUSAC, 2015)

Materiales y herramientas para las colectas

- Lápices y bolígrafo
- Prensa botánica
- Machete
- Tijeras botánicas
- Vara extensible
- Bolsas plásticas.

Método de colecta

En el recorrido se identificaban las especies arbóreas asociadas al manglar y se tomaba una muestra de un brote completo, tratando de conservar los peciolos y la unión al tallo de una hoja compuesta. Se colectaron muestras con flor y/o fruto.

Las muestras se colocaron en papel periódico dentro de una prensa botánica, procurando distribuir adecuadamente las hojas de que no queden unas sobre otras. Se colectaron alrededor de 3 a 6 duplicados. El material se colocó en una prensa de campo hecha de madera, entre hojas de papel periódico numerando las hojas con su correlativo correspondiente.

En las boletas de campo se tomaban los siguientes datos: localidad, coordenadas UTM, equipo acompañante de la colección, número correlativo de especie, el nombre común de las especies y observaciones. A las muestras se les asignó un número de colecta correlativo de menor a mayor y colocando las iniciales del colector (ICCMR1, ICCMR2, ICCMR3...).

2.4.3 Etapa final de gabinete

A. Determinación botánica

Los especímenes colectados se determinaron en el herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala, en la Facultad de Agronomía AGUAT, contando con la asesoría

botánica de los curadores del herbario. Para este fin se utilizaron claves dicotómicas de la Flora de Guatemala (Standley et al., 1946), Flora Mesoamericana (Flora Mesoamericana, 1995) y La Flora de Nicaragua (Stevens et al., 2001).

B. Mapa de superficie de especies de mangle que se encuentra en la zona

El mapa de especies de mangle se realizó con datos levantados en el campo, y mediante una clasificación no supervisada. Se realizaron con el método “Clasificación de máxima similitud” en el software de Sistemas de Información- ArcGIS® 10.1 (ver figura 5) en donde se utilizaron diferentes imágenes de entrada, usando imágenes Landsat 8 y con diferente número de categorías y con imágenes RapidEye con 10, 20, 25 categorías. Esto generó un ráster de salida clasificado que brindó categorías de vegetación.

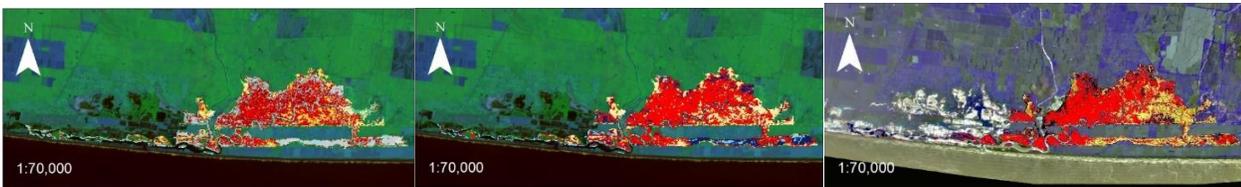


Figura 17. Cluster de clasificación de especies de vegetación con imágenes RapidEye y Landsat 8.

Fuente: (RapidEye, 2012 & Landsat, 2015)

Las imágenes superiores consisten en salidas de rasters elaboradas con imágenes satelitales Landsat, la imagen inferior es la salida de raster trabajada con imágenes satelitales RapidEye.

Para la asignación de cada categoría se geo referenciaron los datos obtenidos en las parcelas y transectos. Esto permitió conocer la ubicación espacial de cada especie de mangle, las superficies de agua, áreas sin cobertura, ríos y suelos fangosos. Después del análisis realizado y de elaborar el mapa preliminar de especies, se encontró un área sin una categoría de uso definida, por lo que fue necesario realizar 119 puntos de verificación en el campo, para determinar las especies que se encontraban en esta zona (ver figura 6).

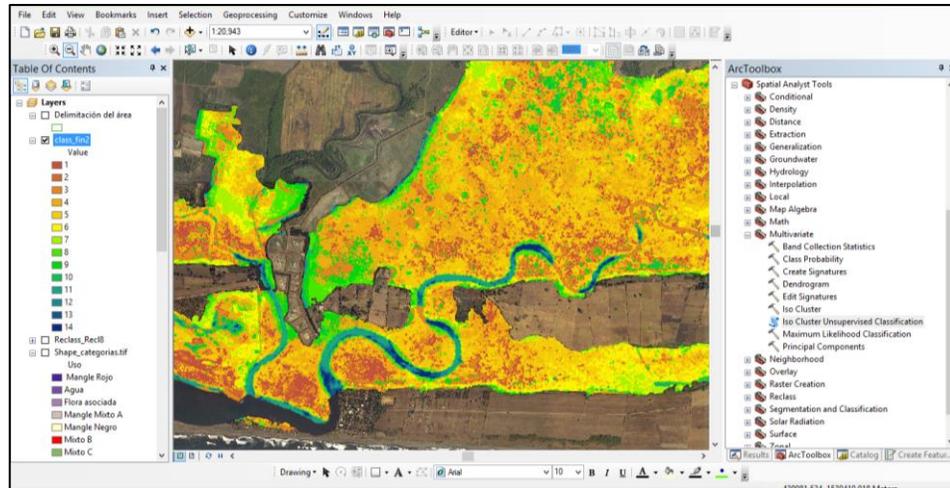


Figura 18. Utilización de herramientas de software para clasificación no supervisada

Fuente: (RapidEye, 2012)

C. Mapa de especies de flora asociada al ecosistema manglar.

La elaboración del mapa de especies de flora consistió en agrupar todas las especies arbóreas exceptuando las de mangle y asignarles una categoría en el mismo ráster de salida que se obtuvo en el mapa de categorías. El mapa se validó con las coordenadas que se tomaron al momento de realizar los barridos florísticos.

D. Análisis de factores que inciden en la pérdida de cobertura del bosque manglar en el área

Para este análisis se realizaron talleres y entrevistas con pobladores de la Aldea el Paredón, quienes expusieron las razones de la pérdida de la cobertura de mangle. Se priorizaron las causas a las que los pobladores identificaron como las principales que inciden en la pérdida de cobertura de mangle. Se asignó una escala de 1-5, siendo 1 las causas con menor efecto de degradación y 5 con un mayor efecto.

E. Elaboración de modelo de elevación de inundaciones y de salinidad

El modelo de elevación de inundaciones se realizó utilizando los datos de campo sobre los niveles máximos de agua en cada parcela y transecto. Se utilizó el método de “IDW”, que consiste una interpolación de ponderación por distancia.

Para desarrollar el modelo de salinidad se tomaron datos del porcentaje de salinidad, por medio de una sonda multiparamétrica en el río Acomé y a lo largo del canal desde Sipacate hasta la aldea El Naranjo. Posteriormente se elaboró una interpolación de ponderación por distancia para mapear la salinidad dentro del polígono de interés.

F. Clasificación de las subcomunidades del ecosistema manglar

Para el análisis de comunidades arbóreas, como primer paso se colocaron puntos sistemáticos por todo el manglar utilizando ArcMap 10.1 y el método “Red”. Posteriormente se realizó una clasificación de las especies de mangle o una agrupación de las muestras o especies según las características similares.

La clasificación se realizó mediante un análisis de conglomerados en el programa estadístico R, con datos de abundancia de las especies. El método utilizado es de Ward como grupo de medida vincular y por medio de un análisis de distancia euclidiana relativa.

G. Análisis de correspondencia de la distribución de las especies de mangle con factores ambientales

Una vez colocados los puntos, se usaron los modelos de inundación y salinidad, y la clasificación de las especies de mangle para conocer los valores de niveles de inundación y porcentaje de salinidad en cada punto de muestreo.

Para la extracción de datos de los tres modelos se utilizó método “*Extraer valores a puntos*” en el programa ArcGis. Al final se obtuvieron datos de salinidad, niveles de inundación y la especie de mangle en 8,000 puntos dentro del área de interés.

Con los datos de salinidad y de inundación se procedió a realizar la relación entre parámetros ambientales y distribución de especies de mangle por interpretación de los modelos creados (de inundación y salinidad) y la distribución de las especies de mangle. con las comunidades obtenidas por medio del análisis de conglomerados, se ubicaron las parcelas de cada comunidad dentro del mapa de especies de mangle y se asoció según factores ambientales que pudieran afectar su distribución espacial.

H. Análisis de la estructura del manglar

La estructura del manglar se expresó en términos de densidad, abundancia, frecuencia. La densidad se obtuvo mediante el cálculo de cantidad de individuos contados en cada parcela dividido el tamaño de la parcela en metros cuadrados y el resultado se convertía a número de individuos por hectárea. El área basal se obtuvo por de las parcelas establecidas en campo, en cada tabla se calculaba el área basal por especie de mangle. Utilizando la formula;

$$\text{área basal} = \frac{\pi}{4} * Dap^2$$

Para cada bosque se calculó el índice de valor de importancia de cada especie (IVI) como la sumatoria de la densidad (DeR), la frecuencia (FR) y la dominancia (DoR) relativas.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Numero de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos en la comunidad}} * 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de parcelas en los que aparece la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Sumatoria de \u00e1rea basal de todos los individuos de la especie}}{\text{Sumatoria de \u00e1rea basal de toda la comunidad}} * 100$$

Diversidad de especies

La diversidad de especies por subcomunidad arb\u00f3rea se determin\u00f3 mediante los \u00edndices de Shannon y Simpson. La f\u00f3rmula del \u00edndice de diversidad de Shannon es la siguiente:

$$H' = \sum p_i \log P_i$$

En donde,

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

H'= \u00cdndice de Shannon

Pi= Abundancia relativa

Ni= Especies (i)

N= N\u00famero total de individuos

La f\u00f3rmula del \u00edndice de dominancia de Simpson es la siguiente;

$$D_s = 1 - \left(\frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

En donde,

Ds= \u00cdndice de diversidad de Simpson

Ni= Especies (i)

N= N\u00famero total de individuos

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1 Delimitación del área de interés

La delimitación del bosque de mangle en Sipacate-Naranjo la definen factores antrópicos y naturales (ver figura 7). El cambio de uso de la tierra en el área es un factor muy importante al momento de definir los límites del ecosistema manglar. Debido al aprovechamiento de los suelos en el área (para establecimiento de salineras, camaronerías, cultivos y potreros) la cobertura del bosque manglar se ha reducido desde que se establecieron primeras comunidades costeras en el periodo preclásico, cuando los mayas usaban las tierras para la obtención de sal (Coe & Flannery, 1967).

En términos de factores naturales, la delimitación de la comunidad de los manglares en Sipacate-Naranjo se define por medio de la dependencia de requisitos básicos de los manglares para su subsistencia (sustratos lodosos, acceso a agua salina, mareas constantes, corrientes oceánicas, temperatura cálida (Saenger, 2002).

La extensión de las comunidades de mangle se debe a que, los requisitos previamente mencionados no son los ideales para otras comunidades arbóreas. Es por ello que otros árboles tropicales no se establecen donde se encuentra el mangle y el mangle no se establece en donde se encuentran los bosques secos.

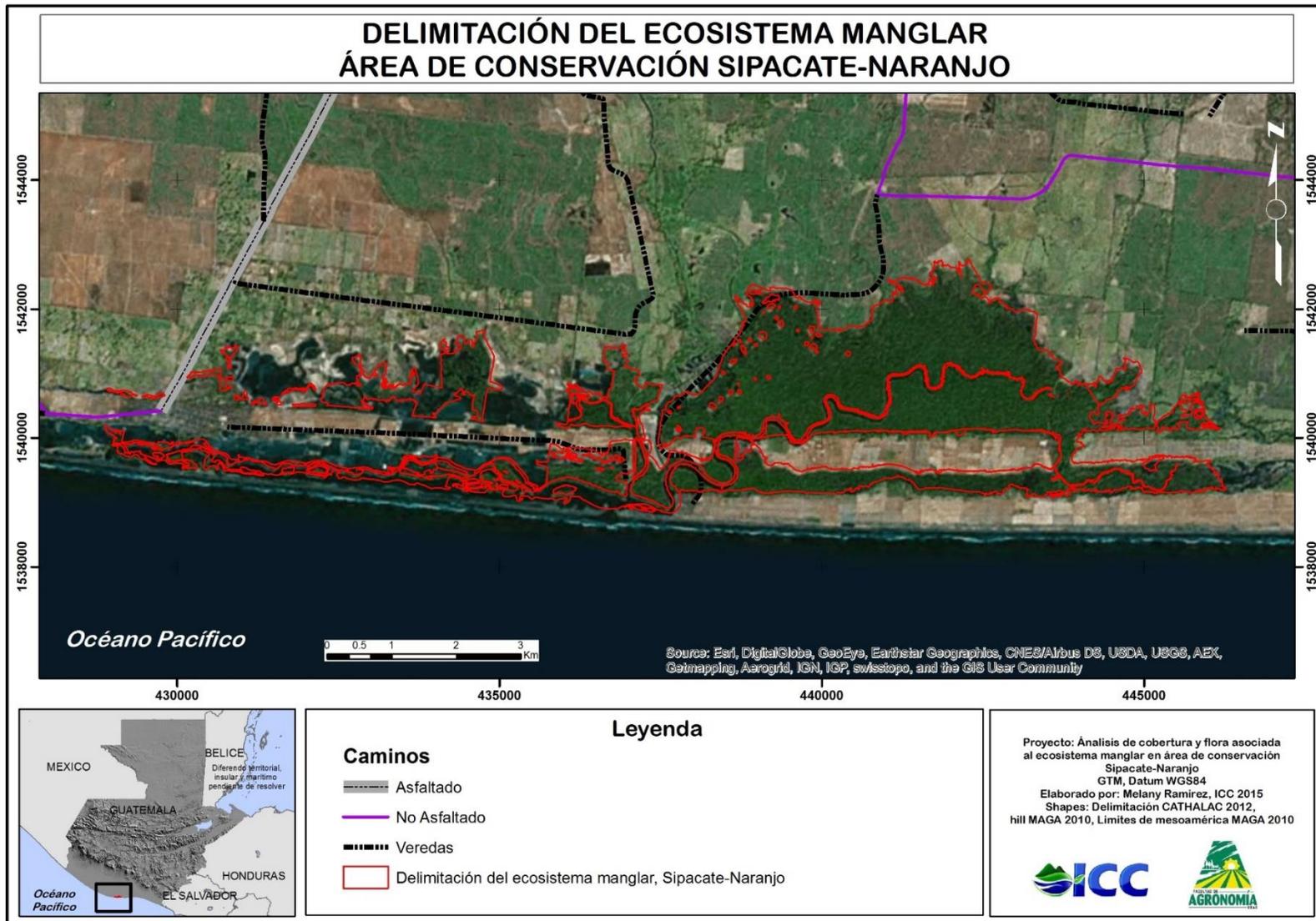


Figura 19. Delimitación del ecosistema manglar año 2,012, área de conservación Sipacate-Naranjo

2.5.2 Composición florística del manglar

Para el año 2015 se observaron 5 especies, consideradas como mangle, tal como aparece en el cuadro 4.

Cuadro 9. Composición florística de Sipacate-Naranjo

Familia	Genero	Especie
<i>Rhizophoraceae</i>	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora racemosa</i> G. Mey
		<i>Rhizophora mangle</i> L.
<i>Acanthaceae</i>	<i>Avicennia</i>	<i>Avicennia germinans</i> L.
<i>Combretaceae</i>	<i>Laguncularia</i>	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.
	<i>Conocarpus</i>	<i>Conocarpus erectus</i> L.

Las especies indicadas con color gris, son las especies encontradas en el área de conservación Sipacate-Naranjo que no habían sido reportadas. En Guatemala se han reportado 4 especies de mangle que representan el 8% de las 49 que han sido reportadas mundialmente. En el caso de *Rhizophora racemosa* solo se ha encontrado, pero no reportado, en el manglar de Manchon Guamuchal en el departamento del Retalhuleu.

A. *Rhizophora racemosa* G. Mey y *Rhizophora mangle* L.

Rhizophora racemosa G. Mey se encontró cercano a casco urbano de Sipacate, al finalizar el estuario al igual que *R. mangle*, aunque *R. mangle* se puede encontrar por toda la ribera del canal de Chiquimulilla y del río Acomé. Las dos especies son simpátricas en el área de estudio. En el área se les conoce como mangle rojo o colorado. Son las dos especies con mayor importancia por los múltiples bienes que brindan a la población local (materiales para construcción, leña y hábitat para peces, aves y cangrejos) (ver figura 20).



Figura 20. Mangle Rojo, situado cercano a aldea El Paredón, Sipacate (*Rhizophora mangle* L por la izquierda y *Rhizophora racemosa* G. Mey por la derecha).

Debido a la presencia de *R. racemosa* y *R. mangle* se hace suponer, la presencia de *Rhizophora harrisonii* Leechm, por ser un híbrido formado por las especies mencionadas. *R. harrisonii* se puede reconocer por el número de bifurcaciones de la inflorescencia. Mientras *R. mangle* presenta entre 1,2 bifurcaciones, y *R. racemosa* entre 5,6,7, *R. harrisonii* presenta entre 3, 4, 5 bifurcaciones.

B. *Avicennia germinans* L.

Esta especie se encontró en parches propios de la especie, usualmente con inundaciones hasta de 0 cm a 30 cm. Así mismo esta especie es simpátrica con *Rhizophora mangle* L. en su mayoría, pero también se encontró dispersa en toda la comunidad arbórea del área. En el área es comúnmente conocida como mangle negro, madresal o ixtatán. La madera del mangle negro no es utilizada, porque los pobladores consideran que no funciona para leña ni para construcción (ver figura 21).



Figura 21. Mangle negro, situado cercano a Sipacate (*Avicennia germinans* L.).

C. *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn.

Laguncularia racemosa (L.) C.F.Gaertn. no presentó parches o una zonificación propia de la especie. Usualmente se encontró en áreas más elevadas cercanas a aldea El Paredón y dispersa en toda la comunidad arbórea del área. Cercano a aldea El Naranjo, las poblaciones de *Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn. se encontraron dispersas junto a *Rhizophora mangle* L. En el área es comúnmente conocida como mangle blanco. La madera del mangle blanco se aprovecha para construcción de cercos y algunas veces para leña (ver figura 22).



Figura 22. Mangle blanco, situado cercano a bocabarra, Sipacate-Naranjo (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn)

D. *Conocarpus erectus* L.

Conocarpus erectus se encontró en pocos lugares, se distribuye por todo el ecosistema e forma dispersa. Es el mangle de menor abundancia de Sipacate-Naranjo y su madera no se aprovecha por los pobladores locales. Comúnmente es conocido como botoncillo o botón (ver figura 23).



Figura 23. Botoncillo, cercano a potreros de Aldea Sipacate-Naranjo (*Conocarpus erectus* L.)

2.5.3 Mapa de cobertura del año 2012

Los resultados de la clasificación realizada muestran 9 categorías en la cobertura del ecosistema manglar (ver figura 24). En ciertas áreas, la técnica de clasificación no supervisada se trabajó junto a fotointerpretación de las fotografías aéreas. En los resultados de la clasificación no supervisada en imágenes Landsat, algunas áreas no se logró diferenciar el uso en la cobertura actual.

Las características visuales, si se comparan con los resultados de las clasificaciones no supervisadas de las imágenes, demuestran que existe una pérdida del detalle gradual de la estructura espacial si se aumentan los tamaños de pixel. Con un tamaño de pixel de 5 metros, el follaje del manglar y los colores son más perceptibles, por lo que se obtienen mejores resultados y más precisos (Kamal, Phinn, & Johansen, 2014).

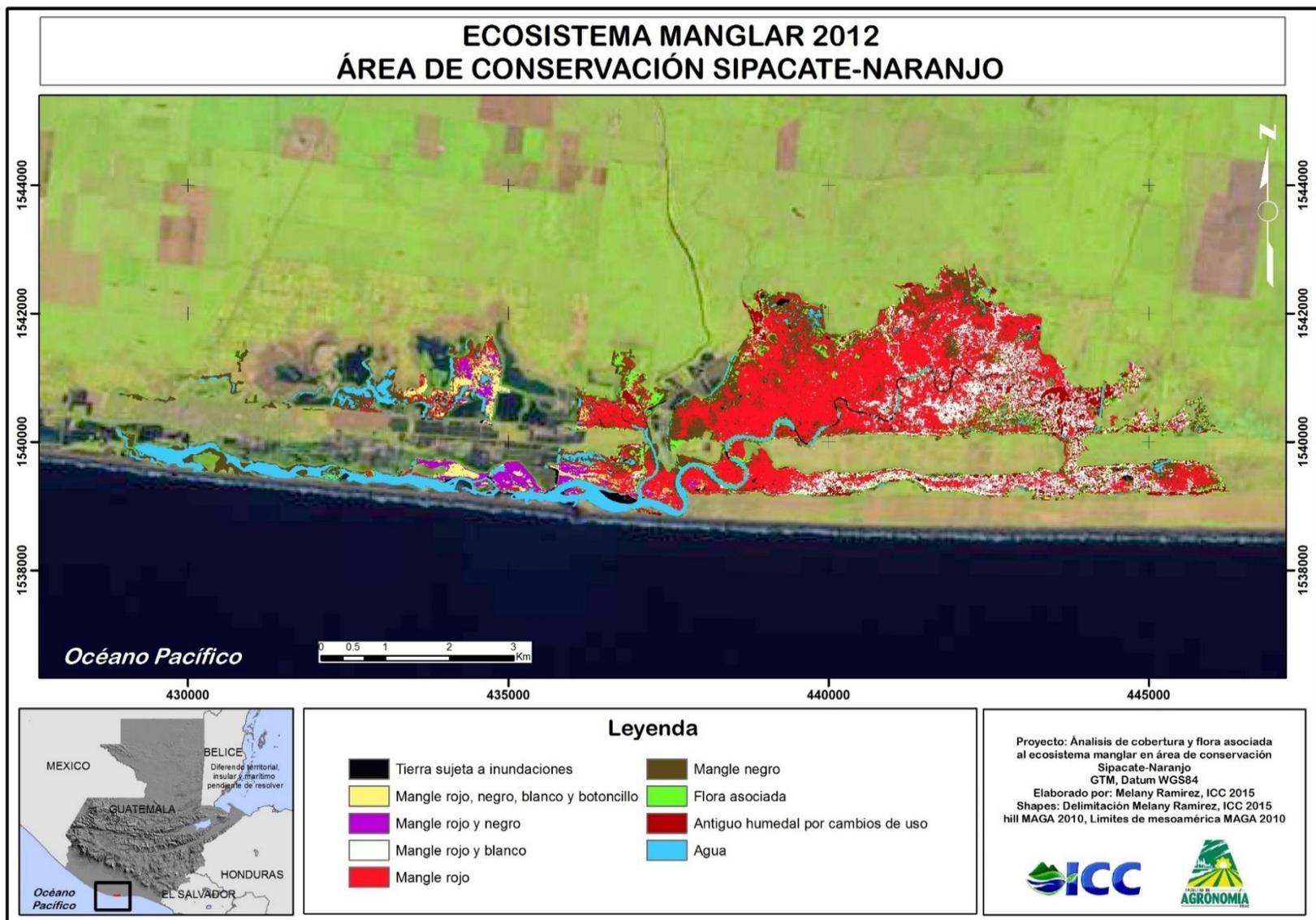


Figura 24. Mapa del ecosistema manglar en área Sipacate- Naranjo

Cuando se realizó la clasificación no supervisada en imágenes Landsat 8 de 30 metros de resolución, el color de cada especie manglar y las propiedades de la estructura es casi imperceptible. Hay diferencias notables al momento de utilizar imágenes de 5 a 30 metros, lo que indica que los tamaños de píxeles de 5 metros o menos son apropiados al momento de mapear una zona de pequeña escala.

La delimitación del contorno del ecosistema manglar, el resultado obtenido difiere mucho de los resultados si el área de interés no es aislada de sus alrededores antes de realizar la clasificación no supervisada. Los resultados mejoran si solo se trabaja la zona de interés y no en forma global. En algunos estudios Salam (2011) mencionan que los mangles pueden tener la misma reflectancia que otro tipo de cobertura (palmas, campos de arroz, etc.).

Entre las causas a las diferencias de superficie y distribución entre los mapas realizados del ecosistema manglar en la zona previos a este, se deben a la escala de trabajo, la fecha de imagen de satélite y la toma de datos del trabajo en campo. Lo que se refleja en los tamaños de superficie de cada especie del mangle, su ubicación y distribución. Aunque el procesamiento de la imagen digital de 5 metros fue capaz de clasificar las especies del bosque manglar, le faltaron detalles comparados a los resultados que se hubiera previsto en una clasificación de una imagen con mejor resolución. La observación que se realizó en campo reveló que hay un poco más de clases que se pudo haber identificado si imágenes con mejor resolución estuvieran disponibles. Sin embargo, se puede resaltar que la metodología que se utilizó tuvo resultados bastante satisfactorios, debido a que se pudieron diferenciar las especies de mangle y reflejan la realidad observada en campo.

Las nueve categorías se distribuyeron de la siguiente forma:

- 1) Mangle rojo
 - a. *Rhizophora mangle* L. y *Rhizophora racemosa* G. Mey.
- 2) Mangle negro
 - a. *Avicennia germinans* L.
- 3) Mixto A (mangle rojo y mangle blanco)
 - a. *Rhizophora mangle* L., *Rhizophora racemosa* G. Mey. y *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaerth
- 4) Mixto B (botoncillo, mangle negro y mangle blanco)
 - a. *Avicennia germinans* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaerth y *Conocarpus erectus* L.
- 5) Mixto C (mangle negro y mangle rojo)
 - a. *Rhizophora mangle* L., *Rhizophora racemosa* G. Mey. y *Avicennia germinans* L.
- 6) Superficie de agua
- 7) Pérdida por cambio de uso reciente 2006-2012
- 8) Tierra sujeta a inundaciones
- 9) Flora arbórea acompañante

Debido a la similitud en la firma espectral entre el *Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa* y *harrisonii* entre *Avicennia germinans* y *Avicennia bicolor* no se pudo diferenciar especies del mismo género a la hora de realizar las clasificaciones no supervisadas.

2.5.4 Firmas espectrales de las especies

Según la clasificación no supervisada y verificación en campo se logró obtener los datos de las firmas espectrales de cada categoría. En la clasificación no supervisada, las superficies de cada categoría fueron separadas por sus firmas espectrales, siendo más notable la separación de las coberturas forestales con el agua. La discriminación de la

vegetación, las superficies de agua y suelos concuerda con lo observado en campo. En el siguiente cuadro se pueden observar las medias de las firmas espectrales de las categorías que se tuvieron como resultados de las clasificaciones no supervisadas (ver cuadro 10).

