

**Informe final\* del Proyecto LM006**  
**Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Guerrero**

<b>Responsable:</b>	M en C. Sarahi Selene Carbajal Evaristo
<b>Institución:</b>	Pro Manglares: Proyecto de Asesores para la Sustentabilidad Costera A.C.
<b>Dirección:</b>	Calle América Central Esq. con Uruguay Manz.7 Lote 1, Las Américas, Chilpancingo, Gro, México
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:promanglares_guerrero@hotmail.es">promanglares_guerrero@hotmail.es</a>
<b>Teléfono/Fax:</b>	01 74 7137 1711 y 96 2165 3001
<b>Fecha de inicio:</b>	Septiembre 15, 2014.
<b>Fecha de término:</b>	Marzo 16, 2018.
<b>Principales resultados:</b>	Hojas de cálculo, fotografías , informe final.
<b>Forma de citar** el informe final y otros resultados:</b>	Carbajal-Evaristo S. S. y A. López Santos. 2018. Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Guerrero. Pro Manglares: Proyecto de Asesores para la Sustentabilidad Costera A. C. <b>Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto No. LM006.</b> Ciudad de México.

**Resumen:**

En la Costa de Guerrero se llevará a cabo a lo largo de tres años (36 meses) el inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar. Durante el primer año se establecerán 35 unidades de muestreo para llevar a cabo el inventario de manglares, cada UM tendrá una superficie de 400 m<sup>2</sup>, donde cada esquina de la UM se georreferenciará con un GPS, se determinará la estructura y composición de la vegetación de manglar, donde los parámetros que se evaluarán en campo serán: Número total de árboles, diámetro a la altura del pecho, altura, cobertura, regeneración natural, mortalidad natural y extracción de madera por especie, cuantificación de raíces, captura de hojarasca, además de que en campo se cuantificarán los parámetros ambientales en cada sistema, como salinidad, temperatura, humedad, pH, redox. Se colectarán dos muestras de suelo en cada UM en las que se les determinará la materia orgánica, fósforo y nitrógeno. Mensualmente se medirá la caída de hojarasca en cada sitio y cada cuatro meses se medirá la acreción/subsidencia del suelo y anualmente la producción de raíces. De cada UM se hará una memoria fotográfica y una base de datos con su descripción. Una vez terminado el inventario, durante los próximos 24 meses siguientes se monitorearán las 35 UM previamente establecidas, utilizando los mismos métodos y técnicas para obtener la estructura y composiciones del bosque, suelo, raíces y parámetros ambientales usadas en el inventario. Esto nos ayudará a conocer cuáles son los principales cambios en cada una de las UM a lo largo de 3 años, así como que dinámica y tendencias se observaron en los parámetros estructurales durante el tiempo a estudiar para saber cuáles son las áreas con mayor grado de conservación y así proponer un estatus de protección para el área.

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



**CONABIO**  
COMISIÓN NACIONAL PARA EL  
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD



**PRO MANGLARES A. C.**  
Proyecto de Asesores para la  
Sustentabilidad costera.



# INVENTARIO Y MONITOREO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS BOSQUES DE MANGLAR DE GUERRERO.

(Informe Final)



M en C. Sarahi Selene Carbajal Evaristo y Biól. Albert López Santos.



*Los Manglares de Guerrero*

Septiembre 2017

## INFORME FINAL

Proyecto: LM006 "Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Guerrero".

Responsable: M en C. Sarahi Selene Carbajal Evaristo

Institución: Pro Manglares Proyecto de Asesores para la Sustentabilidad Costera A. C.

Dirección: Chilpancingo, Guerrero Cp 39085.

Correo electrónico: [promanglares\\_querrero@hotmail.es](mailto:promanglares_querrero@hotmail.es), [promanglaresgro@gmail.com](mailto:promanglaresgro@gmail.com)

Teléfono: 0457471630941

Fecha de inicio: 15 de septiembre de 2015.

Fecha de término: 15 de septiembre de 2017

Forma de citar el informe final y otros resultados:

Carbajal-Evaristo S. S. y A. López Santos. 2017. LM006 "Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Guerrero". Pro Manglares A. C. Chilpancingo, Guerrero. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto LM006 México

### **PARTICIPANTES:**

M en C. Sarahi Selene Carbajal Evaristo

Biól. Albert López Santos

Ing. Juan Carlos de la Presa Pérez

C. David Carbajal Vélez

Biól. Honorino Gerónimo Santiago

C. José Armando Gómez Arellano

Ecol. Paúl Arellano Díaz

Ecol. Jovanny Merino Hernández

### **COLABORADORES:**

Dr. Cristian Tovilla Hernández

Dr. Jorge López Portillo

M en C. Javier Valle Mora

<b>Índice</b>	
<b>Índice</b>	<b><i>i</i></b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b><i>iv</i></b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
<b>Trabajos hechos en torno a la vegetación de manglar en el estado de Guerrero</b>	<b>4</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>8</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
<b>Objetivo General.</b>	<b>11</b>
<b>Objetivos Particulares</b>	<b>11</b>
<b>METODOLOGÍA PARA EL INVENTARIO DE MANGLARES DE GUERRERO</b>	<b>12</b>
Delimitación de las Unidades de Muestreo (UM)	12
Muerte natural y extracción.	14
Análisis de datos.	14
Análisis estadístico	15
Obtención de parámetros ambientales y fisicoquímicos	16
Colecta de las muestras de suelo para el análisis fisicoquímico	16
Instalación de piezómetros para el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de agua	17
Producción de hojarasca	18
Acreción/subsidencia	18
Producción de raíces	18
<b>METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO DE MANGLARES DE GUERRERO</b>	<b>19</b>
Monitoreo de la estructura y composición	19
Monitoreo de parámetros ambientales y fisicoquímicos	19
Colecta de las muestras de suelo para el análisis fisicoquímico	19
Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de agua	19
Monitoreo de la Producción de hojarasca	20
Acreción/subsidencia	20
Producción de raíces	21
<b>RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA Y AMBIENTAL</b>	<b>22</b>
<b>Estructura de los bosques de manglar en Chantecuan.</b>	<b>22</b>

Ubicación Geográfica del Humedal. _____	22
Estructura Forestal de los bosques de manglar _____	23
Características estructurales de los bosques de manglar en Chantecuan _____	23
Mortalidad natural y Extracción _____	25
Regeneración natural _____	25
Parámetros ambientales y fisicoquímicos _____	26
Componentes del suelo _____	28
Productividad primaria _____	29
Problemáticas encontradas en el área _____	30
<b>Estructura de los bosques de manglar en el la Boca del Río la Unión _____</b>	<b>31</b>
Ubicación Geográfica del Humedal. _____	31
Estructura Forestal de los bosques de manglar _____	31
Características estructurales de los bosques de manglar en La Unión. _____	32
Mortalidad natural y Extracción. _____	33
Regeneración en los bosques _____	34
Parámetros ambientales y fisicoquímicos _____	35
Componentes del suelo _____	37
Productividad primaria _____	38
Problemáticas encontradas en el área _____	38
<b>Estructura de los bosques de manglar Boca de Pantla _____</b>	<b>39</b>
Ubicación Geográfica del Humedal. _____	39
Estructura forestal de los bosques de manglar _____	39
Mortalidad natural y Extracción. _____	41
Regeneración en los bosques _____	42
Parámetros ambientales y fisicoquímicos _____	42
Componentes del suelo _____	44
Productividad primaria _____	45
Problemáticas encontradas en el área _____	46
<b>Estructura de los bosques de manglar en el sistema lagunar Ixtapa _____</b>	<b>47</b>
Ubicación Geográfica del Humedal. _____	47
Estructura forestal de los bosques de manglar _____	47
Mortalidad natural y extracción. _____	49
Regeneración en los bosques _____	50
Parámetros ambientales y fisicoquímicos _____	50
Componentes del suelo _____	52
Productividad primaria _____	53
Problemáticas encontradas en el área _____	54
<b>Estructura de los bosques de manglar en el sistema lagunar Barra de Potosí _____</b>	<b>55</b>
Ubicación Geográfica del Humedal. _____	55
Estructura Forestal de los bosques de manglar _____	55
Características estructurales de los Bosques de manglar en Barra de Potosí _____	56
Mortalidad natural y Extracción. _____	58
Regeneración en los bosques _____	58
Parámetros ambientales y fisicoquímicos _____	58

Componentes del suelo _____	61
Productividad primaria _____	62
Problemáticas encontradas en el área _____	63
<b>Estructura de los bosques de manglar en el sistema lagunar Coyuca-Mitla _____</b>	<b>64</b>
Ubicación Geográfica del Humedal. _____	64
Estructura forestal de los bosques de manglar _____	64
Características estructurales de los bosques de manglar en Coyuca-Mitla. _____	65
Mortalidad natural y Extracción. _____	67
Regeneración en los bosques _____	67
Parámetros ambientales y Físicoquímicos _____	68
Componentes del suelo _____	69
Productividad primaria _____	70
Problemáticas encontradas en el área _____	71
<b>Estructura de los bosques de manglar en el sistema lagunar Barra de Tecoaapa _____</b>	<b>72</b>
Ubicación Geográfica del Humedal. _____	72
Estructura forestal de los bosques de manglar _____	72
Características estructurales de los Bosques de manglar en Barra de Tecoaapa. _____	73
Mortalidad natural y extracción. _____	75
Regeneración en los bosques _____	75
Parámetros ambientales y físicoquímicos _____	76
Componentes del suelo _____	78
Productividad primaria _____	79
Problemáticas encontradas en el área _____	79
<b>Acreción - subsidencia _____</b>	<b>81</b>
<b>Producción de raíces _____</b>	<b>83</b>
<b><i>DISCUSIÓN</i> _____</b>	<b>84</b>
<b><i>CONCLUSIONES</i> _____</b>	<b>91</b>
<b><i>LITERATURA CITADA</i> _____</b>	<b>93</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Localización de los sitios para el inventario y monitoreo de los manglares de Guerrero.	10
Figura 2. Diseño de parcela .....	12
Figura 3. Etiquetado, marcado y toma de parámetros estructurales en el manglar .....	13
Figura 4. Medición de plántulas .....	14
Figura 5. Toma de muestras de suelo .....	16
Figura 6. Toma de parámetros físico-químicos en campo. ....	16
Figura 7. Instalación de piezómetros en las UM .....	17
Figura 8. Instalación de núcleos para la producción de raíces.....	18
Figura 9. Toma de muestras de suelo. ....	19
Figura 10. Monitoreo de parámetros fisicoquímicos con ayuda de los piezómetros.....	20
Figura 11. Colecta de hojarasca en las UM. ....	20
Figura 12. Monitoreo de tubos de PVC para Acreción/subsidencia. ....	21
Figura 13. Obtención de núcleos para la producción de raíces. ....	21
Figura 14. Localización de las UM en Chantecuan. ....	22
Figura 15. Características estructurales de las especies de mangle en Chantecuan. ....	23
Figura 16. Características estructurales del manglar .....	24
Figura 17. Mortalidad natural y Extracción.....	25
Figura 18. Regeneración natural. ....	26
Figura 19. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos. ....	28
Figura 20. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año. ....	29
Figura 21. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm <sup>2</sup> ).....	30
Figura 22. Localización de las UM en Boca del Río la Unión. ....	31
Figura 23. Estructura de los bosques de manglar en Boca del Río la Unión. ....	32
Figura 24. Características estructurales del manglar .....	33
Figura 25. Pérdida de manglar. ....	34
Figura 26. Regeneración natural .....	34
Figura 27. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos. ....	36
Figura 28. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año. ....	37
Figura 29. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm <sup>2</sup> ).....	38
Figura 30. Localización de las UM en la Boca del Río Pantla.....	39
Figura 31. Características estructurales de los bosques de manglar. ....	40
Figura 32. Características estructurales .....	41
Figura 33. Pérdida de manglar .....	42
Figura 34. Regeneración natural .....	42
Figura 35. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos. ....	44
Figura 36. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año. ....	45
Figura 37. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm <sup>2</sup> ).....	46
Figura 38. Ubicación de las UM en Ixtapa.....	47
Figura 39. Características estructurales de los bosques de manglar en Ixtapa .....	48
Figura 40. Características estructurales de los bosques de manglar. ....	49
Figura 41. Pérdida de manglar .....	50

Figura 42. Regeneración natural .....	50
Figura 43. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos. ....	52
Figura 44. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año.....	53
Figura 45. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm <sup>2</sup> ).....	54
Figura 46. Ubicación de las UM de manglar en Barra de Potosí.....	55
Figura 47. Tipos de bosque de manglar en Barra de Potosí.....	56
Figura 48. Características estructurales del manglar.....	57
Figura 49. Pérdida de manglar .....	58
Figura 50. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos. ....	60
Figura 51. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año. ....	62
Figura 52. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm <sup>2</sup> ).....	63
Figura 53. Ubicación de las UM en el sistema lagunar Coyoaca-Mitla. ....	64
Figura 54. Estructura de los manglares de Coyoaca Mitla .....	65
Figura 55. Características estructurales del manglar .....	66
Figura 56. Pérdida de manglar .....	67
Figura 57. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos. ....	69
Figura 58. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año. ....	70
Figura 59. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm <sup>2</sup> ).....	71
Figura 60. Localización de las UM en la Barra de Tecoaapa .....	72
Figura 61. Características del manglar en Barra de Tecoaapa.....	73
Figura 62. Características estructurales del manglar.....	74
Figura 63. Pérdida de manglar .....	75
Figura 64. Regeneración natural .....	76
Figura 65. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos. ....	77
Figura 66. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año. ....	78
Figura 67. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm <sup>2</sup> ).....	79
Figura 68. Resultados de la acreción y subsidencia del suelo de las 35 UM, durante tres años. ....	82
Figura 69. Peso total de los componentes de la raíz (raíces finas (0-0.2cm, raíces secundarias (0.21-0.5cm), Cables (0.51-2.5cm) y Pneumatóforos) por UM y año.....	83
Figura 70. Dendrograma de la estructura y composición de las especies de manglar presentes en los 7 sitios. ....	84
Figura 71. Correlación del incremento del DAP de las cuatro especies de manglar, por año y por sitio estudiado.....	86
Figura 72. Comparación de los parámetros fisicoquímicos registrados durante los tres años en los siete sitios.....	88
Figura 73. Comparación de la producción primaria en los siete sitios durante los tres años. ....	89
Figura 74. Comparación de los componentes del suelos, materia orgánica, nitrógeno y fósforo en cada uno de los sitios durante los tres años. ....	90

## RESUMEN

En la costa del estado de Guerrero se establecieron 35 unidades de muestreo, en siete sitios de importancia ecológica por la cobertura de manglar que poseen, los cuales son Chantecuan, la desembocadura del Río La Unión, La Boca del Río Pantla, Ixtapa, La Barra de Potosí, el Sistema Lagunar Coyuca-Mitla y La Barra de Tecoaapa.

En los siete sitios se caracterizó la estructura de manglar, la composición de las especies y asociaciones, la extracción, la muerte natural, así como la regeneración natural. Se instalaron 70 piezómetros para el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos y ambientales, 70 tubos para el monitoreo de acreción y subsidencia, 70 núcleos para la producción de raíces y cinco colectores para captura de hojarasca en cada una de las unidades de muestreo, los cuales se visitaron cada mes durante dos años, para llevar a cabo la colecta de hojas y hacer su debido procesamiento.

A lo largo del recorrido por las áreas de manglar se encontraron problemáticas puntuales que están causando el deterioro y pérdida de áreas importantes de mangle, como son los cambios de uso de suelo y vegetación, a causa de la expansión de los monocultivos y la deforestación para el establecimiento de potreros. Las recientes canalizaciones hechas en la cuenca media de los ríos, obstruyendo el aporte de agua dulce a los humedales.

La destrucción de áreas de manglar para la construcción de canales que faciliten la navegación y riego en las extensas huertas de palma de coco y mango, están alterando las condiciones físicas y químicas de las áreas de manglar, como se puede hacer notar en los resultados de los monitoreos hechos mes con mes a los sitios, incrementando los aportes de fósforo y nitrógeno a las áreas de humedales. La contaminación por desechos sólidos y la falta de una cultura y apropiación por parte de las comunidades que cuentan con este recurso, están poniendo en riesgo las áreas de humedales en la costa del estado de Guerrero.

Durante dos años de monitoreo se destaca entre los resultados más relevantes el incremento de área basal y altura, en las UM donde tienen mayor abundancia árboles juveniles, siendo *L. racemosa* la especie dominante en la mayoría de los sitios, a excepción de los ubicados en la Boca del Río Pantla, donde domina ampliamente *R. mangle*, con árboles de estructura compleja y bien desarrollado.

A lo largo de toda la costa guerrerense se presentan diferentes condiciones de salinidad, debido a la influencia que ejerce la salinidad en la dominancia y distribución de las especies de mangle. Las áreas más salinas se localizan en la Barra de Tecoaapa y en la Barra de Potosí, así como las áreas menos salinas se distribuyen en el sistema lagunar Coyuca-Mitla.

En cuanto a la productividad primaria se registró que los meses de menor producción son febrero y marzo tanto para 2015 como para 2016 en la mayoría de los sitios y que conforme se acerca la temporada de lluvias, la producción de hojarasca se incrementa, en algunas especies la floración y producción de semillas también incrementa y a finales de año se hace presentes la producción de propagulos.

Con respecto a la acreción y subsidencia del suelo se hizo notar claramente la influencia del fenómeno mar de fondo en la dinámica costera, observándose que en las UM establecidas de frente a la línea costera recibieron más de 30 cm de acumulación de arenas, en el caso de la unidades de muestreo de la Unión, así como la permanencia de mayor tiempo de inundación de agua salina.

Desafortunadamente las amenazas que existen sobre las áreas de manglar en Guerrero cada vez más van en aumento, debido a la desatención y falta de preocupación por parte de los tomadores de decisiones, ya que a la fecha pocas acciones se han llevado a cabo por la conservación y recuperación de área de manglares, si no que por el contrario se han autorizado dragados y acciones que perjudican y ponen en riesgo la estabilidad de los ecosistemas costeros.

Se espera que con este instrumento se conozca la importancia de las áreas de manglar y se valore este ecosistema por su funcionalidad e importancia para la zona costera, y que así los tomadores de decisiones establezcan políticas públicas que ayuden a su conservación y protección, porque a la fecha en el estado no se cuenta con ninguna áreas de protección o conservación para las áreas de manglares.

Este proyecto ha sido de gran importancia para las áreas de manglar en Guerrero, el cual generó una línea base de información sobre este recurso, por lo que debe de darse continuidad para saber aún mejor la tendencia de los parámetros monitoreados y su influencia sobre el manglar a largo plazo, que enmarque los sitios más susceptibles ante el inminente cambio climático y así poder establecer estrategias para mitigar los impactos.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los humedales costeros, los bosques de manglar se encuentran entre los entornos más productivos del mundo. Los manglares son las formaciones boscosas más importantes de la zona costera del Pacífico Sur de México y Centroamérica; México posee la segunda extensión de manglar en este continente (Tovilla, 2002), y a nivel mundial la superficie de los manglares de México representan el 5%, ocupando así la cuarta posición (Spalding *et al.* 2010).

En México, los manglares se distribuyen en el interior de lagunas costeras y sistemas deltaicos de las costas del Golfo y del Pacífico, con algunas lagunas que poseen bocas efímeras que se abren durante la temporada de lluvias o por dragados que realizan los pescadores (CONABIO, 2008).

A nivel mundial se han reconocido más de 70 especies de manglar, (Tomlinson, 1986; Spalding *et al.* 2010). En México se distribuyen seis especies de manglar (López-Portillo y Ezcurra 2002), de las cuales para el estado de Guerrero se encuentran localizadas cuatro especies de manglar, que son: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*.

Los mangles, como muchos otros vegetales, tienen la capacidad de cambiar las propiedades físicas y químicas de los suelos en donde se desarrollan. Existiendo así una gran variabilidad en su composición, estructura y función. A nivel local, las características de los manglares se modifican de acuerdo con los gradientes ambientales relacionados con el relieve, el tipo de sustrato, el grado de inundación, los niveles de salinidad y con las perturbaciones naturales y humanas, la microtopografía del sitio, la precipitación, los aportes de agua dulce y las características locales de los sustratos (Ángeles *et al.* 2002; López-Portillo y Ezcurra 2002; Alongi, 2009; Carbajal-Evaristo, 2014).

Las funciones ambientales de los manglares son diversas; en condiciones naturales filtran el agua y permiten el abastecimiento de mantos freáticos. Son ecosistemas que capturan gases de efecto invernadero y actúan como sumideros de bióxido de carbono, contribuyen al mantenimiento de la línea de costa y al sostenimiento de las arenas sobre las playas, también actúan como protectores de las costas ante eventos meteorológicos extremos, sirven como sitios de refugio y alimentación de especies marinas de consumo humano, así como el mantenimiento de la calidad del agua (Cintrón y Schaeffer, 1983).

Las áreas de manglar en la costa Guerrerense presentan graves problemáticas, como lo es la deforestación, sobreexplotación del uso del suelo, rellenos en áreas de humedales, crecimiento de la mancha urbana sobre estas áreas, contaminación, desvío de cauces de agua, cambios de uso de suelo, acciones que están disminuyendo la cobertura vegetal del manglar.

En Guerrero a la fecha no se ha llevado a cabo una valoración económica enfocada a los bienes y servicios que presta el ecosistema de manglar a la zona costera y poca importancia ha generado la protección y conservación de este ecosistema en todos los niveles de gobierno. Por lo que se espera que el presente instrumento ayude a los tomadores de decisiones a conocer el estado que guardan los manglares de Guerrero, la problemática y las principales amenazas que están impactando este

ecosistema y así poder llevar a cabo acciones de preservación, conservación y recuperación de la vegetación de manglar en el estado de Guerrero.

## **ANTECEDENTES**

Las actividades humanas, que difieren de país a país, constituyen la principal amenaza para los manglares. Entre ellas están las relacionadas con el desarrollo urbano, industrial y turístico, así como el desarrollo agrícola, ganadero y acuícola, que compiten por el suelo en donde se asientan los manglares (CONABIO, 2008).

Los ecosistemas de manglar habían recibido poca atención para su estudio, sin embargo en los últimos años se han llevado a cabo importantes investigaciones para saber la dinámica estructural, fisiológica, flujos de energía e interacciones que se llevan a cabo en este medio. Tal y como lo documenta la CONABIO (2009) que estimó que la superficie de manglar en México es de 770,057 hectáreas. De los cuales, los manglares de la costa de Guerrero presentan una extensión aproximada de 7,537 ha, superficie que oficialmente no cuentan con áreas de manglar bajo ningún estatus de protección.

Producto del inventario en 2009 de la CONABIO, fue determinar sitios prioritarios de manglar en Guerrero, determinando así siete sitios con relevancia biológica y de rehabilitación ecológica, como lo son: La Barra de Tecoanapa (Desembocadura del Río Ometepepec), La Boca de Pantla, La Boca del Río la Unión, Chantecuan, la Laguna de Coyuca y Mitla, la desembocadura del Río Ixtapa y la Laguna de Potosí. Áreas que aún cuentan con un gran potencial ecológico, a pesar del excesivo crecimiento de la población humana, el avance de las fronteras agropecuarias, la extracción de madera y sal, la pesca, acuicultura, los contaminantes y los desarrollos turísticos que amenaza día con día este ecosistema (Tovilla, 1998; Pérez, 2002; Cruz, 2002; Tovilla y Orihuela, 2002).

En el pacífico mexicano se han llevado a cabo estudios importantes sobre la ecología, manejo y restauración de los bosques de manglar, así como de su estructura, realizados por El Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera de El Colegio de La Frontera Sur, en Tapachula desde el año de 1999 en la costa de Chiapas (Orihuela, 2001; Tovilla, 2002; Tovilla y Orihuela, 2002; 2004; Romero, 2006; Carbajal-Evaristo, 2010; 2014), en los últimos años se ha realizado el inventario forestal de los bosques de manglar de la costa de Chiapas y Oaxaca, los cuales en la actualidad son los referentes más completos sobre el estado que guardan los manglares de este litoral, así como los del Golfo y Caribe (Agraz Hernández *et al.* 2012, López-Portillo, 2012; Herrera-Silveira *et al.*, 214 ).

## **Trabajos hechos en torno a la vegetación de manglar en el estado de Guerrero**

Por su variedad de ecosistemas, la cantidad de especies de flora y fauna silvestres y por sus endemismos, la región Sur – Sureste de México a la cual pertenece Guerrero, ha sido considerada como poseedora de una megadiversidad biológica, lo que constituye un gran potencial para su desarrollo y, a su vez, una responsabilidad regional, nacional e internacional en el ámbito de la conservación (SEMARNAP citado por Aguilar, 2006)

González (1993) en su estudio en Barra de Tecoanapa Guerrero, destaca la importancia en el aporte de materia orgánica a las comunidades de manglar, identificando la estructura y determinando las especies más importantes de producción de materia orgánica para la zona.

Tovilla (1998), señalan que los ecosistemas costeros de Barra de Tecoanapa Guerrero, son explotados directa o indirectamente por el hombre, beneficiándose de la extracción de madera como varas, morrillos, soleras, vigas, postes, horcones, carbón y leña para la construcción rústica, o bien mediante la captura de algunos animales silvestres y la pesquería de peces, crustáceos y moluscos, que en algunas regiones constituyen la única fuente de recursos alimenticios y económicos para las comunidades humanas que viven cercanas a estos ecosistemas.

También estudios como el de Gervacio y Castillo-Elías (2007) quienes fomentaron la educación ambiental no formal entre habitantes de cinco localidades de la comunidad de la Laguna de tres palos, mediante la propuesta del establecimiento de una Unidad de Manejo Ambiental (UMA) encaminada a la preservación y conservación de los bosques de manglar, como una alternativa para impulsar la economía de los lugareños.

Asimismo en su estudio Castillo-Elías (2010) realiza un Diagnostico Ambiental de la Laguna de Coyuca de Benítez, en las localidades del Carrizal y Playa Azul. En donde analiza la composición estructural, impactos ambientales, contaminación por residuos sólidos, condiciones fisicoquímicas-microbiológicas de calidad del agua. Donde determinó que debido a las deforestaciones por actividades antropogénicas, mal manejo de residuos sólidos, contaminación por bacterias; como coliformes, las zonas de humedales se han visto gravemente afectadas.

Pineda (2012) en su estudio analiza la Dinámica y Estructura del Manglar en la Laguna de Santa Cruz de Mitla, identificando las especies existentes, características estructurales y presiones a las que se encuentran sometidas las zonas de manglar, determinando que problemas fitosanitarios se encuentran en estos ecosistemas y las especies de mayor valor de importancia ecológica.

Sobre las áreas de manglar se han llevado a cabo importantes modificaciones que se han presentado en los usos de suelo en los desarrollos turísticos, corresponden con los intereses de los inversionistas, quienes han manifestado una serie de argumentos para garantizar su utilidad, omitiendo los factores sociales, culturales y ambientales (Palma, 2006). Hay que resaltar que la forma como se ha desarrollado el sector turístico de Punta Diamante, no es sostenible, debido a que en la búsqueda de beneficios inmediatos por parte de los inversionistas, se impulsa la masificación de desarrollos inmobiliarios en zonas no aptas para ello y, con esto, la destrucción de recursos naturales.