Cuadro 10. Medias de firmas espectrales en categorías del manglar

No.		BANDA 1	BANDA 2	BANDA 3	BANDA 4	BANDA 5
1	Agua	5.16E+03	3.25E+03	1.81E+03	1.58E+03	1.27E+03
2	Suelos desnudos	5.14E+03	3.54E+03	2.10E+03	2.39E+03	2.88E+03
3	Flora asociada	5.40E+03	4.30E+03	2.65E+03	3.88E+03	6.86E+03
4	Mixto a	5.23E+03	3.85E+03	2.29E+03	3.07E+03	4.76E+03
5	Mixto b	5.06E+03	3.65E+03	2.02E+03	3.13E+03	6.09E+03
7	Mangle negro	5.25E+03	4.06E+03	2.31E+03	3.63E+03	7.08E+03
8	Mangle rojo	5.04E+03	3.74E+03	2.04E+03	3.50E+03	7.61E+03
9	Mixto c	4.99E+03	3.71E+03	1.95E+03	3.64E+03	8.94E+03

En donde:

- Banda 1: 440 – 510 nm (azul)
- Banda 2: 520 – 590 nm (verde)
- Banda 3: 630 – 685 nm (rojo)
- Banda 4: 690 – 730 nm (Red-Edge)
- Banda 5: 760 – 850 nm (IR cercano)

En una proporción visible del espectro, el reflejo de los componentes azul y rojo es comparablemente bajo ya que estas proporciones son absorbidas por la planta. La reflectancia en el Infrarrojo cercano es alta, pero la cantidad depende del desarrollo de la hoja y su estructura celular.

En la figura 25 se puede observar que el agua, comparada con la vegetación y lo suelos fangosos o desnudos, tuvo una menor reflectancia. La vegetación se mantuvo arriba del 50% de la reflectancia, y los suelos por en medio del agua y la vegetación. Con la ayuda de la banda 5 (infrarrojo), se logró realizar una calificación de las especies, por las longitudes de onda de la banda (ITC, 2009). La categoría mixto c, fue la que más reflejó en la banda 5, esto se debe a la baja cantidad de energía que la clorofila de los individuos de esta de

categoría (Mangle negro y rojo), está absorbiendo (ITC, 2009). En la teoría, Cuando la vegetación sufre estrés, los valores de la banda roja suben y los de la banda del infrarrojo bajan.

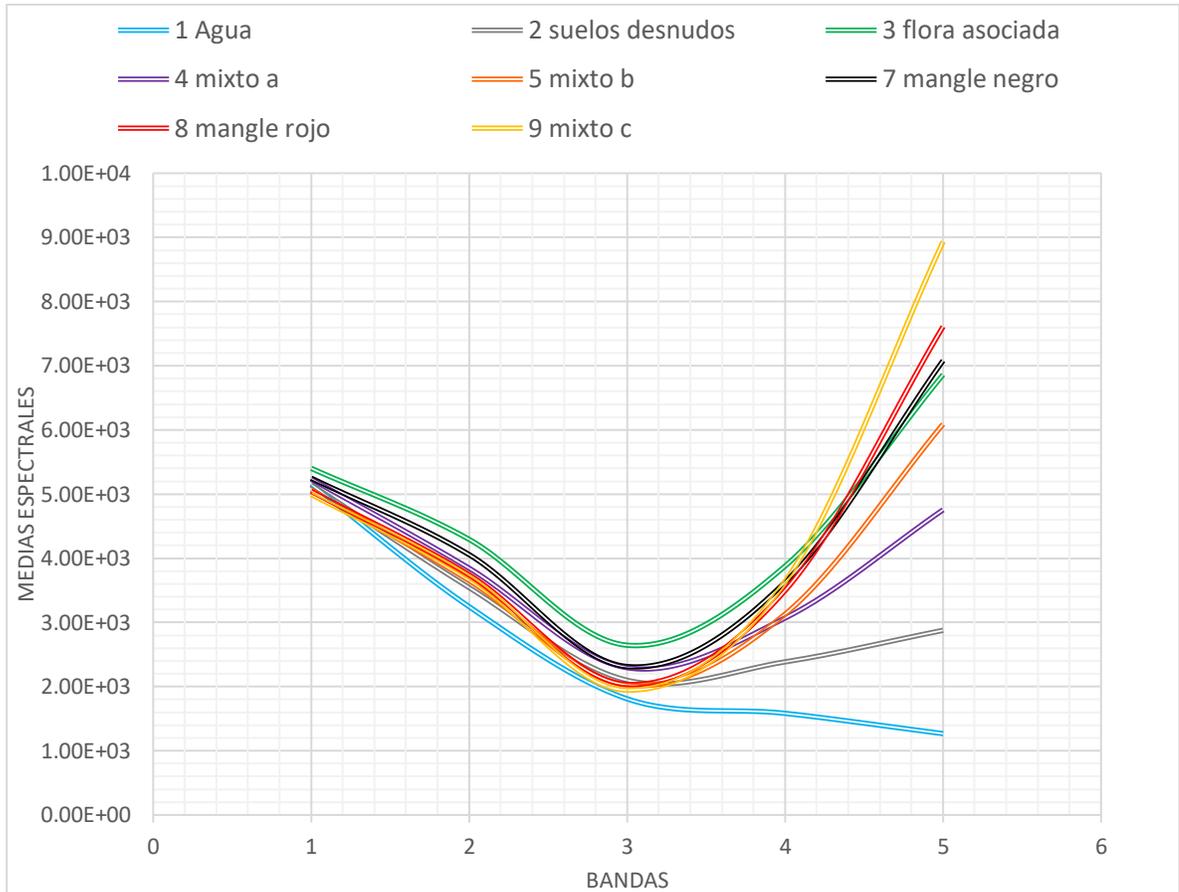


Figura 25. Respuestas espectrales de categorías del ecosistema manglar

2.5.5 Superficie del ecosistema manglar

Para la medición elaborada con imágenes RapidEye de resolución espacial de 5 metros se estimaron 1798.64 ha. Las diferencias con mediciones anteriores se pueden deber a que en este estudio se utilizaron imágenes satelitales con mejor resolución y la validación en campo fue mayor.

2.5.6 Superficie de cada especie de mangle

En el cuadro 11 y figura 26, se muestra que la mayor parte de la cobertura del manglar es ocupada por mangle rojo (*Rhizophora*) con 983.57 ha siendo el 55% del total de superficie del ecosistema manglar. Seguido (ver figura 27), se encuentra el mangle negro (*Avicennia*) con 334.36 ha y con el 18% de cobertura. Esto sin sumar los porcentajes de cobertura en los bosques mixtos (ver figuras 28, 29 y 30). La flora asociada representa una pequeña parte con el 4%, siendo 83.38 ha.

Cuadro 11. Área de cada categoría en metros cuadrados y en hectáreas y hectáreas del año 2012.

Áreas por categorías del año 2012				
Cobertura	Metros ²	Hectáreas	Porcentaje	Descripción
Flora arbórea acompañante	833800	83.38	4.48%	Flora arbórea/ bosque seco
Mangle Negro	3343550	334.36	17.95%	<i>Avicennia germinans</i>
Mangle Rojo	9835650	983.57	52.80%	<i>Rhizophora mangle y/o racemosa</i>
Mixto A	1307875	130.79	7.02%	<i>Rhizophora mangle y/o racemosa</i> <i>Laguncularia racemosa</i>
Mixto B	1219025	121.9	6.54%	<i>Rhizophora mangle y/o racemosa</i> <i>Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Conocarpus erectus.</i>
Mixto C	1446575	144.66	7.77%	<i>Avicennia germinans, Rhizophora mangle y/o racemosa</i>
Cambio de uso reciente	457575	45.76	2.46%	<i>Pérdida de cobertura boscosa 2005-2012</i>
Suelos inundables	182975	18.3	0.98%	pueden ser arenas o suelos cubiertos con agua muy poca profunda
TOTAL	18627025	1862.7	100%	

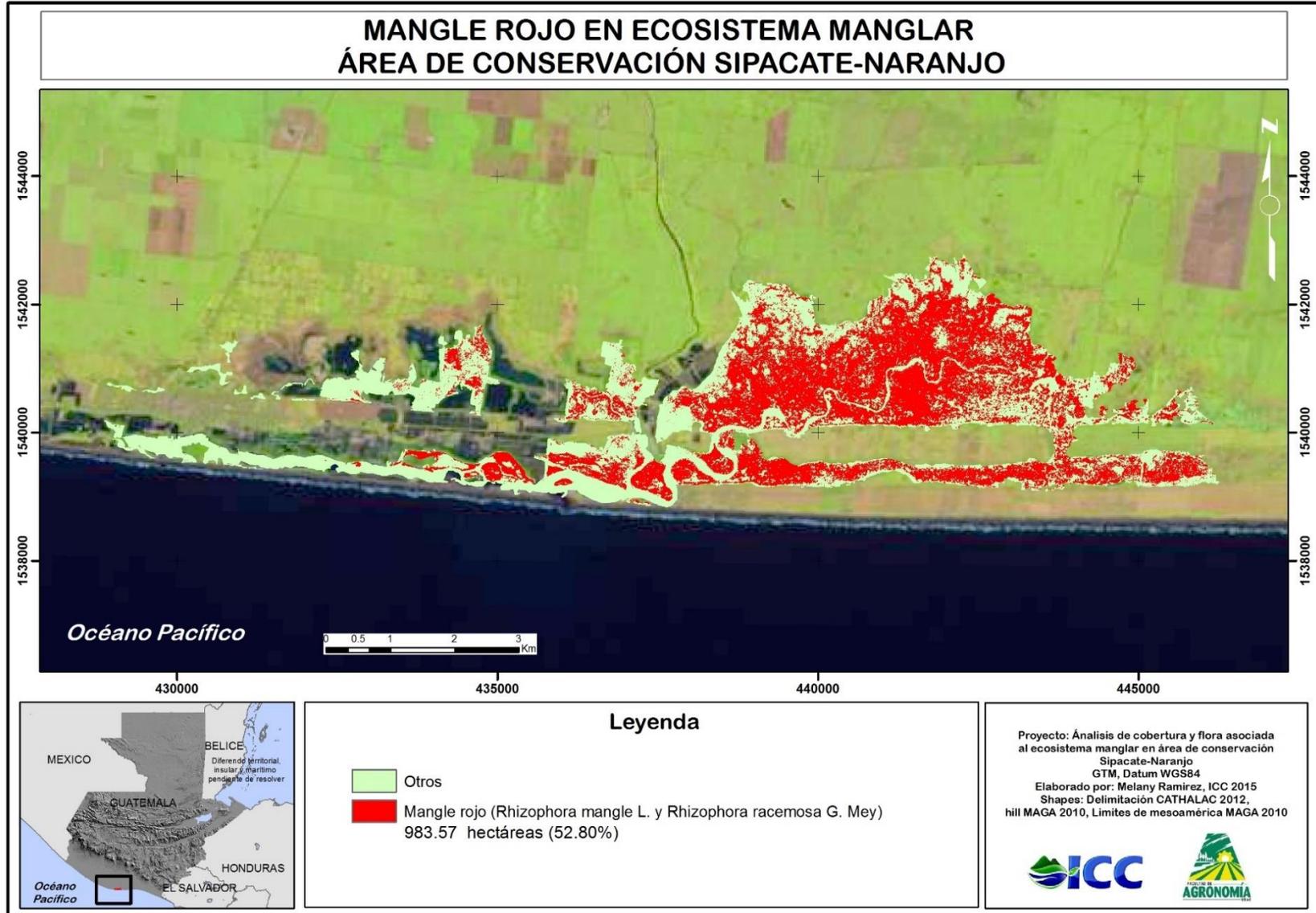


Figura 26. Mangle rojo en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo

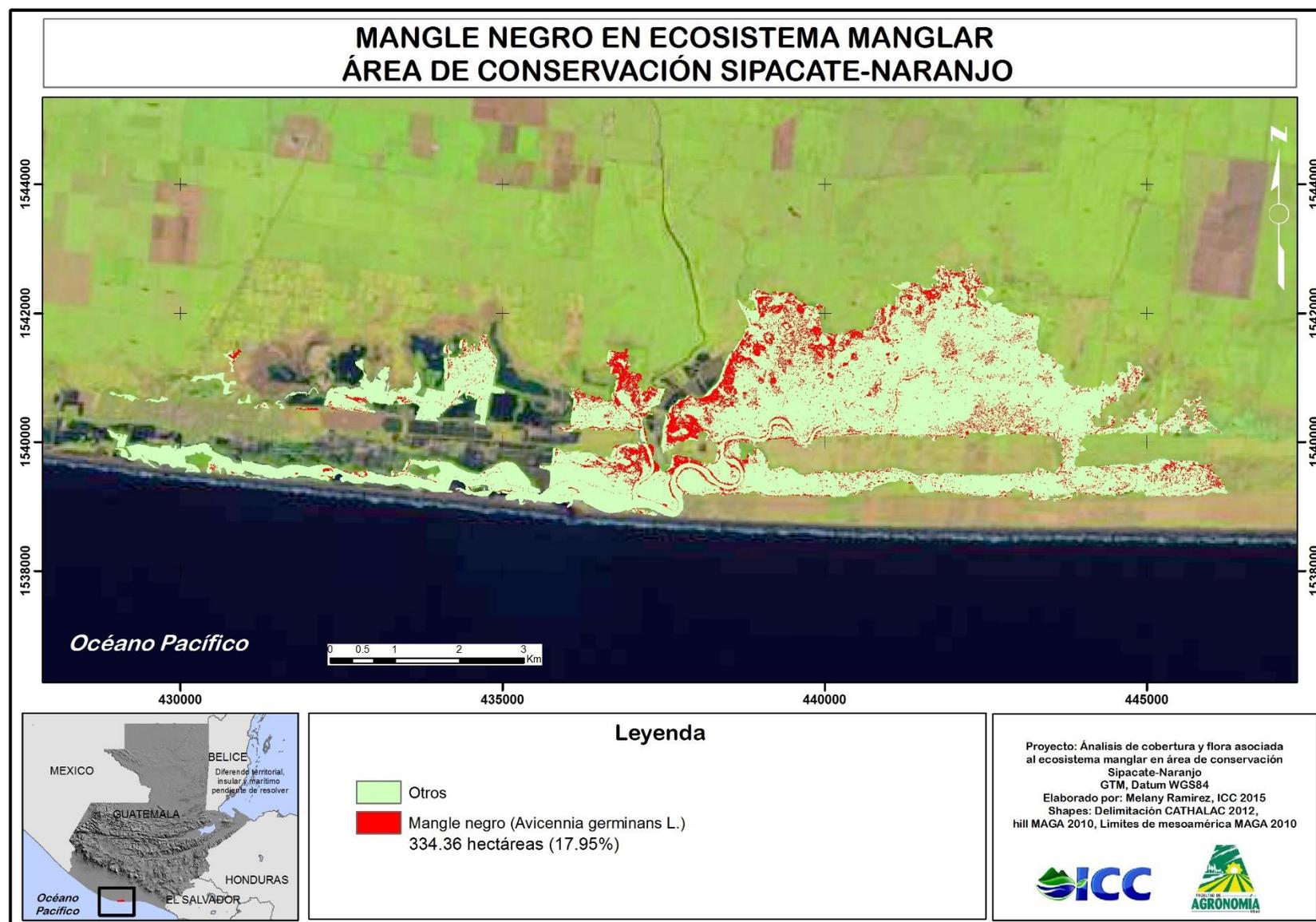


Figura 27. Mangle negro en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo.

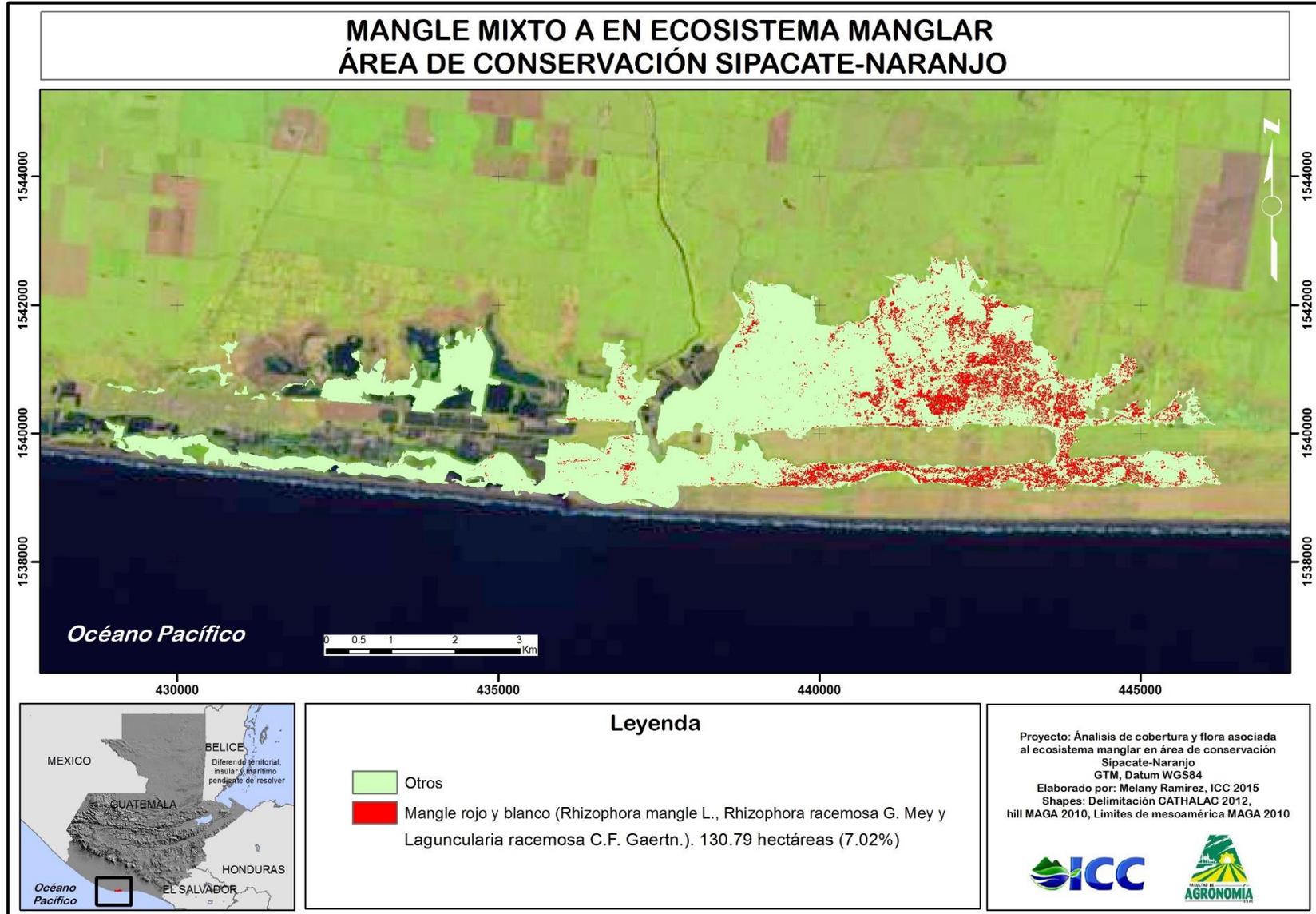


Figura 28. Mangle Mixto A en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo

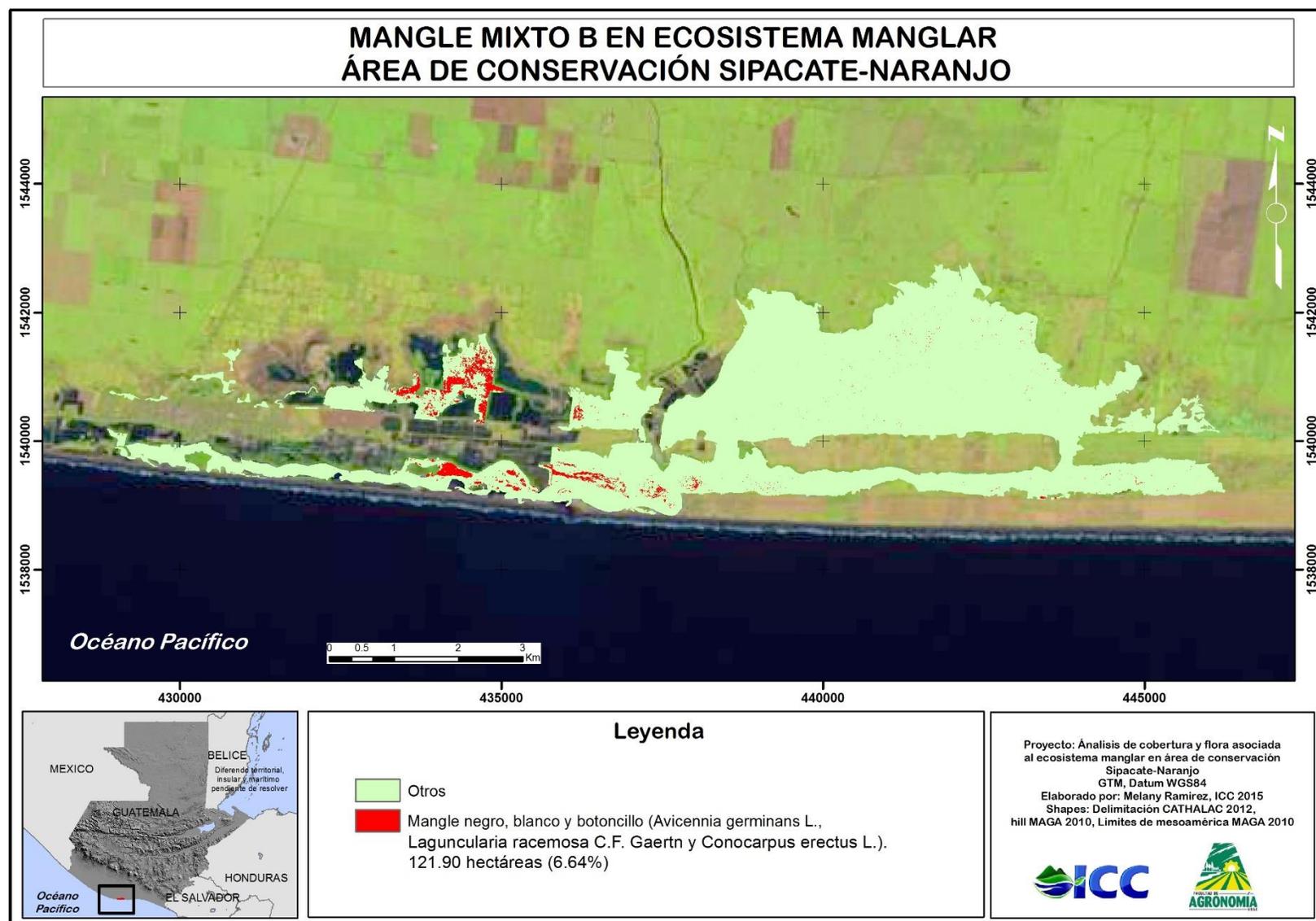


Figura 29. Mangle Mixto B en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo

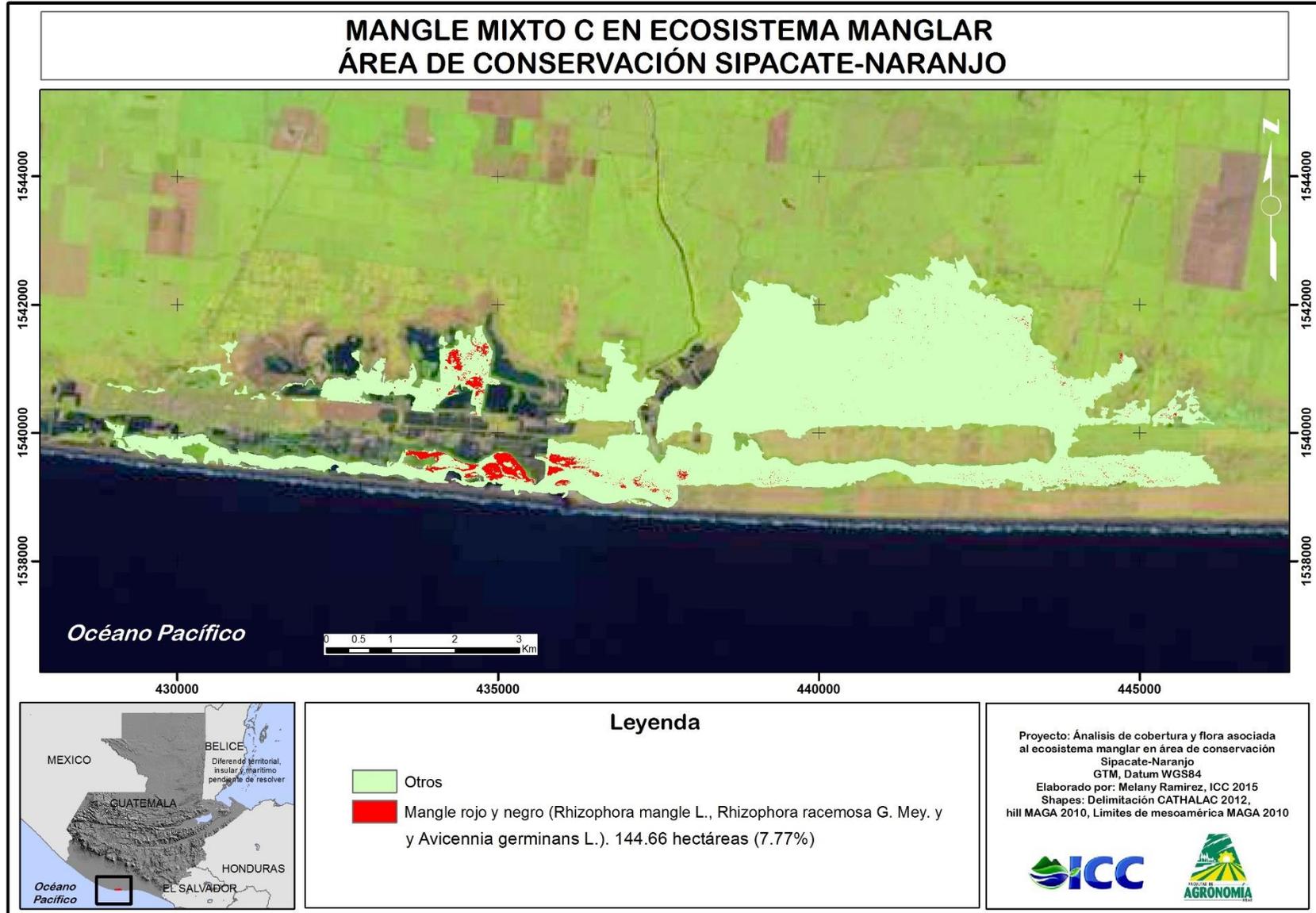


Figura 30. Mangle Mixto C en ecosistema manglar, área de conservación Sipacate-Naranjo

2.5.7 Clasificación de las sub comunidades en el ecosistema manglar

Como se puede observar en la figura 19, los manglares presentan una tendencia a la zonación. La zonación se debe a una correlación con variaciones topográficas y geomorfológicas, donde las especies muestran preferencia según su interacción con las mareas o el tiempo a estar sumergida en el agua. (Smith, 1992) Otros autores señalan la importancia de la retención de salinidad de la zona (Wang, Li, Li, Wang, & Mu, 2010)

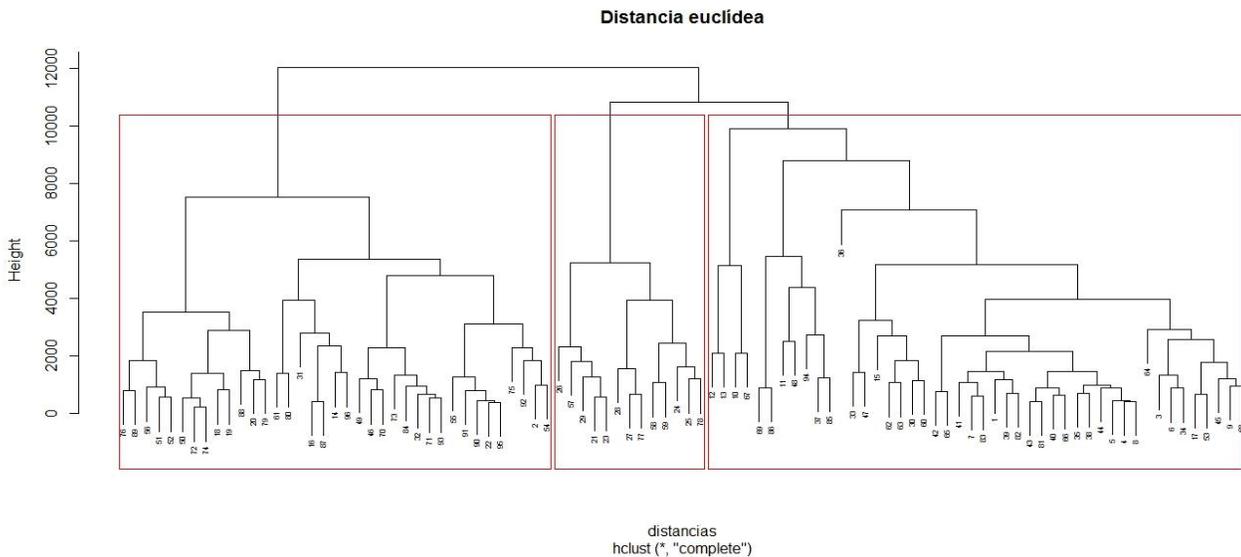


Figura 31. Análisis de conglomerados en ecosistema manglar Sipacate- Naranjo

Como resultado se obtuvieron 3 subcomunidades. La primera subcomunidad está compuesto por 40 parcelas, donde domina principalmente el género *Rhizophora* seguido por *Avicennia*. La segunda Subcomunidad se compone por 7 parcelas que se encuentran cercanas a la bocabarra, en el grupo están representadas todas las especies del mangle uniformemente. Por último, la tercera subcomunidad grande está compuesto por 52 parcelas donde principalmente se encuentra *Rhizophora* mermado con *Laguncularia racemosa*.