Dentro del Sector Diamante se localizan dos cuerpos de agua lénticos denominados; laguna de Tres Palos y laguna Negra de Puerto Marqués, esta última forma parte de un estuario que se encuentra confinado por el parteaguas natural del Cerro de Punta Diamante, este cuerpo de agua funciona como un vaso regulador que impide que otras áreas se inunden y viertan sus excedentes de forma natural hacia el mar por la playa Revolcadero, llegando aportes fluviales del río de La Sabana el cual descarga sus aguas contaminando gran parte del área, debido a la alta contaminación cuenca arriba.

Actualmente los desarrollos inmobiliarios han modificado los usos de suelo y rellenado diversas áreas de estas lagunas de tierra y escombros en un afán por ganar más superficie de construcción, violando las leyes y normas, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente (SEMARNAT, 2003). Esta modificación a las normas protege más al inversionista que al ambiente, lo que trae como consecuencia efectos negativos en la salud de los residentes de la zona. Al saturar los cuerpos de agua se genera la migración de la fauna de la lagunar y, con esto, la proliferación de mosquitos como el *Aedes Egypti* transmisor del dengue; y no es casualidad que en Acapulco se presente el mayor número de casos de dengue hemorrágico (Diego, 2006).

## **JUSTIFICACIÓN**

Guerrero es un estado con un alto valor biológico, sin embargo pocos estudios se han desarrollado en sus diversos ecosistemas en los últimos años. Por lo que llevar a cabo un inventario puntual, estructurado y de gran alcance para el litoral Guerrerense, nos mostrará el estado actual que guarda esta vegetación y así generar una línea base para emprender acciones en conjunto con las dependencias, organizaciones, la sociedad civil y las comunidades en pro de las áreas de manglar.

Al conocer la dinámica estructural, la interacción del manglar y los ecosistemas adyacentes con los que converge, la producción primaria que aportan a los sistemas, el secuestro de carbono que brindan, su función como hábitat para otras especies y las problemáticas puntuales de cada sitio estudiado, nos mostrará un panorama sobre esta vegetación que será una herramienta inicial para establecer una estrategia estatal en la protección, restauración y conservación de las áreas de mangla en Guerrero.

Por lo que llevar a cabo este inventario de manglares en primera instancia y posteriormente su monitoreo será una punta de lanza de alto valor ecológico en Guerrero, el cual genere una caracterización detallada de las características del suelo, el agua y la vegetación, que muestren la tendencia y variación de cada sitio estudiado, que aporte elementos importantes para emprender diferentes estrategias de restauración acorde al sitio estudiado y de acuerdo a las particularidades del área y especie impactada.

Un elemento importante de este proyecto son los monitoreos constantes a los sitios estudiados, que permiten estar más de cerca con las comunidades y observar los cambios en la vegetación mes con mes, para observar directamente las amenazas y las causas de pérdidas de áreas de manglar, las cuales difieren entre todos los sitios, estos monitoreos son de gran ayuda para establecer estrategias diferentes acorde a la problemática de cada área.

Por todo lo antes mencionado es indispensable generar la información necesaria para evaluar la estructura, función y condiciones ambientales de los manglares de Guerrero, así como su dinámica y tendencias de cambio, tanto en la vegetación como en el ecosistema mediante la realización de monitoreos anuales que den respuesta a estos cambios y ante eventos esporádicos como los fenómenos naturales.

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

A lo largo y ancho del territorio guerrerense se observan diferentes provincias fisiográficas, en las que la planicie costera es de nuestro interés para este estudio. La planicie costera limitada al norte con las elevaciones de las premontañas de la Sierra Madre del Sur, al sur con el Océano Pacífico. Tanto al oriente como al poniente la planicie se extiende por el estado de Oaxaca y Michoacán, respectivamente.

Consiste de una planicie con colinas y lomeríos entre los que se intercalan planicies aluviales de los principales escurrimientos. Se extiende sobre una superficie de 9,180 km<sup>2</sup>, cifra que corresponde a poco menos del 15% del territorio del estado. En ocasiones, las estribaciones de la sierra rematan hasta la misma línea de costa, donde generan salientes rocosas. En la planicie pueden coexistir lomeríos y colinas aisladas, sin patrón aparente de distribución, muchas veces parcialmente sepultadas por los sedimentos acarreados y, otras veces, se presenta como lomeríos encadenados que forman pequeños macizos; usualmente, la topografía del relieve es menor a los 200 m de elevación, se encuentra densamente fracturado, dispuesto en forma de patrones ortogonales, sobre los que se establecen arroyos ya encajados a favor de la disyunción de las rocas y su meteorización.

El borde litoral se expresa por largas y anchas barreras acumulativas que dan lugar a la formación de lagunas costeras y a planicies de cordones de playas formadas por la acreción de sedimentos litorales, esto se confirma porque la activa sedimentación cierra las bocas de esteros y lagunas en la época de secas que sólo se abren en la temporada de lluvias, por unos 4 o 5 meses, ya que son pocas las que permanecen abiertas a lo largo del año.

La porción occidental y centro de la llanura corresponde a la región de la Costa Grande, empero es paradójico el calificativo de Costa Grande, dado que la anchura media es de unos 40 km, mientras que en la Costa Chica, situada al oriente de la planicie, la anchura media es de 60 km, es decir, de mayor superficie. La razón de esta aparente contradicción es el hecho de que al poniente de la llanura se establecen lomeríos encadenados ya muy cerca de la línea de costa y, en otras ocasiones, rematan hasta el mar a manera de acantilados. Por el contrario en la Costa Chica estos escenarios son menos frecuentes (De la Lanza y Cáceres, 1994; Ortiz *et al.* 2008).

Las altitudes de la porción costa oscilan entre los 500 metros, generalmente en un litoral costero que llega a prolongarse hasta 40 kilómetros de longitud. Su superficie en esta zona es plana, la costa chica se extiende desde la desembocadura del río Papagayo (frontera con región Acapulco) hacia al oriente, hasta la laguna de San Marcos y los municipios de Azoyú y Copala. En las zonas de llanura sobrazaren palmas de coco, guayabos y árboles de mango, mientras en las partes con más altitud, particularmente en la zona norte de la región, destacan algunos pinos.

Con respecto a la hidrografía, la Costa Chica se sitúa en la región hidrológica Costa Chica-Río Verde y la integran cuatro cuencas. La principal y que cubre gran parte de la región es la del río Nexpa y otros, por otra parte, la del río Ometepec y otros abarca la porción oriente de la región y se extiende en la región de La Montaña. Otra de gran importancia, es la del río Papagayo que cubre la porción

norponiente de la región, dicha cuenca cubre en su mayoría la región Centro. La cuenca del río La Arena y otros se localiza en una muy pequeña porción del extremo sureste de la región y del estado. Otros recursos hidrológicos de importancia son los ríos Copala, Marquelia, Quetzala y las lagunas de Tecomate y Chautengo.

Esta complejidad topográfica permite la presencia de más de 20 ríos principales, destacándose: La Unión (nace en el puerto de Maguey, recibe su nombre por la unión de varios ríos que lo alimentan, Ixtapa (proveniente de la parte alta de la sierra Madre del Sur, recibe aportaciones de cuatro ríos), Petatlán (debido a su recorrido de 68 kilómetros es considerado uno de los más largos), Coyuquilla (en su recorrido recibe aportes de seis ríos, hasta su desembocadura en la bahía de Tequepa), San Luis (recorre 56 kilómetros desde Cumbres de la Tentación hasta su desembocadura), Nuxco (proveniente de la sierra tiene un trayecto corto), Tecpan (cuenta con una longitud de 75 kilómetros de recorrido hasta su desembocadura), Atoyac (con 50 kilómetros recorre la sierra hasta su desembocadura en costas del Pacífico) y Coyuca (en su recorrido desde el cerro de las Tres Tetas descarga o desemboca hasta el municipio de Coyuca

La porción de la Costa Chica tiene una superficie de 19,414 km<sup>2</sup>, está formada por un relieve de donde se desprenden corrientes que nacen en las partes altas de la serranía y corren transversales a la mar. Debido a la complejidad de la Sierra Madre del Sur, la mayor parte de los cuerpos de agua (ríos) que nacen en las partes elevadas, presentan alto grado de complejidad (red de drenaje), mayor longitud y cuencas más amplias.

Las corrientes principales son: Papagayo (Nace en la vertiente sur del cerro Picacho de Oro, perteneciente a la sierra que limita por el oeste al valle de Chilpancingo); de la Sabana; Nexpa (proveniente de Puebla se une al río Mezcala en el límite con Guerrero) y Cópala (proveniente de Cuauhtepic, este río desemboca finalmente en la laguna de Nexpa, al occidente de Copala), Marquelia y Ometepec.

En el litoral del Consejo de Cuenca se ubican las lagunas de Tres Palos con una superficie de 50 km<sup>2</sup>, Mitla con 36 km<sup>2</sup>, Coyuca con 34 km<sup>2</sup>, Chautengo con 34 km<sup>2</sup> y Tecomate con 21 km<sup>2</sup>.

En todos los municipios de la región, el tipo de clima que predomina es el Cálido subhúmedo con lluvias en verano, a excepción de mínimas porciones en el norte y oriente del territorio donde se da el Templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura en la región oscila entre los 22 y 28°C, siendo el litoral de la costa la zona que experimenta temperaturas más cálidas. El litoral de la costa y alrededores es la que registra menor incidencia de lluvias al registrar 1.200 mm (Carreto, 1996).

Especialmente, las lluvias de verano son más intensas hacia la costa del estado de Guerrero, particularmente en el este del estado (Costa Chica), y en dirección de la cuenca del Balsas. La precipitación de verano puede alcanzar más de 1500 mm/año en algunas regiones de la Costa del estado de Guerrero.

Las lluvias de invierno son escasas y rara vez superan los 100 mm acumulados entre diciembre y febrero, lo que se considera como la estación seca, la cual puede extenderse de noviembre a abril.

En este periodo de estiaje las demandas de agua aumentan y por ello se recurre a fuentes superficiales y subterráneas.

En el litoral Guerréense se identificaron 7 sitios para el levantamiento de datos de manglar (Figura 1), que cuenta con un buen potencial ecológico para su estudio.



Figura 1. Localización de los sitios para el inventario y monitoreo de los manglares de Guerrero.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General.**

Generar información sobre el estado actual que guardan bosques de manglar en el estado de Guerrero, que sea útil para evaluar los cambios estructurales, funcionales y ambientales de este ecosistema, con el fin de establecer una línea de monitoreo a largo plazo en esta entidad.

### **Objetivos Particulares**

- Caracterizar la estructura y composición de los bosques de manglar, así como los cambios provocados por las actividades humanas y naturales.
- Caracterizar las condiciones ambientales y fisicoquímicas del suelo en cada uno de los sitios.
- Cuantificar la producción de hojarasca
- Establecer las bases para un monitoreo a largo plazo, que evalúe los cambios en la estructura y composición de la vegetación, las condiciones ambientales, las características fisicoquímicas del suelo, la producción de hojarasca, raíces y acreción/subsidencia del suelo, en cada una de las UM establecidas en el inventario.

## METODOLOGÍA PARA EL INVENTARIO DE MANGLARES DE GUERRERO

Se describen a continuación los métodos y técnicas utilizadas para llevar a cabo el inventario de manglares durante el 2015 y posteriormente su monitoreo durante los años de 2015, 2016 y 2017.

La elección de los sitios para establecer las unidades de muestreo, se llevó a cabo con la ayuda de imágenes aéreas, cartas topográficas y el Google Earth (INEGI 2005), así como un recorrido previo por los siete sitios a lo largo de la costa de Guerrero, el cual se llevó a cabo en los meses de octubre-noviembre de 2014, para determinar los sitios potenciales para establecer las 35 Unidades de Monitoreo Permanentes (UMP). Se tomó en cuenta para seleccionar las UMP la extensión de las áreas de manglar, zonas impactadas y conservadas, la posesión de la tierra, así como la experiencia del conocimiento de la zona por parte de Pro Manglares A. C.

### Delimitación de las Unidades de Muestreo (UM)

Las unidades de muestreo (UM) se eligieron de acuerdo a la extensión y grado de conservación de las áreas de manglar de cada sitio propuesto. Las UM se establecieron paralelas al espejo de agua, cuando se contaba con un sistema lagunar y en función de la extensión de las franjas de manglar, formaciones (asociaciones) y grado de alteración, anotando el tipo fisiográfico de bosque de manglar, de acuerdo a los criterios de Pool *et al.* (1977) y Lugo y Snedaker (1974), tratando de representar en cada sitio los cuatro tipos de manglar existentes y las diferentes condiciones ambientales del área.

Todos los sitios se georreferenciaron con un GPS (sistema de posicionamiento global), en las cuatro esquinas de cada unidad de muestreo (UM), la cual se delimitaron con hilo rafia.



Figura 2. Diseño de parcela

En cada UM de (20x20 m) 400 m<sup>2</sup> (Figura 2), se contabilizó todo el arbolado, numerando todos los árboles mayores a 2.5 cm de DAP. Se marcó con pintura acrílica de color negro (Figura 3), identificándolos por especie, para obtener la densidad y dominancia de cada especie respecto al total del arbolado, además se colocó a cada uno de los árboles un cincho de plástico con una etiqueta de aluminio numerada.

Se midió con cinta diamétrica el diámetro a la altura del pecho (DAP 1.30 m), en cada árbol (Figura 3) y se determinó su área basal. En *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, el DAP se tomó a una altura de 1.3 m sobre el nivel del suelo, mientras que en *Rhizophora mangle* a 30 cm por encima de la última raíz aérea, donde inicia el fuste de acuerdo a Pool *et al.* (1977); Cintrón y Schaeffer-Novelli (1984, 1985); y Valdez-Hernández (2002). En cada UM se midió al arbolado la altura total, altura solo del fuste, la altura de la raíz, altura de la copa, diámetro de la copa, la longitud del eje mayor y menor de la copa, para conocer

mejor la estructura de las especies presentes en la zona. La medición de la altura, fuste y cobertura se realizaron con un hysómetro láser (Figura 3).

Para contabilizar el arbolado adulto y juvenil se estableció una subparcela de 10 x 10 m en una de las cuatro esquinas de la unidad de muestreo de 20 x 20 m (Figura 2). En esta subparcela se midieron los individuos mayores a 2.5 cm de DAP, así como los individuos menores de 2.5 cm de DAP pero mayores de 1.3 m de altura, a los cuales se les midió el DAP y se determinó el área basal, la altura total, la altura de la raíz, altura del fuste, altura de la copa, diámetro de la copa y longitud del eje mayor y menor de la copa.



Figura 3. Etiquetado, marcado y toma de parámetros estructurales en el manglar

Así mismo para obtener sólo el arbolado juvenil de cada UM, dentro de la subparcela de 10 x 10 m, se establecieron dos parcelas de 4 x 4 m (16 m<sup>2</sup>) que se ubicaron en las esquinas, en las que se midieron sólo los individuos menores de 2.5 cm de DAP pero mayores que 1.3 m de altura, a los cuales se les midió el DAP y se determinó el área basal, la altura total y la altura de la raíz.

Para la contabilización de plántulas y regeneración natural se estableció dentro de la subparcelas de 4 x 4 m, dos parcelas de 1 x 1 m, en cada esquina (Figura 2), en las cuales se registró la abundancia de los individuos menores a 1.3 m de altura pero mayores a 30 cm de altura, así como el total de individuos menores a 30 cm de altura (Figura 4). En cada subparcela se registró la altura y la especie a la que pertenecen los individuos (excepto en el total de individuos menores de 30 cm de altura), de acuerdo a la metodología propuesta por Valdez-Hernández (2002).



Figura 4. Medición de plántulas

### Muerte natural y extracción.

Se estimó la mortalidad natural, midiendo el DAP a los árboles muertos en pie y recién caídos por acción de los vientos, debilidad del sustrato, sobre inundados, que aún conservaban la corteza, así como se describió brevemente la posible causa de su muerte.

De igual manera para la extracción se midió a la altura del corte el DAP del tocón y se identificó por especie.

### Análisis de datos.

Los datos que se obtuvieron en campo de altura total, fuste limpio, cobertura, DAP, se procesarán siguiendo los criterios de Valdez-Hernández (2002), Cintron y Schaeffer-Novelli (1985) y Tovilla (1998), para obtener la siguiente información en cada UM:

El promedio y la desviación estándar de el DAP, de la altura total, del fuste limpio, del diámetro de la copa. El área basal se determinó de la siguiente manera:

Área basal (m<sup>2</sup>)= (DAP)<sup>2</sup>/4(3.1416) Donde:

DAP: Diámetro a la altura de pecho.

Área de copa (m<sup>2</sup>)= 3.1416r<sup>2</sup>= Diámetro de la copa/2. Dónde:

r= radio

DC = diámetro de copa.

En cada Unidad de Muestreo se estimó para cada especie presente:

Densidad relativa =  $\frac{\text{No. de individuos de la especie X}}{\text{El total de individuos de todas las especies}} \times 100$

El total de individuos de todas las especies

Frecuencia relativa =  $\frac{\text{Frecuencia de la especie X}}{\text{Suma de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$

Suma de las frecuencias de todas las especies

Dominancia relativa =  $\frac{\text{Área basal de la especie X}}{\text{Área basal total de todas las especies}} \times 100$

Área basal total de todas las especies

El Índice de valor de importancia (I.V.I.), es la suma de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia. Es un método efectivo para indicar la importancia relativa de cada especie en una UM y puede estar en un intervalo entre 0 y 300. (Cottam, 1949; Curtis y McIntosh, 1951)

Índice de Complejidad.

Este índice se obtiene multiplicando los parámetros estructurales de altura del rodal por el área basal, por el número de árboles que están presentes en una hectárea y por el número de especies presentes en cada uno de los sitios, todo esto dividido entre mil.

Dónde ICH= índice de Complejidad de Holdridge.:  $ICH = (d)(a)(h)(s)/1000$  Donde:

- a. Área basal ( $m^2/0.1$  ha)
- s Número de especies.
- a. Número de árboles/ 0.1 ha.
- h Altura del rodal (m).

Extracción y muerte natural.

Se calculó el porcentaje de extracción y muerte natural (MN) para cada especie registrada en cada uno de los sitios; esto multiplicando el número total de tocones o árboles muertos por cien, entre el total de aboles del sitio (árboles en pie, más tocones y muerte natural), así se conocerá el grado de extracción y MN, además de que se realizó el cálculo de cuantos tocones y MN hay por sitio de extracción extrapolado a hectáreas; esto dividiendo el número de tocones y MN por 400, primeramente para saber cuántos hay en el área de muestreo y después elevarlo a una hectárea.

La regeneración natural se reportará determinando la densidad de plántulas por metro cuadrado y por hectárea.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis de datos estructurales se aplicó un modelo mixto (mixed models) en donde los datos se transformaron para tener normalidad y se ajustó el modelo mixto el cual incorpora la estructura de correlación entre los datos ya que se consideraron las mismas plantas y especies a través del tiempo (3 años) Es un modelo con efectos aleatorios, donde el año y el número de sitios son de efectos fijos y el identificador de los árboles es el efecto aleatorio (o medidas repetidas), la variable respuesta fue transformada usando la familia de transformación de box-cox, para obtener normalidad.

## Obtención de parámetros ambientales y fisicoquímicos

### Colecta de las muestras de suelo para el análisis fisicoquímico

Para cada Unidad de Muestreo (UM), se establecieron dos áreas para llevar a cabo la toma de muestra de suelos dentro de la parcela, donde la ubicación de cada una sobre el terreno se realizó de la siguiente manera: en la parte media de la parcela, con una separación uno del otro de 20 m de acuerdo a Chapman y Parker (1973). La toma de muestra se llevó a cabo con la ayuda de un barreno, excavando a la profundidad de 0-30cm y de 31-60cm, tomando a cada profundidad una muestra (aproximadamente de 0.5 Kg) respectivamente. Cada muestra se colocó en bolsas de plástico (una para el estrato de 0-30cm y otra para el de 31-60cm) previamente etiquetadas con los datos de: número de UM, localidad, municipio, estado, fecha (Figura 5).



Figura 5. Toma de muestras de suelo

Se tomaron datos en el sitio como: nivel de inundación, el pH, la salinidad intersticial y superficial, la humedad máxima y mínima, la temperatura ambiental, así como la máxima y mínima, el potencial



Figura 6. Toma de parámetros físico-químicos en campo.

Redox y la conductividad eléctrica, utilizando el multiparamétrico portátil ultrameter II 6PFC marca Myron. Estas mediciones se tomarán directamente en campo (Figura 6), a fin de conocer las características físico-químicas del suelo en los dos niveles 30 y 60 cm. No se tomaron muestras en las UM donde el nivel de inundación estuvo por encima de 1.0 m y se tomaron datos del canal más próximo a la UM. Una vez que se obtuvieron las muestras se transportaron al laboratorio para hacer el análisis correspondiente. Donde se analizará el contenido de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo total.

### **Instalación de piezómetros para el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de agua**

Para el monitoreo mensual de los parámetros fisicoquímicos del agua, así como los ambientales, se llevó a cabo la construcción e instalación de 70 piezómetros en las 35 UM establecidas (dos en cada UM). Los piezómetros se elaboraron manualmente con tubos de PVC hidráulico de 2 m de altura, el cual se ranuro cada 5 cm, al fondo se le colocó una tapa de PVC y en el otro extremo un coplee, para empatar otro tubo de PVC de 1m.

Una vez contruidos se llevó cabo la instalación en campo, en cada UM se establecieron dos piezómetros en dirección Norte –Sur, cavando con un barreno a una profundidad de 2 m o hasta topar con material difícil de perforar, en el orificio fue introducido el piezómetro, quedando un metro expuesto a la superficie en caso de exceder el nivel de inundación (Figura 7). Este piezómetro facilita y garantiza la obtención de agua hasta 2 m de profundidad, para su monitoreo constante.



Figura 7. Instalación de piezómetros en las UM

### **Producción de hojarasca**

Se instalaron colectores circulares de 56.5 cm de diámetro, contruidos con poliducto y malla mosquitera de 1 mm de abertura de malla, que fueron elaborados manualmente. En cada UM se establecieron 5 colectores, uno en cada una de las cuatro esquinas de la parcela y otro al centro a altura de 1.30m aproximadamente.

### **Acreción/subsidencia**

Siguiendo las recomendaciones por parte del INECOL, el parámetro de acreción/subsidencia se está midiendo de acuerdo a la metodología ya establecida en los monitoreos llevados a cabo en el Golfo de México y Mar Caribe (López-Portillo, 2012).

En la que se establecieron dos estaciones de medición en cada UM. Para ello se consideró la metodología propuesta por Gilman *et al.* (2007), la cual consiste en determinar los cambios de elevación mediante estacas. Las estacas consisten en tubos de PVC hidráulico de 1.5 a 2 cm de diámetro que se insertaron a una profundidad de aproximada de 1.80 m por debajo de la superficie de las raíces de los manglares o menor cuando se alcanzó un sustrato firme como arena o roca. La porción sobresaliente (20 cm) dependerá de las condiciones del lugar como visibilidad y amenaza de destrucción por los pobladores.

### **Producción de raíces**

Para medir la producción de raíces, se extrajeron dos núcleos del suelo a 40 cm de profundidad por 10 cm de diámetro en cada UM, que se denominó núcleo inicial ó *insitu* el cual será el patrón que nos muestre las condiciones en las que se encuentra el área en cuanto a la producción de raíces, una vez que se obtuvo ese núcleo inicial el hueco se rellenó por un nuevo núcleo superficial, compuesto arena de playa que se depositó en malla de 1x1 mm, colocándose en el área donde se extrajo el núcleo inicial (Giraldo, 2005), el cual será extraído 12 y 24 meses después (Figura 8), para conocer la producción primaria de raíces en cada una de las UM, marcándose para evitar que la inundación y acumulación de materia orgánica la pierda.



Figura 8. Instalación de núcleos para la producción de raíces.

## METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO DE MANGLARES DE GUERRERO

### Monitoreo de la estructura y composición

Para llevar a cabo el monitoreo de la estructura y composición de las 35 unidades de muestreo se aplicaron los métodos y técnicas ya descritos durante el inventario.

Se monitoreo el arbolado juvenil y se integraron los nuevos individuos que cumplían con las características de ser mayores a 2.5 cm de DAP, así como los individuos menores de 2.5 cm de DAP pero mayores de 1.3 m de altura, a los cuales se les midió el DAP y se determinó el área basal, la altura total, la altura de la raíz, altura del fuste, altura de la copa, diámetro de la copa y longitud del eje mayor y menor de la copa.

Se contabilizo la muerte natural, la extracción y la regeneración en cada uno de los sitios.

### Monitoreo de parámetros ambientales y fisicoquímicos

#### Colecta de las muestras de suelo para el análisis fisicoquímico

En los sitios ya establecidos se obtuvieron nuevamente dos muestras de suelo por Unidad de Muestreo (UM), con la ayuda de un barreno, excavando a la profundidad de 0-30cm y de 31-60cm. Cada muestra se colocó en bolsas de plástico previamente etiquetadas con los datos de: número de UM, localidad, municipio, estado, fecha (Figura 9). Las muestras se transportaron al laboratorio para hacer el análisis correspondiente. Donde se analizará el contenido de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo total.



Figura 9. Toma de muestras de suelo.

### Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de agua

Los parámetros fisicoquímicos del agua y los ambientales, se monitorearon cada mes. Para lo cual se hizo uso de los piezómetros ya instalados a los cuales se les introduce una manguera, con una cinta métrica y se extraen las muestras de agua con una jeringa, una muestra superficial y otra de fondo para determinar la nivel de inundación, el pH, la salinidad intersticial y superficial, la humedad máxima

y mínima, la temperatura ambiental, así como la máxima y mínima, el potencial Redox y la conductividad eléctrica, utilizando el multiparamétrico portátil ultrameter II 6PFC marca Myron, estas mediciones se tomarán directamente en campo (Figura 10).



Figura 10. Monitoreo de parámetros fisicoquímicos con ayuda de los piezómetros.

### **Monitoreo de la Producción de hojarasca**

Los colectores de hojarasca se visitan mensualmente y el material que se colecta se deposita en bolsas de papel (Figura 11). El trabajo de gabinete consiste en separar cuidadosamente cada uno de los componentes que integran la muestra como lo es; hojas, frutos, flores, estípulas, tallos, entre otros materiales, las cuales se pesan por separado en una balanza y se someten a secado en una estufa rustica de madera. Pasando el tiempo necesario para que se seque la muestra se vuelve a pesar en la balanza y así obtener la diferencia de pesos.



Figura 11. Colecta de hojarasca en las UM.

### **Acreción/subsidencia**

Las mediciones de acreción/subsidencia se monitorearon cada tres meses, para poder llevar a cabo una mejor detección de cambios, siempre y cuando la UM no se encuentre inundada, midiendo con una cinta métrica, la distancia que sobresale el tubo del suelo. (Figura 12).