Las características terrestres de cada bosque manglar se especifican a continuación:

A. Subcomunidad de manglar mixto (mangle rojo, mangle negro, mangle blanco y botoncillo)

Se desarrolla donde comienza la zona intermareal. Es la subcomunidad con mayor variedad en especies maglares en la zona, como respuesta a las condiciones ambientales que se presentan en el área. A pesar de ser una zona tan cercana a la bocabarra, las elevaciones en donde se encuentran los bosques son más altas y los niveles de inundación son bastante bajos.

B. Subcomunidad *Rhizophora* – *Avicennia* (mangle rojo y negro)

Ubicada al finalizar el Canal de Chiquimulilla, el grupo de *Rhizophora* y *Avicennia* es una subcomunidad con poca variedad en especies por sus condiciones ambientales. Se caracteriza por tener periodos de inundación largos, niveles de agua altos y los sustratos de suelo son suaves y profundos. Esta subcomunidad crece como una estrecha franja en el cieno y lodo a lo largo del río. Usualmente los manglares donde hay *Avicennia* presentan un suelo altamente reductor y con alto contenido de sulfuros (Mckee, 1993). Es por ello que la zona no presenta las condiciones aptas para otras especies.

C. Subcomunidad *Rhizophora*- *Laguncularia*

Las especies que forman el tercer grupo representan las especies de *Rhizophora* y *Laguncularia racemosa*. Estas especies habitan en suelos inundados por tiempos prolongados con un porcentaje de salinidad casi nulo, ya que es la zona más alejada a la bocabarra. Estas especies están asociadas a la *Pachira aquatica*, Aulb. y otras especies en suelos más secos. La *Pachira aquatica* Aulb. y *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaerth son especies que limitan los manglares y denotan una fase final a la sucesión de este bosque. Normalmente se encuentran en pisos altitudinales más altos.

2.5.8 Relación distribución del manglar -niveles de inundación

Identificar las razones de la distribución y la abundancia de las especies determinadas por factores ambientales resulta complicado. Se necesita conocer cada factor y obtener los datos de cada zona en donde se trabaja. Muchos estudios indican que el hidroperiodo es un factor que influye en la distribución vertical de mangles en un ecosistema. (Tomlinson, 1986) & (Monroy- Torres & Flores , 2014). El hidroperiodo de los manglares de Sipacate-Naranjo dura tan solo unas horas y ocurre diariamente. Otros autores como (Kjerfve, 1990) conceden la distribución de las especies manglares a la temperatura superficial del agua.

En Sipacate-Naranjo, los niveles de agua son más altos en la parte central. La comunidad donde se presenta un espesor hídrico mayor es donde se encuentran *Rhizophora* y *Avicennia*. En general, donde se ven las áreas con color azul marino, los niveles de agua llegan a más de un metro. En el grupo dos, donde se establecen *Rhizophora* y *Laguncularia* existen patrones moderados de inundación (máximo 1 metro y mínimo 0.3 m). Por último, está la tercera subcomunidad, ubicada en la zona supralitoral. Este bosque se compone de *Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia* y *Conocarpus*, en esta sección de bosque los niveles de agua no son tan altos (ver figuras 20 y 21).

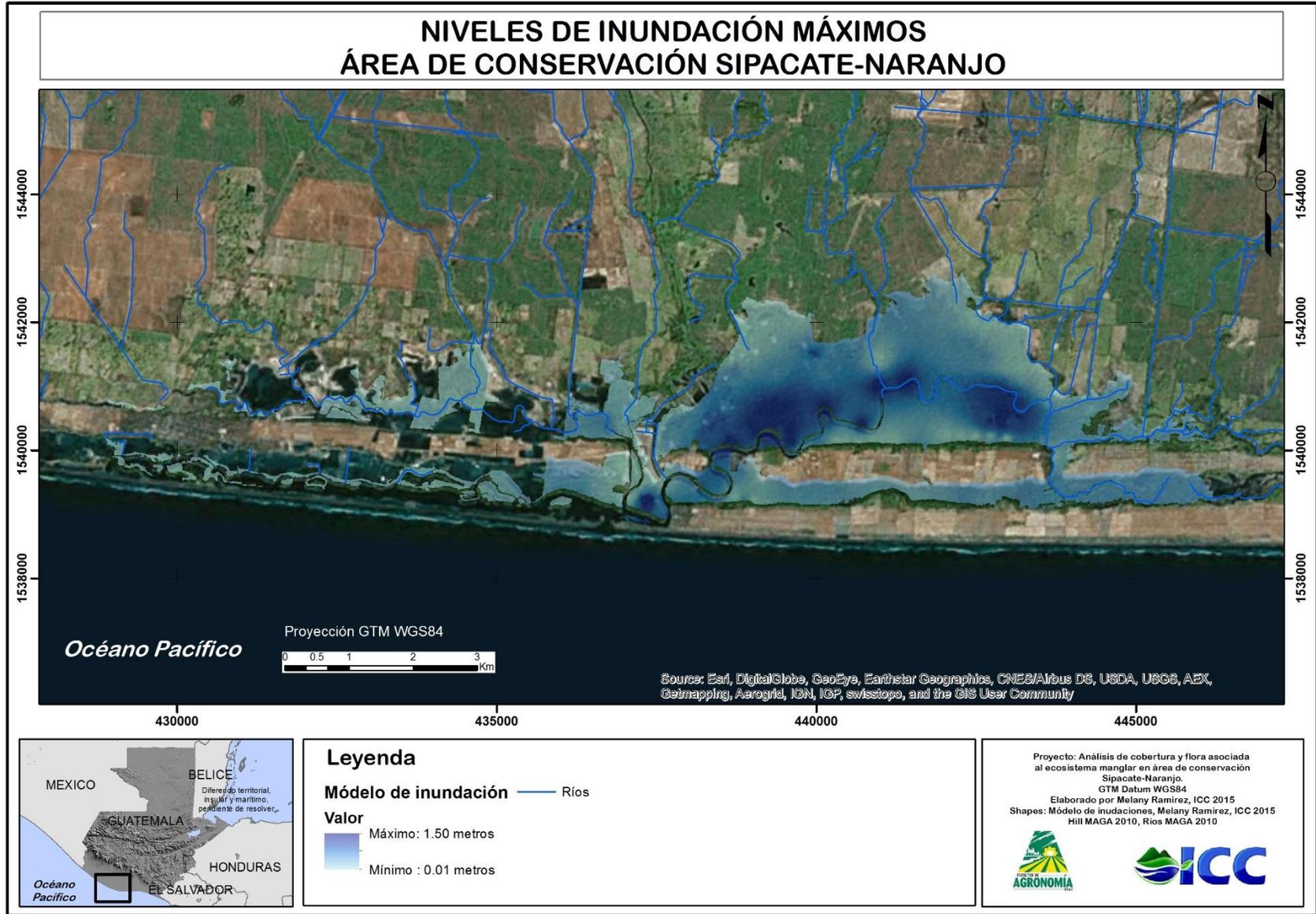


Figura 32. Niveles de inundación máximos en el área de conservación Sipacate-Naranjo

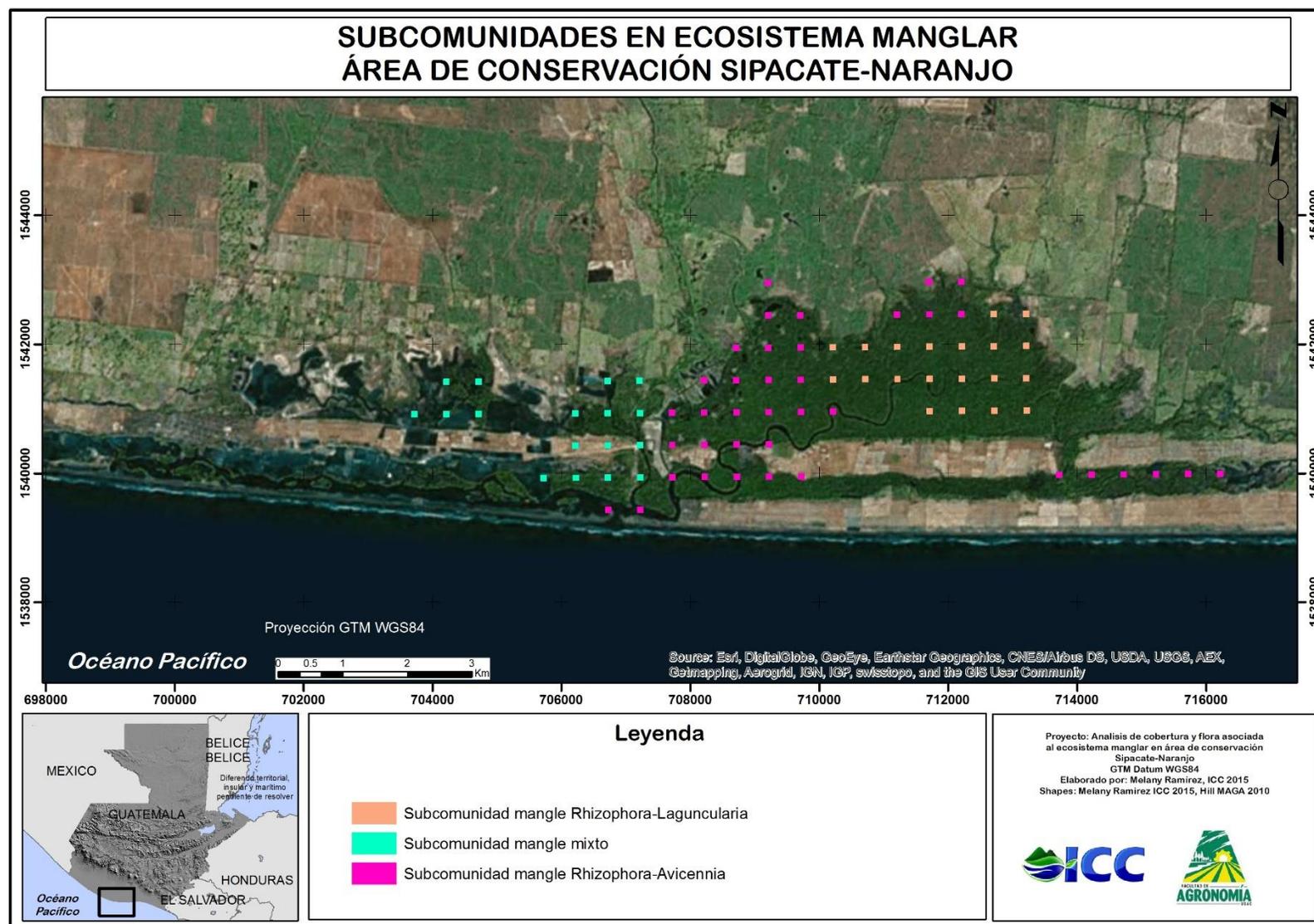


Figura 33. Subcomunidades en ecosistema manglar del área de conservación Sipacate-Naranjo

En la figura 34 se puede observar la abundancia de las especies distribuidas en los 3 subcomunidades según el análisis de conglomerados.

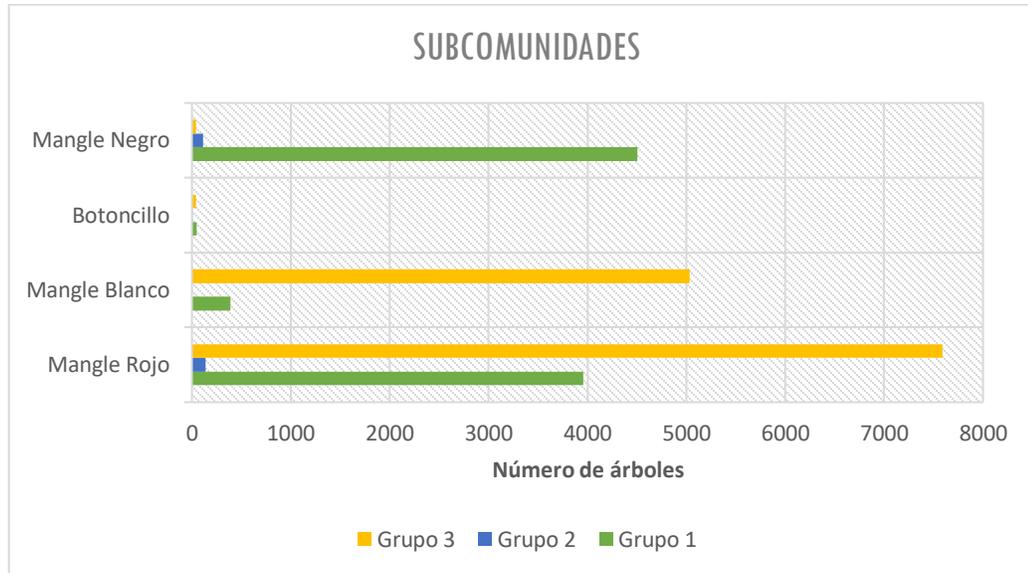


Figura 34. Gráfica de comparación de abundancia de especies dentro de comunidades vegetales

2.5.9 Relación distribución del manglar – salinidad

En la toma de datos en campo, se logró observar las diferencias de salinidad a lo largo del río Colojate. En la zona intermareal, los porcentajes de salinidad son mayores (llegando a 35% de salinidad) a los que se observan cercanos a aldea el Naranjo, donde los porcentajes se encuentran 0- 0.20%. las especies que se encuentran en las áreas con mayor salinidad son *Avicennia* y *Rhizophora*, conocidas por tener una alta tolerancia a condiciones climáticas extremas. En los manglares de Sipacate, al Oeste del área, se pueden encontrar parches de bosque donde los vientos y mareas han afectado el crecimiento de los mangles. Al Este donde se encuentran los bosques de *Laguncularia* junto a *Rhizophora*, no existe un mayor intercambio de aguas salinas y agua dulce, es ahí donde desciende el cauce del río Colojate, uniéndose con el canal de Chiquimulilla.

2.5.10 Sucesiones del ecosistema manglar

“Habitualmente los manglares también tienden a revelar un proceso de sucesión, algunas sucesiones más estrechas que otras y otras más alargadas.” (Lugo, 1980), Teóricamente la secuencia determinada es la siguiente; *Rhizophora*, usualmente en la ribera donde alcanzan las mareas (Cintrón, 1983). Posteriormente se observa *Laguncularia* donde el terreno es más firme, seguido de *Avicennia* donde la salinidad aumenta. Por último, se establece el *Conocarpus* en suelos más secos y firmes, y posteriormente otro tipo de árbol en suelos más secos.

En la zona de estudio esta sucesión no se cumple de manera exacta. En el área de estudio se observó que *Rhizophora* y *Avicennia* siguen una secuencia al pasar la zona alta y media de inundación, en algunas ocasiones mezcladas formando un bosque mixto, pero las especies *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* se encuentran dispersas no siguiendo un patrón de sucesión. Chapman (1976) explicó estas sucesiones como cíclicas, siendo una forma más realista de conceptualizar las sucesiones de los ecosistemas costeros. Por una sucesión cíclica Chapman se refería a dos o más etapas en que las sucesiones del mangle pueden oscilar hacia adelante y atrás bajo la influencia de factores ambientales. Lugo (1980) atribuye estos factores ambientales como la temperatura del aire, salinidad del suelo, profundidad del agua y niveles de nutrientes en suelo.

La sucesión del mangle en Sipacate Naranjo incluso cambia según la distancia a la bocabarra, debido a los contenidos de sal en el río o alturas sobre el nivel del mar, ya que en zonas alejadas de la bocabarra no se da el intercambio de aguas saladas y dulces. Por lo tanto, en la zona más alejada a la bocabarra, cercano a la aldea el Naranjo se presenta otro tipo de sucesiones. *Rhizophora* y *Laguncularia* se encuentran dispersas junto a *Pachira aquatica* Aubl. y no se encuentra *Avicennia*. Seguido de estas especies se presenta otro tipo de flora acompañante. Los bosques de los mangles y la distribución de las especies no se presentan como homogénea. Cada especie requiere condiciones diferentes y la dinámica del ecosistema manglar se muestra influenciada por el medio en donde se establece.

2.5.11 Área basal y área basal relativa de las especies

En el área *Rhizophora mangle* L. y/o *Rhizophora racemosa* G. Mey presenta la mayor área basal, con 265,994 seguido del *Avicennia germinans* L. con 151,681, luego *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaerth con 15,707.99 y por ultimo *Conocarpus erectus* L. 15,040.53, que es la especie más escasa en la zona (ver cuadro 12).

Cuadro 12. Tabla de diámetros de las especies de mangle en ecosistema manglar Sipacate- Naranjo

Espece	DAP mayor (cm)	DAP menor (cm)	Promedio DAP (cm)	Altura Promedio (m)	DAP relativo
<i>Rhizophora mangle</i> L. y <i>Rhizophora racemosa</i> G. Mey	69	4.5	14.6	8.76	26.5213442
<i>Avicennia germinans</i> L.	79	3	16.11	10.31	29.2643052
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaerth	90	3	16.04	10.63	29.137148
<i>Conocarpus erectus</i>	34	3.4	8.3	7.66	15.0772025
			55.05		100

2.5.12 Densidad

La densidad es la cantidad de árboles que se encontraron por hectárea. En el cuadro 8, se muestran las densidades de árbol por cada parcela. Existe un promedio de 647 árboles por hectárea del manglar, de los cuales, 315 árboles pertenecen a la familia *Rhizophora*, 233 a *Avicennia*, 77 a *Laguncularia racemosa* y por ultimo 19 árboles son de *Conocarpus erectus*.

Cuadro 13. Árboles por hectárea en parcelas de muestreo

Numero de parcela/Especie	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Conocarpus erectus</i>	Total, de árboles /Ha
1	40	630	0	0	670
2	400	0	0	0	400
3	230	290	0	0	520
4	30	580	30	0	640
5	140	530	60	0	730
6	160	240	20	0	420
7	150	375	0	0	525
8	375	100	0	0	475
9	100	380	50	0	530
10	450	450	0	25	925
11	120	490	250	0	860
12	0	870	60	280	1210
13	10	540	410	0	960
14	0	410	10	270	690
15	600	225	350	0	1175
16	133	566	0	0	699
17	375	175	125	0	675
18	33	383	200	0	616
19	125	200	75	0	400
20	330	230	0	0	560
21	10	420	170	0	600
22	62	555	100	0	717
23	40	210	280	0	530
24	90	410	120	0	620
25	637	0	0	0	637
26	600	0	0	0	600
27	480	0	0	0	480
28	510	0	0	0	510
29	525	0	0	0	525
30	250	266	0	0	516
Promedio	234	318	77	19	647
total	7005	9525	2310	575	19415
Desviación estándar	209	227	114	70	202

En el cuadro 14, se muestran los resultados de la abundancia y frecuencia de las especies de mangle.

Cuadro 14. Abundancia y frecuencia de las especies de mangle

Espece	Abundancia	Abundancia Relativa	frecuencia	frecuencia relativa
<i>Rhizophora mangle</i> L. y/o <i>Rhizophora racemosa</i> G. Mey.	15890	0.59660947	102	0.36690648
<i>Avicennia germinans</i> L.	7493	0.28135521	92	0.33093525
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaerth	2989	0.11222293	71	0.25539568
<i>Conocarpus erectus</i> L.	261	0.00981239	13	0.04676259
	26633	1	278	1

El árbol con mayor abundancia es *Rhizophora* seguido por *Avicennia* y por ultimo *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*.

2.5.13 Índices de diversidad

En el cuadro 10, se muestran los índices de diversidad alfa y su descripción.

2.5.14 Dinámica de la comunidad manglar

Existe presión negativa en el ecosistema manglar del área de interés. A pesar de que el área desde el año 2000 es manejada por el CONAP siguen existiendo zonas que quedan fuera del área de manejo, también se debe agregar que el área de estudio no es legalmente un área protegida. Por lo tanto, no se aplican las regulaciones de un área protegida como tal.

Cuadro 15. Índices de diversidad alfa en grupos de vegetación del ecosistema manglar

	Índice de diversidad alfa	Valor	Descripción
Grupo 1	Shannon	0.71	Especies dominantes <i>Rhizophora</i> y <i>Avicennia</i> . Con diversidad baja y una dominancia alta. Muestra una riqueza media relativa a la cantidad de especies de mangle en el área.
	Simpson	0.90	
	<i>Simpson (1-n)</i>	0.32	
Grupo 2	Shannon	0.50	Especie dominante <i>Rhizophora</i> . Con diversidad relativamente media. riqueza media y dominancias de las especies también media.
	Simpson	0.45	
	<i>Simpson (1-n)</i>	0.52	
Grupo 3	Shannon	0.50	Todas las especies de mangle se encuentran dispersas uniformemente. Con diversidad relativamente media. Riqueza media, alta homogeneidad y dominancias de las especies también media.
	Simpson	0.55	
	<i>Simpson (1-n)</i>	0.48	

2.5.15 Crecimiento y regeneración del manglar

CONAP junto a la organización privada, realizan talleres de concientización a las comunidades que viven dentro del área. Por otra parte, se realizan reforestaciones continuas en el área, lo que ha permitido una recuperación de bosque en la zona.

Una de las características del manglar Sipacate - Naranjo es que a pesar de las perturbaciones que existen hacia el ecosistema se puede observar una considerable cantidad de regeneración natural. En la mayor parte de las parcelas establecidas se encontró plántulas de *Avicennia* y *Laguncularia racemosa*, pero mayormente de *Rhizophora*. El promedio de regeneración natural en *Rhizophora* es de 15 plántulas por metro cuadrado. En posteriores mediciones de las reforestaciones realizadas se calculó un promedio de alrededor de 25 plántulas por m².

2.5.16 Intervenciones antropogénicas en el ecosistema manglar.

Los sondeos que se realizaron indican los impactos antropogénicos de los mangles de Sipacate- Naranjo. El ecosistema ha sido alterado por extracción de madera, polución, la degradación del suelo en áreas de Sipacate, puntos focales de contaminación por desechos sólidos, y apropiación de terrenos donde hay humedales.

Los mangles juegan un papel importante en la economía de las comunidades costeras, ya que provee muchos servicios y bienes a las poblaciones humanas. Servicios como protección costera, estabilización, hogar para muchas conchas, caracoles, cangrejos y una gran variedad de productos que los pobladores de Sipacate, El Paredón y el Naranjo utilizan. Además, en la zona, la madera del mangle rojo es bien aprovechado para la construcción de ranchos, cercos y también se utiliza con fines energéticos.

Según el análisis en imágenes satelitales (ver figura 35), se puede observar pérdidas de cobertura manglar desde el año 2005 considerables por cambio en el uso de la tierra. Es común que las regiones donde se establece los manglares sufran pérdidas debido a los múltiples servicios que brindan estos ecosistemas. En la figura 23 se muestra el cambio de uso que se ha dado desde el año 2003 (imagen superior) al año 2015 (imagen inferior), donde se puede observar una zona de suelo desnudo con fines de agricultura. La transformación más notable del manglar que se ha producido son las zonas convertidas en proteros, o espacios lotificados para posteriores áreas de cultivos. El cultivo de camarones también representa una de las causas más importantes de los cambios en la cobertura del manglar.

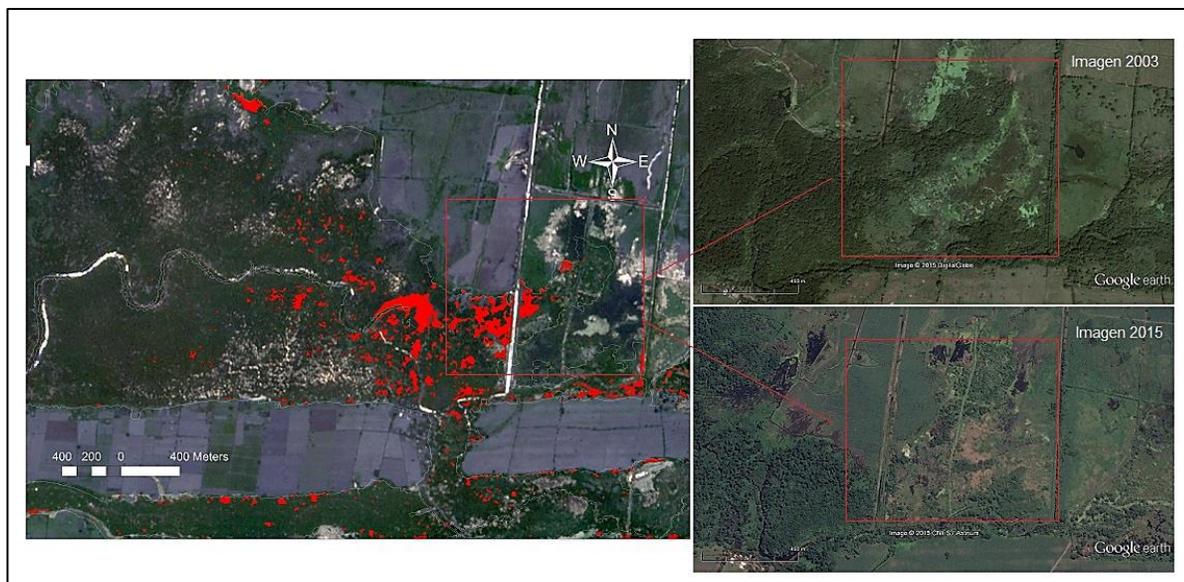


Figura 35. Pérdida de bosque del año 2003 al año 2015

Fuente: imágenes RapidEye 2012, imagen Google Earth (Digital Globe 2003 y CNES / Astrium 2015)

Para el año 2012 se registra una pérdida de 45.7 hectáreas de mangle desde el 2006. Una tasa de pérdida 7.5 hectáreas por año, lo que equivale a 7 campos de fútbol. Hasta el 2012 se perdió 2.54% de toda la cobertura del mangle. En mapas elaborados hasta el 2016 se registra una pérdida de 100 hectáreas desde el 2012. Quiere decir que, desde ese año, la tasa de pérdida de cobertura se aceleró a 25 hectáreas por año.

Según la percepción de los 21 participantes las razones de la pérdida del bosque manglar se debe a: las camaroneras, salineras, frontera agrícola y uso doméstico. En el uso doméstico se incluyen uso para leña, elaboración de postes, ranchos, etc.

Según observaciones en el área, se percibe a los pobladores de Sipacate-Naranjo con alto sentido de pertenencia hacia el recurso mangle. Los pobladores perciben al ecosistema manglar como una fuente de trabajo, servicios y bienes que brindan beneficios a la población. Actualmente existen grupos organizados que se encargan del reforestar el mangle, aunque es claro que se extrae mayor volumen de lo que se reforesta. Aunque los comunitarios de las aldeas valoran el recurso y entienden la cantidad de bienes que el

mangle provee, no todos se encuentran comprometidos a la restauración del bosque y la mayoría de veces perciben al recurso como infinito. Otro problema observado en el área, es que, aunque los pobladores tienen un alto aprovechamiento del mangle, su percepción de la causa de pérdida de cobertura de bosque manglar se debe a agentes externos, como el crecimiento de la frontera agrícola del banano, palma africana y caña, crecimiento de salineras y camaroneras, así como pastizales para ganado (ver figura 36).

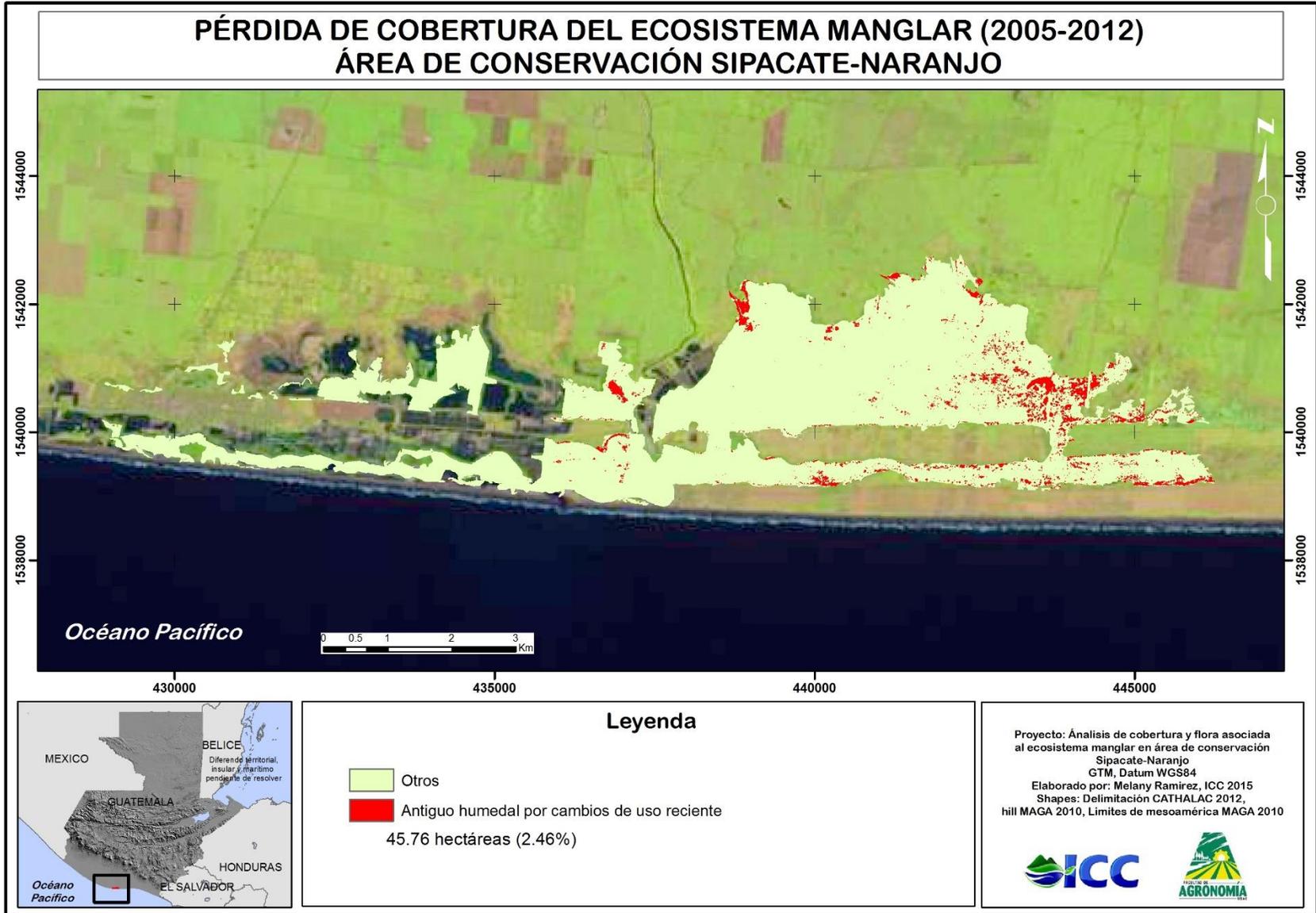


Figura 36. Mapa de pérdida de mangle del año 2005 al 2012 en ecosistema manglar Sipacate-Naranjo.

En la figura 37 se muestra las coberturas desde el año 1976 a 2016.

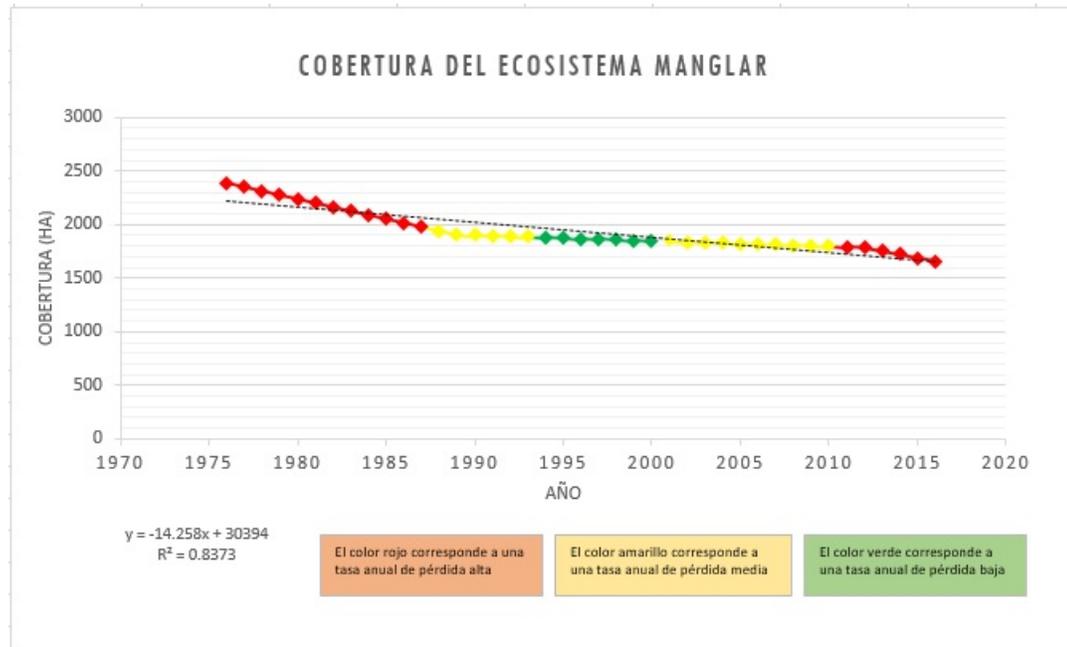


Figura 37. Gráfico de cobertura manglar por año 1976-2016

Se puede observar la pérdida de 40 años en total; iniciando con 2,392 ha en el año 1976 (Yax López, Espinoza Marroquín, & Rodríguez Hernández, 2012), a 1657 ha en el año 2016; con una pérdida de 732 ha en los cuarenta años (30%). Esto indica un acelerado aprovechamiento del mangle o reducción de los espacios en donde se establece este ecosistema.

En la figura 25 se puede observar que los mayores cambios en cobertura se dieron de 1989 a 1976 y de 2012 a 2016 (marcados con el color rojo). Las tasas de pérdida anual en los años señalados con color rojo oscilan en una tasa 30 a 35 ha de pérdida anual. Para los años del 1990 a 1994 se estabiliza la pérdida a 5 ha/anuales y los años posteriores se mantiene hasta el 2012. Las reducciones de cobertura del 2012 al 2016 se atribuyen a la siembra de cultivos de palma en la sección Noreste del ecosistema, a un costado de aldea El Naranja, al cultivo de caña y crecimiento de pastizales para ganado en la sección Norte.

2.5.17 Flora arbórea acompañante

Los mangles como verdaderas plantas halófitas, presentan características determinantes, como: (1) una alta tolerancia a la sal y un crecimiento óptimo en condiciones de salinidad moderada. Como segunda característica (2) muestran niveles altos de acumulaciones de iones inorgánicos para ajustes osmóticos. (Wang, Li, Li, Wang, & Mu, 2010)

Las plantas acompañantes al manglar presentan adaptaciones y formas de crecimiento muy variadas. Muchas dependen de las tolerancias a la inundación y por ello el hidro período es determinante para decidir que plantas se encuentran en un humedal. En Sipacate- Naranjo se pueden observar plantas arbóreas acompañantes, hidrófitas herbáceas, enraizadas y flotantes que toleran cambios en el nivel del agua.

Las plantas trepadoras expanden sus raíces en el suelo, usualmente en suelos más secos, pero utilizan los árboles de mangle como soporte y pueden extender sus brotes hacia donde se encuentra el agua. En los mangles también se pueden encontrar epifitas y pueden crecer completamente en árboles de mangle sin interacción directa hacia el suelo. En el área se observó muchos individuos de árboles de almendro *Terminalia catappa*, en lugares donde el gradiente topográfico cambiaba en relación a donde se establecían las especies de mangle, también es muy común observar especies como *Delonix regia* conocida como “palo de fuego”, y “chaperno” *Lonchocarpus minimiflorus*.

La flora arbórea acompañante (ver figura 38), se establece principalmente en áreas más elevadas que el manglar, incluso con 1 a 2 metros de gradiente altitudinal podemos observar el establecimiento de la flora arbórea acompañante. Una de las especies más encontradas en la parte noroeste del área fue *Pachira aquatica* (Zapotón y pumpo comúnmente llamado en el área), que como se mencionaba anteriormente está asociada a *Rhizophora* y *Laguncularia racemosa*. La *Pachira aquatica* Aubl. Pertenece a la familia *Malvaceae*, esta especie es de una amplia distribución. Muchos estudios consideran esta especie como acompañante de los manglares y en algunos lugares incluso es una especie dominante en zonas inundables.

(Rzedowki, 2006). En Sipacate Naranja, al igual que otros lugares donde se establece el manglar, las especies acompañantes no son tan abundantes.

De las especies citadas en la tabla de especies de flora arbórea acompañante (ver cuadro 11), solamente algunas ocurren bajo condiciones de alta salinidad. Muchas de estas halófitas se encuentran en los bordes de los canales y suelos más secos, unas pocas son especies de pantanos salinos. Para este estudio se colectaron pocas herbáceas y trepadoras, por lo tanto, no se conoce la distribución de las mismas y su riqueza. La mayoría de las especies encontradas se encuentran en la familia de las leguminosas. Esta familia reúne árboles, arbustos y hierbas.

En la figura 38 se puede observar como la flora acompañante al mangle se mantiene en los límites del ecosistema, ello demuestra que la relación entre la distribución de estas especies y las zonas no inundadas es estrecha.

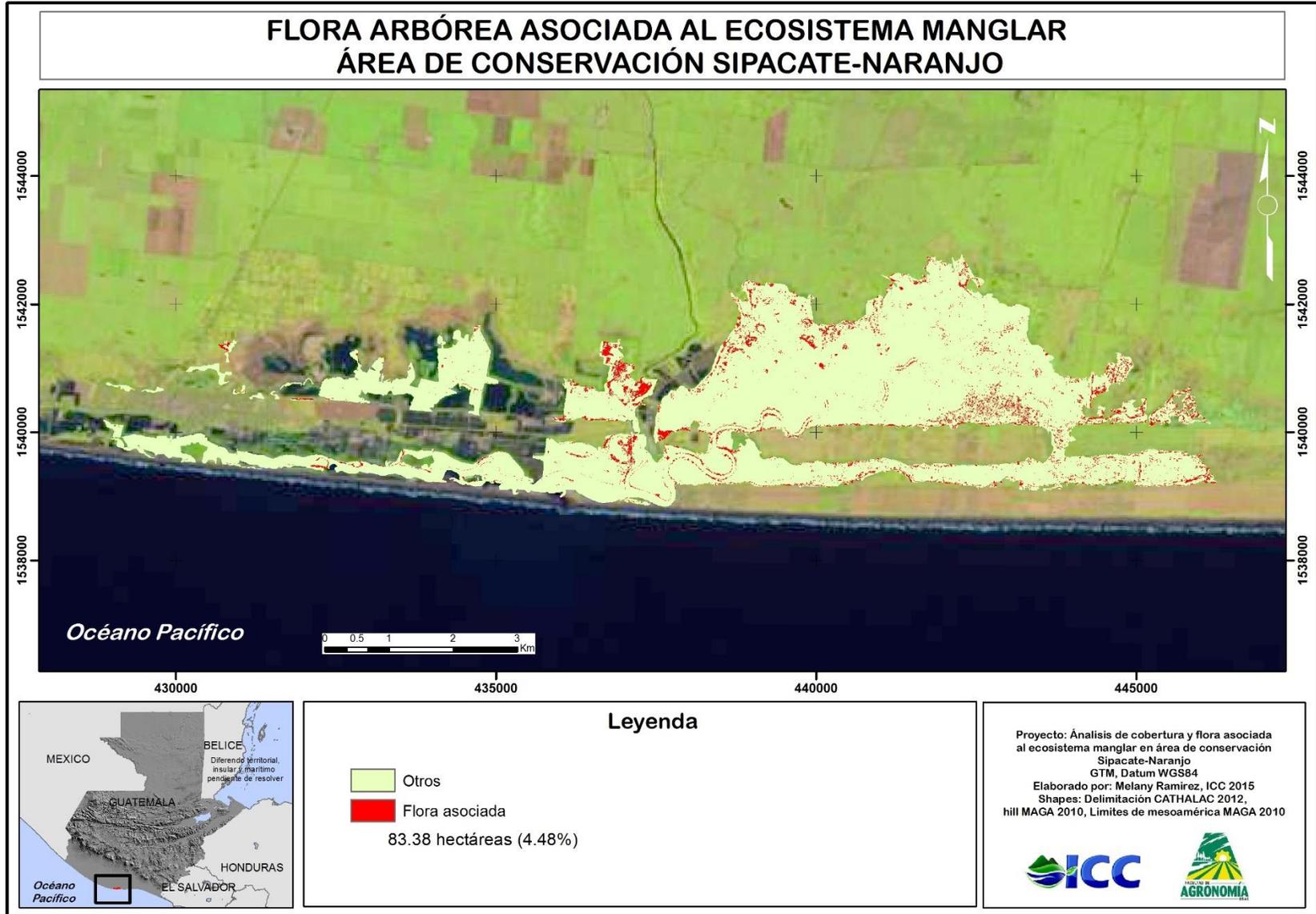


Figura 38. Flora arbórea acompañante al mangle en ecosistema manglar Sipacate- Naranjo.

Cuadro 16. Lista de especies de flora arbórea acompañante al ecosistema manglar

No. de colección	Especie	Sinónimo	Familia		Nombre Común	Coordenadas		Altitud (m)	Usos
			The Plant List	Flora de Guate.		X	Y		
MR1	<i>Avicennia bicolor</i> L.		Acanthaceae	Verbenaceae	Mangle negro, madre sal	436152	1539209	2	Construcción de ranchos
MR2	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaerth		Combretaceae	Combretaceae	Mangle blanco	436122	1539427	2	Construcción de cercos
MR3	<i>Rhizophora mangle</i> L.		Rhizophoraceae	Rhizophoraceae	Mangle Rojo	436131	1539465	2	construcción de ranchos, cercos y fines energeticos
MR4	<i>Conocarpus erectus</i>		Combretaceae	Combretaceae	Botoncillo	436133	1539471	13	sin uso
MR5	<i>Neea psychotrioides</i> Donn.Sm.		Nyctaginaceae	Nyctaginaceae	Siete camisas	436122	1539473	14	
MR6	<i>Capparis odoratissima</i>	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Capparaceae	Capparaceae		436119	1539470	13	
MR7	<i>Ficus</i> sp.		Moraceae	Moraceae	Amate	436117	1539466	8	
MR8	<i>Pachira aquatica</i>		Malvaceae	Bombacaceae	Pumpo, Zapoton	436102	1539465	8	Madera secundaria
MR9	<i>Terminalia catappa</i> L.		Combretaceae	Combretaceae	Almendro	436116	1539486	8	
MR10	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth.	Leguminosae	Mimosaceae	Cenicero	436101	1539478	10	Madera secundaria
MR11	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.		Erythroxylaceae	Erythroxylaceae		436097	1539475	11	
MR12	<i>Coccoloba floribunda</i> (Benth.) Lindau		Polygonaceae	Polygonaceae	Papaturro	436097	1539463	15	Madera secundaria
MR13	<i>Lonchocarpus</i> sp.		Leguminosae	Fabaceae	Chaperno	436092	1539454	16	Madera secundaria

MR14	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	<i>Coccoloba schiedeana</i> Lindau	Polygonaceae	Polygonaceae	Papaturr	436090	1539440	14	Madera secundaria
MR15	<i>Carica papaya</i> L.		Caricaceae	Caricaceae	Papaya	436081	1539449	13	Comestible
MR16	<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D.Penn.		Sapotaceae	Sapotaceae	espino	436085	1539474	11	Madera secundaria
MR18	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.		Salicaceae	Flacourtiaceae		436086	1539475	11	
MR19	<i>Psidium guajava</i> L.		Myrtaceae	Myrtaceae	Guajava	436085	1539475	13	
MR20	<i>Crateva tapia</i> L.		Capparaceae Juss.	Capparaceae		436089	1539483	11	
MR21	<i>Tamarindus indica</i> L.		Leguminosae	Caesalpiniaceae	tamarindo	436086	1539489	11	
MR22	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.		Leguminosae	Caesalpiniaceae	Flambollano	436089	1539490	10	Madera secundaria
MR23	<i>Acacia hindsii</i> Benth		Leguminosae	Caesalpiniaceae	Ixcanal	436091	1539491	16	
MR24	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.		Erythroxylaceae	Erythroxylaceae		436089	1539494	13	
MR25	<i>Aristolochia maxima</i> Jacq.		Aristolochiaceae	Aristolochiaceae		436088	1539494	12	
MR26	<i>Spondias</i> Sp.		Anacardiaceae	Anacardiaceae	Jobo	436090	1539498	15	Madera secundaria
MR27	<i>Muntingia calabura</i> L.		Muntingiaceae	Tiliaceae		436093	1539500	15	Madera secundaria
MR28	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> Jacq.		Apocynaceae	Malvaceae	Cojón	436092	1539501	15	Madera secundaria
MR29	<i>Entada polystachya</i> (L.) DC.		Leguminosae	Caesalpiniaceae		436096	1539503	11	
MR30	<i>Lantana camara</i> L.			Verbenaceae		436094	1539510	9	
MR31	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.		Malvaceae	Sterculiaceae	Caulote	435997	1539419	9	Madera secundaria
MR32	<i>Cynometra retusa</i> Britton & Rose		Leguminosae	Caesalpiniaceae		435996	1539431	19	Madera secundaria
MR33	<i>Solanum diphyllum</i> L.		Solanaceae	Solanaceae	Hierba mora	435999	1539438	18	

MR34	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) DC.		Leguminosae	Fabaceae		436000	1539437	16	
MR35	<i>Muntingia calabura</i> L.		Muntingiaceae	Tiliaceae	Capulin	436002	1539436	6	
MR36	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.		Leguminosae	Mimosaceae	MR36	435985	1539485	6	
MR37	<i>Hampea rovirosae</i> Standl.		Malvaceae	Bombacaceae	MR37	435985	1539487	8	
MR38	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.		Burseraceae	Burseraceae	MR38	435988	1539450	11	

2.6 CONCLUSIONES

- 1) El área del ecosistema manglar delimitado es de 1,798.6 ha. Para los manglares de Sipacate-Naranjo, o sea un 10.17% de las 17,670.80 ha totales que cubre la superficie del manglar en todo el país. En Sipacate Naranjo se encontró 5 especies de mangle; *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*.
- 2) Para este estudio se reportan 34 especies acompañantes que se adaptaron a los factores ambientales de la zona. La especie acompañante que predomina en la zona es la *Pachira aquatica* Aubl.
- 3) Las 1,798.6 ha están distribuidas en 5 especies de manglares. *Rhizophora* predomina en el área con 983.57 ha, *Avicennia* con 334.36 ha, y los demás se desglosan en rodales de mangle mixto a (mangle rojo y blanco), b (mangle blanco, mangle negro y botoncillo) y c (mangle rojo y negro). Las subcomunidades del ecosistema manglar se dividieron en 3. La sub comunidad del mangle rojo y negro (*Rhizophora* y *Avicennia*), la sub comunidad de mangle mixto (*Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia* y *Conocarpus*), y la sub comunidad del mangle rojo y blanco (*Rhizophora* y *Laguncularia*).
- 4) La pérdida de cobertura del ecosistema manglar se atribuye al cambio de uso de la tierra en el área, las camaroneras, salineras, potreros y la frontera agrícola son actividades que se han establecido en el área. Desde el 2012 al 2016 se calcula una tasa de pérdida de 25 ha por año.

2.7 RECOMENDACIONES

- 1) En estudios de cobertura manglar es recomendable utilizar imágenes con resoluciones menores a 5 metros ya que a mayor resolución se pierden datos de la estructura del manglar, además cambian los resultados de las firmas espectrales de cada especie. Para futuras investigaciones es importante también aislar el área de interés para obtener resultados más precisos a la realidad.
- 2) El seguimiento de estudio es recomendable para conocer la ubicación y poder diferenciar en los mapas a *Rhizophora mangle* de *Rhizophora racemosa*.
- 3) El fortalecimiento de la creación de información en el área es recomendable para tener respaldo en la implementación de iniciativas de conservación y restauración del ecosistema manglar de Sipacate Naranja.
- 4) Se sugiere el seguimiento del estudio de la flora acompañante al mangle y la realización de parcelas de muestreo en estos bosques para conocer su estructura de modo cuantitativo. Además de incluir en futuros estudios el reconocimiento más detallado de plantas herbáceas y trepadoras.