Figura 12. Monitoreo de tubos de PVC para Acreción/subsidencia.

### **Producción de raíces**

Pasado los 12 meses se extrajeron los núcleos del año 1, los cuales se depositaron en bolsas plásticas para posteriormente llevar a cabo la separación y lavado de sus componentes, contabilizando las raíces vivas y muertas, así como el peso total de raíces primarias, secundarias, cables y neumatóforos que hubieran crecido dentro de la muestra, se procesaron en el laboratorio, para posteriormente llevarlas a la estufa de secado y obtener los resultados de cada UM. Este mismo proceso se llevó a cabo para el año 2 de monitoreo (Figura 13).



Figura 13. Obtención de núcleos para la producción de raíces.

## RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA Y AMBIENTAL

En la costa del estado de Guerrero se instalaron 35 unidades de muestreo (UM), distribuidas en los siete sitios de relevancia ecológica, con características únicas e incomparables entre cada uno de los sitios, como se describen a continuación.

### Estructura de los bosques de manglar en Chantecuan.

Los bosques de manglar presentan una composición, estructura y adaptaciones fisiológicas muy peculiares debido al medio en que se desarrollan y a los factores que los rigen. Estos tienden a formar estructura muy simple, presentando generalmente un solo dosel y conformando bosques más o menos puros. En este sistema lagunar encontramos bosque monoespecíficos y en asociación. Bosques juveniles dominados por *Laguncularia racemosa* y bosques maduros de *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*.

### Ubicación Geográfica del Humedal.

La laguna Chantecuan, se localiza en la costa Grande de Guerrero, en los límites con Michoacán, pertenece a ejidatarios de las comunidades de Joluta y Feliciano, del municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca. La laguna Chantecuan es un cuerpo de agua pequeño, no muy profundo, con esteros que conectan la laguna con el Río Feliciano (Figura 14).

Las áreas de manglar se distribuyen sobre el cuerpo lagunar, esteros y áreas de inundación que se forman cercanas a la desembocadura del río, la mayoría de las áreas de manglar se encuentran parceladas y tienen dueños extranjeros, lo cual dificulta el acceso al área, y que a su vez favorece a que no haya una extracción e impactos notorios en esta vegetación.

La laguna Chantecuan es caracterizada por su abundante fauna de cocodrilos, iguanas y aves.



Figura 14. Localización de las UM en Chantecuan.

### Estructura Forestal de los bosques de manglar

En este sistema lagunar se establecieron 5 unidades de muestreo (UM), en las cuales se contabilizaron 623 árboles. En este sistema se encontraron bosques con fisionomía de cuenca, todos de tipo interno y geoforma palustre, la UM B un 85% de los árboles están inclinados hacia el NE. En tres UM *Laguncularia racemosa* constituye bosques monoespecíficos, como sucede en las UM: B, D y E. *Conocarpus erectus* forma bosques mixtos con asociación entre las especies de *Avicennia germinans* y *L. racemosa* en suelos con abundante materia orgánica y con asociación de *Batis maritima*, como sucede en la UM C ubicada más al interior de tierra firme.

*Rhizophora mangle* está presente en este sistema, sin embargo solo se encuentra distribuida alrededor del cuerpo de agua y esteros, formando franjas de no más de 8 m, con abundantes raíces que dificultan el acceso.

### Características estructurales de los bosques de manglar en Chantecuan

Se encontraron bosques de tipo cuenca en donde la especie dominante es *L. racemosa* y *A. germinans* (Figura 15). De las tres especies caracterizadas durante el inventario (2015) para este sistema se encontró que presentan un promedio de DAP de  $10.72 \pm 1.57$  cm, donde *C. erectus* tiene los DAP más gruesos (18.35 cm), seguido de *L. racemosa* en la UM B con un promedio de 12.17 cm. La altura total promedio del arbolado fue de  $9.27 \pm 1.33$  m, para este sistema se observa una correlación positiva y uniforme entre el incremento de la altura y el DAP de todas la especies presentes (Anexo 1). La altura de fuste promedio fue de  $5.21 \pm 0.97$ ; la mayor altura se estimó en las UM C (14.81 m), al igual que el fuste limpio (8.61 m).



Figura 15. Características estructurales de las especies de mangle en Chantecuan.

El diámetro de la copa promedio para este sistema es de  $6.84 \pm 0.57$  m, desarrollando las copas más anchas los bosques de *C. erectus* y *A. germinans*.

El valor promedio de Área Basal (AB) para este sistema en el 2015 fue de  $21.04 \text{ m}^2/\text{ha}$ , aumentando  $0.74 \text{ m}^2/\text{ha}$  para el 2017 ( $21.78 \text{ m}^2/\text{ha}$ ). La UM B presentó la mayor AB con  $38.96 \text{ m}^2/\text{ha}$  para el 2015, aumentando  $1.28 \text{ m}^2/\text{ha}$  para el 2017 (Figura 15), mientras que la UM D, es la que presentó la menor AB durante los 3 años con  $12.7 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

La mayor densidad de árboles por hectárea se presenta en la UM E con 5,750 ind/ha, el cual es un bosque monoespecífico de *L. racemosa* (Figura 16), seguida de la UM D con 3750 ind/ha, para el segundo año de monitoreo no se observa una disminución en la densidad del arbolado para las cinco UM de este sistema, sin embargo para el año 2017, se hace presente en las cinco parcelas una pérdida considerable de individuos con una densidad de hasta 225 ind/ha en las UM B y E, esto debido principalmente a los cambios en los régimen hídricos, azolvamiento y caída de árboles suscitados años anteriores.



Figura 16. Características estructurales del manglar

El Índice de Valor de Importancia (IVI), en los bosques monoespecíficos presentó el valor más elevado (300), en los bosques dominantes, los IVI mostraron diferencias, la especie con mayor valor de importancia es *L. racemosa*, seguida de *C. erectus* y *A. germinans*.

El Índice de Complejidad promedio para el sistema en 2015 fue de 3.2, el más elevado (4.77) se observó en la UM E y el valor más bajo (2.11) se observó en la UM D, durante los próximos dos años se observa una disminución en la complejidad del manglar para este sistema, debido a la pérdida de estructura forestal, disminuyendo el ICH en algunas UM (D y E), como se observa en la Figura 16.

Para este sistema los resultados de los tres años de monitoreo no mostraron una diferencia significativa en las características estructurales obtenidas en 2015 y las del 2017. Los valores de área basal fueron dominantes en la especie de *C. erectus*, seguida de *L. racemosa* (Figura 16). Los bosques con valores más altos son bosques periféricos maduros, alejados del cuerpo de agua y los más bajos cercanos a las áreas de esteros.

### Mortalidad natural y Extracción

La valoración de la pérdida de manglar se está manifestando por dos vías la extracción y la muerte natural, sin embargo, realizando una comparación del total de pérdida de manglar se encontró que para este sitio se da en mayor cantidad debido a la muerte natural que debido a la extracción.

De las 5 UM estudiadas para este sistema durante el 2015 solo en las UM A y C se presentó extracción y las UM A, C y D presentan mortalidad como se muestra en la Figura 17, siendo la especie de *A. germinans* la más impactada para este año, durante el año 2016 se observa una porción de mortalidad en la mayoría de las UM, la cual se duplica para el año 2017, siendo muy notoria en la UM B, en donde la sequía ya por más de tres años en la zona debilito el sustrato de los árboles de mangle y el azotar de los fuertes viento termino derribándolos.

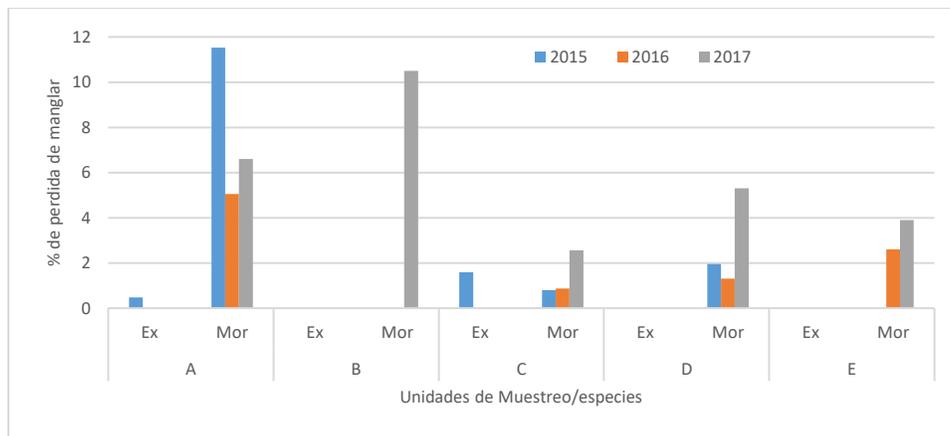


Figura 17. Mortalidad natural y Extracción.

### Regeneración natural

En este sistema no se contabilizaron plántulas de ninguna especie durante el año 2015, para el año 2016, en la UM C se observa regeneración en dos especies, siendo *C. erectus* la especie con mayor abundancia con 120,000 plántulas/hectárea, seguida de *A. germinans*, para el año 2017 en la UM A *A. germinans* desarrollo una densidad notoria en la UM favorecida por la falta de inundación en el sitio, debido a la persistencia de la sequía, al igual que en las UM D y E donde *L. racemosa* tiene una densidad mayor a las 175,000 plántulas/hectárea (Figura 18)

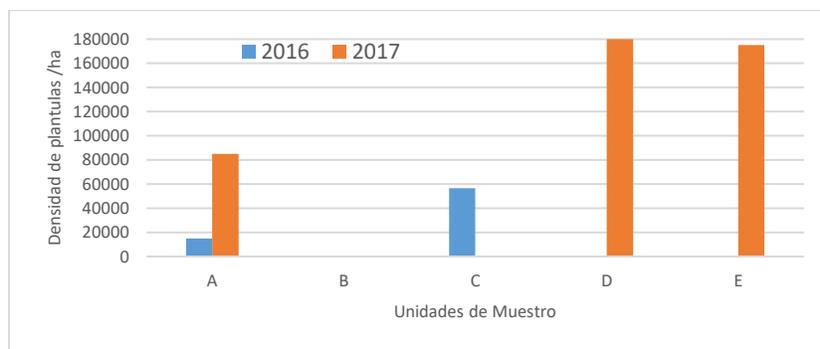


Figura 18. Regeneración natural.

### Parámetros ambientales y fisicoquímicos

Para este sistema se encontró un pH promedio de 6.8 en agua y de 6.6 en suelo para el 2015, mientras que para el 2017 el promedio en agua fue de 6.6 y en suelo 6.7, observando que los pH tomados en agua son mayores que las concentraciones tomadas en el suelo, como se muestra en la Figura 19, se observa que durante el año 2016, los pH registrados para la mayoría de las parcelas tienden a disminuir con respecto a los obtenidos en 2015 y que al llegar al 2017, estos vuelven a aumentar en la mayoría de las parcelas. Esto puede ser debido a que en 2016 se presentó una alta sequía en la zona que desecó áreas de manglar que años anteriores se encontraban inundadas hasta 80 cm de altura en época de estiaje.

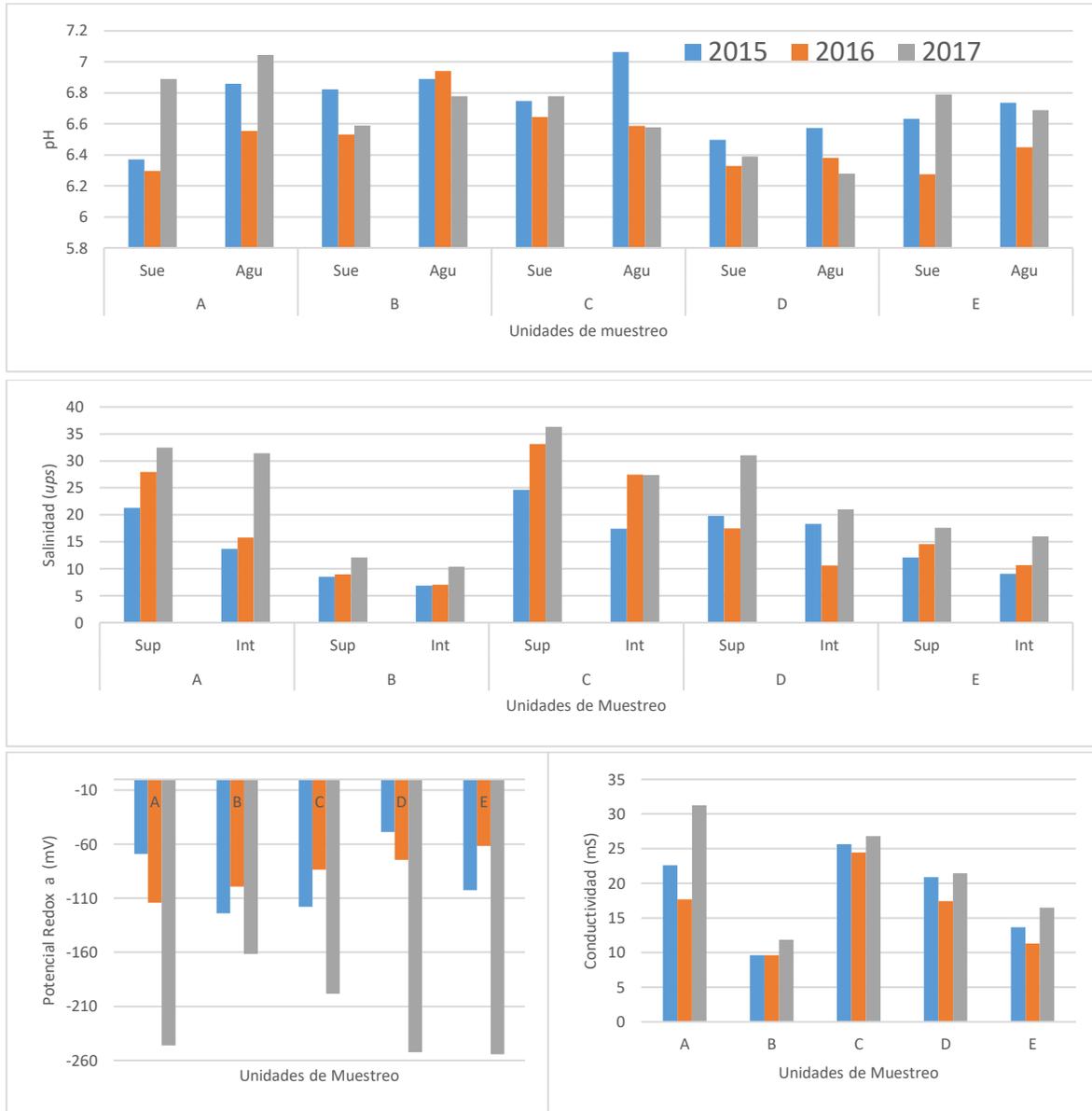
Con respecto a la salinidad se registró un promedio de la salinidad intersticial de 11.8 *ups*, caracterizándose como un sistema mesohalino (Cowardin *et al.* 1979). La UM C es la que presentó los valores más altos (36.2 *ups*) y la B los rangos más bajos (12 *ups*) durante los tres años, durante el 2015 los valores de salinidad son menores relativamente comparados con los del 2017, año en el cual tienden a subir después de haber disminuido durante el 2016 como se muestra en la Figura 19, en las UM A, C y D la salinidad superficial es mayor que la intersticial, mientras que en las UM B y E la salinidad no presenta cambios significativos para ambas mediciones, esto puede explicarse por qué ambas UM se encuentran más cercanas a cuerpos de agua, en comparación con las otras.

El oxígeno disuelto para este sistema registró siempre valores negativos, siendo el 2017 el año con mayor aumento de este parámetro (-254 mV) en la UM E y -252 mV en la UM D, destacando que en estas unidades de muestreo durante los dos primeros años de monitoreo no se habían encontrado sin inundación y durante los meses de sequía en mayo, no se captó agua a -2m de profundidad del piezómetro, lo cual es un signo de alarma ante la fuerte sequía presentada en los últimos años.

La conductividad promedio del sistema para el 2015 fue de 18.4 ms, bajando a 16 ms durante el 2016 y aumentando a 21.5 ms para el 2017. La UM B es la que presenta los valores más bajos, con un promedio de 10.5 ms, mientras que las UM A y C son las que presentaron los valores más altos durante los 3 años con 23.1 y 25.5 ms respectivamente.

En Chantecuan durante el establecimiento de las UM (enero 2015) se registraron las temperaturas promedio entre 31.9°C, con una humedad máxima de 70.5%, durante el 2016 se registró un promedio

de 31°C y 71.3% de humedad (Figura 19), aumentado más de un grado para el año 2017 (31.7°C y 72.9%), en UM como la C se registraron temperaturas de hasta 34°C durante las horas de la mañana.



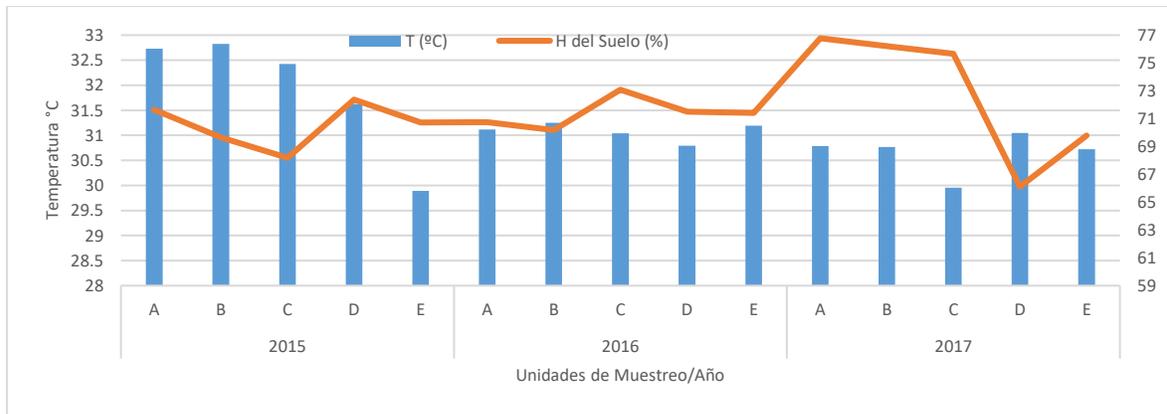


Figura 19. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos.

## Componentes del suelo

### **Materia Orgánica**

Para este sistema se obtuvo que las UM B y E contienen los porcentajes mayores de materia orgánica, el B en su estrato superficial con 10%, área dominada por bosques nomoespecíficos de *L. racemosa*, valores similares se presentan en el estrato intersticial de la UM E con (9.9%) en bosques juveniles de la misma especie. La UM C caracterizada por la dominancia de árboles maduros de *C. erectus* es la que presenta durante los tres años los valores más bajos de materia orgánica en el estrato superficial con 3.6% y el estrato intersticial es la UM D con 0.94% (Figura 20)

### **Nitrógeno total**

Las áreas de manglar se caracterizan por su alta productividad, sin embargo este ecosistema frecuentemente presenta limitación de nutrientes, principalmente de nitrógeno y fósforo, para este sitio se tiene que los valores más bajos de Nitrógeno durante el 2015 se obtuvieron en la UM D con 0.23 mg/g, contrariamente a los obtenidos en la UM E con 1.47 mg/g, durante el 2016, en la UM E no se registró este parámetro en el sitio, siendo la UM B la de mayor contenido de Nitrógeno con 1.35 mg/g, durante el 2017, este parámetro se redujo en la mayoría de las UM (Figura 20), siendo la UM B la de mayor valor con 0.63 mg/g.

### **Fósforo total**

El contenido de fósforo total en este sistema fue muy variable, obteniendo los mayores valores durante el 2016 como se observa en la UM B y E con concentraciones de 10.09 mg/kg lo cual pudo deberse a la cercanía de las áreas de manglar con la instalación a finales de 2015 de un cultivo de papaya el cual permaneció por más de año y medio, en las otras UM los valores son relativamente bajos durante los tres años, como se muestra en la Figura 20.

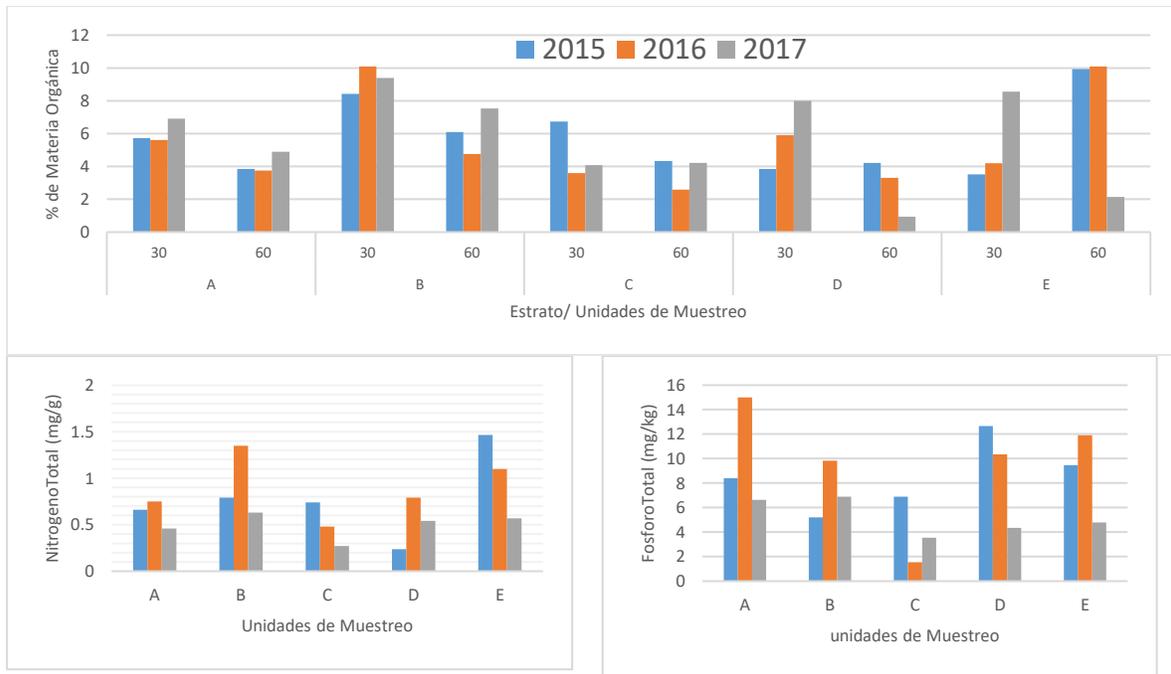


Figura 20. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año.

### Productividad primaria

Como se muestra en la Figura 21, las hojas (Barras azules) son el mayor componente de la productividad primaria, la UM B es la que presenta la mayor productividad, caracterizado por un bosque monoespecífico de *L. racemosa*, se hacen presentes otros componentes aunque en menor proporción, como lo son las flores, frutos y tallos (ramas). Los máximos de producción varían dependiendo el sitio, siendo los meses de febrero y marzo los de menor aporte de material con  $0.014 \text{ gm}^2$ , llegando a presentar un promedio anual de  $23.14 \text{ gm}^2$ .

En la UM C dominado por *C. erectus* desde los meses de febrero se hacen presentes los frutos o semillas de mangle botoncillo, siendo este mes el de mayor aporte hasta llegar a julio, a partir de este mes se observa una disminución progresiva de la producción, obteniéndose un promedio anual de  $16.2 \text{ gm}^2$  de hojas y con un aporte considerable de flores de  $2.8 \text{ gm}^2$  anualmente.

Para este sistema en la especie de *A. germinans* presente en la UM A, se observa un mayor aporte de hojas en el mes de abril, siendo muy variable a lo largo de los meses la presencia de sus demás componentes, como la floración que se presenta con mayor frecuencia a partir de mayo, durante el 2016 se observó una disminución en la producción primaria, en comparación con los otros dos años, por lo tanto para esta especie en la UM se estimó una producción anual promedio de  $20.1 \text{ gm}^2$ .

Las UM de bosques monoespecíficos juveniles de *L. racemosa* (D y E), presentan sus máximos de producción de mayo a julio, con una disminución a partir de este último mes y con baja incidencia de flores y frutos a lo largo de los meses, en ambas UM presentaron una disminución en la producción durante el 2016, en comparación con la de 2015, presentando un promedio anual de  $15.3 \text{ gm}^2$ . En todas las UM hay un aporte constante de tallos y frutos (Figura 21).

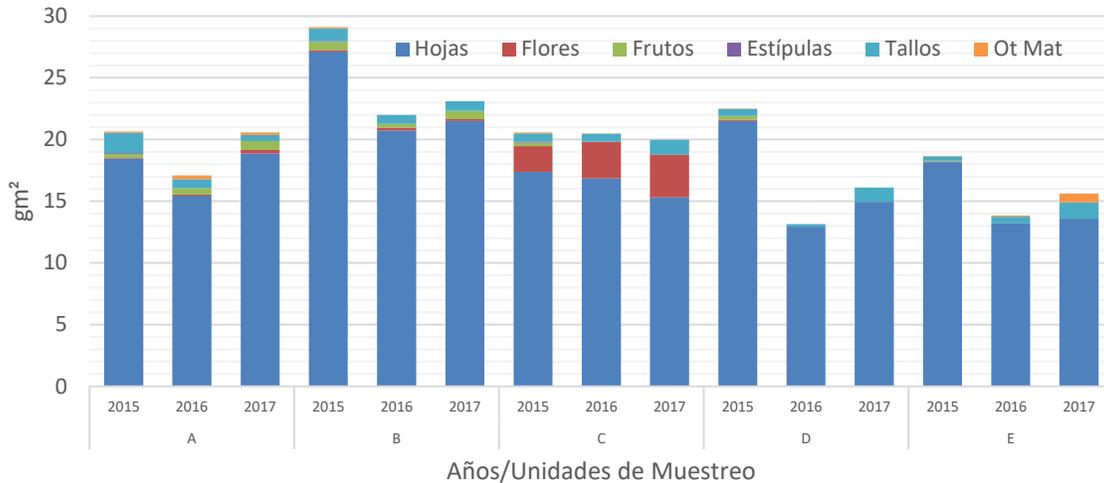


Figura 21. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm<sup>2</sup>).

#### Problemáticas encontradas en el área

- ✓ Para esta zona se observa una presión constante a la vegetación de manglar ejercida principalmente por el cambio de uso de suelo, para convertir estas áreas en potreros, en las zonas donde presentan inundación estacional.
- ✓ La posesión y valor económico que tiene la tierra en toda esta área, de las cuales los dueños aseguran tener certificados parcelarios de la superficie que abarcan las áreas de manglar, así como la venta constante a extranjeros de las zonas cercanas al mar.
- ✓ Alta contaminación de la atmósfera y del agua, por la cercanía del sitio con Petacalco y Lázaro Cárdenas Michoacán, donde las grandes industrias juegan un papel importante en la contaminación al expandir humo, cenizas y residuos tóxicos al ambiente.
- ✓ La falta de una cultura de conservación y valoración sobre los manglares en la zona, así como la prohibición para la explotación excesiva de la madera y de las especies de animales que habitan en este ecosistema, principalmente de los reptiles (iguanas, víboras y cocodrilos) que son muy demandados para el consumo humano y usos medicinales.
- ✓ Falta de gestión de proyectos ecoturísticos en áreas de manglar por su alto valor ecológico y estado de conservación, al tener un alto afluente turístico en esta área.