2.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brower, J. E. (1989). *Field and laboratory methods for general ecology*. Dubuque, Iowa, US, Iowa: W. M. C. Brown.
- Chuvieco, E. (2010). *Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio*. España: Ariel Ciencia.
- Cintrón, G. S.-N. (1983). *Introducción a la ecología del manglar*. Montevideo, Uruguay: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe.
- Coe, M., & Flannery, K. (1967). *Early cultures and human Ecology in south coastal Guatemala*. Washington: Smithsonian Press.
- CONAP. (1989). *Ley de áreas protegidas, Decreto 4-89*. Recuperado el 20 de feb de 2016, de CONAP, Consejo Nacional de Áreas Protegidas: <http://www.conap.gob.gt/index.php/servicios-en-linea/centro-de-documentacion/descarga-de-documentos/category/25-base-legal.html?download=256:cerro-cahui-biotopo-protegido-dec-leg-4-89>
- CONAP. (2005). *Política nacional de humedales de Guatemala*. Guatemala: CONAP, Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- Convención de Ramsar*. (1971). Recuperado el 29 de 9 de 2016, de CONAP, Consejo Nacional de Áreas Protegidas: <http://www.conap.gob.gt/index.php/sigap/areas-protegidas/ramsar.html>
- Corado González, I. (20 de feb de 2016). Flor de *Avicennia bicolor* Standl. *Flora Mesoamericana*. Missouri, US: Flora Mesoamericana.
- Coronado González, I. (2012). Flor de *Rhizophora racemosa* G. Mey. *Flora Mesoamericana*. Missouri, US: Flora Mesoamericana.
- Geosystems. (2016). *Rapideye, productos estándares de imágenes*. Recuperado el 6 de 2 de 2016, de Geosystems:

http://www.geosystems.cc/catalogos/RapidEye_Productos_estandares_de_imagenes.pdf

- González Murguía, R., Treviño Garza, E., Aguirre Calderón*, O., Jiménez Pérez, J., Cantú Silva*, I., & Foroughbakhch Pournava, R. F. (2004). Rodalización mediante sistemas de información geográfica y sensores remotos. *Investigaciones Geográficas*, no. 53.
- Greenacre, M., & Primicerio, R. (2013). *Multivariate analysis of ecological data*. Bilbao, España: Fundación BBVA.
- Hogarth, P. J. (2015). *The biology of mangroves and seagrasses*. Nueva York: Oxford University Press.
- INEGI. (2005). Aspectos técnicos de las imágenes Landsat. Mexico.
- ITC. (2009). *Principles of remote sensing*. The Netherlands: Enschede.
- Jiménez, J. (1990). The structure and function of dry weather mangroves on the Pacific coast of Central America, with emphasis on *Avicennia bicolor* forests. *Estuarios*, 13, no. 2, 182-192.
- Kamal, M., Phinn, S., & Johansen, K. (2014). *Characterizing the spatial structure of mangrove features for optimizing image-based mangrove mapping*. Australia: The University of Queensland.
- Kathiresan, K., & Bingham, B. (2001). *Biology of mangroves and mangrove ecosystems*. India: Centre of Advanced Study of Marine Biology.
- Kjerfve, B. (1990). *Manual for investigation of hydrological processes in mangrove ecosystems*. New Delhi: UNESCO/ UNDP.
- Lacerda, L. D. (2002). *Mangrove ecosystems*. Brazil: Springer.
- Lugo, A. (1980). Mangrove ecosystems: successional or steady state. *Biotropica*, 12, no. 2, 65-72.

- Machado, M. (2008). *Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhao states, north Brazil*. Branganca, Portugal: Menezes et al.
- Macnae, W. (1969). A general account of the flora and fauna of mangrove swamps in the Indo-Pacific region. *Advances in Marine Biology*, 6, 73–103, 104a, 104b, 105–270.
- Matthijs, S., Tack, J., & Speybroeck, D. (1999). *Mangrove species zonation and soil redox state, sulphide concentration and salinity in Gazi Bay (Kenia), a preliminary study*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Mckee, K. L. (1993). *Soil Physicochemical patterns and mangrove especies distribution*. Louisiana , USA: British Ecological Society.
- Medellin, J. J. (2003). *Análisis de la vegetación en un gradiente altitudinal mediante técnicas multivariadas, en el "Campo Santa María", Lampazos de Naranjo, Nuevo León*. Nuevo León, México: Universidad Autonoma de Nuevo León.
- Monroy- Torres, M., & Flores , F. (2014). *Crecimiento de tres especies de mangle subtropical en respuesta a la variabilidad en el hidropериodo en un tanque experimental*. Sinaloa, México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Montiel, O. (23 de Junio de 2009). *Flor de Rhizophora mangle L*. Recuperado el 6 de feb de 2016, de Flora mesoamericana:
<http://www.tropicos.org/Image/100129775?projectid=3&langid=66>
- Montiel, O. (23 de 06 de 2009). Flores de Laguncularia racemosa. *Flora Mesoamericana*. Missouri, US: <http://www.tropicos.org/Image/100129755?projectid=3&langid=66>.
- Montiel, O. (09 de 06 de 2009). Fotografía de Conocarpus erectus L. *Flora Mesoamericana*. Missouri, US: <http://www.tropicos.org/Image/100129729?projectid=3&langid=66>.
- NOAA. (29 de Mayo de 2015). *Remote sensing*. (N. O. Administration, Editor) Recuperado el 29 de Julio de 2016, de National Ocean Service / Remote sensing:
<http://oceanservice.noaa.gov/facts/remotesensing.html>
- OIMT. (2011). *Atlas mundial de los manglares*. Inglaterra: Earthscan.

- Pérez, D. R. (5 de Abril de 2007). *Introducción a los sensores remotos- aplicaciones en geología*. Obtenido de Laboratorio de Tectónica Andina:
http://aviris.gl.fcen.uba.ar/Curso_SR/Guia_Curso_sr_2007.pdf
- PNUMA. (2013). *Abundancia y distribución del ecosistema manglar en Guatemala, su análisis y relación con los planes de desarrollo en el Caribe de Guatemala*. Guatemala: PNUMA.
- PUIRNA. (2000). *Bases ecológicas de las funcionalidades del ecosistema manglar del Pacífico de Guatemala*. Guatemala: USAC, DIGI.
- RAMSAR. (2010). *El cuidado de los humedales, una respuesta al cambio climático*. Gland: Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Rzedowki, J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad.
- Saenger, P. (2002). *Mangrove ecology, silviculture and conservation*. Lismore, Australia: Southern Cross University.
- Salam, M. A. (2011). *The use of GIS and remote sensing techniques to classify the sundarbans mangrove vegetation*. Scotland: University of Stirling, Institute of Aquaculture.
- Salas, J. B. (1993). *Arboles de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: IRENA.
- Schaefferr-Novelli, Y. (1990). Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian Coast". *Estuarios*, 13, no. 2, 204-218.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). *Manual de la convención Ramsar: guía de la convención sobre los humedales (Irán 1971)*. Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Smith, T. J. (1992). *Tropical mangrove ecosystems*. Washington, D.C., US: American Geophysical.

- Souza, I. C. (2010). Hybridization and introgression in New World red mangroves, *Rhizophora* (Rhizophoraceae). *American Journal of Botany*, 97, no. 6, 945-957.
- Standley, PC; Steyermark, JA; Swallen, JR; Williams, LO; McVaugh, R; Gentry, JL Jr; Nash, D; Williams, TP. 1946-1977. Flora of Guatemala. Chicago, US, Field Museum of Natural History, Fieldiana Botany, v. 24, 13 pts.
- Tomlinson, P. B. (1986). *The botany of mangroves*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Wang, L., Li, X., Li, P., Wang, W., & Mu, M. (2010). Differentiation between true mangroves and mangrove associates based on leaf traits and salt contents. *Journal of Plant Ecology*, March, 29, 1-10.
- Yax López, P., Espinoza Marroquín, F., & Rodríguez Hernández, C. (2012). *Análisis de vulnerabilidad climática en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla*. Escuintla, Guatemala: ICC.

2.9 ANEXOS

Anexo 1

	Numero de parcela							acompañantes		
	Nombre del área									
	fecha									
	Observaciones									
No.	Especie de mangle					Coordenadas		DAP	Alt	Observaciones
	<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Conocarpus Erectus</i>	otro	x	y			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

**Anexo 2: Áreas de reforestación cercanas a aldea el Paredón y al lado derecho
regeneración natural de la familia *Rhizophora***



**Anexo 3: Medición de parcelas de 0.1 con trabajadores de CONAP y elaboración de
transectos en bosques de *Rhizophora***



Anexo 4: Prensado de Ixcanal como objetivo de identificar flora arbórea acompañante al manglar



Anexo 5: Elaboración de transectos por canoa en río Colojate, cercano a aldea el Naranjo.





CAPÍTULO III

3 INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC) DURANTE LOS MESES DE FEBRERO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2015

3.1 PRESENTACIÓN

Desde el año 2013 el Instituto Privado de Investigación para el Cambio Climático – ICC- junto con Ingenio Magdalena, la Municipalidad de La Gomera y CONAP crearon la “Mesa Técnica para la Conservación de Ecosistema Manglar y Fauna Asociada”, donde se trabaja de primera mano con la conservación de tortugas marinas. Este proyecto funciona mediante donaciones y esfuerzos de los actores del sector privado e institucional con el fin del crecimiento de las poblaciones de tortuga marina.

Las amenazas de las tortugas marinas actualmente están directamente relacionadas con la presión negativa ejercida por los humanos. La demanda por carne de tortuga, huevos, piel y caparazones son las razones por las cuales han disminuido las poblaciones de tortugas alrededor del mundo, además de la destrucción de los hábitats de alimentación, y la contaminación de los océanos ponen en riesgo la supervivencia de las mismas. (Sea Turtle Conservancy, 2002) Todas las especies de tortuga marina se encuentran en el apéndice I de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y flora Silvestres –CITES-. Es por ello se ve importante implementar buenas prácticas para el manejo adecuado de los tortugarios de Sipacate-Naranjo, lo que lleva a una restauración de las poblaciones de tortuga marina.

Considerando la problemática encontrada en la vertiente del pacifico y la demanda de las comunidades por la poca disponibilidad de especies y diversificación de peces para la pesca, la importancia de buscar alternativas económicas y productivas que favorezcan las condiciones de calidad de vida de los pobladores, el segundo servicio se basó en el apoyo al programa de reproducción de especies Nativas de la Costa Sur. Este servicio se realizó en base al proyecto de reproducción de mojarra por implementado por el Ingenio Pantaleon, en 2009 y con la asesoría del ICC.

La finalidad del proyecto es adaptar, reproducir y evaluar en cautiverio 3 especies de peces nativos de la vertiente del pacifico: Mojarra prieta (*Cichlasoma macracanthum*), Mojarra balcera (*Amphilophus trimaculatus*) y Mojarra tusa (*Herichthys guttulatus*), para

posteriormente realizar liberaciones en cuencas del pacifico y así incrementar las poblaciones de especies nativas en la zona. Se espera que a través del proyecto se contribuya a la recuperación de la biodiversidad.

El apoyo a este programa constituye en ofrecer observaciones desde el punto de vista técnico, y ofrecer una síntesis del estado actual del programa implementado en 2009, señalando las deficiencias del programa que se puedan encontrar y posteriormente recomendar mejoras para generar una herramienta útil a los tomadores de decisiones del proyecto.

El tercer servicio realizado fue la elaboración del Plan de Residuos Sólido. Este proyecto se realizó con el objeto a proponer métodos para la segregación, manejo, transporte, acopio, tratamiento y destino final de los desechos sólidos generados en las oficinas centrales del Instituto Privado de Investigación de Cambio Climático. Para la realización del plan, se realizó una recopilación de información acerca técnicas para el manejo de residuos orgánicos e inorgánicos. Considerando la importancia de una buena gestión de residuos es importante recalcar que el siguiente plan de manejo es un instrumento que relaciona el tema empresarial y legal con el fin de tener un beneficio social, de imagen y ambiental.

La construcción del plan de manejo comenzó con la recaudación de información pertinente de los residuos sólidos, metodologías para el aprovechamiento y tratamiento de los mismos, luego de la caracterización de residuos de las oficinas para conocer la cantidad y que residuos se generaban con el fin de una implementación de tratamientos adecuados. Posteriormente se realizó la propuesta de tratamiento, donde se incluyen pasó a paso con qué, cómo y dónde será la disposición de los residuos generados según las necesidades encontradas en la caracterización realizada.

3.2 SERVICIO 1. APOYO EN ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACION DE TORTUGA MARINA EN ÁREA DE CONSERVACIÓN SIPACATE NARANJO.

3.2.1 Objetivos

A. General

- Conocer y analizar la estrategia de conservación de tortuga marina en área de conservación Sipacate- Naranjo.

B. Específicos

- Realizar informes mensuales de manejo de la estrategia de conservación de tortuga marina
- Elaborar medidas de implementación para un manejo adecuado de tortugarios y huevos de tortuga marina

3.2.2 Metodología

A. Informes mensuales de manejo de estrategia de conservación de tortuga marina

La elaboración de informes mensuales se coordinó junto con CONAP, ya que ellos son los encargados de llevar los datos actualizados de huevos entregados de tortuga marina, fechas eclosión, cantidad de huevos eclosionados, huevos exhumados, nacidos muertos y nombre personas que donaron las docenas.

Con los datos brindados se realizaron reportes se generaba tablas de comparación con la implementación de la estrategia en años anteriores. Posteriormente se realizaron gráficas para representar el incremento y disminución de donaciones de huevos de tortugas marinas.

B. Medidas de implementación para un manejo adecuado de tortugarios y huevos de tortuga marina.

Elaboración de manual para el manejo adecuado de tortugarios y manejo adecuado de huevos de tortuga marina

La elaboración del manual de manejo consistió en tres sencillos pasos:

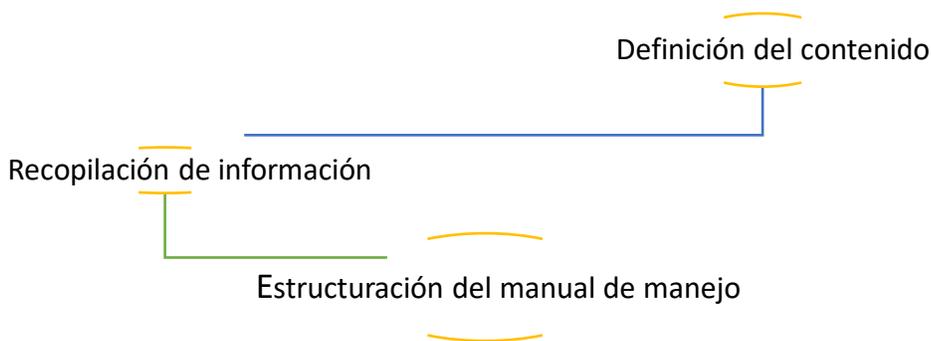


Figura 39 Diagrama de flujo de la metodología para elaboración del manual de manejo de tortugarios

Definición del contenido

En este paso se realiza la introducción del manual de manejo y se identificó el objetivo de la realización del mismo. Para ello se describió por qué se realizó el manual, los instrumentos que se debían utilizar y las responsabilidades del encargado del tortugario.

Recopilación de información

En esta fase se utilizó de respaldo el “Manual para el manejo de corrales de incubación de huevos de tortugas marinas” elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador y el “Manual de Conservación de las tortugas marinas en Guatemala” elaborado por CONAP y ARCAS. Además, se documentó de manera lógica los

detalles operativos del tortugario. En esta fase también se integró la información por medio de un análisis y se elaboraron las gráficas que se consideraron necesarias. Posteriormente se realizó una revisión de los objetivos y la posibilidad de implementación de los métodos descritos en el manual de manejo.

Estructuración del manual de manejo

Se realizó una posterior revisión y una integración más detallada de todos los datos a utilizar en el manual. Con el fin de difundir su existencia los Manuales, tanto el de manejo adecuado de tortugarios y manejo adecuado de huevos de tortugas marinas se presentaron en la reunión mensual de la “Mesa Técnica para la conservación del Ecosistema Manglar y Fauna Asociada.

Estado de tortugarios del área de conservación Sipacate Naranjo

En la elaboración del informe del estado de tortugarios en área de conservación Sipacate-Naranjo se realizaron observaciones directas en los tres tortugarios del área de conservación Sipacate, Naranjo.

- Tortugario El Paredón
- Tortugario Sipacate
- Tortugario Naranjo

Donde se tomaron coordenadas, se realizó un listado de materiales y herramientas necesarias para los tortugarios que se disponían y cuales no se encontraban.

3.2.3 Resultados

A. Estrategia de conservación de tortuga marina

La mesa técnica desarrolló el proyecto “Conservación de la tortuga marina” en el 2013, debido a la necesidad de remover presión negativa a las tortugas marinas. En el 2013 y 2014 el Ingenio Magdalena se encargó de la gestión de patrocinios para el rescate de los huevos de tortuga marina mediante el área de abastecimientos que delegó a gestores de compras la promoción y venta de patrocinios. Los patrocinios consistían en 4 tipos: Oro (donación para rescatar 100 docenas de huevos), plata (75 docenas de huevos), bronce (50 docenas de huevos) y plus (25 docenas de huevos).

La gestión de donaciones estuvo a cargo del ICC donde se compraban los víveres y se enviaban a los tortugarios, luego CONAP se encargó de la recepción del 20% y de las donaciones adicionales.

B. Sensibilización

Para la promoción de la estrategia se realizaron actividades de lanzamiento con comunitarios del Paredón, Sipacate y Naranjo, y posteriormente se realizaron actividades de liberación donde se realizaron convocatorias a público interesado con el fin de que haya mayor conocimiento de la dinámica

C. Informes del manejo de la estrategia de conservación de tortuga marina

La estrategia de conservación de tortuga marina consiste en el intercambio de huevos de tortuga marina adicional al 20% obligatorio, por incentivos, que en este caso son bolsas de víveres. Los recolectores de huevos de tortuga marina reciben una bolsa de víveres por cada docena de huevos de tortuga entregados a tortugarios del área de conservación Sipacate- Naranjo. Esto permite el crecimiento de la población de tortuga marina y remueve un porcentaje de presión negativa a la especie. Las donaciones de víveres las realiza el

Ingenio Magdalena y el ICC por medio de la gestión de patrocinios, que consiste en la recepción de donaciones y posterior compra de víveres.

Los resultados de la colecta de huevos (siembra y neonatos liberados son los siguientes:

Cuadro 17. Resultados de huevos sembrados y neonatos liberados año 2013

NO.	NOMBRE DEL TORTUGARIO	HUEVOS SEMBRADOS	NEONATOS LIBERADOS
	El Naranjo	21,209	19,907
	El Paredón	12,058	11,180
	Sipacate	10,111	8,985
	TOTAL	43,378	40,072

Cuadro 18. Resultados de huevos sembrados y neonatos liberados año 2014

NO.	NOMBRE DEL TORTUGARIO	HUEVOS SEMBRADOS	NEONATOS LIBERADOS
	El Naranjo	38720	34111
	El paredón	10088	8453
	Sipacate	7654	6973
	TOTAL	56462	49537

Al realizar la comparación de resultados de la estrategia de conservación de tortuga marina de los dos años se puede ver un crecimiento y mayor impacto de la estrategia en el 2014.

En los datos del año 2014, se puede observar la comparación de entrega de huevos a cambio de incentivos según el área. El área que registra mayor entrega es en el tortugario del Naranjo, seguido por el Paredón y por último Sipacate.

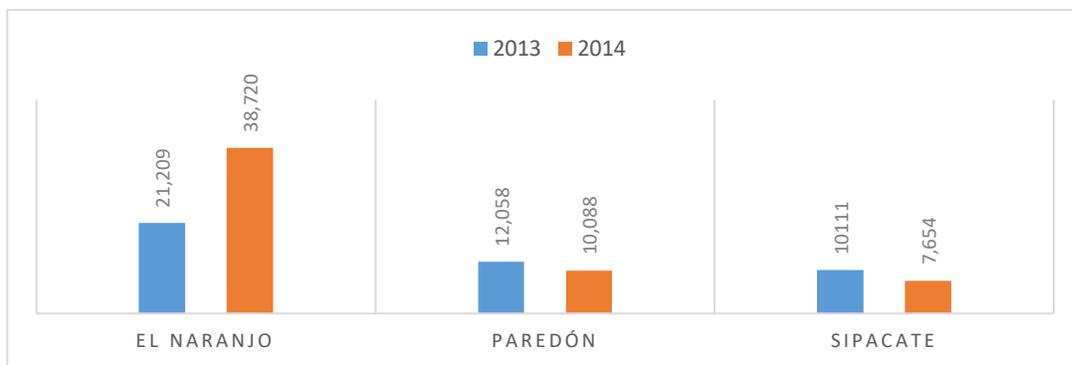


Figura 40. Comparación de huevos de tortuga marina sembrados en el año 2013 y 2014.

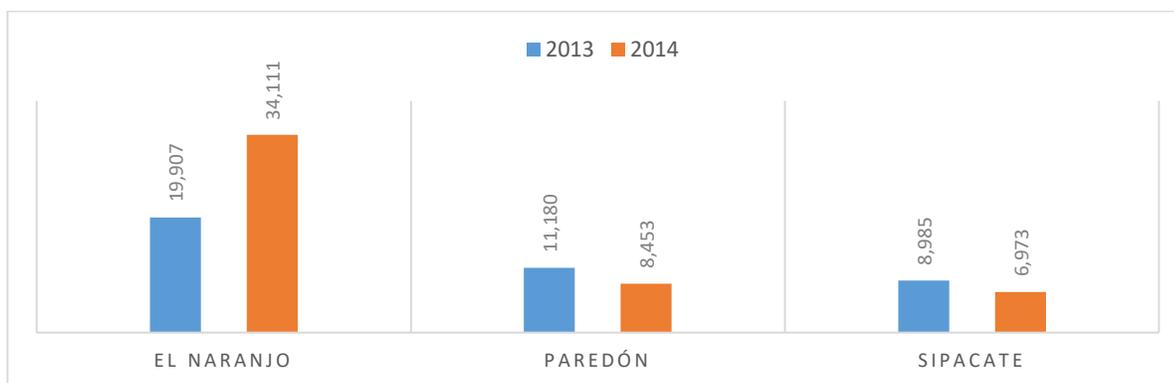


Figura 41. Comparación de año 2013 y 2014 neonatos liberados

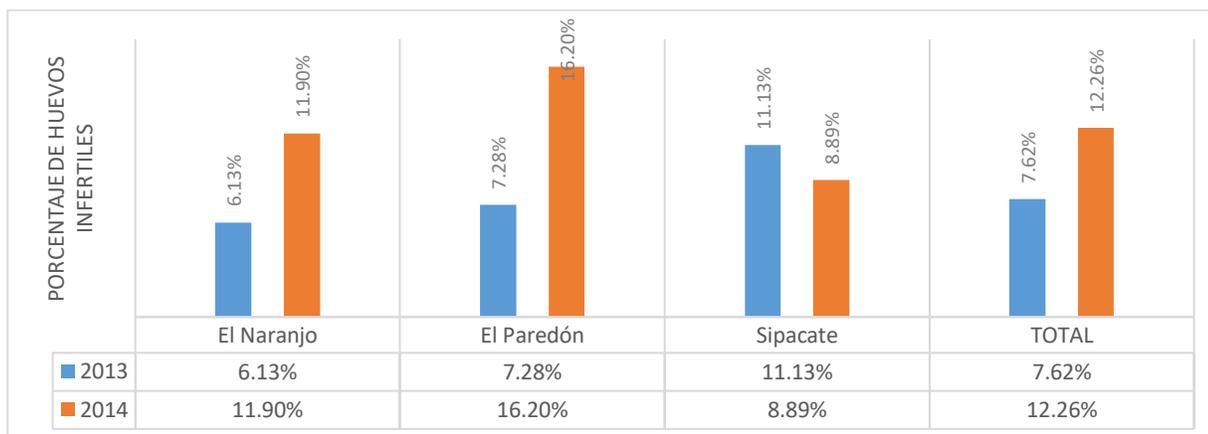


Figura 42. Comparación de huevos infértiles en año 2014 y 2013

De los huevos sembrados en el Naranjo, el 92.79% se formaron exitosamente y posteriormente fueron liberados como neonatos, en el Paredón el 84.96% y en Sipacate el 89.19%, con un promedio de 88.93% en todas las áreas.

El porcentaje de huevos infértiles en el Naranjo es de 7%, en el paredón de 15% y en Sipacate de 10.8%, con un promedio de 10.9% en todas las áreas.

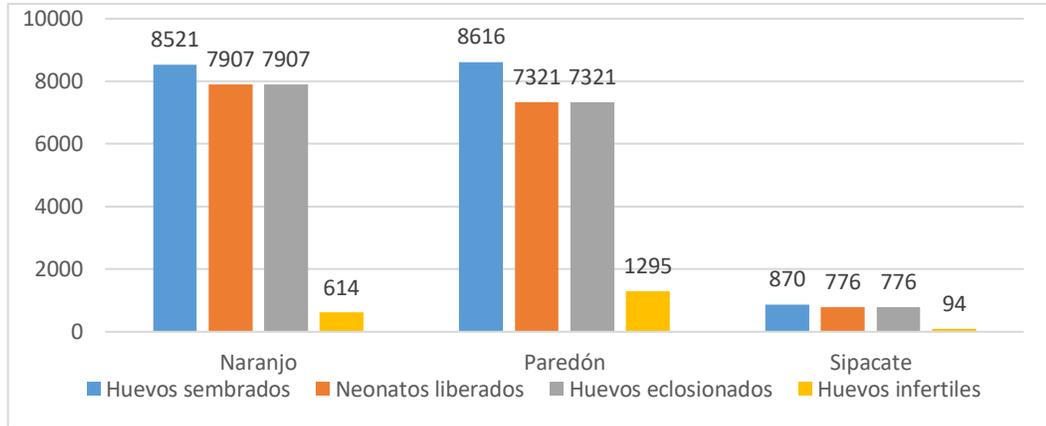


Figura 43. Comparación de resultados de huevos por incentivo

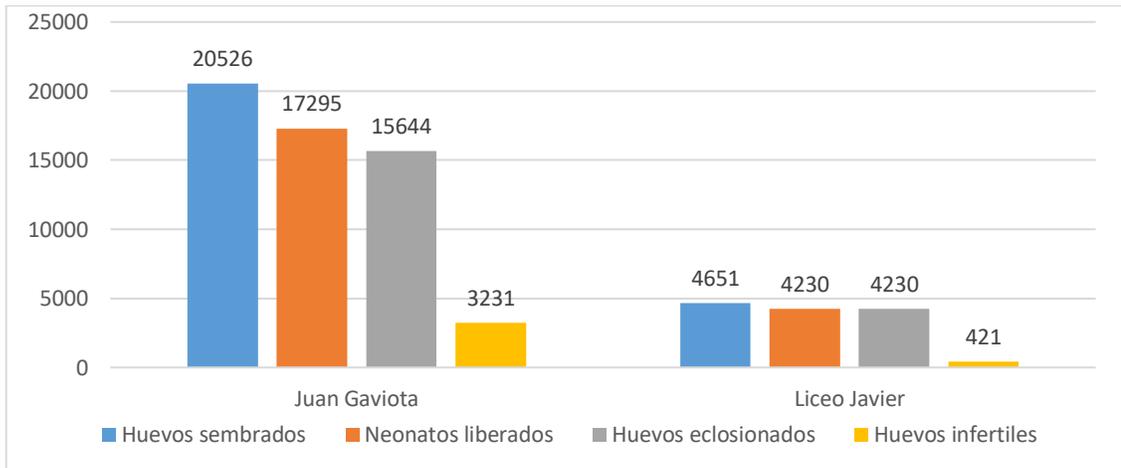


Figura 44. Comparación de huevos donados sin incentivo

Al realizar la comparación de la cantidad de huevos entregados por donadores independientes, se puede observar que Juan Gaviota entregó mayor cantidad que Liceo Javier.