## Estructura de los bosques de manglar en el la Boca del Río la Unión

### Ubicación Geográfica del Humedal.

La Unión de Isidoro Montes de Oca, se localiza en la costa grande de Guerrero, en los límites con Michoacán, el río la Unión se forma en las montañas de la sierra madre del sur, conforme descende cuenca abajo forma importantes manantiales que abastecen a la población, al llegar a la cuenca baja forma pequeñas lagunetas, las cuales se secan en temporada de estiaje, la boca del río la Unión es efímera y solo se abre en temporada de lluvias vertiendo así sus aguas al Océano Pacífico.

Las extensiones de manglar se encuentran muy dispersas y reducidas debido al avance de la ganadería sobre los humedales (Figura 22), y el constante cambio de uso de suelo en la zona, para establecer huertas de palma de coco y mango principalmente. Está zona se caracteriza por poseer playas rocosas y de fuerte oleaje que atrae a los vacacionistas.



Figura 22. Localización de las UM en Boca del Río la Unión.

### Estructura Forestal de los bosques de manglar

Sobre las áreas de influencia donde desemboca el Río la Unión se establecieron 5 UM durante el 2015, en las áreas con mayor extensión de vegetación de manglar. En las UM se contabilizaron 524 árboles, dominando en la mayoría de los sitios el mangle banco, llegando a formar grandes extensiones de esta especie, hacia tierra firme.

Los bosques que se caracterizaron para este sistema, forman bosques de tipo borde (F y G), y bosques internos (H, I y J), todos con fisionomía de cuenca. En tres UM (G, H y I) *L. racemosa* forma bosques monoespecíficos, y en las UM F y J *L. racemosa* es la especie dominante con asociación de *A. germinans* y *C. erectus* respectivamente (Figura 23).



Figura 23. Estructura de los bosques de manglar en Boca del Río la Unión.

### **Características estructurales de los bosques de manglar en La Unión.**

Durante el establecimiento de las parcelas, para este sistema se encontró un DAP promedio de  $12.52 \pm 2.49$  cm, la especie con mayor DAP fue *C. erectus* (21.98 cm), seguida de *L. racemosa* (13.18 cm) y los arboles de menor grosor se presentaron en *A. germinans*, especie que presenta la mayor varianza en cuanto a la distribución de sus DAP (Anexo 1). La altura total promedio del sistema fue de  $10.07 \pm 1.61$  m. La UM G dominada por *L. racemosa* fue la que presentó mayor altura con 12.2 m, *C. erectus* en la UM J presenta alturas de hasta 12.18m, como se muestra en la Figura 23 en todas las UM la altura incremento significativamente (Anexo 1) durante los tres años, obteniéndose un promedio de 11.2 m para el 2017.

La altura promedio del fuste para este sistema es de  $6.31 \pm 1.40$ m, en la UM G *L. racemosa* presenta las mayores alturas del área maderable aprovechable de un árbol, alcanzando hasta 8.8 m de fuste limpio. Seguido de la UM F con un promedio de 7.5 m, los arboles de *A. germinans* (UM F) son los que muestran la menor altura con 3.3m.

El diámetro promedio de la copa es de 4.75m para el sistema, las copas con mayor cobertura son las desarrolladas por *C. erectus* (UM J) con 7.5 m, seguidas por las de mangle negro en el sitio G con 5.3 m. Las copas de menor tamaño se desarrollaron en la UM J por la especie de *L. racemosa* con 3.07m.

El valor promedio de Área Basal (AB) para este sistema en el 2015 fue de  $30.17 \text{ m}^2/\text{ha}$ , incrementando a  $31.75$  para el 2017. La UM I es la que presentó la mayor AB con  $41.6 \text{ m}^2/\text{ha}$ , con presencia de las especies de *L. racemosa* y *C. erectus*, los tres sitios monoespecíficos dominados por *L. racemosa* G, H y I, presenta AB similares 43 a  $45.23 \text{ m}^2/\text{ha}$  respectivamente. En las UM F y G se observa una disminución ( $1.7 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) en el AB obtenida en 2015 a la medida en 2017 (Figura 24).

La densidad promedio de individuos por hectárea para el sistema fue de 1871.43 ind/ha para el 2015, con una pérdida promedio de 225 ind/ha para el 2017. La UM I es la que presentó la mayor densidad

con 3200 ind/ha, seguida del sitio G con 2875 ind/ha, el sitio F es el que presenta la menor densidad 1050 ind/ha durante el establecimiento de los sitios, lo cual se mantuvo durante los dos



Figura 24. Características estructurales del manglar

años de monitoreo, observándose pérdidas de individuos en todas las UM llegando a obtener un promedio de 1646.4 ind/ha para el 2017. En los sitios monoespecíficos (G, H e I) el Índice de Valor de Importancia (IVI), presentó el valor más elevado (300), en los dos sitios dominados por *L. racemosa* se presentan diferencias con respecto a las especies con las que está asociada.

El Índice de Complejidad de Holdridge (ICH) promedio para el sistema en 2015 fue de 6.78, la UM J presentó el ICH más alto del sistema 11.1, las UM I y G presentan ICH similares con 6.42 y 6.1 respectivamente, la UM H presenta el ICH más bajo con 3.29. Como se observa en la Figura 23 en las UM F, H e I el ICH incrementó para el 2017 con 5.6, 3.9 y 6.5 respectivamente, mientras que para las UM G y J, hay una disminución (5.6 y 9.9).

### Mortalidad natural y Extracción.

De las 5 UM estudiadas durante el 2015 sólo en las UM G y J se presentó muerte natural en las especies de mangle blanco y botoncillo con 10.16% y 4.47% respectivamente, obteniéndose así un promedio de mortalidad para el sistema de 2.73%, durante el 2016 la mortalidad incrementó

considerablemente para este sistema, obteniéndose un promedio de 4.5%, con presencia en las cinco UM y para el 2017, está mortalidad se duplico (Figura 25) sobre todo en las UM G (17.5%) y H (8.2%) en la especie de mangle blanco, obteniéndose un promedio para el sistema de 7.8 % de muerte natural, lo cual se debió principalmente a causa del azote constante de fuertes vientos, causando que en la mayoría de los árboles muertos los troncos se encontraron vencidos hacia una sola dirección y en muchos otros casos quebrados.

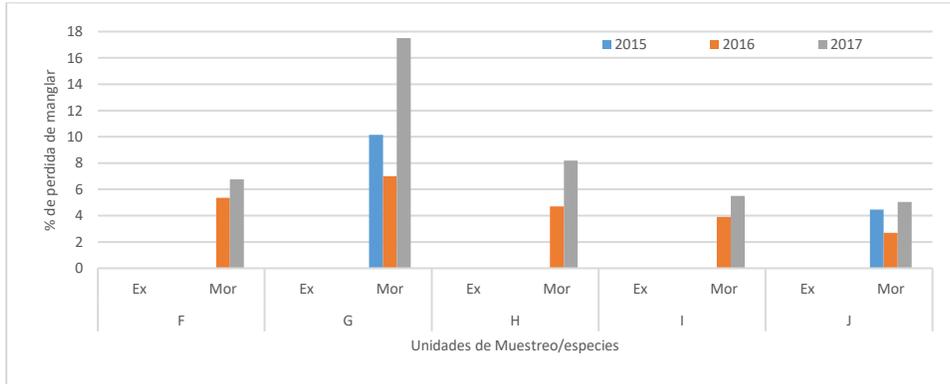


Figura 25. Perdida de manglar.

Para este sistema durante los tres años del proyecto, no se logró observar señas de extracción, en ninguna UM ni en sus alrededores, atribuyendo esto principalmente a que son áreas alejadas de poblaciones con difícil acceso y que es un área altamente custodiada por el narcotráfico, lo cual conlleva a los habitantes cercanos a tomar sus precauciones o no visitar el área.

### Regeneración en los bosques

Durante el 2015 se encontraron plántulas en dos de los 5 sitios estudiados, con densidades diferentes y solo de la especie de *L. racemosa*, obteniendo un promedio para el sistema de 290,000 plantas/ha. La UM H es la que presenta la mayor densidad con 202,500 plantas/ha, dichas plantas se encontraron en abundancia durante el periodo de muestreo, sin embargo muestran una altura de entre 10 y 12 cm, todas las plántulas contabilizadas se encontraban vivas (Figura 26), para el 2017 se hace notar una abundancia en la regeneración en todas las UM, siendo las UM F y J las de mayor densidad con 315,000 y 306,666 plantas/ha.

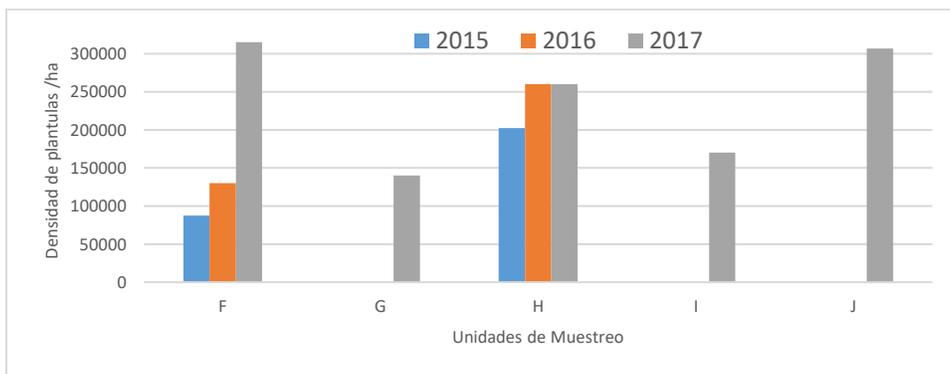


Figura 26. Regeneración natural

### Parámetros ambientales y fisicoquímicos

El pH del suelo y del agua promedio para el sistema durante el 2015 fue de 7 un pH neutro. Sin embargo se observan variaciones entre las diferentes UM Figura 25, donde la UM J es la que presentó el pH más alto con un promedio de 7.2 tanto como para suelo como para agua, mientras que la UM G es la que presentó el pH promedio más bajo en agua con 6.5 y 6.6 para suelo. Se observaron fluctuaciones en los datos durante los monitoreo hechos en estiaje y lluvias, obteniendo que para el 2016 los valores de pH disminuyeron en comparación con 2015 en casi todas la UM, a excepción de las UM G y H, registrando está ultima un promedio de 7.3 de pH para el 2016. En las UM F, G y J se observa un incremento en el pH durante el 2017, las demás UM se mantienen constantes (Figura 27)

Para este sistema en 2015 se encontró un promedio anual de salinidad intersticial de 22.6 *ups*, y 21 *ups* de manera superficial, caracterizándose como un sistema polihalino (Cowardin *et al.* 1979). Los sitios F y G tienen la salinidad más alta de la zona, registrando en 2017 los valores más altos de salinidad de manera superficial con 38.4 y 40.2 *ups* respectivamente, notándose un incremento de salinidad a los largo de los tres años en casi todas las UM (Figura 27).

El sitio J es el que presentó la salinidad más baja durante el 2015 con 12.1 en promedio para los dos estratos, la cual se incrementó para el 2016 y de manera intersticial se mantuvo hasta el 2017 llegando a medirse en el área 19.5 *ups*, este patrón se repite en las UM H e I, donde de manera superficial la salinidad se llegó a duplicar en la UM H de 14.4 a 35.2 *ups* para el 2017. Por lo que durante estos tres años la salinidad aumento 8.7 *ups* de manera superficial y 3.4 *ups* de manera intersticial en el sistema.

Para este sistema se observa que la conductividad presenta un comportamiento similar a la salinidad, siendo las UM F y J las que presentan valores más altos del sitio, sobre todo en los meses de mayo y abril. Las UM H, I y J durante el 2015 presentan valores bajos (14.4 a 19.7 ms), los cuales se duplican (Figura 27) para el 2017 llegando se registrar hasta 28.1 ms en la UM H.

El promedio de Oxígeno disuelto para el sistema durante el 2015 fue de -103.6mV, registrándose en este año los valores más bajos en todas la UM en comparación con 2016 y 2017, los cuales fueron en incremento llegando a obtener un promedio de -161.5mV para el 2017. Los valores más altos se presentan en la UM I con -2014mV (Figura 27).

Como se observa en el cronograma de la Figura 27, las temperaturas más altas se registraron durante el 2015, en la UM I con 34.4 °C y una humedad de 77%, valores que disminuyen considerablemente para el 2016 registrándose la T° máxima de 31.8 y 71.6% de humedad en las UM, así mismo para el 2017 no se hace notar un gran incremento, sí un descenso en la humedad promedio del sistema con 68.8% y un 32.2 °C.

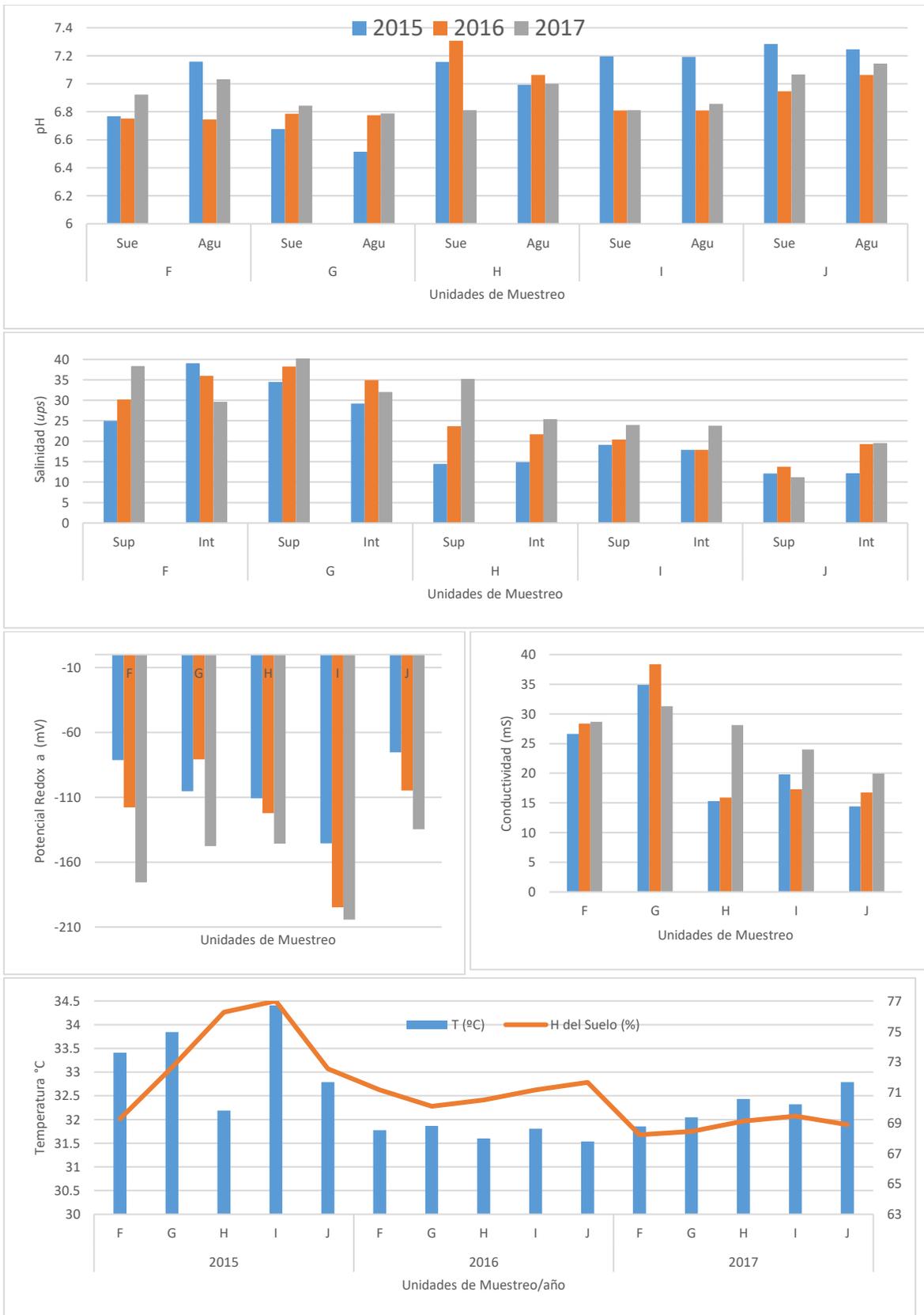


Figura 27. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos.

## Componentes del suelo

### Materia Orgánica

Los porcentajes obtenidos de materia orgánica para este sitio tanto de manera intersticial como superficial son similares obteniendo un promedio de 4.2 y 4.3% respectivamente. La UM I presenta un alto porcentaje de MO de manera superficial durante los tres años registrando 9.3% en 2016 y con 11.3% de manera intersticial. Los valores más bajos se registraron en la UM J con 1.3% de manera intersticial (Figura 28). Se observan variaciones en ambos estratos durante los tres años.

### Nitrógeno total

El promedio de nitrógeno total para el sistema en 2015 fue de 1.27 mg/g. El valor más bajo se localiza en la UM 9I con 1.1 mg/g, mientras que en la UM J presenta un alto contenido de nitrógeno con 1.5 mg/g. Los valores obtenidos durante 2017 son relativamente más bajos (Figura 28) en comparación con los obtenidos en 2015, llegando a registrar 0.1 en la UM F.

### Fosforo total

El contenido promedio de fosforo total en este sistema durante el 2015 tuvo un promedio de 13.7 mg/kg, como se observa en la Figura 28 durante el 2016, en la UM H este parámetro se incrementó considerablemente registrando 34.6 mg/kg siendo valores altos según Etchevers (1995), disminuyendo para el 2017. La UM I y J en el 2017 muestran valores muy bajos (3.7 y 0.1 mg/kg).

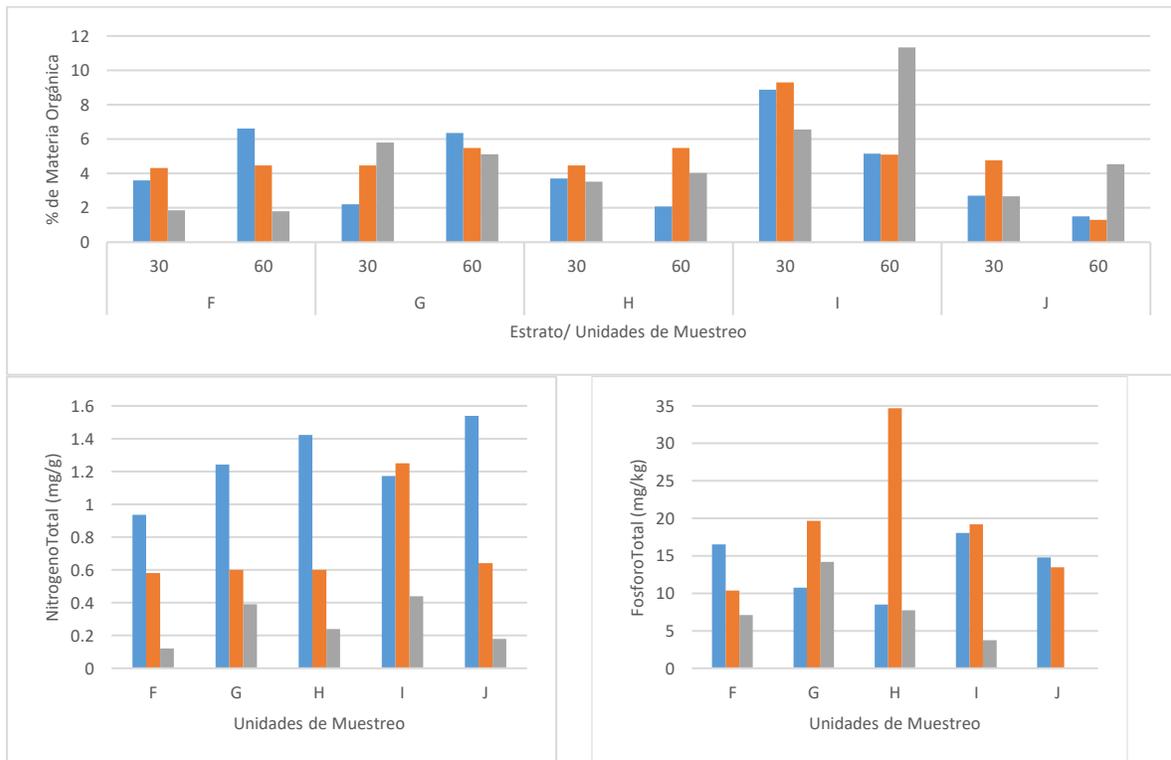


Figura 28. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año.

### Productividad primaria

Las UM F y G presentaron la mayor productividad para el sistema Río la Unión durante el 2015, donde se obtuvo la mayor producción en todas las UM. Se observó que su punto mínimo de producción se da durante los meses de febrero y marzo. Durante los años 2016 y 2017 disminuye la producción capturada en 2015, manteniéndose una producción promedio de 20.1 gm<sup>2</sup>.

En la UM G a partir de abril se observa una alta producción de flores de *L. racemosa*, siendo julio el mes de mayor producción (0.02 gm<sup>2</sup>), con un promedio anual de 0.94 gm<sup>2</sup> y a partir de agosto se hace notar la producción de frutos, al igual que la UM F.

En la UM I desde el mes de mayo se logra observar la producción de flores de *L. racemosa*, siendo este mes el de mayor producción. En Comparación con la UM J que en el mes de junio se observa una alta producción de semillas de *C. erectus* (0.016 gm<sup>2</sup>) y en menor medida la producción de flores de *L. racemosa*.

El máximo de producción se observan en el mes de junio en la mayoría de los sitios, excepto en la UM I que se presentan en el mes de mayo. La captura de tallos, frutos, estípulas y otros materiales se hacen presentes en las diferentes UM, con aportaciones pequeñas en comparación con las hojas que son el mayor componente de la productividad (Figura 29).

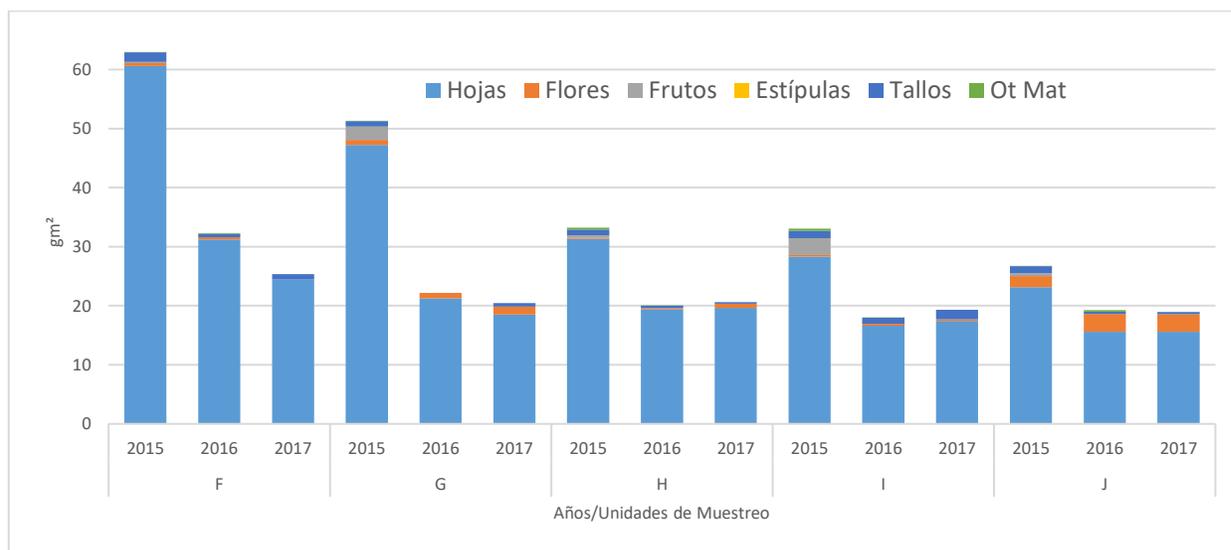


Figura 29. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm<sup>2</sup>).

### Problemáticas encontradas en el área

- ✓ Contaminación generada por los vacacionistas cuando visitan las playas, con residuos sólidos, plásticos y desechos sanitarios.
- ✓ La constatación de deforestación para la plantación de extensas huertas de palma de coco y mango.
- ✓ Falta de programas de participación ciudadana en la protección y cuidado del manglar.
- ✓ Sustrato limitado para la dispersión del manglar, debido al alto contenido de rocas.

- ✓ Amenaza de fenómenos naturales como el mar de fondo que aportan gran cantidad de arenas y limitan la vegetación de manglar o en su caso la destruyen debido a su alto impacto.
- ✓ Prohibición para la explotación excesiva de la madera y de las especies de animales que habitan en este ecosistema, principalmente de los reptiles (iguanas, víboras y cocodrilos) que son muy demandado para el consumo humano y usos medicinales.

## Estructura de los bosques de manglar Boca de Pantla

### Ubicación Geográfica del Humedal.

La vegetación de manglar en la desembocadura del Río Pantla, se extiende hacia el Oeste de la zona de playa, limitada hacia el Este por lomeríos que forman acantilados al llegar al mar. Los manglares forman una barrera uniforme entre la barra arenosa y la planicie de inundación del río, donde la irrigación fluvial del río forma pequeñas lagunas, en temporada de lluvias que favorecen el establecimiento de esta vegetación de manglar (Figura 30). Sobre la ribera del río de Pantla no se logran observar rodales extensos de vegetación de manglar, solo vegetación de galería y pastos.

Las áreas de manglar en esta zona se encuentra asociada con vegetación de selva baja y palmares, en la zona de playa donde antiguamente eran dunas costeras se han establecido grandes extensiones de cultivos de palma de coco, ejerciendo una presión constante al manglar a causa de la deforestación.



Figura 30. Localización de las UM en la Boca del Río Pantla.

### Estructura forestal de los bosques de manglar

En el sistema correspondiente a la desembocadura del Río de Pantla se establecieron 5 UM, donde se contabilizaron 274 árboles, dominando ampliamente la especie de *R. mangle*, y en algunas áreas asociado con *L. racemosa*.

En este sistema se encontró una franja de más de un kilómetro de extensión de manglar, donde el mangle rojo se encuentra rodeando pequeñas lagunetas, que poco a poco se están colonizando por

esta misma especie, hacia tierra firme, la extensión del manglar no sobrepasa los 300 m de ancho. La mayoría de los sitios de este sistema forman bosques de tipo interno (L al Ñ), establecidos en cuencas, solo un bosque (K) fue caracterizado de tipo borde (Figura 31).



Figura 31. Características estructurales de los bosques de manglar.

Se encontraron dos UM monoespecíficas de *R. mangle* (M) y otra de *L. racemosa* (N), así como tres UM dominadas por *R. mangle* (K, L y Ñ). Este sistema inicialmente presentó un DAP promedio de  $16.45 \pm 2.89$  cm. Se contabilizó un individuo en la UM L de *L. racemosa* con un de DAP 40.2 cm, los DAP más altos registrados para *R. mangle* se encuentran entre 18.8 y 17 cm.

La altura total promedio del sistema en 2015 fue de  $11.08 \pm 2$  m. *L. racemosa* en las UM L y M presentó las mayores alturas, para la especie de *R. mangle* la mayor altura se presenta en la UM L con 12.6 m y la más baja en la UM Ñ con 9.98m (Figura 32). Durante los dos años de monitoreo se observó un incremento promedio en la altura de 0.4m, obteniéndose así un promedio de altura para el 2017 de 12.1 m. La altura promedio del fuste limpio para este sistema es de  $4.22 \pm 1.40$  m. *L. racemosa* es la especie que presenta los fustes más altos como se observa en las UM K y N con 6.6 y 5.64 m respectivamente. Los fustes menos desarrollados se presentan en *R. mangle*.

El diámetro promedio de la copa de los árboles para este sistema es de 7.39 m, las copas más extensas la representa *L. racemosa* y *R. mangle* en el sitio L con 16.7m y 9.1m respectivamente, la UM K es la que presenta las coberturas menos extensas.

El valor promedio de Área Basal (AB) para el 2015 fue de  $16.90 \text{ m}^2/\text{ha}$ . La UM N es la que presentó la mayor AB con  $35.9 \text{ m}^2/\text{ha}$ , representada por las especies de *L. racemosa* y *R. mangle*, seguido del sitio monoespecífico (L) de *L. racemosa* con  $22.7 \text{ m}^2/\text{ha}$ , la UM 1Ñ es la que presentó el AB más baja del sistema con  $7.8 \text{ m}^2/\text{ha}$ . El promedio obtenido para el 2017 fue de  $18.0 \text{ m}^2/\text{ha}$  (Figura 32).

La densidad promedio de individuos por hectárea para el sistema inicialmente fue de 856.25. La mayor densidad se presenta en bosques juveniles como los de las UM K con 1862.5 ind/ha, seguida del sitio N con 1075 ind/ha, el sitio Ñ es el que presenta la menor densidad con 262.5 ind/ha (Figura 32).



Figura 32. Características estructurales

Para el 2017 en todas las UM se hace notar una disminución en los individuos obteniéndose una densidad promedio de 809.3 ind/ha. Las UM M y N presentaron los Índice de Valor de Importancia (IVI) más elevados (300), en las UM K, L y Ñ *R. mangle* presenta los IVI dominantes sobre *L. racemosa* con valores de más de 240.

El Índice de Complejidad de Holdridg (ICH) promedio para el sistema fue de 2.98 en 2015. La UM K es la que presentó el ICH más alto del sistema 6.53, seguida de la UM L con 3.57, la UM Ñ es la que presenta el ICH más bajo con 0.59. Para este sistema se observó un incremento en el ICH durante los dos años de monitoreo obteniéndose un promedio para el 2017 de 3.5 (Figura 32).

### Mortalidad natural y Extracción.

En cuatro de las cinco UM estudiadas se registró muerte natural, siendo más notable en la especie de *R. mangle* en la UM M con un 18.92% y un 6.2% en el mangle blanco en la UM N. Para el 2015 el sistema presentó un promedio de 4.5% de mortalidad, en la UM M se registró muerte natural año con año, durante el 2017 se registró un promedio de 3.3% de muerte natural, en todas las UM hubo individuos muertos (Figura 33) con mayor incidencia en la especie de *R. mangle*.

Para este sistema en las áreas donde se llevó a cabo el establecimiento de las UM no fue visible la extracción de madera, sólo la caída de aboles de gran tamaño de la especie de mangle rojo, debido a los fuertes vientos.

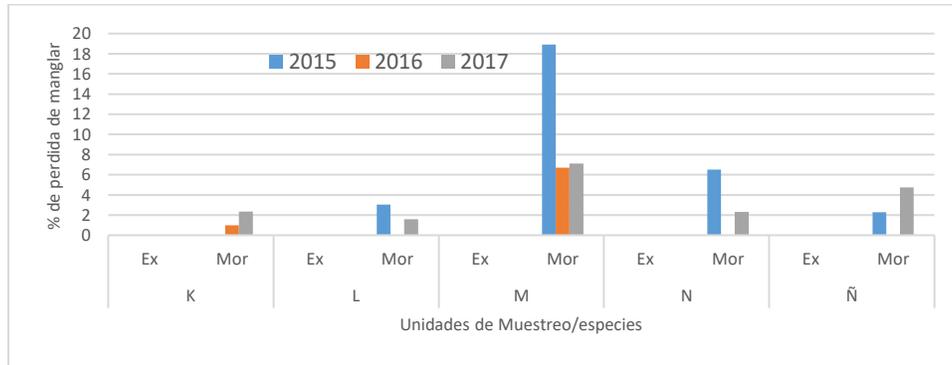


Figura 33. Perdida de manglar

### Regeneración en los bosques

Durante el 2015 se observó escasa regeneración en las demás especies, solo en la especie de *R. mangle*. Durante el 2016 se observa la mayor abundancia de regeneración con un promedio para el sistema de 7,812.5 plantas/ha, siendo la UM N la de mayor regeneración con un promedio de 500,000 plantas/ha en la especie de *L. racemosa*. Durante el 2017 hay una disminución considerable de regeneración (Figura 34) obteniéndose un promedio de 23,750 plantas/ha, todas las plantas contabilizadas se encontraban vivas con una altura entre 40 y 60 cm en la especie de *R. mangle* y de 14 a 19 cm en *L. racemosa*.

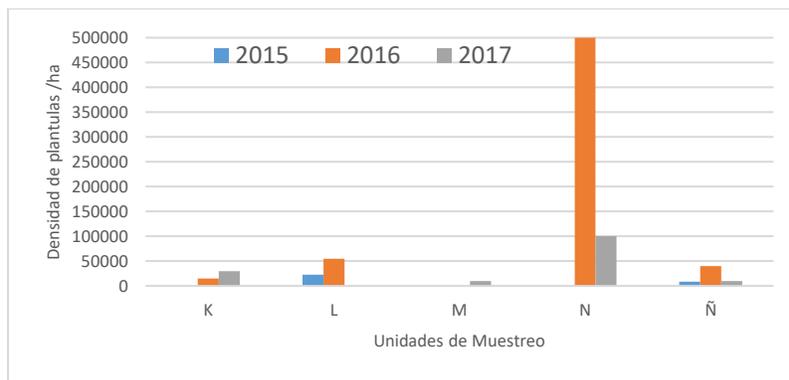


Figura 34. Regeneración natural

### Parámetros ambientales y fisicoquímicos

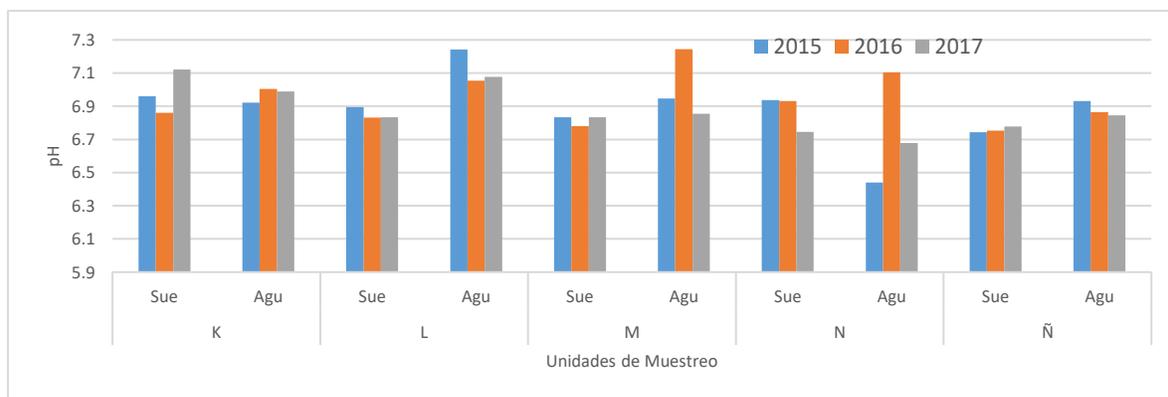
Durante el 2015 la UM N es la que presentó el pH en agua promedio más bajo con 6.4 y la UM L el más alto con 7.2. El pH del suelo en todas las UM mantiene un promedio de 6.8. Durante el 2016 los valores de pH en agua se elevaron considerablemente en algunas UM (7.2 para M y 7.1 para N), registrándose un promedio de 7.05 para este año, siendo mayor la concentración de pH en agua que en suelo, el cual se mantuvo constante a lo largo de los tres años de monitoreo (Figura 35).

La mayor concentración de salinidad para este sistema se observó en 2016 en la UM M con 29.6 *ups* de manera superficial, como se observa en la Figura 35 la variación de los estratos de salinidad por este sitio cambio a lo largo de los años, habiendo UM donde 2015 fue el año con mayor registro de salinidad (M) disminuyendo las concentraciones hasta 2017 y otros en cambio donde en 2016 se observa una disminución en la concentración de sales en el estrato intersticial, el cual se eleva considerablemente para el 2017, siendo este el año con mayor concentración de sales en suelo con un promedio de 19.7 *ups* y 15.6 *ups* en agua para el sistema.

La mayor conductividad del sistema se registró durante el 2015 con un promedio 18.2 ms/cm. Al igual que la salinidad, los sitios con mayores rangos de conductividad son los M y L (26.8 y 23.1 ms/cm) y el de menor la UM N (9ms/cm). Para el 2016 hay una disminución de este parámetro registrando un promedio de 13.1 ms/cm y en 2017 las UM L, M y N registran valores mayores a 17 ms/cm, quedando un promedio para este año de 15.6 ms/cm.

El promedio de oxígeno disuelto para el sistema en 2015 fue de -141.9mV, las UM K (-188 mV) y L (-153.4 mV) presentaron los valores promedio más altos y el más bajo se presentó en la UM Ñ (-106.8mV). En el mes de mayo se presentan los valores promedio más altos en todo el sistema, sin embargo en los meses de febrero y marzo en las UM K y L se registraron datos mayores a los -250mV, al igual que en los otros parámetros durante el 2016 hay un descenso en la concentración de oxígeno disuelto con un promedio de 79.8 mV, el cual vuelve a incrementarse en 2017 (Figura 35).

Durante el 2015 se registraron las temperaturas más altas para este sistema con un promedio de 32.7°C y una humedad de 73.6%, durante el 2016 hay un descenso en las temperaturas de la zona (30.6 °C) pero un aumento en la humedad relativa del suelo, con un promedio de 73.8%, siendo la UM N la de mayor humedad con 76%. Para el 2017 tanto la humedad como la temperatura muestran un comportamiento más estable con un promedio de 72.5% y 31.1°C respectivamente.



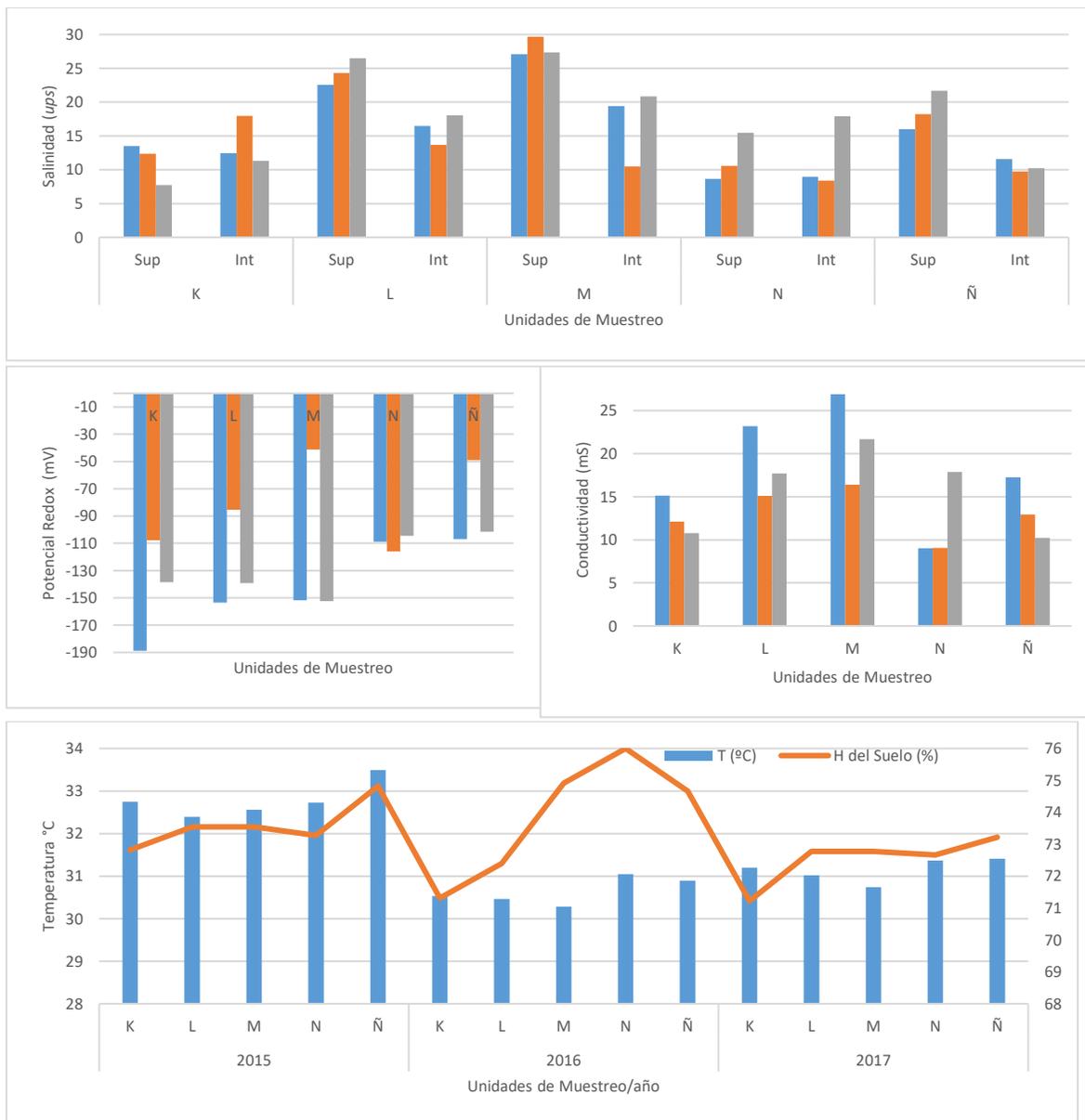


Figura 35. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos.

## Componentes del suelo

### Materia Orgánica

Los porcentajes obtenidos de materia orgánica para este sitio tienen un promedio de  $10 \pm 3\%$  de manera superficial y  $9.3 \pm 2.2\%$  intersticialmente durante el 2015. La UM L presentó los valores más altos de materia orgánica de manera superficial durante el 2017 (23.7%) al igual que la UM M en 2016 con 19.8%. como se observa en la Figura 36 la variación en el porcentaje de materia orgánica dentro de las UM fue muy variable, a lo largo de los tres años, solo en la UM Ñ se observa una pérdida constante año con año.

### Nitrógeno total

Durante el 2016 se observaron los valores más altos en las concentraciones de nitrógeno, siendo la UM M la de mayor cantidad con 3.13 mg/g, registrándose un promedio anual de 2.09 mg/g. Durante el 2017 hay una menor concentración de nitrógeno en la mayoría de las UM registrándose un promedio de 0.74 mg/g. Las UM N y Ñ en 2015 presentaron los valores más altos de nitrógeno con 2.38 mg/g, descendiendo año con año como se muestra en la Figura 36, hasta obtener 0.7 y 0.4 mg/g respectivamente.

### Fosforo total

Durante el 2016 se observaron las mayores concentraciones de fosforo en todas las UM, llegando a registrar 80.2 mg/kg la UM M, con un promedio anual de 60.0 mg/kg, describiéndose como valores altos según Etchevers (1995), estos valores disminuyen para el 2017 llegando a registrarse un promedio de 16.2 mg/kg.

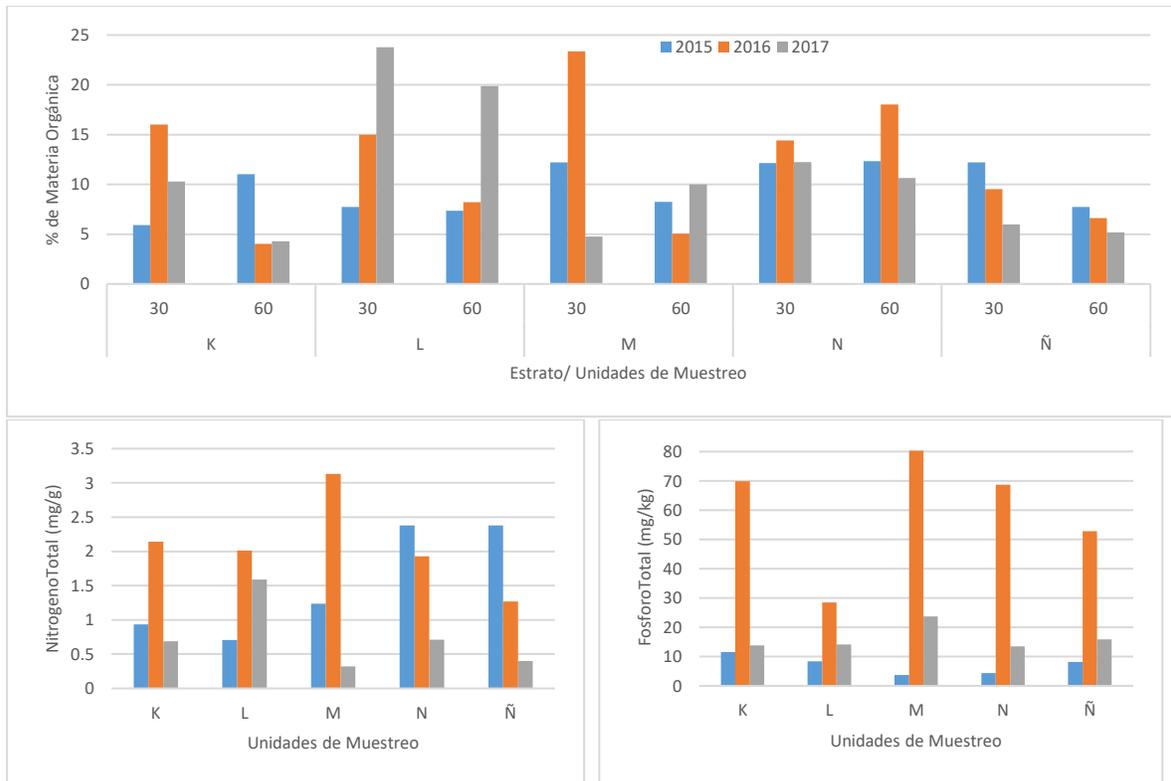


Figura 36. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año.

### Productividad primaria

Las UM N y L son las que presentan la mayor productividad para el sistema Boca de Pantla, caracterizada por bosques de tipo interno monoespecifico de *L. racemosa*. La más baja producción de hojarasca se observó en los meses de febrero y marzo, conforme avanza el tiempo se observa un incremento significativo en la producción de hojarasca y de otros elementos. La UM K mantuvo una producción constante durante los tres años (19.4 gm<sup>2</sup>), en el mes de mayo se observa la mayor producción de propagulos con 1.3 gm<sup>2</sup>, lo demás elementos están presente pero en menor cantidad.

En las UM L, M, N y Ñ se observa un descenso en la producción primaria a partir de 2015, registrándose en 2017 los picos de menor producción (M y Ñ). Para la especie de *L. racemosa* desde el mes de febrero se logra observar la producción de flores, siendo mayo el mes de mayor producción, se hizo notar un aporte constante de tallos, frutos y otros materiales durante los tres años (Figura 37).

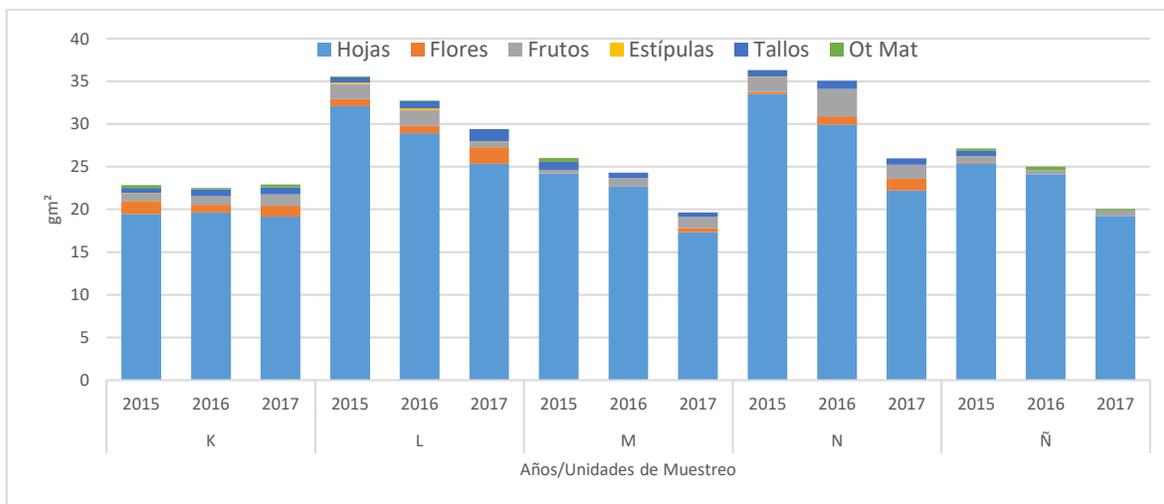


Figura 37. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm<sup>2</sup>).

#### Problemáticas encontradas en el área

- ✓ Alta presión sobre las dunas costeras que cambia el uso de suelo al establecer plantaciones de frutales o pastizales es la amenaza más fuerte, hacia la extensión del mangle por la cercanía constante hacia estas áreas que están limitando su expansión.
- ✓ Alta contaminación por desechos sólidos, sanitarios, pesticidas, entre otros químicos. que arrastra cuenca abajo el Río de Pantla, al pasar por poblaciones grandes que es depositada en las áreas de manglar.
- ✓ La falta de una cultura de conservación y valoración sobre los manglares, al poseer una zona con alto grado de conservación de mangle rojo, con potencia de establecer un corredor biológico, UMA's, senderismo sobre el manglar o una ANP.
- ✓ Visión para el establecimiento de proyectos de ecoturísticos sustentables para la difusión de la belleza de sus playas y su biodiversidad que dominan en la zona.
- ✓ La canalización del río en su parte media y la constante remoción de sedimentos para las extracciones de arena y piedra utilizadas para la construcción.
- ✓ Aplicar los reglamentos y resultados de ordenamientos territoriales generados en el ejido para evitar la invasión de las áreas de manglar y ejercer el cambio de uso de suelo.

## Estructura de los bosques de manglar en el sistema lagunar Ixtapa

### Ubicación Geográfica del Humedal.

Ixtapa, se localiza en la costa grande del estado de Guerrero muy cercano a Zihuatanejo de Azueta. Ixtapa es reconocido por su infraestructura hotelera desarrollada por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), que atrae turismo de todas partes del mundo. Ixtapa ha perdido el 80% de su cobertura de manglar en los últimos años, sin embargo aún posee áreas extensas de manglar de estructura y composición importante, en las que es necesario llevar a cabo su conservación y establecer estrategias para la recuperación de las áreas impactadas.

En este sistema se instalaron cinco UM (Figura 38), tres de ellas distribuidas paralelas a la zona de mayor afluente turístico conocido como Playa Linda y dos al interior de la Ciclopista.

Los manglares de Ixtapa permanecen con una inundación constante y comúnmente se encuentran asociados a vegetación terrestres, además de que son un atractivo turístico por la fauna que en ellos habita como cocodrilos y aves.

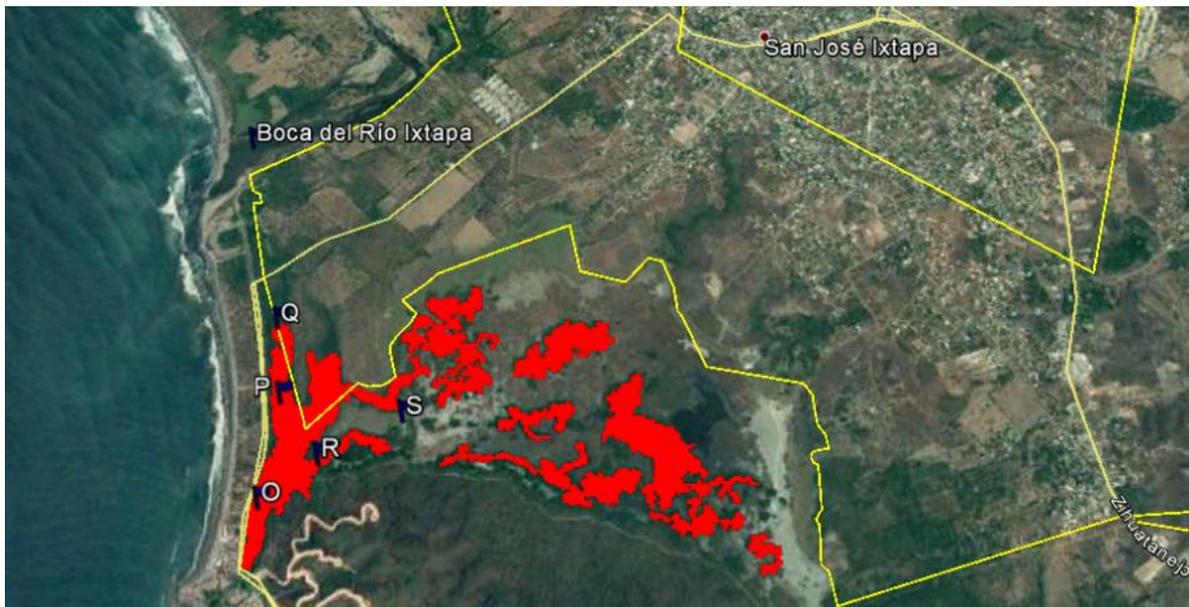


Figura 38. Ubicación de las UM en Ixtapa

### Estructura forestal de los bosques de manglar

En este sistema durante el inventario en 2015 se contabilizaron 477 árboles, dominando ampliamente la especie de *L. racemosa*, llegando a formar bosques monoespecíficos como en las UM P, Q, R y S, en algunas ocasiones asociado con vegetación de selva inundable y palmares. Se encontró un bosque mixto de *R. mangle* y *L. racemosa* (O) (Figura 39).

Esta área de manglar se encuentra muy dispersa y en manchones aislados a causa del desarrollo turístico que ha llevado a cabo FONATUR. Todos los sitios son de tipo interno establecidos fisiográficamente en cuencas, con abundante acumulación de agua y lodo.