De los huevos sembrados donados por Juan Gaviota, el 84.25% se formaron exitosamente y posteriormente fueron liberados como neonatos, y de los donados por Liceo Javier el 90.94%. Los huevos donados por Juan Gaviota tuvieron el 15.75% de huevos infértiles

D. Informes mensuales de estrategia de conservación de tortuga marina

Mes de julio 2015

Cuadro 19. Resultados del mes de julio del 2015 de temporada de desove de tortugas marinas

Cantidad de huevos entregados del 20%:	531
Cantidad de huevos entregado en docenas del 20%:	44.25
Cantidad de huevos entregados por incentivo:	168
Cantidad de huevos entregados en docenas por incentivo	14
Huevos entregados totales	699
Docenas entregadas en total	58.2
Cantidad de huevos eclosionados	0
Cantidad de huevos muertos	2
Cantidad de huevos infértiles	17

En los informes mensuales también se presentaba una comparación con respecto al 2014. En los resultados destaca la disminución de huevos de tortuga entregados hacia el

2015 en el Naranjo, un incremento en tortugario el paredón y en Sipacate sigue la tendencia a no presentarse desove en el mes de julio.

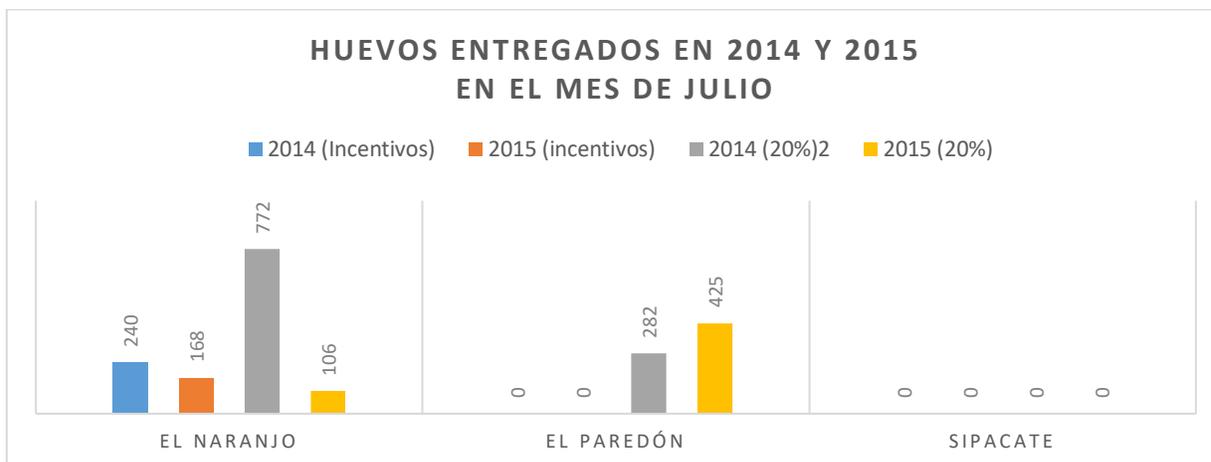


Figura 45. Comparación de huevos entregados por incentivos y del 20% en el mes de julio de los años 2014 y 2015.

Mes de agosto del 2015

Cuadro 20. Resultados del mes de agosto del 2015 de temporada de desove de tortugas marinas

Cantidad de huevos entregados del 20%:	1899
Cantidad de huevos entregado en docenas del 20%:	158.25
Cantidad de huevos entregados por incentivo:	3448
Cantidad de huevos entregados en docenas por incentivo	287.33
Huevos entregados totales	5347
Docenas entregadas en total	445.58
Cantidad de huevos eclosionados	0
Cantidad de huevos muertos	0
Cantidad de huevos infértiles	

Para el mes de agosto se puede observar una disminución del 46% de la entrega de huevos por incentivo en el tortugario del Naranjo, pero en tortugarios del Paredón y Sipacate se puede observar un incremento en la entrega de huevos por incentivo del 42% y 75.8% respectivamente. Del total de huevos entregados si existe una baja con respecto al año 2014 al 2015.

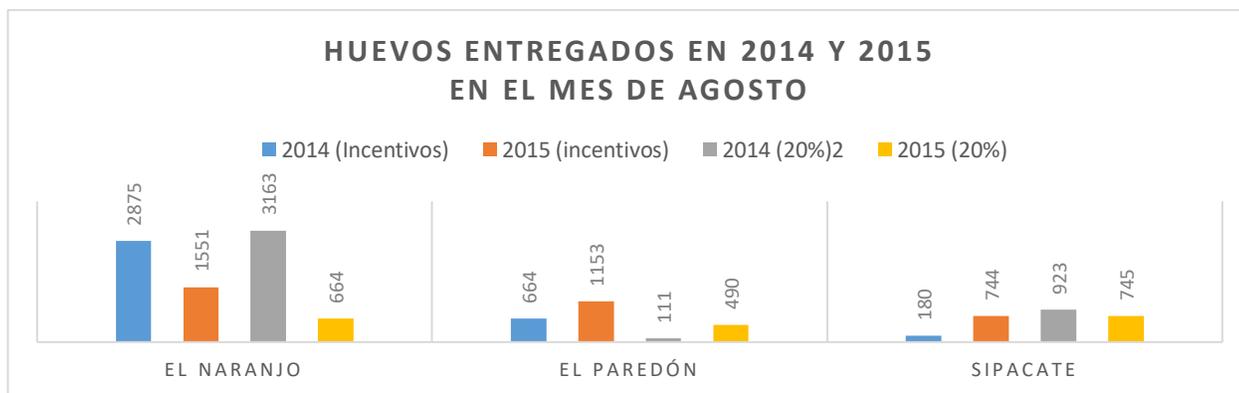


Figura 46. Comparación de huevos entregados por incentivos y del 20% en el mes de agosto de los años 2014 y 2015.

Mes de septiembre del 2015

Cuadro 21. Resultados del mes de septiembre del 2015 de temporada de desove de tortugas marinas

Cantidad de huevos entregados del 20%:	4761
Cantidad de huevos entregado en docenas del 20%:	396.7
Cantidad de huevos entregados por incentivo:	12,980
Cantidad de huevos entregados en docenas por incentivo	1801.6
Huevos entregados totales	17741
Docenas entregadas en total	1478.3
Cantidad de huevos eclosionados	0

En el mes de septiembre se observa un incremento en la entrega de huevos de tortuga por incentivo, aumentando con un 59% de entregas en tortugario el Naranjo, 74.9% y 8.3% en Sipacate y el Paredón respectivamente. Donde el lugar con mayor entrega de huevos es el paredón seguido del Naranjo. Aunque en el Naranjo un mayor incremento respecto al año 2014.

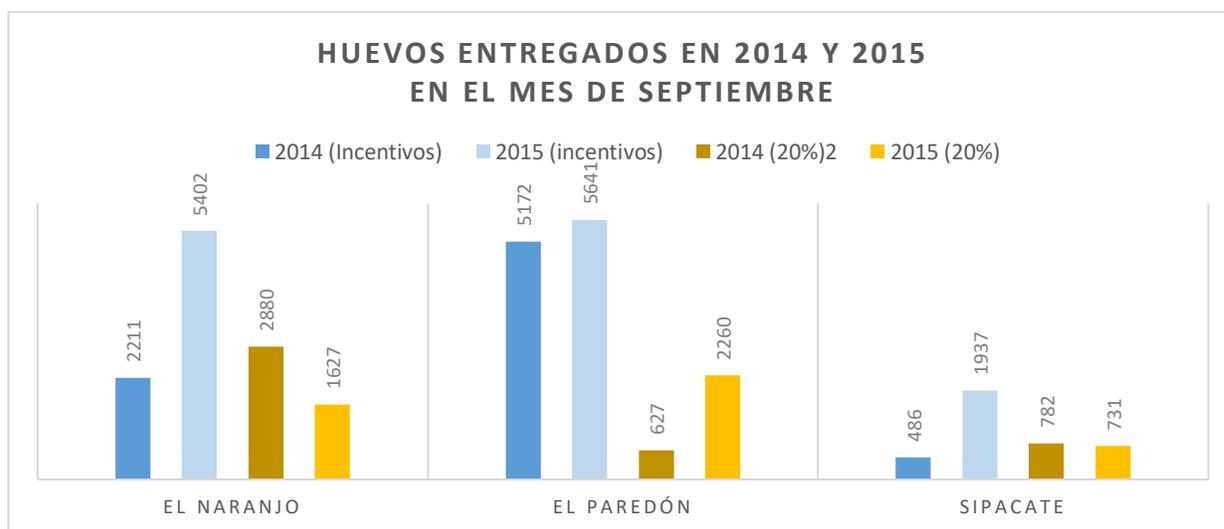


Figura 47. Comparación de huevos entregados por incentivos y del 20% en el mes de septiembre de los años 2014 y 2015

E. Medidas de implementación para un manejo adecuado de tortugarios y huevos de tortuga marina.

Estado de tortugarios del Paredón, Sipacate y El Naranjo

Los tortugarios del área de conservación Sipacate Naranjo no son únicamente viveros para la incubación de los huevos de tortuga marina, también es una institución comunitaria a través de la que se desarrollan otros proyectos conservacionistas, educativos, eco turísticos comunitarios.



Figura 48. Tortugario CONAP del Paredón Buena Vista

En el siguiente cuadro se presenta la cantidad, el tipo de equipo y el uso que se le da, además se muestran los materiales que no se hay y son necesarios. En la visita de campo realizada se encontró que una parte de los materiales necesarios para el manejo del tortugario adecuadamente no se encuentran.

Cuadro 22. Equipo disponible en subsede del CONAP Sipacate-Naranjo

Material y Equipo	Disponibilidad	Uso
Cuadernos y lápices	Disponible	Para la toma temporal de datos.
Un pedazo de tubo PVC de 50 centímetros de largo con un disco de madera	No se dispone	Para medidas de ancho y profundidad de nidos.
Guantes de Látex	No se dispone	Para la excavación de nidos eclosionados.
Cubetas y baños	Faltan	Para el traslado de materiales orgánicos fuera del tortugario y para el traslado de neonatos a la playa
Termómetro de suelo	No se dispone	Para leer temperatura
Canastas y estacas	No disponible	

Mantenimiento previo a época de desove

La arena del tortugario trata todos los años 30 días antes de que la temporada de desove haya comenzado. Se realiza rotación de la arena de por lo menos 50 cm. para que la parte inferior quede expuesta al sol. Además, se remueven residuos de cascara de huevo.

Manejo de plagas

Hasta la fecha no se realiza un manejo de plagas. Esto es importante debido a las hormigas, serpientes que se acercan a los tortugarios y pueden afectar al desarrollo de los huevos de tortuga.

Manejo de temperatura

Hasta la fecha no se realiza un manejo de sombras, para el mantenimiento de la temperatura estable. Esto es importante ya que la temperatura del tortugario determina el sexo de la tortuga.

Mantenimiento posterior a época de desove

Posteriormente a la época de desove se realiza la exhumación de los huevos que no eclosionaron, además se remueven las cascara de huevos observadas.

Recolección del 20% de huevos

Para su funcionamiento en Guatemala todo tortugario debe entregar el siguiente comprobante de la donación de huevos de tortuga marina para conservación. Al momento de llegar el parlamero al tortugario, el encargado del mismo cuenta la cantidad de huevos recolectados y recibe la donación del 20%, extendiéndole al parlamero un comprobante de donación, quedándose con una copia en papel pasante (en papel de color rosado) de los dos mismos.

<p>CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS "CONAP" No. 000001</p> <p>Comprobante de Donación de de Huevos de Tortuga Marina Para Conservación</p> <p>Fecha: _____ Hora: _____</p> <p>Nombre del Tortugario: _____</p> <p>El Sr. (a): _____</p> <p>Ha donado la cantidad de: _____ huevos en letras: _____</p> <p>De la(s) especie(s): _____</p> <p>Autorizados por: _____ (Encargado del Tortugario)</p> <p>"YO COLABORO PARA CONSERVAR LAS TORTUGAS MARINAS"</p>	<p>CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS "CONAP" No. 000001</p> <p>Comprobante de Donación de Huevos de Tortuga Marina Para Conservación</p> <p>Fecha: _____ Hora: _____</p> <p>Nombre del Tortugario: _____</p> <p>El Sr. (a): _____</p> <p>Ha donado la cantidad de: _____ huevos en letras: _____</p> <p>De la(s) especie(s): _____</p> <p>Recibidos por: _____ (Encargado del Tortugario)</p> <p>"YO COLABORO PARA CONSERVAR LAS TORTUGAS MARINAS" "Esta boleta no autoriza transportar ni comercializar huevos de Tortuga Marina"</p>
---	--

Figura 49. Boleta proporcionada por CONAP de donaciones y del 20%

Todo tortugario proporciona al CONAP la información que se genere de la colecta y siembra de huevos de tortuga marina, llenando el formato "Resultados de Temporada". El formato para estos informes se presenta en el siguiente cuadro y tiene como finalidad uniformizar la información que se genera en cada uno de los tortugarios.

F. Elaboración de manual para el manejo de tortugarios y de huevos de tortuga marina

Los procedimientos que se sugirieron en los manuales fueron realizados tomando como base las normas establecidas por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas. El manual de manejo de tortugarios se desglosa de la siguiente forma:

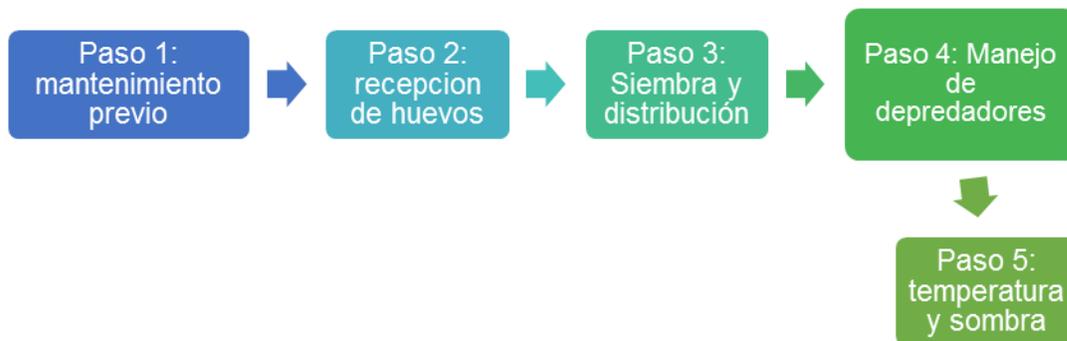


Figura 50. Diagrama de flujo de metodología para elaboración de manual del manejo de tortugarios y huevos de tortuga marina

Además, se incluyeron recomendaciones para las actividades de liberación, control y vigilancia, normas sanitarias y medidas para la realización del informe final del tortugario para cada temporada.

El manual de manejo de huevos de tortuga marina se desglosa de la siguiente forma:

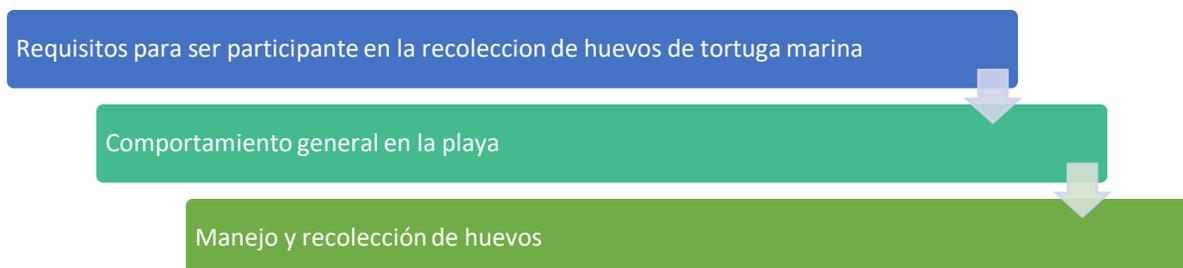


Figura 51. Contenido del manual de manejo de huevos de tortuga marina

La información contenida en el manual realizado es producto de consultas realizadas en literatura especializada, con el fin de implementar mejores prácticas para la recolección de huevos de tortuga y posteriormente tener un mejor resultado en la incubación de huevos de tortuga en condiciones controladas.

3.2.5 Conclusiones generales

1. La estrategia de conservación de tortuga marina realizada en el área de conservación Sipacate- Naranjo es el resultado de esfuerzos interinstitucionales, lo que brinda un beneficio social en la zona, ya que contribuye a la economía de los recolectores de huevos y tiene una influencia positiva para el incremento de las poblaciones de tortuga marina.
2. Una comunidad que tenga vinculación directa con su medio y junto con acciones de instituciones interesadas en la conservación ambiental garantiza una protección viable de los recursos naturales en el tiempo.

3. Los informes realizados mensualmente de la estrategia de conservación son un punto de partida para la solución de deficiencias que se encuentren, además de brindar un mejor panorama de los resultados de la estrategia, mejoras que se han tenido a través de los años para poder plantear una resolución de las fallas a través del tiempo.
4. El Manual de manejo de tortugarios y de huevos de tortuga marina son herramientas que brindan información técnica para un manejo según las normas establecidas en la región y brindan ayuda a encargados de los tortugarios para realizar un mejor desempeño con el fin de la conservación de tortugas marinas.

3.2.6 Recomendaciones

1. Es necesario continuar con los informes mensuales de la estrategia de tortuga marina, para tener datos actualizados y así conocer la dinámica de mejoras y deficiencias de la actividad. Esto permitirá a todos los actores tomadores de decisiones, elegir la ruta correcta para la resolución de conflictos que se puedan presentar y conocer los beneficios que brindan estas acciones a las poblaciones de tortuga marina. Se debe calcular el éxito de eclosión de los nidos, este dato es el resultado del manejo que se han dado en los tortugarios, la recolección de huevos y refleja las características de reproducción de las tortugas marinas.
2. Realizar un estudio de la tendencia de comercialización de huevos de tortuga marina desde que el ICC, CONAP, IMSA y Municipalidad realizan la estrategia con respecto a años anteriores donde no se realizaban estas acciones. Esto para observar el impacto de la estrategia de conservación en las poblaciones de tortuga marina.

3.3 SERVICIO 2. APOYO EN EL PROGRAMA DE REPRODUCCION DE ESPECIES NATIVAS DE LA COSTA SUR

3.3.1 Objetivos

A. *Objetivo general*

Apoyar a nivel técnico el programa de reproducción de especies nativas de la Costa Sur que contribuye a la recuperación de la biodiversidad de Guatemala.

B. *Objetivos específicos*

1. Realizar una síntesis de la dinámica del proyecto de reproducción de mojarra, ubicado en el ingenio Pantaleon, Santa Lucia Cotzumalguapa.
2. Elaborar una caracterización del proyecto de reproducción de especies nativas, ubicado en el ingenio Pantaleon, Santa Lucia Cotzumalguapa.

3.3.2 Metodología

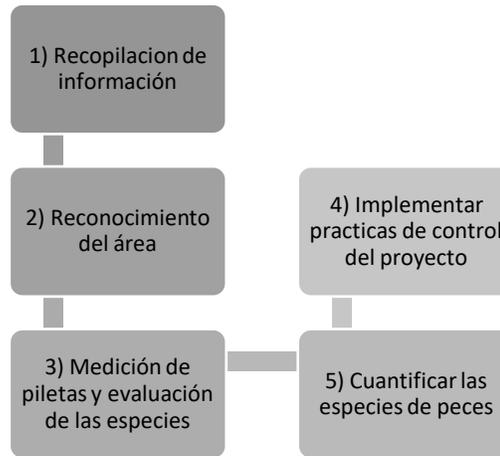


Figura 52 Diagrama de flujo para realizar el diagnóstico del proyecto de reproducción de peces

A. Reconocimiento del área

Se realizó un reconocimiento del área ubicada en el Ingenio Pantaleon, Escuintla, para la toma de coordenadas y realizar observación de cómo se encontraba el área.

B. Recopilación de información

Se realizó una recopilación de información para conocer la historia del proyecto, las formas de implementación y conocer el fin del proyecto.

C. Medición de piletas

Se realizó la medición de piletas con una cinta diamétrica y por medio de fotointerpretación de imágenes satelitales Landsat 8 (con una resolución de 30x30 metros). En esta sección se realizó el croquis del proyecto para conocer la distribución de las piletas, se numeraron y se colocaron las especies que se encontraban dentro de cada pileta.

D. Implementación de prácticas de control

Las prácticas de control se implementaron por medio de elaboración de registros para consumo de alimentación de los peces, ingreso del personal y se trabajaron registros para reportar las secciones que necesitaban mantenimiento.

Cuantificar las especies presentes dentro del proyecto

Se cuantificaron los peces y así poder distribuir mejor las especies en las piletas (esta sección se realizó por medio de fotointerpretación de imágenes satelitales).

3.3.3 Resultados

A. Programa de reproducción de especies Nativas de la Costa Sur

El ingenio Pantaleón inició con la implementación del Proyecto de Reproducción de especies nativas, durante el año 2005 al año 2013 realizó liberaciones de más de 130,000 alevines de especies nativas a los ríos Acomé y río Cenicero.

El terreno donde está ubicado el proyecto cuenta con 17 estanques, 3 con fines de producción de caracol de agua dulce, 2 que contienen alivines, 2 estanques destinados a los peces reproductores y 10 para especies de peces en etapas de crecimiento y desarrollo. Además, en el área se instaló un tortugario y una bodega.

Croquis del proyecto

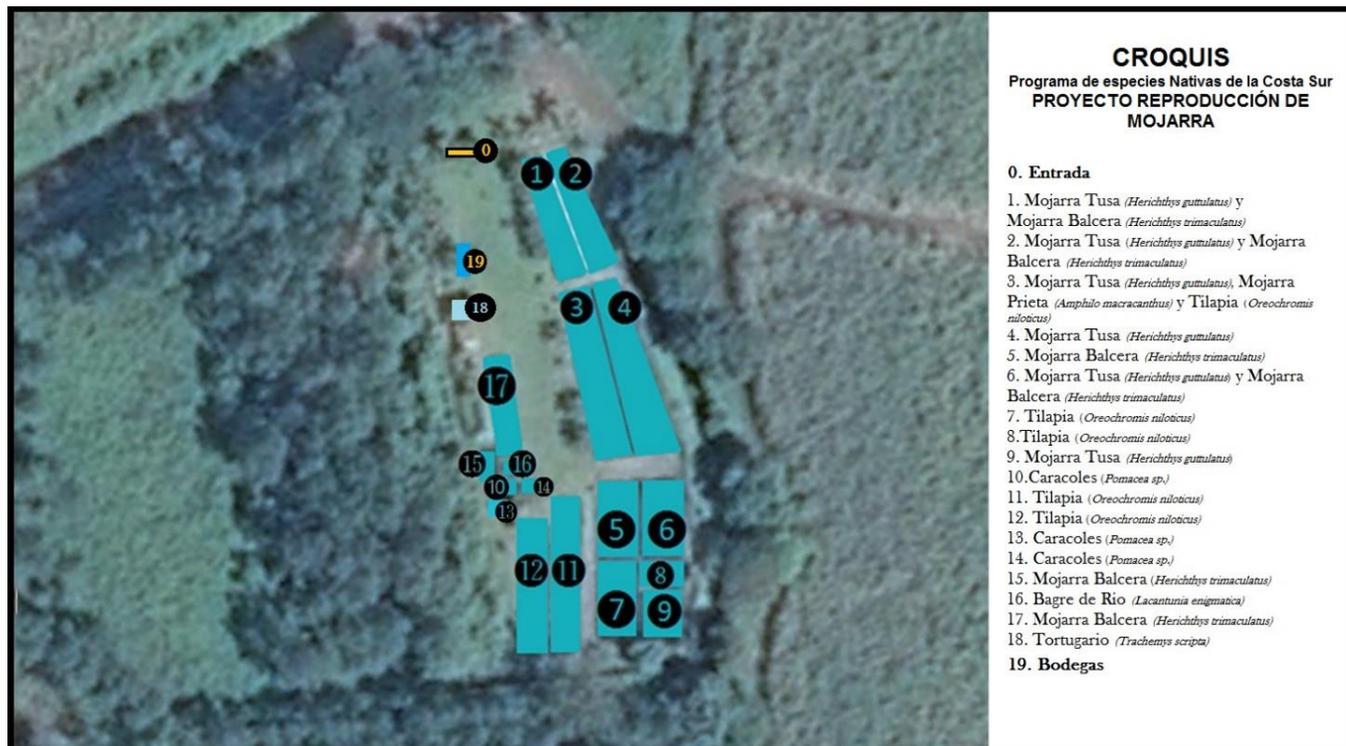


Figura 53. Croquis del proyecto de especies nativas de la Costa Sur

B. Distribución de especies

A continuación, se presenta un cuadro donde se especifican las especies por número de pileta y las dimensiones de cada pileta, además se realizan observaciones que se encontraron al realizar las visitas de campo.

Cuadro 23. Distribución de especies por número de pileta

No. de pileta	Tipo de especie	Dimensiones (m)	Observaciones
1	Mojarra Tusa (<i>Herichthys guttulatus</i>) y Balcera (<i>Herichthys trimaculatus</i>)	21x5	
2	Mojarra Tusa (<i>Herichthys guttulatus</i>) y Balcera (<i>Herichthys trimaculatus</i>)	21x5	Especies reproductoras/ El agua en la pileta se encuentra contaminada
3	Mojarra Tusa (<i>Herichthys guttulatus</i>), Prieta (<i>Amphilo macracanthus</i>) y Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	29x7	
4	Mojarra Tusa (<i>Herichthys guttulatus</i>)	29x7	
5	Mojarra Balcera (<i>Herichthys trimaculatus</i>)	14.30x9.70	Se encuentran especies reproductoras de balcera
6	Mojarra Tusa (<i>Herichthys guttulatus</i>) y Balcera (<i>Herichthys trimaculatus</i>)	14.30x9.70	
7	Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	14.30x9.70	
8	Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	4.70x7.40	
9	Mojarra Tusa (<i>Herichthys guttulatus</i>)	9.70x7.40	
10	Caracoles de agua dulce (<i>Pomacea sp.</i>)	2.40x2.40	
11	Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	21x5	
12	Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	18x5	
13	Caracoles de agua dulce (<i>Pomacea sp.</i>)	2.40x2.40	
14	Caracoles de agua dulce (<i>Pomacea sp.</i>)	2.40.2.40	
15	Mojarra Balcera (<i>Herichthys trimaculatus</i>)	4.20x1.90	
16	Bagre de Rio, Juilín	4.20x1.90	
17	Mojarra Balcera (<i>Herichthys trimaculatus</i>)	16.5x3.30	
18	Tortuga (<i>Chrysemis picta</i>)	3x1.90	
19	Bodega	4x3	Bodega donde se guarda el concentrado de tilapia y diferentes materiales

C. Materiales y equipo

Se presenta en el siguiente cuadro la cantidad, el tipo de equipo y el uso que se le da. En la visita de campo realizada se encontró que una parte de los materiales utilizados son construidos por el encargado del área (Recoje hojas de superficie, atarrallas). Equipo como tubos son solicitados por el encargado cuando estos hacen falta, las bolsas de arroba solo

se solicitan cuando se realizan actividades de liberaciones para el transporte de alevines y en algunos casos las bolsas se usan para el despacho de mojarras.