Figura 39. Características estructurales de los bosques de manglar en Ixtapa

Este sistema presentó inicialmente un DAP promedio de  $12.54 \pm 2.38$  cm. Los DAP más gruesos se presentaron en la UM O en *R. mangle* (16.3 cm) y en *L. racemosa* (15.3 cm). Los DAP más delgados se encuentran en el sitio S con 7.67 cm.

La altura total promedio del sistema en 2015 fue de  $11.55 \pm 1.86$  m. La mayor altura se hace presente en la UM O y las más bajas en las UM P y Q (10.4 m), como se observa en la Figura en todas las UM se observa un incremento (0.4m promedio) año con año, los bosques maduros son los que presentaron el menor desarrollo, el promedio de altura para el 2017 fue de 12.4m.

El diámetro promedio de la copa de los árboles para este sistema fue de 5.77 m, las copas más extensas la representa *R. mangle* en el sitio O con 10.09 m, los cuatro sitios monoespecíficos dominados por *L. racemosa* presentan las coberturas más pequeñas de 3.4 m a 6.7m.

El valor promedio de Área Basal (AB) para este sistema en 2015 fue de  $20.02 \text{ m}^2/\text{ha}$ . La UM Q y S son las que presentan las mayores AB en 2017, con  $36.7 \text{ m}^2/\text{ha}$  y  $34.5$ , dominadas por bosques juveniles de *L. racemosa*. Las UM O y P son las únicas que presentaron pérdida de AB durante el 2016. Este sistema actualmente (2017) tiene un promedio de AB de  $24.3 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

La densidad promedio de individuos por hectárea para el sistema fue de 1987.5 ind/ha. La mayor densidad se presentó en la UM S con 5,000 ind/ha, seguida del sitio Q con 3000 ind/ha, el sitio O es el que presenta la menor densidad con 337.5 ind/ha. Es hasta el segundo año de monitoreo donde se observó una ligera pérdida en la densidad de árboles en todas las UM, registrándose un promedio de 1985.8 ind/ha (Figura 40).

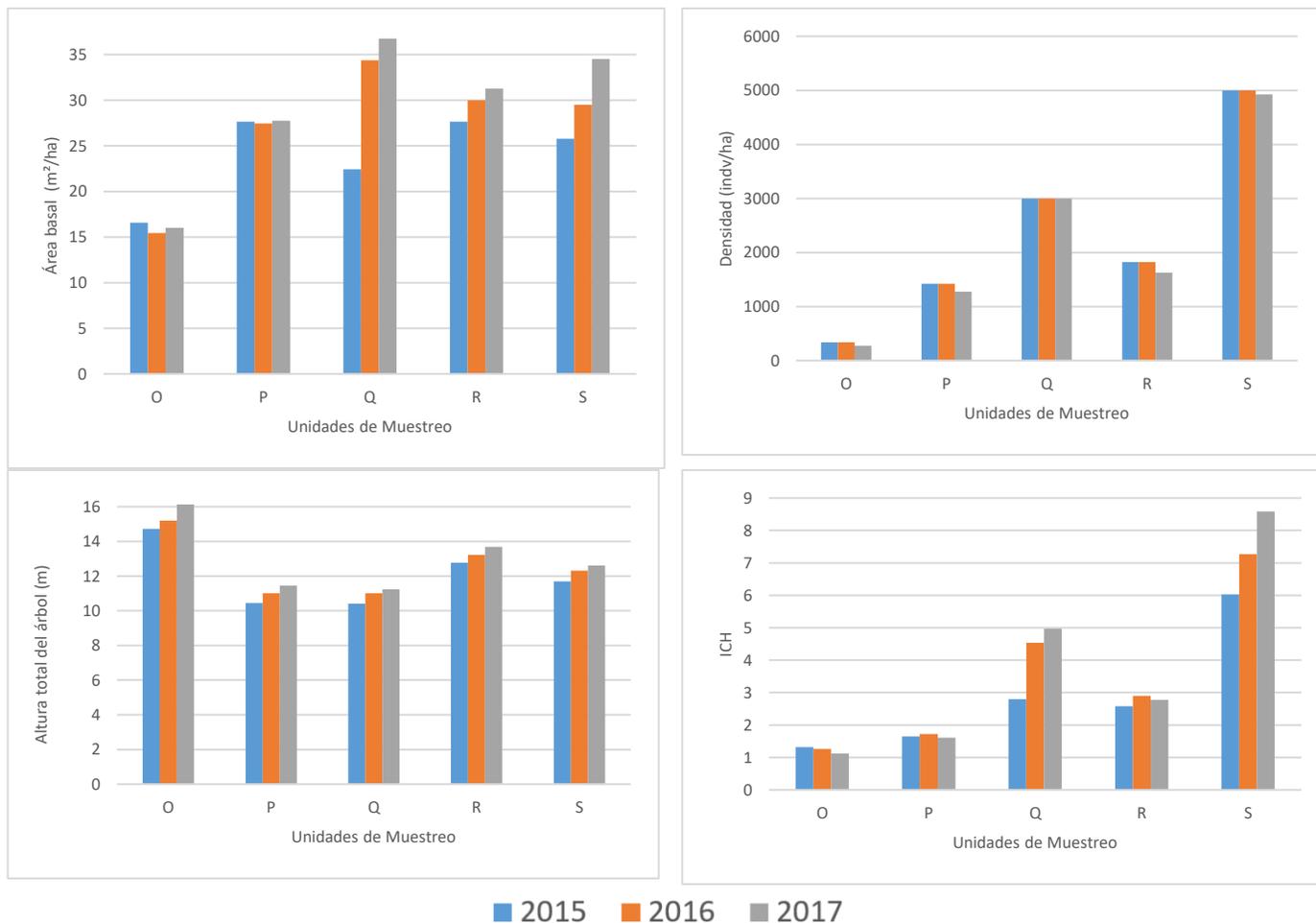


Figura 40. Características estructurales de los bosques de manglar.

Todos los bosques monoespecíficos de *L. racemosa* (del P al S) presentan los Índice de Valor de Importancia (IVI) más elevados (300), y el bosque mixto O dominado en asociación de *R. mangle* y *L. racemosa* tienen un IVI de 157/143 respectivamente.

El Índice de Complejidad de Holdridge (ICH) promedio para el sistema fue de 2.6. La UM S es la que presentó el ICH más alto del sistema con 6.03 y el ICH más bajo se encontró en el sitio O con 1.32, las UM O y P son las únicas que presentaron pérdida para el 2017, la UM Q registró el mayor incremento para el 2017 con 4.9 al igual que la UM S con 8.5 (Figura 40)

#### Mortalidad natural y extracción.

La mayor muerte natural se en 2015 se presentó en la UM R con un 18.9% en la especie de *L. racemosa*, en este sitio se encontró que la mayoría de los árboles muertos fueron arrancados desde la raíz a causa de los fuertes vientos provocados por el evento meteorológico “Manuel” en septiembre de 2013, que azotó la costa de Guerrero, así como la debilidad de sustrato para arraigarse a la tierra. Como se muestra en la Figura 41 durante el 2016, se observa mortalidad en casi todas las UM con un

promedio de 3.5 a 4.3%, de igual manera en 2017 todas en la especie de *L. racemosa*, la UM Q es la única que no presentó mortalidad en ningún año.

Para este sistema en las áreas donde se llevó a cabo el establecimiento de los sitios no es visible la extracción de madera.

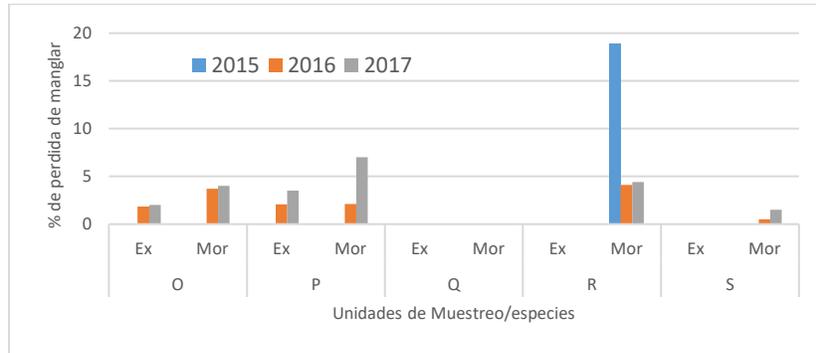


Figura 41. Perdida de manglar

### Regeneración en los bosques

Debido a la inundación de los sitios no se encontraron plántulas dentro del área donde se establecieron las UM en 2015, sin embargo hacia tierra firme se observaron algunos manchones de plántulas de *L. racemosa* en áreas no inundadas. Para el 2016 la falta de precipitación favoreció que en la UM S se presentará un pico de regeneración con 820,000 plantas/ha. Durante el 2017 es visible observar regeneración de cuatro UM, debido a que a finales de 2016 y durante el 2017, los sitios permanecieron con bajo nivel de inundación (Figura 42).

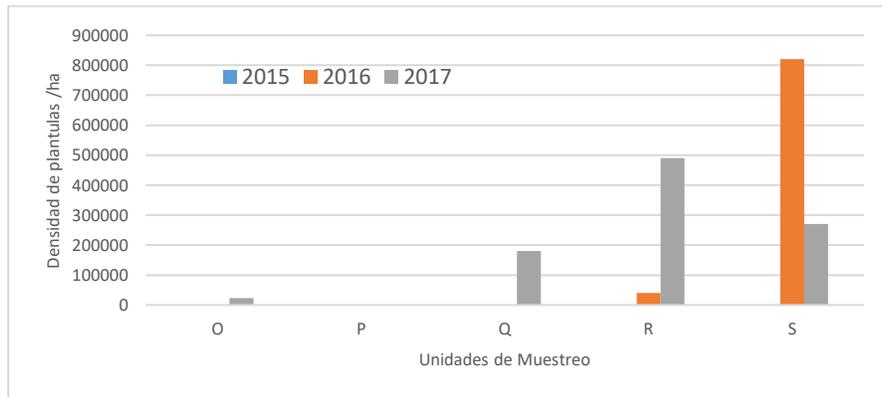


Figura 42. Regeneración natural

### Parámetros ambientales y fisicoquímicos

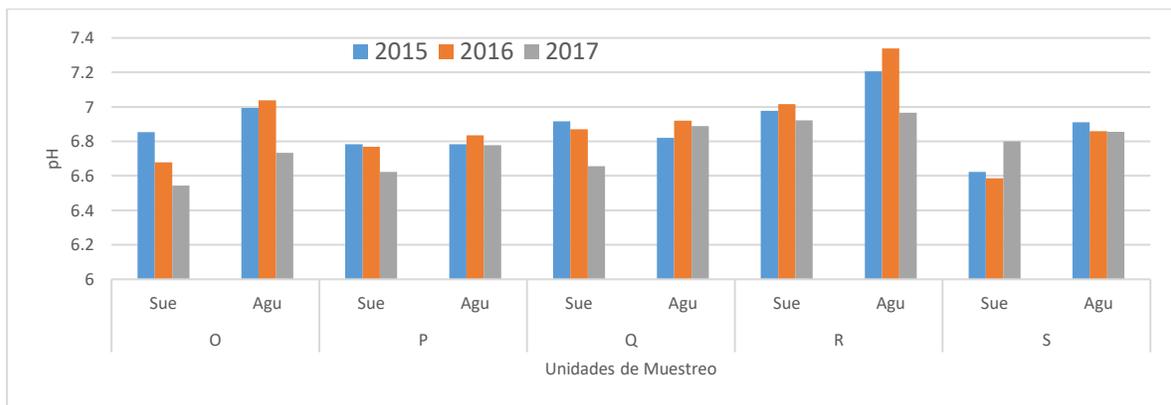
El pH promedio del agua para el sistema en 2015 fue de 6.9 y de suelo de 6.8. Las UM R y O son las que presentan los pH en agua más altos durante el 2016 con 7.3 y 7 respectivamente. Los pH más bajos se registran durante el 2017, en las UM O, P y Q con 6.5 y 6.6, en general como se observa en la Figura 43 los en la mayoría de las UM los pH son ácidos con tendencia a la neutralidad dándose una mayor concentración en agua que en suelo.

Durante el 2015 se encontró que el promedio anual de la salinidad intersticial fue de 9.6 *ups* menor al superficial con 11.5 *ups*, condición que se mantuvo constante en la mayoría de las UM durante los tres años, caracterizándose este sistema como mesohalino (Cowardin *et al.* 1979). La UM S es la que presenta la salinidad más elevada de la zona con 19 *ups*, las UM O, P y Q presentan las salinidades más baja con menos de 10 *ups* durante los tres años en ambos estratos, en 2017 la UM S registró un aumento de más del doble de la salinidad inicial registrada en 2015, llegando a registrar 30.9 *ups*, esto debido a que este humedal se mantuvo seco por año y medio condición que no había sucedido en más de 15 años (Comunicación personal con los guarda parques).

La situación antes mencionada de la salinidad se manifestó de igual manera con la conductividad en las UM durante el 2017, como se observa en la Figura 43, obteniéndose un promedio de 25.9 ms/cm en la UM S, valor más alto en comparación con los registrados durante el 2015 para esta Las UM O, P y Q no sobrepasaron los 10 ms/cm durante los tres años.

El promedio de oxígeno disuelto para el sistema durante el 2017 fue de -71.0 mV, en la UM P se presentan los valores más elevados con -83 mV, mientras que el valor más bajo se registró en la UM S con -56.12 mV. El año 2017 es en el que se registran los valores más altos de oxígeno disuelto en as UM P y S con -141.3 y -177.6 mV, obteniéndose así un promedio anual de .124.8 mV.

Durante el establecimiento de las UM en 2015 se obtuvo una temperatura promedio de 34.2°C, con una humedad máxima de 72.4%. El año 2016 muestra una tendencia proporcional la temperatura y la humedad menor a la de 2015, como se observa en la Figura 42 las UM R y S durante el 2017 registraron temperaturas menores a los 31.8 °C, pero con humedad mayor al 80%.



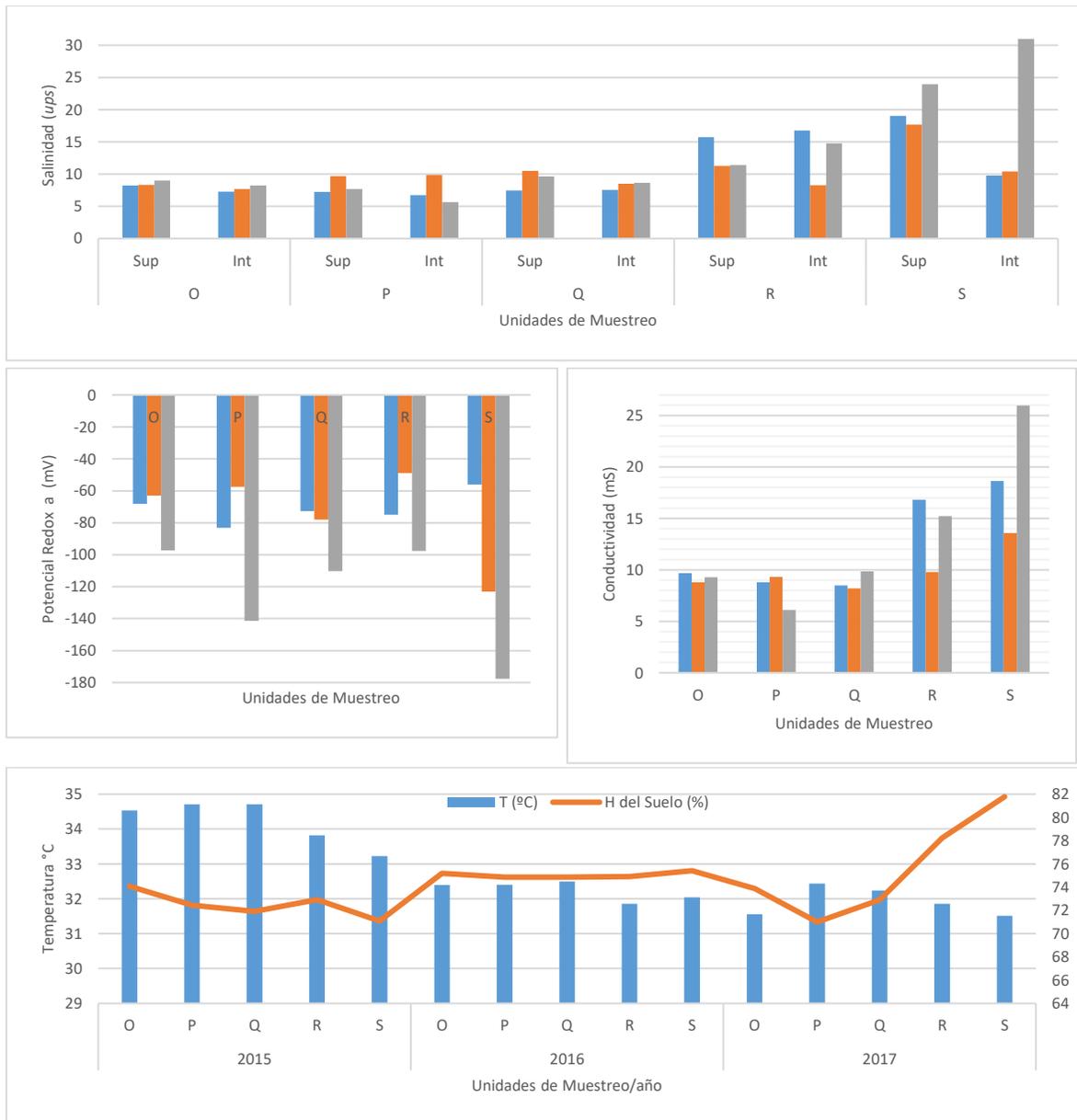


Figura 43. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos.

## Componentes del suelo

### **Materia Orgánica**

Los valores más altos de materia orgánica para este sitio se registraron en 2016 en las UM P y Q, en el estrato intersticial con 21.6% y 17.7% siendo rangos altos según Etchevers (1995). mientras que los valores más bajos se registraron en la UM R para este mismo año con 0.14% superficialmente y 0.86 intersticial. Como se observa en la Figura 43 para el 2017 hay un descenso en los valores registrados, con un promedio anual de 8.5% en el primer estrato y 5.9 a 60 cm.

### Nitrógeno total

El promedio de nitrógeno total superficial para el sistema en 2015 fue de 1.12mg/g localizándose en un rango medio según (Etchevers, 1995). La UM P tiene el valor más elevado con 2.1mg/g y la UM O el más bajo con 0.3 mg/g para el 2015. Durante el 2016 se registraron valores de más de 1.7 mg/g en las UM O, P y Q que fueron los registros más altos durante los tres años, dichos valores disminuyen considerablemente para el 2017, obteniéndose un promedio para este año de 0.5 mg/g

### Fósforo total

El contenido promedio de fósforo total en este sistema durante 2015 fue de 3.7 mg/kg, siendo las UM R y S las de mayor concentración con 6.7 y 4.5 mg/kg. Al igual que la materia orgánica y el nitrógeno en 2016 se registran los valores más altos de fosforo principalmente en la UM Q con 21.6 mg/kg siendo valores de rango medio según Etchevers (1995). Durante el 2017 se registró un promedio de 7.3 mg/kg.

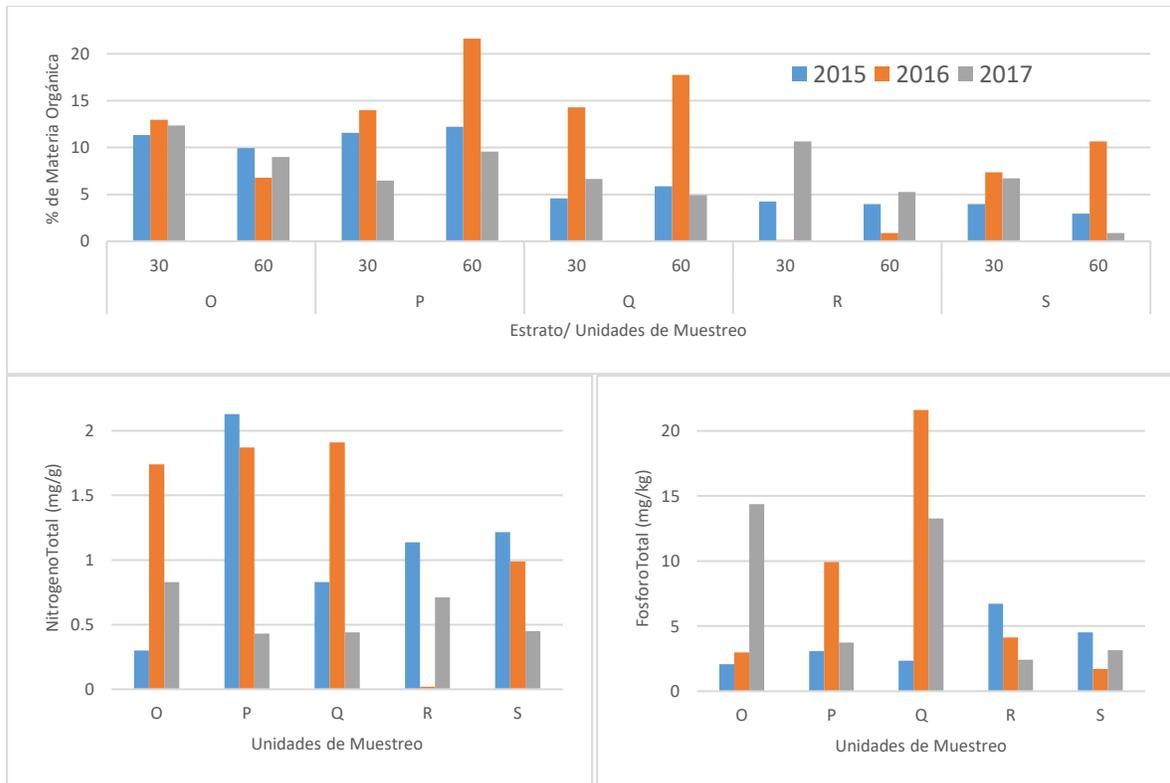


Figura 44. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año.

### Productividad primaria

Las UM O (34.8 gm<sup>2</sup>) y S (29.9 gm<sup>2</sup>) presentan la mayor productividad para el sistema durante los tres años, UM caracterizadas por bosques con dominancia de la especie *L. racemosa*. Para este sitio se presentan los puntos mínimos de producción durante los meses de febrero y marzo. En la UM O se observa una lata producción de frutos y flores desde el mes de febrero hasta agosto, con dos máximos de producción en los meses de mayo y junio.

En la UM P caracterizada por un bosque monoespecífico de *L. racemosa* se observa la menor producción (16.3 gm<sup>2</sup>), siendo agosto el mes con mayor caída de hojarasca, se hace presente una importante cantidad de flores a lo largo de los meses y demás elementos como frutos, tallos, y otros materiales.

En la UM Q durante el 2016 se registró una disminución en la producción primaria en comparación con los otros dos años, como se observa en la Figura 45, en todas las UM se registró una aportación constante de tallos y otros materiales. Del 2015 a la fecha se observó una disminución en la producción en todas las UM.

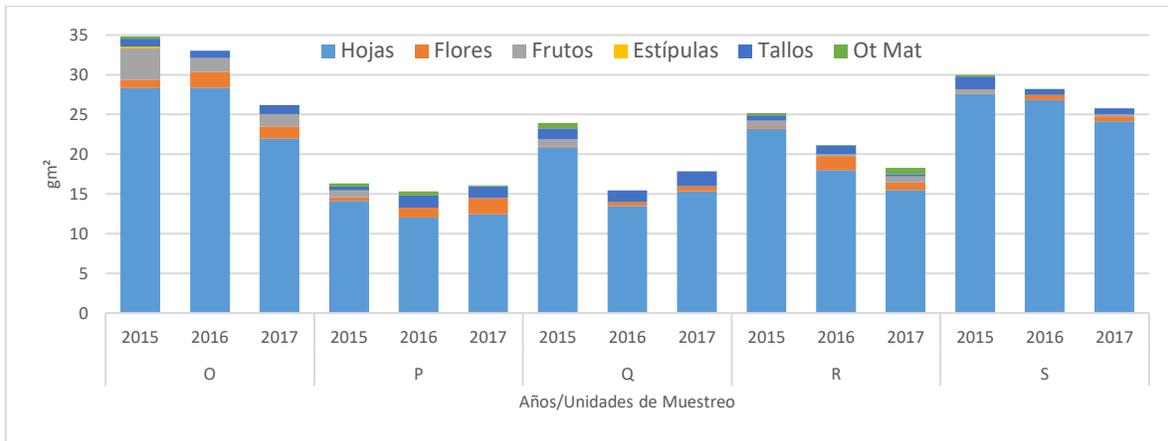


Figura 45. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm<sup>2</sup>).

### Problemáticas encontradas en el área

- ✓ Alta contaminación de aguas residuales por la llegada de aguas negras a las zonas de manglar, proveniente de las comunidades establecidas cuenca arriba.
- ✓ Contaminación por desechos sólidos (basura), heces fecales, plásticos entre otros que generan los vacacionistas en las áreas con afluencia turística de playa linda.
- ✓ La falta de señalización que recalque la importancia del manglar en la zona.
- ✓ Limitación por la lotificación y urbanización adyacente al área de manglar que evitan la expansión del área de manglar o áreas de humedal.
- ✓ Implementación de talleres de educación ambiental o programas por parte de FONATUR para difundir las áreas de manglar ante la alta influencia turística internacional de la zona.
- ✓ Explotación sustentable de las áreas de manglar, para la creación de senderos o ciclistas sobre el manglar, que favorezcan la valorización de estos humedales.

## Estructura de los bosques de manglar en el sistema lagunar Barra de Potosí

### Ubicación Geográfica del Humedal.

La Barra de Potosí es una zona con un importante flujo turístico, por la cercanía con las ciudades de Zihuatanejo, Ixtapa y Petatlan principalmente y reconocida por la abundancia pesquera de altamar que se practica en la zona.

El cuerpo de agua de la laguna de Potosí se encuentra rodeado de mangle rojo, en su mayoría, constituido por arboles de no más de 10 m con una alta densidad de raíces, que les permite un mejor arraigo al sustrato, además de que disminuyen la erosión que provoca el impacto que generan las olas que se forman por el movimiento constante de las lanchas. Actualmente se puede observar muy disminuida la profundidad del cuerpo de agua, e inclusive en algunas zonas ya no es posible acceder en lancha, debido al azolvamiento.

En esta laguna se encontraron las cuatro especies de manglar más representativas de México. En este sistema se instalaron 5UM como se muestra en la Figura 46, distribuidas en función de la distribución de las especies.



Figura 46. Ubicación de las UM de manglar en Barra de Potosí.

### Estructura Forestal de los bosques de manglar

En el sistema lagunar Barra de Potosí se contabilizaron 418 árboles, con una zonación muy marcada desde el cuerpo de agua, hasta el interior de la tierra, es decir primero el mangle rojo cercano al cuerpo de agua, seguido del mangle blanco y negro y más al interior el mangle botoncillo formando bosques internos, alejado de la inundación.

*L. racemosa* es la especie con mayor número de individuos contabilizados, seguida de *C. erectus*, *A. germinans* y con menor presencia esta *R. mangle*. Para este sistema se encontró un bosque monoespecífico de *L. racemosa* en la UM X, dos bosques dominados por *C. erectus* (T y W) y dos

bosques mixtos (U y V), en asociación de *C. erectus*, *A. germinans* y *L. racemosa*. Todos los tipos de bosque son internos con fisiografía de cuenca (Figura 47).



Figura 47. Tipos de bosque de manglar en Barra de Potosí.

#### **Características estructurales de los Bosques de manglar en Barra de Potosí**

Este sistema presentó inicialmente un DAP promedio de  $10.32 \pm 2.52$  cm. Los DAP más gruesos se presentan en la UM V en *A. germinans* (16.73cm). Los DAP más delgados se encuentran representados en *R. mangle* (5.2 cm).

La altura total promedio en 2015 para el sistema fue de 10.07 m. La altura del dosel no sobrepasa los 12 m en promedio y es uniforme en todo el sistema, *L. racemosa* y *A. germinans* presentan las mayores alturas con 11.93 y 11.53 m respectivamente en la UM V. Los rodales medidos en la UM W dominado por *C. erectus* en asociación con *A. germinans* son los que presenta la menor altura del sistema con 7.23 m para ambas especies. Durante los dos años de monitoreo se observó un incremento promedio de 0.5 m de altura, como se muestra en la Figura 48 en todas las UM se observa un incremento en la altura, teniendo para el 2017 un promedio de 11.1 m para el sistema.

La altura promedio del fuste limpio para este sistema fue de  $4.52 \pm 1.14$  m. *L. racemosa* es la especie que presenta los fustes más grandes (5.61m) en la UM V y 5.1 m en la UM U, el fuste limpio de menor dimensión está representando por *R. mangle* (1.67 m) en la UM V.

El diámetro promedio de la copa de los árboles para este sistema fue de 5.3 m, las copas más extensas la representa *R. mangle* en el sitio V con 8m, seguidas por las de *A. germinans* (7.47m) en la UM W y 6.23 en la UM V. La menor cobertura se registró en el sitio V en la especie de *L. racemosa* con 3.5 m, *C. erectus* presenta coberturas cercanas al promedio (5.3 m)

El valor promedio del Área Basal (AB) para este sistema en 2015 fue de  $10.56 \text{ m}^2/\text{ha}$ . La UM X es la que presentó la mayor AB del sistema con  $18.2 \text{ m}^2/\text{ha}$ , seguida de la UM V con  $12.1 \text{ m}^2/\text{ha}$  en un bosque monoespecifico de *L. racemosa*. La menor AB se presentó en la UM W con  $7.08 \text{ m}^2/\text{ha}$ ,

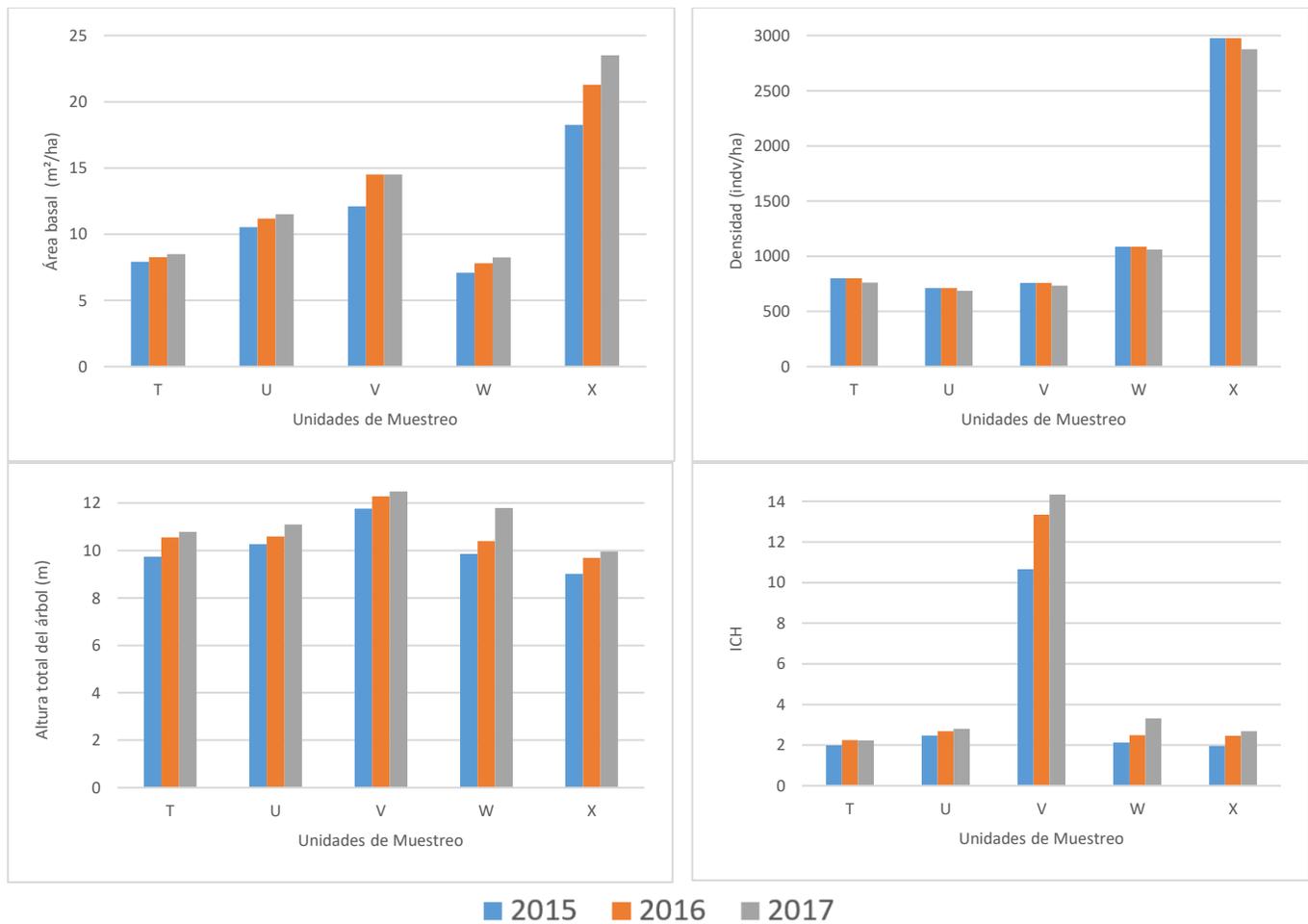


Figura 48. Características estructurales del manglar.

inicialmente, sin embargo esta condición se mantuvo durante los dos años de monitoreo, incrementando en 2017 para obtener un promedio de 12.3 m<sup>2</sup>/ha para el sistema.

La especie de *A. germinans* es la que presentó mayor dominancia de AB en la UM V con 20.65m<sup>2</sup>/ha; mientras que la de menor AB es *R. mangle* con 0.16m<sup>2</sup>/ha.

La densidad promedio de individuos por hectárea para el sistema fue de 1045 ind/ha. La mayor densidad se presenta en la UM X con 2975ind/ha, seguida del sitio V con 758.3 ind/ha, el sitio U es el que presenta la menor densidad con 800 ind/ha durante el 2015, para el último año de monitoreo se observa un descenso en la densidad de árboles en todas las UM como se muestra en la Figura 48, quedando un promedio de 1010 ind/ha par el 2017.

El bosques monoespecifico de *L. racemosa* (X) es el que presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI) más alto (300), en las UM T y W *C. erectus* es la especie dominante sobre *A. germinans* con 205.4/94.5 y 279/21 respectivamente.

El Índice de Complejidad de Holdridge (ICH) promedio para el sistema fue de 4.71. La UM V es la que presentó el ICH más alto del sistema con 10.66 y el ICH más bajo se encuentra en el sitio monoespecífico X con 1.96. En todas las UM se observó un incremento en el ICH llegando a 6.2 para el 2017.

### Mortalidad natural y Extracción.

La muerte natural se presentó en cuatro de las cinco UM estudiadas. Las UM W, T y U son las que presenta mayor mortalidad en la especie de *C. erectus* con 4.6%, 2.9% y 2.5% respectivamente, sólo en el sitio X se registró la mortalidad de *L. racemosa* con un 7.25%. La mortalidad promedio del sistema es inicialmente (2015) fue de 2.7%. Durante los dos próximos años se observa mortalidad pero en menor cantidad (-3%).

En la UM X es donde se contabilizó la mayor extracción en la especie de *L. racemosa* alcanzando un 31% para el sitio (Figura 49), esto debido a que se encuentra muy cercana a la comunidad de Barra de Potosí, aunado a esto no hay alguna prohibición drástica ni penada que evite llevar a cabo esta actividad, durante los próximos dos años con la instalación de la parcela está actividad disminuyo sobre la zona de la parcela, sin embargo a sus alrededores la tala de manglar va en aumento.

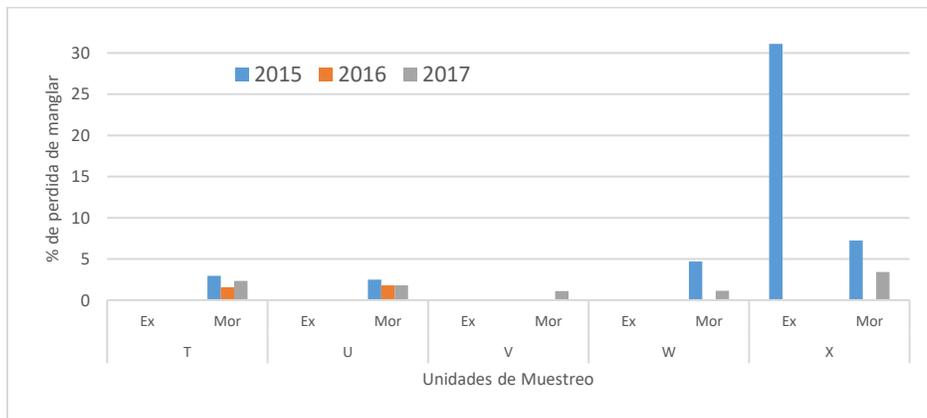


Figura 49. Perdida de manglar

### Regeneración en los bosques

Durante el estudio sólo en las UM V y X se encontraron plántulas de mangle blanco, con una densidad de 525,000 plantas/ha (UM X) en 2015, disminuyendo a 393,333 plantas/ha para el 2017, mientras que en la UM V la densidad es menor con 103,000 plantas/ha, en su mayoría las plántulas no sobrepasan los 15 cm de altura. Se encontraron plántulas en crecimiento de *R. mangle* no mayores a los 100 cm y en bajas densidades en la periferia de las parcelas.

### Parámetros ambientales y fisicoquímicos

El pH promedio para el sistema fue en suelo fue de 7.1 y en agua de 7 durante el 2015, en el mes de marzo de este año se registró el pH promedio más alto con 7.2. Sin embargo la UM X presentó pH alcalinos con 8.1 en promedio, sitio característico de agua dulce. En este sistema no se observa una

variación marcada a lo largo de los meses, ni de los años, el pH en la mayoría de las UM es muy cercano al neutro, los promedios para el 2017 de pH en suelo fue de 6.9 y 7 en agua.

Se encontró que el promedio anual de la salinidad intersticial para el sitio Barra de Potosí fue de 31.3 *ups* y 32.9 superficialmente en 2015, caracterizándose como un sistema Euhalino (Cowardin et al. 1979). Las UM T y W son las que tienen la salinidad promedio más alta de la zona con  $70.35 \pm 10.4$  *ups* y  $73.04 \pm 2.2$  *ups* respectivamente, la menor salinidad promedio se presenta en la UM X con  $1.8 \pm 2.8$  *ups*. El mes de mayo presentó los valores más altos de salinidad (38.37 *ups*) y los valores más bajos en agosto. En el mes de junio se presentó la mayor salinidad con 81.4 *ups* en la UM T.

Como se observa en la Figura 50 en las UM U y V se observa un incremento en la salinidad en ambos estratos a lo largo de los años, al igual que en la UM T de manera intersticial, teniendo una salinidad promedio de 31.7 *ups* en el suelo y 32 *ups* en agua para el 2017.

La conductividad promedio del sistema en 2015 fue de 32.3 ms/cm, siendo el mes de junio el que presentó los rangos más altos (36 ms/cm) y el mes de agosto el menor (32.1 ms/cm), para este año, durante el 2016 se observa una disminución de este parámetro en el sistema, el cual se incrementa nuevamente en 2017 en todas las UM (Figura 50) a excepción de la X que por el contrario disminuye a 2.4ms/cm.

El promedio de oxígeno disuelto para el sistema inicialmente fue de -83.5 mV, en la UM T se presentan los valores más altos con -183.6mV. El valor más bajo se presenta en la UM V con -66.1mV. En el mes de febrero se presentaron los valores promedios más bajos de oxígeno disuelto (-77.7 mV) y en el mes de mayo los más altos con -134.3 mV. En 2016 este valor se incrementa (Figura 50), obteniendo un promedio de -106.8 mV, que para el 2017 se duplica este valor en las UM U y X, llegando a registrarse un promedio de -146mV. Debido a que este año fue crítico para el sistema, disminuyendo en más de metro medio el embalse de la laguna, quedando al descubierto las raíces del manglar, provocando muerte de peces y vegetación asociada.

Durante el establecimiento de las UM en el sistema Barra de Potosí se registraron temperaturas máxima 33.3°C y una mínima de 29.5°C, con una humedad máxima de 72.9% y una mínima de 63.2%, en 2016 se observó un descenso en la T° de la zona, la cual incrementa para el 2017 registrándose un promedio de 32.8 °C, con respecto a la humedad está se mantiene constante durante el estudio con un promedio de 72.9%, siendo el 2016 el año más húmedo con 74.8% en promedio.

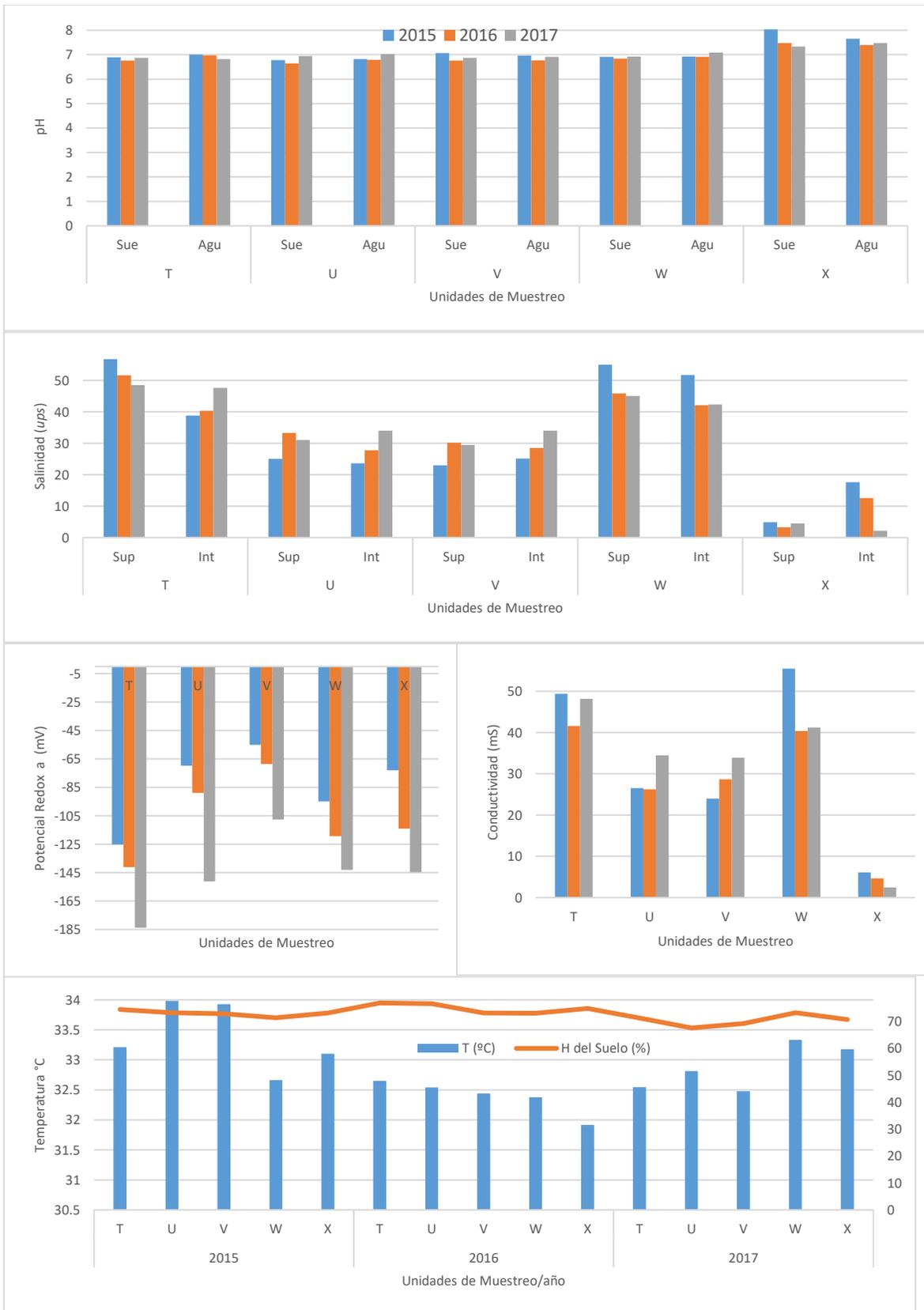


Figura 50. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos.

## Componentes del suelo

### **Materia Orgánica**

El promedio de materia orgánica para este sitio en 2015 fue de 4.0 % en el primer estrato de 0 a 30 cm y 4.4% de 30 a 60 cm. En el estrato superficial durante el 2015 las UM T y V presentan los valores más altos con 5.4% y 4.6% respectivamente y 7.4% 3.75 de manera intersticial, los valores más bajos están en el sitio U con 1.9% para este año. Como se muestra en la Figura 51 los valores de materia orgánica cambian para el 2016 siendo la UM X la de mayor porcentaje en los dos estratos con 6.34 y 6.05% respectivamente, durante el 2017 disminuye aún más la cantidad de materia orgánica llegando al grado de que en la UM W no hay registro de este parámetro, obteniendo un promedio de 1.04% y 0.94% para ambos estratos.

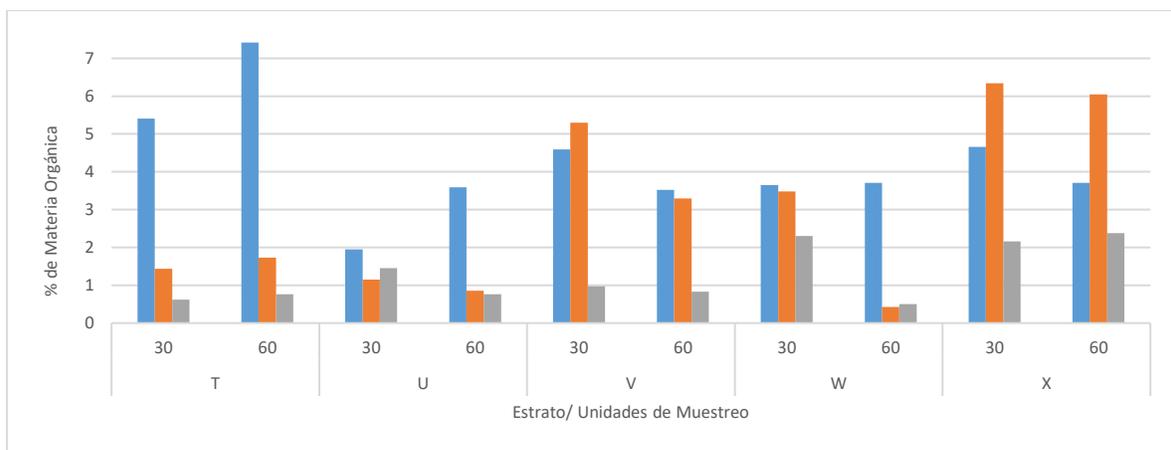
### **Nitrógeno total**

Los valores de nitrógeno en el sistema son bajos durante el primer año, con un promedio de 1.02 mg/g.

Para el 2016 se registra en las UM V y W valores muy altos 16.2 y 14.9 mg/g, con un promedio para el sistema de 6.4 mg/g, haciéndose casi imperceptibles los valores de nitrógeno para el 2017, disminuyendo de tal manera que se obtuvo un promedio para el sistema de 0.068 mg/g (Figura 51).

### **Fósforo total**

El contenido promedio de fósforo total durante el 2015 4.45mg/kg. El valor más elevado se encontró en la UM V con 6.4 mg/kg. Como se muestra en la Figura 51 en las primeras cuatro UM los valores de fosforo se triplican para el 2017, siendo la UM U la de mayor concentración con 15.97 mg/kg, registrándose un promedio de 12.2 mg/kg para el sistema en este año, siendo la UM X la de menor concentración con 3.7 mg/kg.



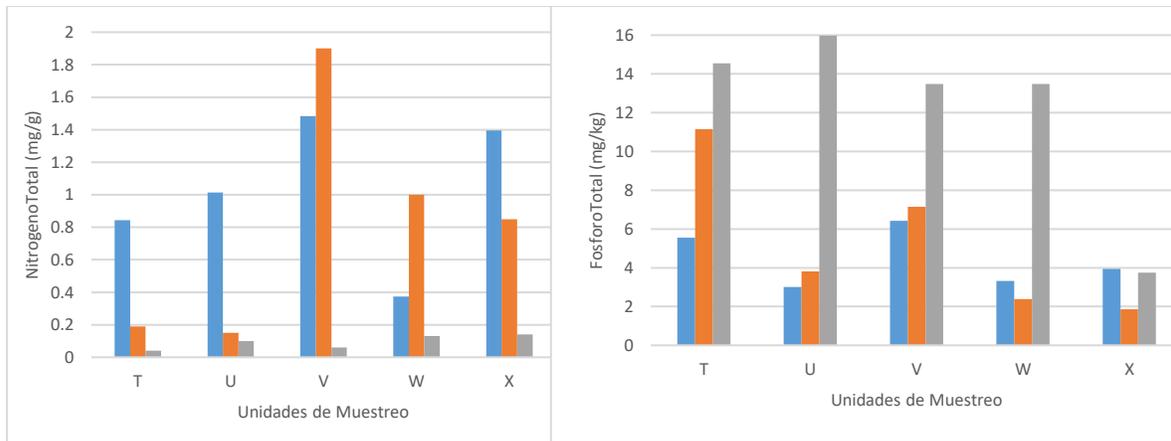


Figura 51. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año.

### Productividad primaria

Las UM W y X presentaron la mayor productividad para el sistema Barra de Potosí durante el estudio, UM caracterizadas por un bosques mixto en asociación de *C. erectus*, *A. germinans* y *L. racemosa*, la UM T fue la de menor producción área dominada por *C. erectus*. En las 5 UM presentan su punto mínimo de producción durante los meses de febrero y marzo, conforme avanza el tiempo se observa un incremento significativo en la producción de hojarasca y de otros elementos.

En la todas las UM se aprecia una alta producción de flores y frutos, siendo las UM W y X las de mayor producción durante los tres años con un promedio de 2.18 gm<sup>2</sup> durante el 2016 y 1.12 gm<sup>2</sup> de propagulos en 2017. La mayor producción de frutos inicia desde los meses de febrero, con un máximo en el mes de junio, la presencia de flores se observa a partir de julio para *C. erectus*.

En la UM V se observó producción de flores desde el mes de febrero, con un máximo de producción en el mes de mayo principalmente de la especie de *L. racemosa* (Figura 52). En la UM W hasta el mes de junio es donde se observó un incremento en la producción de hojarasca, frutos y otros materiales, siendo agosto el mes con mayor producción.

Las UM U y W presentaron una disminución en su producción de 2015 a 2017, en cambio las UM T, W y X incrementaron su producción a lo largo de los tres años, obteniendo un promedio de producción para el sistema de 20.19 gm<sup>2</sup>.

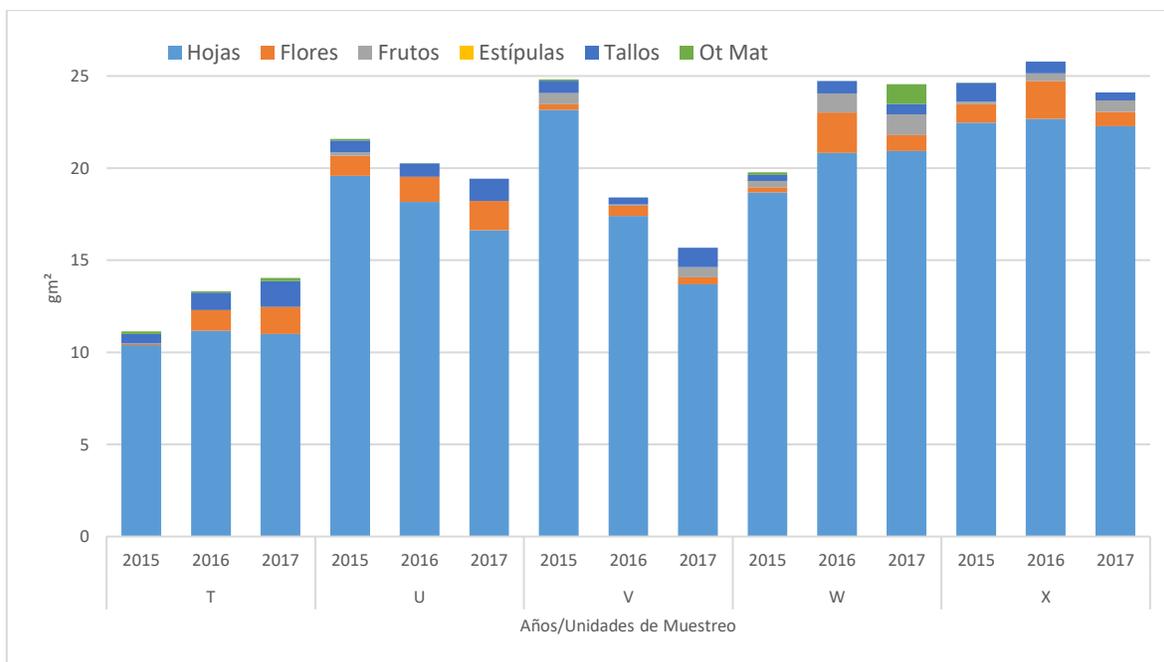


Figura 52. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm<sup>2</sup>)

### Problemáticas encontradas en el área

- ✓ Presión constate a la vegetación de manglar ejercida principalmente para la lotificación y establecimiento de palapas, debido al crecimiento descontrolado de la población.
- ✓ Falta de un ordenamiento comunitario que regule la invasión de áreas de vegetación y modificación del ecosistema.
- ✓ La falta de una cultura de conservación y valoración sobre los manglares en la zona, así como la prohibición para la explotación excesiva de la madera y de las especies de animales que habitan en este ecosistema.
- ✓ Notoria pérdida de profundidad de la Laguna de Potosí y alto grado de azolvamiento de los principales canales de navegación.
- ✓ Sobreexplotación pesquera de la Laguna de Potosí, así como uso de artes de pesca prohibida y exclusión de periodos de veda en el mar y la laguna.
- ✓ La contaminación por desechos sólidos que son arrojados en las periferias del sistema lagunar, principalmente por los que visitan la zona y los pescadores.
- ✓ Falta de visión por parte de la comunidad y cooperativas turísticas, para explotar la belleza escénica del humedal que favorecería el alto afluente turístico.
- ✓ Gestión de proyectos ecoturísticos sobre las áreas de manglar y su vegetación asociada que mitiguen el alto impacto, saqueo y pérdida de flora y vegetación en la zona.