Cuadro 24. Materiales disponibles en proyecto de reproducción de especies nativas

No.	Cantidad	Material y equipo	Uso
1	4	Cubetas	Para transporte de alimento a piletas
2	2	Toneles	Utilizada en liberaciones/como depósito de agua limpia
3	2	Atarrayas	Cosecha de mojarra adulta
4	1	Malla por yarda	Para filtros de tubería
5	-	Tubos PVC	Canales de abastecimiento de agua
6	0	Malla fina (tela de tul)	Cosecha de alevín
7	-	Bolsas de arroba	Utilizada en liberaciones y despacho de tilapia
8	2	Recoge Hojas de superficie	Remover basura superficial de piletas
9	1	Chapeadora	Limpiar malezas
10	1	Pesa	Para pesa de mojarra despachada

D. Especies nativas

Mojarra Prieta

Nombre Científico: *Amphilo macracanthus*

Características generales: Coloración: gris en el fondo, con líneas verticales anchas color negro.

Talla máxima: 18 cm.

Alimentación: detritívora, de fondo

Época de reproducción: marzo, mayo y agosto.

Mojarra Tusa

Nombre Científico: *Herichthys guttulatus*

Características generales: Coloración: metálica en el cuerpo y aletas, manchas marrones simétricas en las líneas verticales, extendidas de la aleta caudal a la dorsal.

Alimentación: aceptan cualquier alimento comercial, de preferencia vivo.

Talla máxima 22 cm.

Época de reproducción: abril a julio, con una producción de 300 a 700 huevos por año.

Mojarra Balcera

Nombre Científico: *Herichthys trimaculatus*

Características generales: verde amarillento en todo el cuerpo

Alimentación: aceptan cualquier alimento comercial de preferencia vivo, como pequeños peces y lombrices.

Talla máxima: llega a medir 35 cm.

Época de reproducción: de abril a agosto, con una producción de 350 huevos al año.

Bagre de Rio

Nombre Científico: *Lacuntunia enigmática*

Características generales: Es una especie de pez siluriforme de la familia Lacantuniidae.

Alimentación: Se alimenta de peces, cangrejos, gambas y semillas grandes y duras.

Los machos pueden llegar alcanzar los 42,7 cm de longitud total y las hembras 40,6.

E. Otras especies

Tilapia

Nombre Científico: *Oreochromis niloticus*

Características generales: Es una especie de pez de la familia Cichlidae en el orden de los Perciformes.

Las temperaturas letales son: inferior 11-12 °C y superior 42 °C, en tanto que las temperaturas ideales varían entre 31y 36 °C.

Caracol de agua dulce

Nombre Científico: *Pomacea* sp.

Características generales: Café con líneas onduladas negras y amarillentas, son hermafroditas y poseen ambos órganos masculinos y femeninos, la mayoría de especies tienen un ciclo de vida corto de un año de vida. Un caracol acuático suele poner 1.000 huevos al año. Producen huevos en grumos de consistencia gelatinosa en grupos de cinco a 40 huevos.

La eclosión se produce después de seis a ocho días.

El caracol de agua dulce *Pomacea* es eminentemente herbívoro y tiende a buscar plantas jóvenes con poca fibra, como hojas de lechuga *Lactuca sativa*, ninfa acuática *Eichornia crassipes*, pito *Erythrina berteroana*, ramié *Boehmeria nivea*, y algas que crecen en paredes de estanques. También acepta alimento artificial (concentrados).

Tortuga pintada

Nombre Científico: *Trachemys scripta*

Características generales: Su coloración líneas onduladas amarillentas, rojas y anaranjadas. Estas subespecies pueden alcanzar de 20 a 30 cm de largo, aunque no es frecuente que superen los 25 cm. Es una especie ovípara, ectoterma, omnívora. Esta especie en estado adulto se alimenta principalmente de vegetación acuática y frutas (Mandujano, 2002).

F. Alimentación

La alimentación de las cuatro especies de mojarra nativas es concentrado para tilapia de engorde y crecimiento (Fontana 28). Alrededor de dos cubetas diarias. Aproximadamente se gasta 23 quintales cada tres meses, que son 7.6 quintales al mes.

Las tortugas se alimentan con verdura (zanahoria, lechuga) tres veces a la semana, y de los caracoles consiste en bejuco, maleza y en algunas temporadas se les da concentrado de tilapia.

G. Mantenimiento

- Se realizan chapeos eventuales para mantener limpieza en el área.
- Reparación de bordas al presentar grietas o están erosionadas se reparan para evitar filtraciones o eventualmente un mayor daño a la borda. (cuando son estanques de lona).
- Limpieza del canal de abastecimiento y asegurar el buen funcionamiento de las compuertas de distribución de agua.
- Chequeo de buen funcionamiento de drenaje, para evitar la pérdida de peces.
- Colocación de filtros en canal de abastecimiento para evitar el ingreso de contaminantes sólidos al estanque.
- Realización de recambio de agua para evitar que especies mueran por falta de oxígeno.
- Limpieza de estanque de basura superficial por medio de recoger hojas.

H. Venta de tilapia

Se realiza venta de tilapia por medio de registro de cantidad vendida. El precio de venta es de 12 quetzales por libra.

I. Actividades de liberaciones

En actividades anteriores se buscaban escuelas interesadas en participar, con grupos de niños y se determinaba fecha. Previo a las actividades por lo menos 2 semanas antes, se realizaba la cosecha de al menos 2,000 alevines, recolecta de aguas que se depositaban en toneles y el día de las liberaciones se depositaban 50 especies en cada bolsa de arroba. Los alevines no debían de permanecer más de 5 horas en las bolsas, y se les debía de ingresar oxígeno para evitar la muerte de los peces.

J. Observaciones del área

En visitas de campo realizadas se pudo observar que estanque 2 y 5 presentaban mayor turbidez que los demás, por lo tanto, es necesaria la pronta limpieza de los estanques mencionados, la malla que protege toda el área se encuentra dañada y el encargado del área menciona que el agua que se usa de abastecimiento proviene del Rio Acomé, y que hay ocasiones en que el agua viene contaminada lo que provoca muertes de peces de algunos estanques.

K. Enfermedades

En visita de campo se pudo observar el mal estado de salud de los caracoles (*Pomacea sp.*) por lo tanto se recomendó la pronta limpieza de los estanques 10,13,14. A la fecha se ha visto una mejoría en la salud de los caracoles. No se muestran signos de permanencia de los parásitos y el color verde musgoso que presentaban ha ido desapareciendo.



Figura 54. Parásitos encontrados en los caracoles de agua dulce

Los caracoles presentaban gusanos de cuerpo en forma cilíndrica que aparecen en la superficie del caracol. Según numerosos estudios la tasa de mortalidad no suele extenderse a muchos individuos. Para evitar la aparición de una plaga se ha de cuidar el alimento que ingiere el caracol, en este caso y en casi todos los casos la higiene también es fundamental (Pérez, 2010).

L. Medidas de control

Al programa se le implementaron medidas de control como, por ejemplo, una hoja de gasto de concentrado de tilapia para tener una mejor programación de compra. Así mismo se puede estimar fecha de compra, gasto por mes, lo que permite tener mejor control de manera sencilla.

Además, se implementó un sistema de control de personal sencillo con la función de evaluar el cumplimiento de asistencia que se da en el programa.

3.3.4 Conclusiones

Los programas de reproducción de especies nativas brindan beneficios sociales tanto como ambientales. ya que la biodiversidad se ha visto amenazada de manera creciente por

los múltiples factores como la presión pesquera, introducción de especies exóticas, contaminación de los ríos de la vertiente del Pacífico, además de la modificación de hábitats.

Es importante la evaluación constante de este tipo de programas para que tengan mejor eficiencia, mayor producción. Además de sean factibles para ser ejemplo de otras instituciones interesadas con el cuidado del medio ambiente.

El desarrollo de técnicas de reproducción de especies nativas contribuye a la recuperación de la diversidad acuática. Es importante tomar en cuenta que estos programas tienen mayor alcance si se complementan con restauraciones ecológicas de los hábitats.

3.3.5 Recomendaciones

- Se deben seguir haciendo revisiones de programas de diversificación de la ecología acuática para apoyar la iniciativa de forma más técnica, se generarán mayores conocimientos en el área y se tendrán mejores resultados.
- Se recomienda la realización periódica de evaluaciones del programa para tener una perspectiva de deficiencias, beneficios del programa y tener herramientas para la toma de decisiones más fundamentada y estructurada.
- Es importante considerar complementar este programa con restauraciones ecológicas en dos cuencas en que se trabaja. Y posteriormente hacer un estudio de impactos que ha tenido este tipo de proyectos.

3.4 SERVICIO 3. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN OFICINAS DEL ICC, SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA.

3.4.1 Objetivos

A. Objetivo general

Gestionar integralmente los desechos sólidos generados en las oficinas de ICC para prevenir y mitigar la contaminación de los recursos naturales y/o riesgos laborales por la inadecuada manipulación o disposición final de los mismos.

B. Objetivos específicos

1. Realizar un Diagnóstico Inicial del manejo actual de residuos sólidos en la oficina de ICC.
2. Elaborar una metodología para la caracterización de los residuos sólidos de acuerdo a las características de la oficina de ICC.
3. Plantear acciones de prevención, tratamiento y disposición final de desechos sólidos generados en la oficina de ICC.

3.4.2 Metodología

A. Manejo actual

Previo a establecer una propuesta para el manejo de los desechos es importante conocer el estado actual de los mismos, es decir cantidad y tipo de desechos, almacenamiento, transporte y disposición final, entre otros datos. Para ello se hicieron entrevistas al personal de limpieza y mantenimiento, así como a los trabajadores de ICC para conocer otros datos sobre la generación de desechos sólidos. Además de las entrevistas, se realizó una caracterización de los desechos sólidos de las instalaciones de ICC.

Plan de Manejo de Residuos Sólidos en ICC



Instrucciones: Responda las siguientes preguntas marcando con una "X".

1. Regularmente ¿Qué días permanece en la oficina?

Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
-------	--	--------	--	-----------	--	--------	--	---------	--

2. ¿Qué tipo de residuos genera usted en la oficina?

Orgánicos (restos de comida, servilletas sucias)		Plásticos (Botellas PET, bolsas plásticas)	
Papel (Hojas)		Aluminio (Latas, bolsas de golosinas)	
Cartón (Empaques de cartón, cajas)		Otros ¿Cuáles?	
Vidrio (Botellas, frascos)			

3. ¿Qué grado de importancia considera que tiene la ejecución de un Plan de Gestión de Residuos Sólidos en la oficina?

Alto		Medio		Bajo	
------	--	-------	--	------	--

4. ¿Estaría dispuesto a comprometerse a separar correctamente sus residuos dentro de las oficinas de ICC?

Sí		No	
----	--	----	--

Figura 55. Boleta de entrevista a los trabajadores de ICC.

B. Caracterización de desechos

La generación de residuos se analizó en base a dos 2 áreas: Conjunto de oficinas y Área de preparación y calentamiento de alimentos y bebidas. Para determinar inicialmente el tipo de residuos generados en las oficinas de ICC, el día martes 01 de septiembre 2015, se realizó una encuesta a los trabajadores.

C. Caracterización de los desechos sólidos en ICC

La caracterización permite establecer un plan de gestión adecuado y eficiente. Sirve para conocer la cantidad y características de la basura. Para la caracterización es importante tomar en cuenta la Micro aproximación y la Macro aproximación (mayor detalle). La caracterización incluye: diseño lógico (qué es lo que se va necesitar (nylon, qué basureros, a qué hora se hará la recolección, pesa, recipiente para medir la altura de los residuos, etc.), selección y capacitación del personal y la creación del formato de hojas de datos.

Se realizaron los siguientes pasos, durante 5 días a la misma hora.

1. Llevar las bolsas de basura de todas las oficinas y pasillo al área destinada para la caracterización. Las bolsas de los basureros se identificaron (lugar, hora y fecha de recolección). Se colocaron nuevas bolsas.
2. Al llegar la basura al lugar, se colocó el nylon en el piso previo a desembolsar la basura; esto para evitar que se mezclara con otros materiales del suelo
3. Los primeros dos días se vació la basura de las oficinas y luego la del área de preparación de alimentos para caracterizarse por separado. Los siguientes días se caracterizaron juntas.
4. Inicialmente se planteó utilizar el método de cuarteo para hacer la caracterización. Éste consiste en mezclar toda la basura, dividirla en cuatro partes iguales y seleccionar las dos partes opuestas. Luego se vuelve a mezclar y a separar hasta que se obtenga una muestra igual o menor a 50 kg. Considerando que la cantidad de basura era muy poca, no se cuarteó sino que se caracterizó por completo.
5. La basura se separó en categorías: papel, cartón, plástico, vidrio, metales, orgánica y duroport..

6. Por cada categoría se pesó y se colocó en la cubeta para medir la altura que alcanzó la basura y el diámetro de la cubeta. Luego se registraron los resultados en cuadros y se calculó el volumen y densidad por categoría.
7. Se estimó el porcentaje de cada categoría teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (W_t) y el peso de cada categoría (P_i):

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_t} \times 100$$

8. Para determinar el porcentaje promedio de cada categoría, se efectuó un promedio simple, es decir sumando los porcentajes de todos los días de cada categoría y dividiéndolo entre los cinco días de la semana

3.4.3 Resultados

A. Ubicación y delimitación del área

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) es una entidad no lucrativa, apolítica y no religiosa dedicada a utilizar la ciencia para orientar acciones que ayuden a enfrentar el cambio climático a nivel local. El ICC fue creado en el año 2010 con el objetivo de desarrollar programas de investigación que contribuyan al diseño de estrategias de reducción de la vulnerabilidad, de mitigación y adaptación al cambio climático en comunidades, sistemas productivos e infraestructura de la región. Sus miembros fundadores son todos los ingenios que integran la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA) (ICC, 2012).

Se encuentra dentro del Parque Tecnológico de Santa Lucía Cotzumalguapa (Figura 2). Está ubicado en el Edificio 2 (círculo rojo) del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña (CENGICAÑA), Finca Camantulul en el kilómetro 92.5 Carretera a Mazatenango, en jurisdicción del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. Dentro del Edificio 2 además de las instalaciones de ICC, se encuentran los

laboratorios de CENGICAÑA, 2 salones de reuniones y la oficina de Inspección de Ingenios (ATAGUA). A pesar de que la gestión de los residuos debe hacerse de manera integral, es importante mencionar que este Plan se elaborará únicamente para la oficina de ICC por cuestiones administrativas. Posteriormente se espera que se replique en las demás oficinas y se incluya a los edificios 1, 3 y el Hotel.

- Oficina del programa de Desarrollo de Capacidades y Divulgación
- Oficina de practicantes
- Oficina de técnicos de programas
- Oficina de coordinadores de programas
- Oficina de dirección general
- Área de preparación de alimentos y bebidas



Figura 56. Localización de ICC en Parque Tecnológico de Santa Lucía Cotzumalguapa

El horario de trabajo oficial es de 8:00 horas a 17:00 horas. Actualmente del total de personas que laboran en ICC, 32 tienen oficina fija en las instalaciones. Es importante considerar que muchas de ellas realizan trabajo de campo y por lo tanto no siempre está la misma cantidad en las oficinas. Las actividades diarias que se realizan en las oficinas normalmente corresponden a investigaciones, reuniones, llamadas telefónicas y actividades administrativas que requieren materiales de librería y equipo de cómputo.

El Plan se enfocará en la gestión de los residuos sólidos provenientes de las oficinas mas no de los dos servicios sanitarios ubicados en el mismo edificio.

B. Antecedentes

El día martes 01 de septiembre se entrevistó al Licenciado Werner De León del Área de Administración en CENGICAÑA, quien informó sobre la existencia de un proyecto de reciclaje que se había planteado en el edificio de CENGICAÑA hace aproximadamente 10 años. Para ello se compraron botes de basura de cinco colores diferentes los cuales se colocaron en los pasillos y se construyó un centro de almacenaje temporal para los desechos previo a su recolección.

Este centro de almacenaje fue construido de concreto y se encuentra cerca de la bodega de ICC, a inmediaciones de una parte del sendero del museo. Los problemas que encontraron en la ejecución de este proyecto fue la falta de empresas recolectoras de material debido al reducido volumen de desechos generado por el edificio. Finalmente se abandonó el proyecto.

Hace dos años se quiso retomar el proyecto de reciclaje únicamente con papel, plástico y vidrio. Sin embargo, no hubo apoyo institucional y la falta de empresas recolectoras siguió representando un problema para la gestión. Derivado de ello sólo decidieron seguir con la separación de papel y actualmente la empresa Red Ecológica es la que viene a recolectarlo (3 ó 4 veces al año).



Figura 57. Centro de almacenaje temporal construido para el proyecto de reciclaje en CENGICAÑA.

C. Caracterización de los residuos

Etapa de generación

La generación de residuos se analizó en base a dos 2 áreas: Conjunto de oficinas y Área de preparación y calentamiento de alimentos y bebidas. Para determinar inicialmente el tipo de residuos generados en las oficinas de ICC, el día martes 01 de septiembre 2015, se realizó una encuesta a los trabajadores. Los resultados de las preguntas realizadas fueron los siguientes (figura 58-60):



Figura 58. ¿Qué días permanece en la oficina?

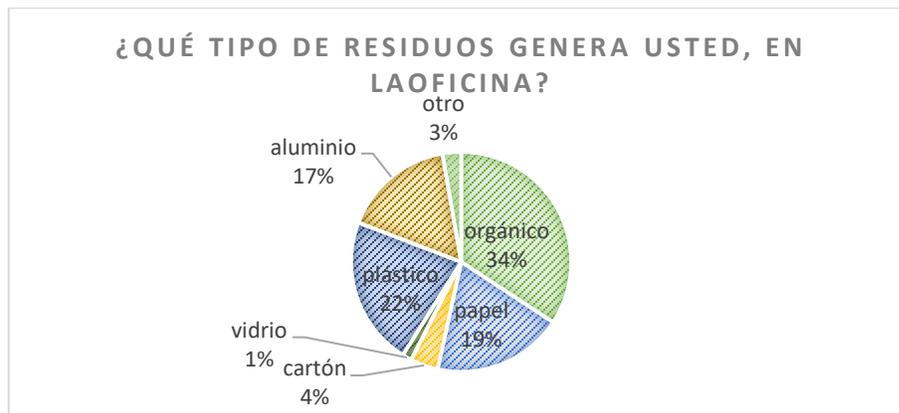


Figura 59. ¿Qué tipo de residuos genera usted, en la oficina?

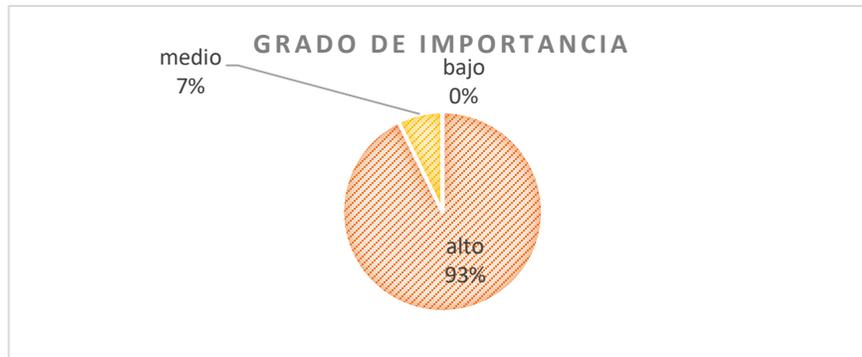


Figura 60. Grado de importancia de la ejecución de un manejo de desechos sólidos.

El viernes es el día que más personal se encuentra en las oficinas y al contrario del lunes. De acuerdo a la información proporcionada por los trabajadores, se identificó que los materiales que más se generan son desechos orgánicos y plásticos. En cuanto a la percepción del personal sobre la importancia de la ejecución de un Plan de Gestión de Desechos Sólidos en las oficinas de ICC, se determinó que es alta (20). Respecto a la separación de desechos sólidos se estableció que todos tienen disponibilidad de hacerlo.

Por ser un conjunto de oficinas, es importante conocer la cantidad de papel que se genera ya que éste es un insumo importante para las actividades que se desarrollan cotidianamente en ICC. Para ello se entrevistó al Asistente Administrativo, Obed López. De acuerdo a la información proporcionada, durante los últimos tres años, se han comprado 20 resmas de hojas las cuales alcanzaban para todo el año. En el presente año (2015), se compraron las 20 resmas y se acabaron en julio, por lo que se prosiguió a comprar otras 10 más que se estima alcanzarán hasta el mes de octubre. Se comprarán otras 10 resmas para culminar el año. El valor de cada resma es de Q26.50. Es importante resaltar que no se compra papel reciclado en ninguna proporción.

Una oficina con sistema de buenas prácticas puede utilizar un máximo de siete resmas de papel por persona al año (IHOBE, S. A., 2000). Sin embargo, considerando que el ICC no se dedica a actividades que demanden grandes cantidades de papel, se recomienda reducir en base al uso promedio. En general el uso de papel en las instalaciones de ICC es bastante eficiente pues los trabajadores tienden a no imprimir ni utilizar tantas

hojas para desarrollar sus actividades laborales. Esto se puede ver influenciado también por el constante trabajo de campo al que están sometidos los coordinadores, técnicos y practicantes del Instituto.

Etapas de almacenamiento

Existen 17 basureros dentro de las instalaciones y 1 central. El basurero central se encuentra afuera y recibe la basura de la oficina de ICC, salones 2-1 y 2-2 de CENGICAÑA, y de la oficina de Inspección de Ingenios (ATAGUA).

Los basureros de cada oficina se vacían 1 ó 2 veces al día (dependiendo si se llenan o no) y el basurero que se encuentra en el área de preparación de alimentos se vacía 2 ó 3 veces al día. Como se mencionó anteriormente, esta basura llega al basurero central del edificio en donde el Encargado de Mantenimiento (Alex García) es responsable de transportarla una vez al día, al basurero general de todo el Parque Tecnológico de Santa Lucía Cotzumalguapa. Para ello tiene un carretón pero usualmente no lo utiliza, sólo se lleva la bolsa cargada.

Respecto del papel, éste se almacena en una caja ubicada afuera de la oficina de Dirección General. Esta caja recibe hojas de papel blanco, fólderes de cartón, hojas de color, y todo tipo de papel que se genere en las oficinas. Al llenarse esta caja se envía a la bodega de ICC en donde debe permanecer hasta que la empresa Red Ecológica llegue a recolectarla. Dicha recolección se hace 1 ó 2 veces al año (según información proporcionada por el Asistente Administrativo, Obed López).

Etapas de recolección y transporte

De acuerdo a la información proporcionada por sr. Ever Álvarez (piloto del camión que recoge la basura), el basurero general es vaciado tres veces a la semana (martes, jueves y sábado). El camión pertenece a una empresa privada y usualmente pasa a las 7 am o a las 4 pm y accede al basurero a través de la parte trasera del Parque Tecnológico de Santa

Lucía Cotzumalguapa, es decir, no entra a las instalaciones. Luego de recolectar la basura, el camión la lleva hacia el basurero municipal en donde los “guajeros” separan el plástico (pet), las latas y el papel y cartón para venderlo.

Disposición final

De acuerdo a la información proporcionada por el entrevistado, Luego de recolectar la basura, el camión la lleva hacia el basurero municipal de Santa Lucía Cotzumalguapa en donde los “guajeros” separan el plástico (pet), las latas y el papel y cartón para venderlo.

Desechos sólidos en la oficina

En el cuadro 25 se presenta el promedio de residuos generados por categoría dentro de la oficina y en la figura 61 se muestra la distribución en porcentajes.

Cuadro 25. Promedio de residuos generados por categoría

% Promedio por categoría de mayor a menor	
Residuos orgánicos	57.49
Papel	11.28
Cartón	9.17
Plástico	9.17
Aluminio	8.31
Tetrapack	3.4
Vidrio	2.49
Duroport	1.4

Los tipos de residuos generados se presentan a continuación, en función de abundancia:

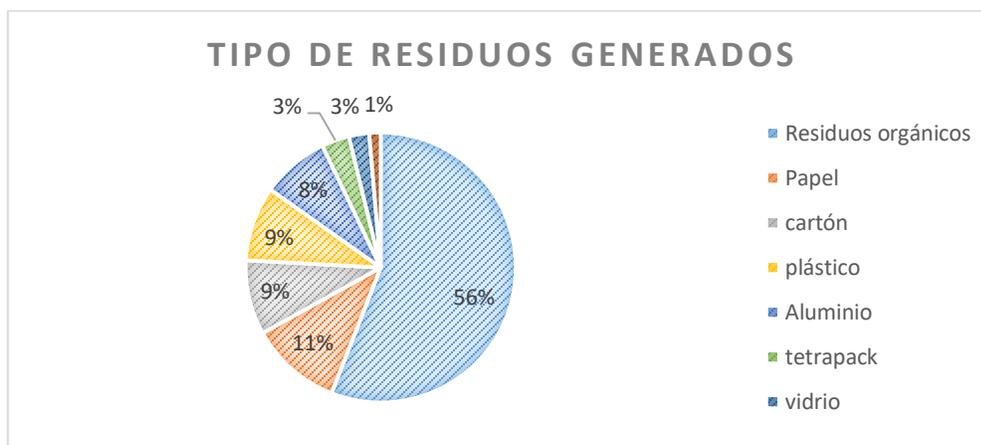


Figura 61. Gráfica en porcentaje de tipo de residuos generados en oficinas del ICC

De acuerdo a los cálculos realizados el tipo de desecho sólido que más se genera es el orgánico, seguido del papel, cartón y plástico. En el cuadro puede observarse que el duroport representa únicamente el 1.4% de los desechos generados, esto seguramente se debe a que durante la semana de caracterización no se pidió comida a domicilio. Sin embargo, cabe resaltar que, aunque no se pida constantemente, cuando se hace tienen que participar varias personas de la oficina, por lo cual aumenta el volumen de los desechos en esos días.

Cuadro 26. Composición por categoría

Composición por categoría	
Macro aproximación	Micro aproximación
Residuos orgánicos	Residuos de café, alimentos, servilletas usadas
Plástico	Bolsas, tapaderas, PET, cubiertos desechables
Papel	Hojas, servilletas,
Cartón	Cajas, vasos, cajas de pizza
Aluminio	Bolsas de golosinas (papel aluminizado)
Vidrio	Frasco de café
Duroport	Vasos y platos desechables
Tetrapack	Cajas de jugos

La micro aproximación sirve para reducir la cantidad de desechos generados, ya que permite conocer qué tipo de material se está consumiendo o utilizando y que al final se convierte en desecho. Los residuos orgánicos, en su mayoría están constituidos por restos de café, por ser la principal bebida preparada a diario.

También se encuentran restos de alimentos y servilletas usadas. Respecto del papel, lo que más se genera son hojas y servilletas (no tan sucias). En cuanto al cartón, se generan cajas, éstas son de alimentos, enseres, etc., al igual que vasos, los cuales traen los trabajadores con bebidas de fuera. Finalmente, los plásticos están compuestos por bolsas, cubiertos desechables (que vienen con la comida a domicilio) y botellas pet. Sin embargo, es importante mencionar que el número de botellas pet no es tan significativo pues muchas personas las reutilizan.

Cuadro 27. Volumen promedio por categoría al día (m3) de mayor a menor

Volumen promedio por categoría al día (m3) de mayor a menor	
Plástico	0.0142
Papel	0.0116
Cartón	0.007
Duroport	0.0058
Residuos orgánicos	0.0058
Aluminio	0.0031
Vidrio	0.0019
Tetrapack	0.0007

El principal desecho con mayor volumen es el plástico pues no se tiene la costumbre de compactar. Seguidamente se tiene el papel porque no se tritura ni corta previo a su deposición. El cartón, por ser de mayor tamaño y de una constitución dura no se dobla. En cuanto al duroport, éste ocupa el cuarto lugar porque los platos de comida a domicilio traen tapaderas y al tirarlos éstos no se compactan y ocupan más espacio en los basureros, tampoco los vasos se compactan (ver cuadro 28).

Cuadro 28. Cantidad generada por área

Cantidad generada por área (Kg)	
Área de preparación de alimentos (pasillo)	1.284
Sala de reuniones	0.206
Oficina practicantes	0.188
Oficina DCYD	0.1716
Oficina coordinadores	0.088
Oficina técnicos	0.0868
Oficina de dirección	0.0122

El área de preparación y calentamiento de alimentos es donde se genera la mayor cantidad de desechos, éstos en su mayoría orgánicos. Seguidamente está la sala de reuniones en donde en ocasiones se juntan varias personas a almorzar y es en los días donde hay más generación de desechos. El tercer lugar lo ocupa la oficina de practicantes. Esto se deriva que en ella permanecen más personas durante más tiempo.

De acuerdo a los cálculos realizados, en las oficinas se genera 0.06 kg de desechos por persona, y la generación total diaria es de 1.85 kg/día. El total de desechos generados diariamente se calculó en 1.9 kg. Sin embargo, esta cifra es variable ya que depende de la cantidad de personas presentes durante la semana.

D. Estrategias para la gestión de desechos sólidos en ICC

Es necesario identificar la fuente de los problemas y reducirlos al máximo para evitar desperdicios y pérdidas dentro de la oficina. Un adecuado manejo de los residuos sólidos trae muchas ventajas, entre ellas:

- Disminución de la contaminación y conservación de recursos naturales.
- Disminución del volumen de basura que se envía al botadero.
- Promueve la competitividad a nivel empresarial.

- Fomenta la disciplina social en el manejo de los residuos sólidos.
- Reduce riesgos sanitarios.
- Promueve la responsabilidad ambiental ciudadana respecto a los residuos que originan.

La elaboración de esta política se basa en los siguientes principios:

- Desarrollo sostenible
- Principio de prevención
- Responsabilidad de los generadores

Cuadro 29. Propuesta de tratamiento a los tipos de residuos generados en oficinas de ICC.

Prevención	Tipo de residuo	Tratamiento
Rechazo y reducción en el consumo	Residuos orgánicos (restos de comida)	Compostaje
	Residuos inorgánicos (papel, cartón)	Reutilización y Reciclaje
	Residuos inorgánicos (plástico, vidrio, aluminio)	Reciclaje
	Residuos inertes (duroport)	Basurero municipal

Rechazar

Consiste en no utilizar materiales con períodos de degradación muy lentos y preferir otros degradables, reutilizables o reciclables. Cuando se compre un producto, no escoger aquellos en cuya elaboración, manejo o disposición final emplean insumos que impactan negativamente en los recursos naturales o que en su producción generan contaminantes que deterioran o alteran la calidad del aire, agua o suelos.

Papel

- No comprar papel blanco, sino empezar a reemplazarlo por papel reciclado.
- No imprimir documentos innecesarios.

Plástico (PET y HDPE)

- Evitar el sobre envasado. Elegir siempre productos con la menor cantidad de embalajes innecesarios.
- Rechazar envases, bolsas, y empaques plásticos y reemplazarlos por empaques de papel y envases de vidrio.

Duroport

- No comprar platos y cubertería desechable (duroport)

Reducir

Consiste en reducir el volumen de la basura desde el consumo o producción, es decir, atacar el problema desde la raíz. Reducir en el punto de origen disminuye la cantidad y toxicidad de la basura. Además, ayuda a conservar los recursos naturales, a disminuir la contaminación del aire y el agua; y a reducir los costos en el proceso de recolección y destino final de los desperdicios.

Papel

- Verificar que todas las impresiones y fotocopias se realicen a doble cara. Colocar pósters para recordarlo junto a las impresoras.
- Si es posible, imprimir dos hojas por cara, por ejemplo para borradores.

- Configurar los márgenes de página muy pequeños para imprimir borradores o documentos internos (procurar dejar el menor margen posible).
- Elegir el tamaño de letra y fuente más pequeño que se pueda para borradores y documentos internos y así ahorrar hojas.
- Utilizar medios de comunicación electrónicos para reducir el uso de impresiones.
- Recoger todo el papel que sólo se haya utilizado por una cara y volver a utilizarlo para imprimir borradores o blocs de notas.
- Disminuir el consumo de hojas
- Plegar o compactar los cartones y otros residuos voluminosos para realizar el uso más eficaz posible de los contenedores para eliminación de residuos.
- Conocer el uso correcto de las impresoras. Es importante que todos los usuarios conozcan el funcionamiento de las impresoras para evitar el despilfarro de papel. Realizar cursos básicos sobre el funcionamiento de las máquinas.

Plástico

- Disminuir la compra de botellas plásticas y las que se desechen deben compactarse para que ocupen el menor espacio posible.
- Utilizar lo menos posible, bolsas plásticas.
- Disminución en el consumo de tinta para la impresión de materiales ya que los cartuchos vienen en envases plásticos.

Aluminio

- Compactar las latas para evitar el llenado rápido de los contenedores.

Reutilizar

Es cuando un producto o envase puede ser usado más de una vez, de la misma forma y con el mismo propósito para el cual fue fabricado, más allá de su vida útil. Muchos

materiales que son desechados para un uso específico pueden ser reutilizados para otros fines, de esta forma se extiende la vida útil de cada material y se previene su rápida disposición final.

- Escoger productos reutilizados, reciclados y reciclables.
- Reutilizar las hojas que están impresas sólo por un lado para escribir borradores, tomar notas en reuniones, hacer cuadernos de notas, etc.
- Reutilizar las botellas para hacer eco ladrillos que luego serán entregados a la organización Hug it forward. Esta organización tiene como misión facilitar la educación a través del fortalecimiento de las comunidades con la construcción de escuelas con botellas “Bottle-schools”. Estas escuelas son construidas con ecoladrillos (botellas plásticas llenas con basura inorgánica).

Reciclar

Es convertir un residuo en insumo de otro proceso o convertir ese residuo en un nuevo producto. Se debe hacer la separación en origen a través de la colocación de diversos recipientes para cada tipo de residuo.

Residuos Orgánicos

Con los residuos orgánicos se seguirá el proceso de compostaje. Éste trae numerosas ventajas entre las cuales están: fácil implementación, bajo costo de operación y mantenimiento, obtención de abono orgánico, entre otras. El proceso de compostaje se hará en condiciones aerobias (con oxígeno) puesto que favorece la descomposición de materia orgánica sin liberar malos olores, elimina microbios patógenos y experimenta un incremento espontáneo de temperatura, además el compostaje aerobio generalmente, ha tenido mayor aplicación dada su mayor flexibilidad.

Residuos Inorgánicos

Para los residuos inorgánicos (papel, plástico, aluminio, vidrio) se establecerá un plan de separación para reciclaje.

E. Ejecución del plan de gestión de desechos sólidos

Etapa de Generación

Para reducir la generación de residuos sólidos en las oficinas de ICC se colocarán afiches alusivos al consumo responsable y a la prevención de la contaminación (Anexo 3).

Considerando que, en las oficinas, el material que más se utiliza es papel, se propone migrar hacia el uso de papel reciclado en lugar de papel blanco. Considerando que el precio de un tipo de papel a otro varía significativamente, no se puede migrar completamente en un sólo paso, por esta razón es importante intercalar ambos a la vez.

Cuadro 30. Estado actual y objetivos de reducción en el uso de papel en oficinas de ICC.

Responsable de la compra de papel	Asistente administrativo, Obed López
Papel utilizado por persona al año	1.25 resmas (625 hojas)/persona/año
Gasto en papel	Q33.125/persona/año
Porcentaje de papel con contenido reciclado	0%
Objetivo: Reducir el uso de papel hasta:	1 resma (500 hojas)/persona/año
	Fecha evaluación: Mayo, 2016
Objetivo: Reducir los costes de papel hasta:	Q26.50/persona/año
	Fecha evaluación: Mayo 2016
Objetivo: Aumentar el uso de papel reciclado hasta:	20%
	Fecha: Mayo 2016

El papel reciclado tiene un precio mayor que el papel blanco (Q42.90 por resma, Office Depot Guatemala), por lo tanto, podría empezar a comprarse cierto porcentaje e ir en aumento. Los beneficios ambientales del reciclaje de papel incluyen la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático, ahorro considerable de espacio en los vertederos, reducción en el consumo de energía y agua para su fabricación, reducción de la deforestación, etc.

Etapas de Almacenamiento

Para el tratamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos en la oficina es necesario iniciar desde la separación de los mismos en el lugar de origen a través de la deposición en diferentes recipientes identificados y con tapadera. En cada oficina, los colaboradores del instituto serán responsables de clasificar sus residuos generados y para ello deben comprarse botes de diferentes colores debidamente rotulados y localizados en los sitios de generación para evitar su movilización excesiva y la consecuente dispersión de gérmenes. Se clasificará de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 31. Clasificación de colores para la separación de residuos sólidos

Color	Clasificación
Amarillo	Plásticos y PET
Gris claro	Latas y metales
Verde	Vidrios
Café	Desechos orgánicos
Azules	Papeles y cartones
Basurero tradicional	Otros

(Fuente: UNESCO, 2012)

En cada oficina, por cuestión de espacio se colocarán únicamente 2 tipos de recipientes (azul y amarillo) en base a lo que más se genera en éstas áreas. Ahora bien en

el área de preparación de alimentos se colocarán un recipiente amarillo, gris claro, verde y café. En el área del basurero central se colocarán los 6 recipientes (Figura 6). Ver distribución en la figura siguiente:

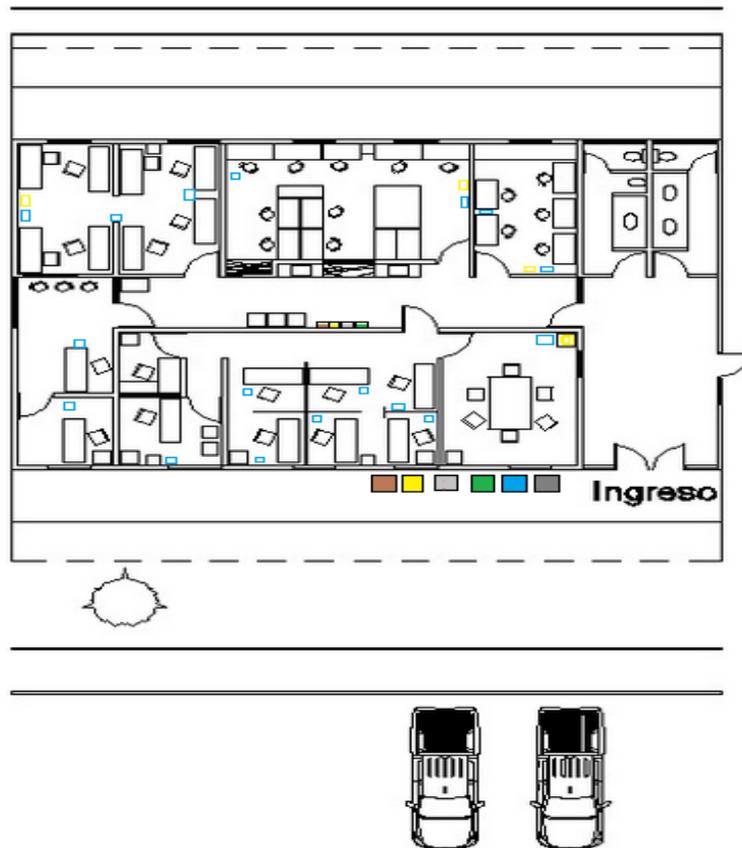


Figura 62. Propuesta de distribución de recipientes para separación de residuos en instalaciones de ICC

Fuente: Elaboración propia en base a plano creado por Fuentes, F., 2015)

Los recipientes deben estar limpios y con buen aspecto. Además, deben tener indicaciones sobre los tipos de desechos que deben o no depositarse en ellos.

Cuadro 32. Metodología de separación de los desechos en los recipientes dentro de las oficinas de ICC.

Clasificación	Tipo de desecho reciclable	Tipo de desecho no reciclable	Evitar depositar
Plásticos y PET	Botellas plásticas de gaseosas, agua pura, refrescos, etc.		
Desechos orgánicos	Restos de comida en general, alimentos caducados, residuos de café, restos de infusiones (sin sobre), servilletas sucias, cáscaras de frutos secos, etc.	Materiales no degradables, cigarros, productos químicos.	
Papeles y cartones	Papel de impresión y escritura, sobres, guías telefónicas, catálogos, folletos, periódicos, revistas, libros, cartulina, embalajes de papel y cartón.	Papel térmico, etiquetas adhesivas, cartones de bebidas, papel encerado o parafinado, papel higiénico.	Grapas, plásticos, tintas, clips,

Se debe destinar un lugar como centro de acopio para almacenar los residuos mientras pasan los recolectores autorizados. En este centro se verificará que la separación en origen se haya efectuado correctamente y si no, culminar el proceso separando los residuos mezclados. De esta forma se aumentarán las cantidades de material reciclable y se disminuirá el volumen a disponer en el basurero municipal de Santa Lucía Cotzumalguapa.

Construcción de un nuevo centro de acopio. Se puede construir con columnas de madera un el techo puede ser de lámina o teja y el piso deberá ser de concreto. Es necesario adquirir tres contenedores grandes (toneles plásticos) con letreros de color amarillo para plásticos; gris claro para latas y metales; y verde para vidrio.

En lo que respecta al papel, se seguirá almacenando en la bodega, hasta que la empresa Red Ecológica venga a recolectarlo, como se ha venido haciendo. Es importante mantener ordenada la bodega para evitar proliferación de plagas como roedores o cucarachas, etc. El Encargado Mantenimiento será quien recolecte los residuos ya separados de los contenedores centrales y los transportará hacia el centro de acopio.

Etapas de recolección y transporte

Luego de la separación en origen y almacenamiento en el centro de acopio las personas encargadas de recolectar el material vendrán cada cierto tiempo para comprar el material.

El dinero recaudado servirá para el correcto funcionamiento del Plan de Gestión Integral de Residuos en las instalaciones de ICC.

Etapas de tratamiento

Residuos orgánicos

-
- Tijeras de jardinería
- Pala de mango largo
- Manguera
- Una criba de 0.5 a 1 cm de luz
- Guantes de jardinería
- 2 toneles

Debido a la poca cantidad de materia orgánica que se genera, el método de compostaje a utilizar será por medio de un reactor. La materia orgánica depositada dentro del reactor comienza un proceso lento de descomposición aerobia, en presencia del oxígeno que entrará por los agujeros que llevará el reactor. Esto es gracias a los microorganismos llamados descomponedores. donde se genera energía en forma de calor. así la mezcla alcanza temperaturas de 70-75°C.

Selección de materiales

Se separan los materiales orgánicos del resto de desechos sólidos. se pueden almacenar un tiempo, pero el menor tiempo posible, ya que los materiales orgánicos tienden a descomponerse rápidamente. Por eso es necesario agregarlos rápidamente a la mezcla.

Preparación de los materiales

Es conveniente trocear residuos grandes como cáscaras, pedazos de ramas, huesos, etc. se debe tener un correcto balance de materiales secos y húmedos para tener resultados exitosos del compostaje.

Depósito de materiales

Los materiales se deben colocar en capas. En la base se coloca un lecho de 10cms de material seco. Esto facilitará el drenaje y aireación de la mezcla. Luego se disponen los estratos de 15cms aproximadamente, de residuos orgánicos, luego se coloca 15 cms de material de jardín.

Compostaje

La primera etapa del compostaje consiste en la preparación, que dura cuatro días aproximadamente. En esta etapa los microorganismos se deben aclimatar y debe empezar a ascender la temperatura. Seguido está la etapa caliente que dura aproximadamente uno a dos meses, donde la temperatura asciende a los 70-75°C y aparecen microorganismos termófilos. En esta etapa se puede medir la temperatura por medio de un machete que se mete a la mezcla y luego se palpa la temperatura del machete, si este es caliente quiere decir que la mezcla se encuentra adecuada. En esta etapa también se deben realizar volteos

con pala una o dos veces al mes. Además, se debe vigilar la humedad y regar cuando se observe que la mezcla se vea muy seca.

En la etapa de maduración, la temperatura va descendiendo y se pueden agregar lombrices de tierra para completar el proceso de compostaje.

Extracción

Para vigilar el nivel de maduración de la mezcla se debe extraer una pequeña cantidad en la abertura inferior que se le colocará al reactor. El Compost estará listo cuando presenta una granulometría uniforme, homogénea, la textura sea suelta, de color oscuro. En esta fase será necesario cribar para separar algunos materiales de lenta composición y volver a incorporarlos al compostador.

Lixiviado

El lixiviado es el líquido resultante del proceso de compostaje, para ello se utilizará un depósito por fuera del tonel que almacenará el líquido acumulado.

F. Estrategia de educación y sensibilización

La capacitación y sensibilización ambiental del personal es vital previo a ejecutar el Plan de Manejo de Residuos Sólidos porque de esta manera se logrará distribuir las responsabilidades y establecer normas que hagan el proceso más eficiente. Es necesario informar a los trabajadores pues el proceso de manejo de residuos sólidos exige un mayor esfuerzo a la hora de separar, almacenar, transportar y disponer los residuos, procesos que se realizan a través de prácticas ya establecidas. Para ello se deben impartir charlas participativas con el fin de sensibilizar a las personas dentro de la oficina y así facilitar su colaboración.

3.4.4 Conclusiones

- La voluntad de las empresas para un adecuado manejo de los residuos sólidos es vital para implementar prácticas que apoyen a la mitigación de la degradación del medio ambiente.
- Existe disponibilidad en los diversos actores para la implementación de propuestas para el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.
- El aprovechamiento de orgánicos configura también una fuente de empleo por operación y administración de los centros diseñados para la producción y comercialización de compost.

3.4.5 Recomendaciones

- Es importante mantener una evaluación constante de la operación de los residuos sólidos para un correcto funcionamiento.
- Es indispensable que cada vez que se implementen diferentes actividades que puedan afectar los tipos de residuos que se generan, se realice una caracterización como la propuesta en este plan.

3.5 BIBLIOGRAFÍA

- Chacón, D. (2007). *Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros*. Costa Rica: Secretaría Por Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT).
- CONAP. (2009). *Manual para la conservación de las tortugas marinas en Guatemala, con un énfasis en el manejo de tortugarios*. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- FAO. 2010. Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura. Chile. (Serie Acuicultura en Latinoamérica no. 1).
- Fernández, I. (2010). *Diseño y factibilidad de relleno sanitario manual para el municipio de La Libertad, departamento de La Libertad*. (Informe graduación Ing. Civil). El Salvador: Universidad de El Salvador. Recuperado el 16 de agosto de 2015, de <http://ri.ues.edu.sv/202/1/10136390.pdf>
- Galeano Gallego, J. A. (2011). *Proyecto de manejo integral de residuos sólidos*. Medellín, Colombia: Institución Educativa El Pedregal, Área Ciencias Naturales y Educación Ambiental.
- IIA (Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas); IARNA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, GT). (2003). *Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala (informe final)*. Guatemala.
- ICC (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, GT). (2012). *Informe de labores 2011*. Guatemala.

- Jaramillo, G., Zapata, M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos en Colombia. Colombia: Universidad de Antioquía, Posgrado Ambiental. 116 p.
- Pérez, C. (2010). *Caracoles chile*. Chile. Recuperado 27 mar 2015, de <http://caracolchile.blogspot.com/2011/08/conocimiento-tecnico-de-las.html>
- Reyes, E. G. (2010). *Guía técnica para implementar una empresa de productos hidrobiológicos, dedicada al cultivo de tilapia*. (Tesis Mag. Admon. Empres. Industriales. Guatemala: USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- PNUMA. (2013). Microfinanzas para la adaptación basada en ecosistemas: opciones, costos y beneficios. Panamá. Recuperado el 16 de abril de 2015, de <http://www.pnuma.org/meba/fichas/archivocompletofichas.pdf>
- Rodríguez, R., Doimeadios, M. (2000). Aportaciones al conocimiento del estado medioambiental de hidrosistemas de interés internacional situados en Castilla-La Mancha. (Tesis PhD). Universidad de Castilla-La Mancha: España.
- Silva, P., López, P., Valencia, P. (2003). Recuperación de nutrientes en fase sólida a través del compostaje. Universidad del Valle, Escuela de Ingeniería de los Recursos Naturales y del Ambiente: Colombia. Recuperado el 16 de agosto de 2015, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compostaje.pdf>
- USAID. (2010). *Manual para el manejo de corrales de incubación de huevos de tortugas marinas*. El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Velásquez, L. (2000). Estrategias de concientización ante el impacto ambiental de los desechos sólidos (basura) en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala. (Trabajo graduación Trabajadora Social). USAC, Escuela de Trabajo Social: Guatemala. Recuperado el 17 de agosto de 2015 de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/15/15_1121.pdf

Zetina, M. A. (2002). *Evaluación del efecto de tres niveles de alimentación con Incaparina, y ninfa acuática (Eichornia crassipes) en el crecimiento y desarrollo del caracol (Pomacea sp.), en condiciones controladas.* Guatemala: USAC.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 63/2016

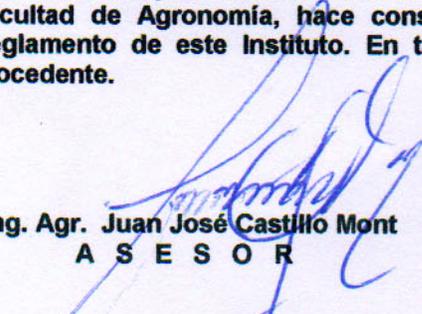
EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "ANÁLISIS DE COBERTURA Y FLORA ASOCIADA AL ECOSISTEMA MANGLAR EN SIPACATE-NARANJO, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

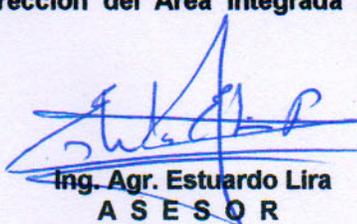
DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: MELANY LUCIA RAMÍREZ GALINDO

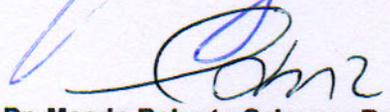
CARNE: 200918411

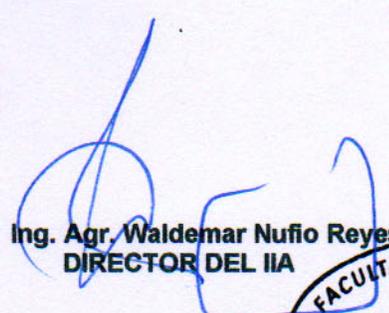
HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. José Vicente Martínez
Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
Ing. Agr. Estuardo Lira
Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.


Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
A S E S O R


Ing. Agr. Estuardo Lira
A S E S O R


Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
SUPERVISOR-ASESOR


Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DEL IIA



WNR/nm
c.c. Archivo



Guatemala, 10 de noviembre de 2016
 Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 29-2016

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

ANÁLISIS DE COBERTURA Y FLORA ASOCIADA AL ECOSISTEMA MANGLAR EN SIPACATE -NARANJO, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. DIAGNÓSTICO DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN SIPACATE-NARANJO, ESCUINTLA Y SERVICIOS PRESTADOS EN EL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, GUATEMALA, C.A.

FACULTAD DE AGRONOMIA
 -USAC-



ESTUDIANTE:

HORA: 15:36 FIRMA: *Melany Lucia Ramírez Galindo*

MELANY LUCIA RAMÍREZ GALINDO

No. CARNÉ

200918411

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

"ANÁLISIS DE COBERTURA Y FLORA ASOCIADA AL ECOSISTEMA MANGLAR EN SIPACATE-NARANJO, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Dr. José Vicente Martínez
 Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
 Ing. Agr. Estuardo Lira
 Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.



"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Marvin Roberto Salguero Barahona
 Docente - Asesor de EPS



Vo.Bo. Ing. Agr. Silver A. Elías Granado
 Coordinador Área Integrada -EPSA

c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,

No.61-2016

Trabajo de Graduación:

"ANÁLISIS DE COBERTURA Y FLORA ASOCIADA AL ECOSISTEMA MANGLAR EN SIPACATE-NARANJO, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. DIAGNÓSTICO DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN SIPACATE-NARANJO, ESCUINTLA Y SERVICIOS PRESTADOS EN EL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, GUATEMALA, C.A."

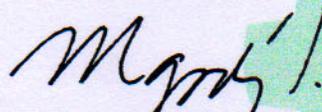
Estudiante:

Melany Lucía Ramírez Galindo

Carné:

200918411

"IMPRIMASE"



Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
DECANO