## Estructura de los bosques de manglar en el sistema lagunar Coyuca-Mitla

### Ubicación Geográfica del Humedal.

El sistema lagunar Coyuca-Mitla está conformado por dos cuerpos lagunares de importancia para el estado de Guerrero; la Laguna de Coyuca y la Laguna de Mitla ambas interconectadas y con una bocanarra que se abre estacionalmente y en algunas ocasiones por acción de los pescadores.

Ambos cuerpos lagunares se encuentran influenciados por la presión constante de ciudades como Coyuca, Acapulco, San Jerónimo, Atoyac, entre otras, que contaminan contantemente los ríos que desembocan sus aguas a las lagunas. Las áreas de manglar en la zona se encuentran distribuidas rodeando el cuerpo de agua, con extensiones variables hacia tierra firme. En este extenso sistema sólo se establecieron 5UM como se muestra en la Figura 53, las cuales son insuficientes para poder representar las diferentes características, formaciones y problemática que se ejerce en el manglar de este sistema.



Figura 53. Ubicación de las UM en el sistema lagunar Coyuca-Mitla.

### Estructura forestal de los bosques de manglar

En el sistema lagunar Coyuca-Mitla se contabilizaron 265 árboles, con presencia de dos especies de mangle *L. racemosa* y *R. mangle* el cual se encuentra distribuido al borde de la laguna, formando una barrera de no más de 6 m hacia tierra firme. *L. racemosa* se distribuye hacia el interior formando grandes extensiones de bosques monoespecificos, muchas veces asociada con vegetación de selva baja y palmar (Figura 54).

Todos los bosques caracterizados para este sistema son monoespecificos, cuatro de *L. racemosa* y uno de *R. mangle*, todos los tipos de bosque son internos con fisiografía de cuenca ya que al borde de la laguna el manglar se encuentra reducido en cuanto a su extensión y en la mayoría de los casos ha sido sustituido por plantaciones de palma de coco y pastizales.



Figura 54. Estructura de los manglares de Coyuca Mitla

#### **Características estructurales de los bosques de manglar en Coyuca-Mitla.**

Este sistema presentó un DAP promedio de  $15.78 \pm 3$  cm. Los DAP más gruesos se presentan en la UM AC en *R. mangle* (18.71 cm) y *L. racemosa* (18.14 cm). Los DAP más delgados se encuentran representados en *L. racemosa* (12.52 cm).

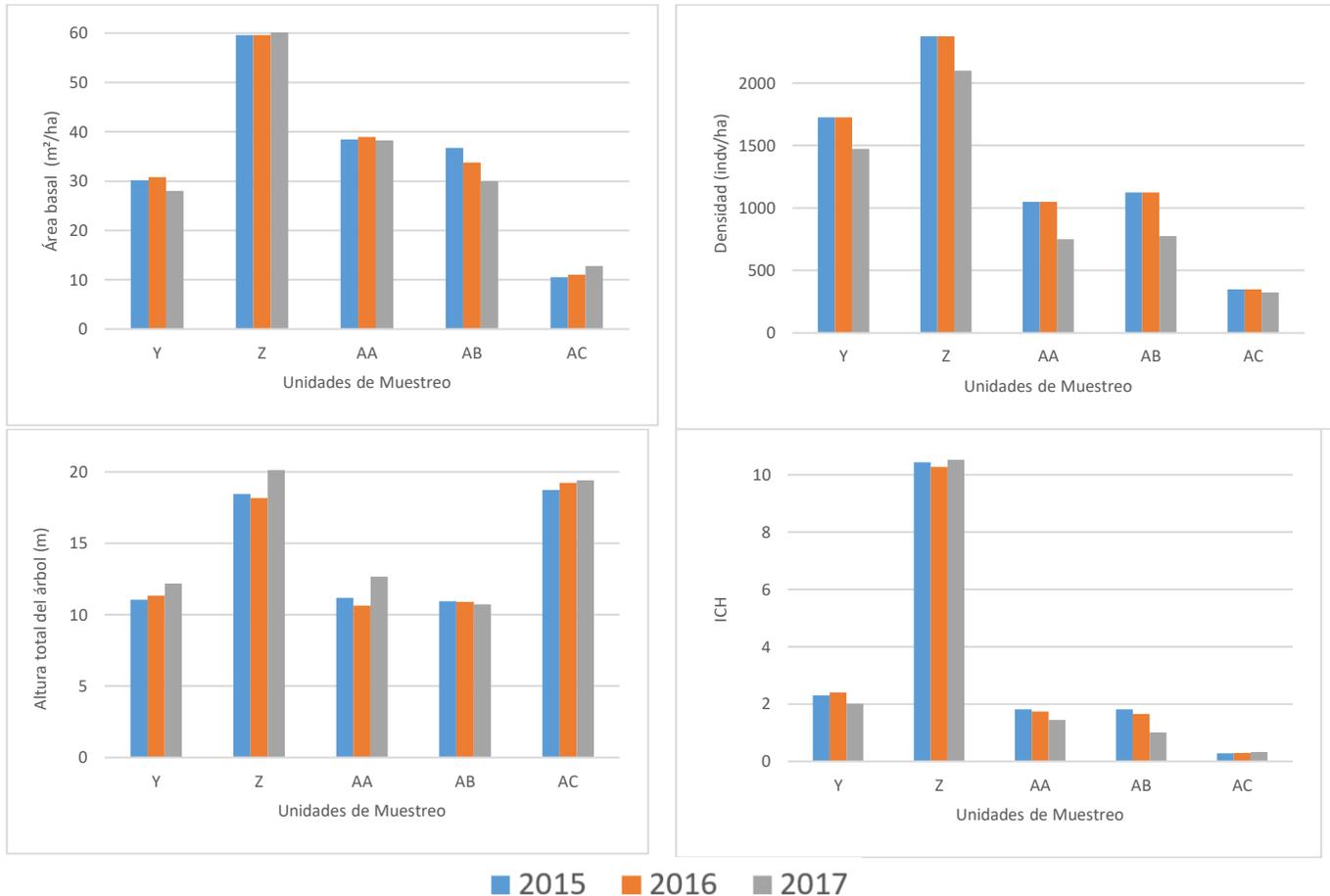
La altura total promedio del sistema fue de  $14 \pm 1.87$  m en 2015. La altura del dosel es uniforme en la mayoría de los sitios, caracterizados por árboles adultos, con copas uniformes. Las dos especies presentan alturas similares a lo largo del sistema con alturas no mayores a los 20m, las alturas menores se registraron en el sitio AB con 10.9 m de altura, este sitio se encuentra permanentemente inundado, lo que hace que los árboles de *L. racemosa* se agrupen en manchones, para que sus raíces no queden expuestas tanto tiempo en el agua, elevándose así de tierra firme entre 80 a 100 cm.

La UM Z es la que presentó mayor crecimiento para el 2017 con un promedio de 1.6m, para este año la altura promedio del sistema fue de 15.4 m.

La altura promedio del fuste limpio para este sistema es de  $6.12 \pm 1.4$ m. *L. racemosa* es la especie que presenta los fustes más altos (1.94m) en la UM Z, mientras que *R. mangle* es la especie con los fustes menos desarrollados (0.83 m).

El diámetro promedio de la copa de los árboles para este sistema es de 7.16 m, las copas más extensas la representa *R. mangle* en el sitio AC con 11.7m. Los diámetros de copa de *L. racemosa* se

muestran de forma más uniforme en todo el sistema entre los 5.4 y 7 m muy cercanas al promedio del sistema.



■ 2015 ■ 2016 ■ 2017  
 Figura 55. Características estructurales del manglar

El valor promedio de Área Basal (AB) para este sistema fue de 35.08m<sup>2</sup>/ha. La UM Z es la que presenta la mayor AB del sistema con 59.57m<sup>2</sup>/ha, seguida de la UM AA con 38.46m<sup>2</sup>/ha. La menor AB se presenta en la UM AC con 10.5m<sup>2</sup>/ha, en el especie de *R. mangle*. Como se muestra en la Figura 55 las UM Z y AC son las únicas que tuvieron incremento de AB, las otras tres unidades tuvieron una pérdida, por lo que el AB de sistema para el 2017 fue de 34.26 m<sup>2</sup>/ha.

La densidad promedio de individuos por hectárea para el sistema fue de 1325 ind/ha. La mayor densidad se presenta en la UM Z con 2375ind/ha, seguida del sitio Y con 1725ind/ha, el sitio AC es el que presenta la menor densidad con 350 ind/ha, en todas las UM se aprecia una disminución en la densidad siendo la UM AB la de mayor pérdida, quedando un promedio de 1085ind/ha para el 2017.

Todos los sitios presentan el Índice de Valor de Importancia de 300. El ICH promedio para el sistema Coyuca-Mitla es de 3.33, la UM Z es la que presenta los valores más altos con 10.4, los otros cuatro sitios dominados por *L. racemosa* muestran ICH similares, mientras que el dominado por *R. mangle*

presenta el ICH más bajo con sólo 0.28. En la mayoría de las UM para el 2017 hubo una disminución de este parámetro con un promedio de 3 (Figura 55).

### Mortalidad natural y Extracción.

Durante el 2015 la muerte natural se hizo presente en tres UM, con un promedio para el sistema de 8.5%. La UM Y es la que presenta la mayor mortalidad con 24.2% en árboles de mangle blanco o mangle bobo como es conocido comúnmente, esta alta mortalidad presentada en estos sitios fue a causa del evento metrológico “Manuel”, el cual provoco fuertes vientos que lograron quebrar los fuste de los árboles y en algunos casos arrancarlos de raíz, así como la gran cantidad de agua que permaneció acumulada en los sitios después de este evento provocó el ahogamiento de algunos árboles.

Debido a la construcción de un canal en 2015 sobre el área de manglar, que está provocando la permanencia de agua por más tiempo en áreas no inundadas permanentemente en las UM AA y AB se presentó mayor mortalidad a partir de 2016, llegando a contabilizar un 26.8% en la UM AA para el 2017 la cual se replica en todas las UM para este año.

En la UM AA es donde se contabilizó la mayor extracción en la especie de *L. racemosa* alcanzando un 23.3% para el sitio, donde se lleva a cabo la extracción contante de esta especie para la construcción de palapas, por la cercanía que tiene el sitio con la playa al ser estas áreas con flujo turístico en temporada de vacaciones, provocan este constante impacto al manglar como se muestra en la Figura 56. En otras UM de registró extracción pero en menor cantidad.

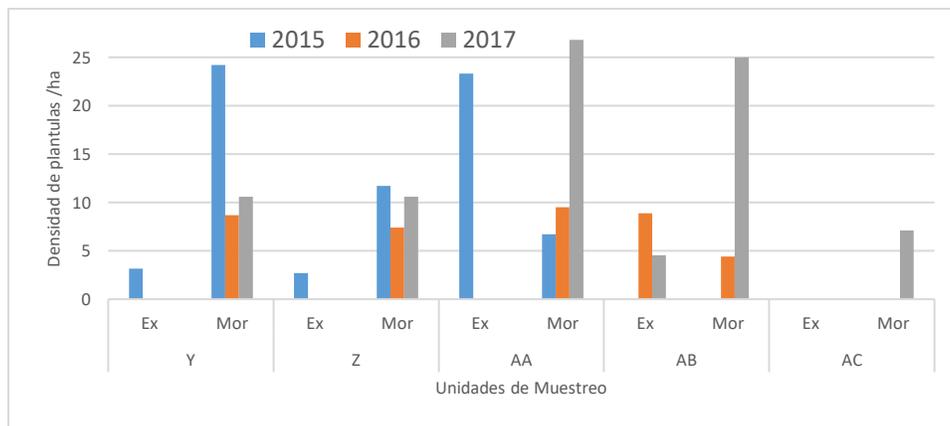


Figura 56. Perdida de manglar

### Regeneración en los bosques

Durante el establecimiento de las parcelas en este sistema, no se lograron contabilizar plántulas en los sitios inventariados, para el 2016 y 2017 solo en la UM Y se contabilizaron plántulas con un promedio de 250,000 plantas/ha en la especie de *L. racemosa*, esto a causa de que todas las UM permanecen inundadas la mayor parte del año.

### Parámetros ambientales y Fisicoquímicos

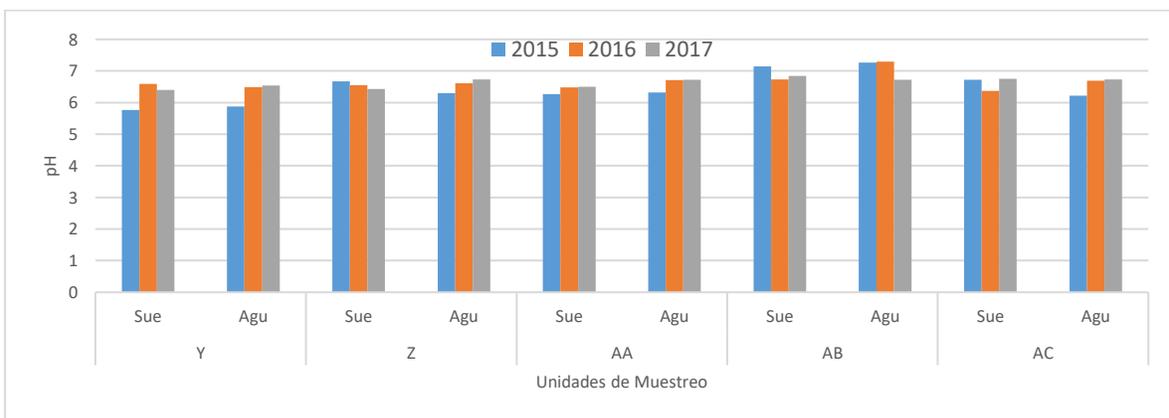
El pH promedio para el sistema en 2015 fue de 6.5 en suelo y de 6.3 en agua. En el mes de marzo se registra el pH promedio más elevado con 6.9 y los más bajos en los meses de julio y agosto con 6.3. La UM AB es la que presentó el pH más alto con 7.6 y el más bajo la UM Y con 5.3. Para el 2016 el pH promedio en agua aumentó a 6.7, mientras que el del suelo se mantuvo durante los tres años.

Se encontró que el promedio anual de la salinidad intersticial para el sistema Coyuca-Mitla es de 9.6 *ups* y de 10.5 *ups* de manera superficial, caracterizándose como un sistema mesohalino (Cowardin *et al.* 1979). La UM Y es la que mantuvo la salinidad promedio más alta durante los tres años, siendo el 2017 la de mayor registro con 21.1 *ups*, la menor salinidad promedio se presentó en la UM AA en el 2017 con 3.8 *ups*. Como se muestra en la Figura 57 en la mayoría de las UM para los dos estratos 2016 presentó salinidades más altas las cuales disminuyan para el 2017.

La conductividad promedio del sistema inicialmente fue de 12.36 ms/cm, siendo el mes de mayo el que presentó los rangos más altos (19.4 ms/cm) y el mes de abril el menor (10.6 ms/cm). La UM Y presentó los valores más altos en 2017 con 21.4 ms/cm, en este año para las demás UM se presentan los valores más bajos obteniéndose un promedio de 7.8 ms/cm.

El promedio de oxígeno disuelto para el sistema fue de 73.19 mV para el 2015, en la UM AB se presentaron los valores más elevados con -135mV. El valor más bajo se presentó en la UM Y con 29.3 mV. En el mes de junio se presentaron los valores promedios más bajos de oxígeno disuelto (-49.9 mV) y en el mes de marzo los más altos con -118.9 mV. En 2016 la UM Z mantiene los niveles más altos de oxígeno disuelto con -79.3 mV, mientras que para el 2017 la UM AB registra valores positivos con 28 mV, en 2017 el promedio del sistema es de -66.8mV.

Para este sistema se obtuvo una temperatura máxima de 31.3°C y una mínima de 26°C, con una humedad máxima de 71.5% y una mínima de 68.4% durante el 2015. En las UM de Coyuca se registraron temperaturas menores en comparación con las de Mitla, durante el 2016 se registra un incremento en la temperatura de esta zona así como de la humedad con promedio anual de 32.2 °C y 73.7% respectivamente. Como se muestra en la Figura 57, para el 2017 las temperaturas descienden pero la humedad se mantiene en aumento, registrando un promedio de 31.3 °C y 75.2% de humedad.



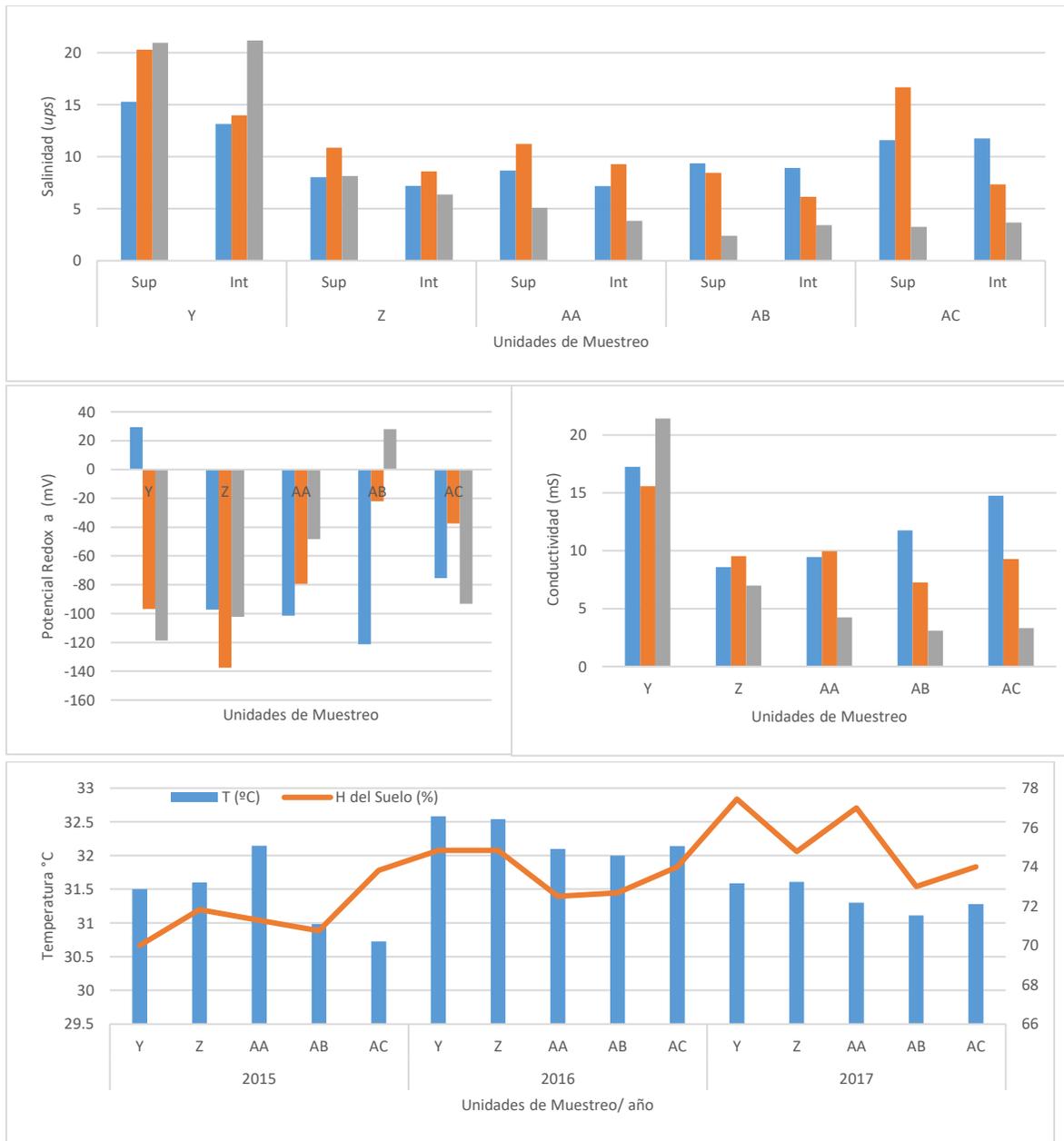


Figura 57. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos.

## Componentes del suelo

### Materia Orgánica

Durante el 2015 los valores de materia orgánica para el sistema son similares en los dos estratos con un promedio de 10.6 y 9.9% respectivamente, caracterizados como sitios con alto contenido de materia orgánica (Etchevers, 1995). En ambos estratos para el 2016 la UM AC presenta los valores más alto con 21.9 y 21.6%, la UM Z presentó un incremento para este año de igual manera y como se observa en la Figura 58 para el 2017 en la mayoría de las UM se observa un descenso en el porcentaje de contenido de materia orgánica registrándose un promedio de 8.5% superficialmente y 7.5 intersticialmente

### Nitrógeno total

El promedio de nitrógeno total en 2015 fue de 1.2 mg/g. la UM Z tiene el valor más alto con 1.8 mg/g y el más bajo la UM AC con 0.87mg/g. en 2016 las UM AA, AB y AC registraron un incremento (Figura 58), con un promedio anual de 1.6 mg/g. para el 2017 todos los valores descienden en las UM, con un promedio anual de 0.59 mg/g.

### Fósforo total

El contenido promedio de fósforo total en este sistema para el 2015 fue de 3.6 mg/kg, valores muy bajos en comparación con los registrados en 2016, donde en todas las UM se hace notar un gran incremento, llegando a registrar un promedio de 29 mg/kg para este año, como se muestra en la Figura 58 para el 2017 los valores vuelven nuevamente a disminuir quedando un promedio de 5.2 mg/kg para el sistema.



Figura 58. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año.

### Productividad primaria

La UM Y presentan la mayor productividad para el sistema lagunar Coyuca-Mitla con un promedio anual de 36.8 gm<sup>2</sup>, UM caracterizada por un bosque monoespecifico de *L. racemosa* al igual que la UM B que es la de menor producción (16.4 gm<sup>2</sup>). En la UM Y se observa una alta producción de frutos en el mes de junio al igual que de flores y caída de tallos (ramas), a partir de este mes se observa una constante de producción hasta agosto.

En la UM Z, AA, AB y AC, se observa una constante de producción, donde el mes de agosto es el de mayor caída de hojarasca en estas UM se observa que en el mes de mayo hay una disminución

marcada en todos los sitios. El aporte de flores, tallos, frutos y otros materiales es contantes en todas las UM aunque en pequeñas cantidades (Figura 59).

En la UM AC se observa producción de flores de *R. mangle* a partir de junio septiembre, contrariamente a lo observado en los sitios monoespecificos de *L. racemosa* (Z y AA) que desde marzo se observa producción de las mismas, en la mayoría de las UM en el 2016 se registró la menor producción, incrementando nuevamente para el 2017, quedando un promedio de producción para el sistemas de 18.4 gm<sup>2</sup>.

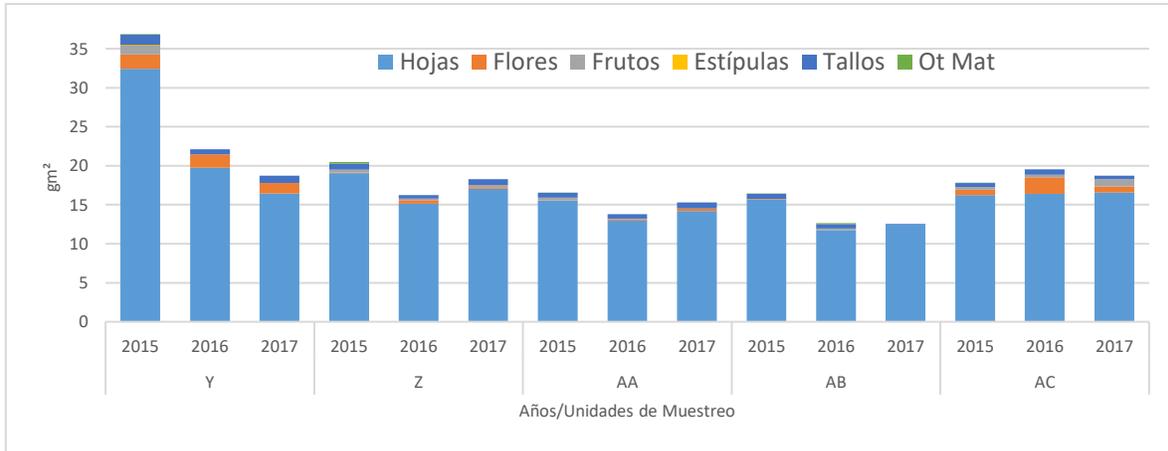


Figura 59. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm<sup>2</sup>)

### Problemáticas encontradas en el área

- ✓ Falta de visión por parte de las comunidades y tomadores de decisiones, para explotar la belleza escénica de los manglares y su fauna asociada pudiendo llevar a cabo recorridos guiados en las áreas, ecoturismo, senderismo, avistamiento de fauna, entre otros.
- ✓ La provocación accidentada de incendios forestales en las áreas de manglar, para erradicar la vegetación y establecer potreros.
- ✓ La canalización del río Coyuca, y la constate remoción de sedimentos que se lleva a cabo sobre el lecho del río.
- ✓ La construcción de canales en áreas de manglar por parte de las dependencias de gobierno como la CONAGUA, que está deforestando y soterrando los manglares desde la coordenada 17.081135 y -100.468885, hasta conectar con la laguna de Mitla.
- ✓ Falta de apropiación por parte de los lugareños para valorar sus recurso naturales.
- ✓ El azolvamiento de la Laguna de Coyuca y el aumento de la eutrofización del humedal debido a la contaminación por la avenida de residuos sanitarios, químicos y sólidos.
- ✓ Falta de monitoreo por parte de las dependencias encargadas de vigilar la extracción de madera de mangle y el saqueo de fauna que mitigue la constante extracción.
- ✓ Establecimiento de policías ambientales comunitarios para castigar a los que irrumpen en actos ilícitos dentro del humedal, que perjudique a las comunidades vecinas.
- ✓ Establecimiento de un plan de acción ante los eventos meteorológicos que impactan con mayor frecuencia esta zona, provocando grandes pérdidas económicas y ambientales.

## Estructura de los bosques de manglar en el sistema lagunar Barra de Tecoanapa

### Ubicación Geográfica del Humedal.

Barra de Tecoanapa se localiza en la costa Chica de Guerrero, en el municipio de Marquelia, esta zona representa la mayor extensión de manglares para esta área, con áreas importantes para su conservación. En este sistema se establecieron 5UM, distribuidas de acuerdo a la extensión de las especies, impactos y asociaciones de manglar, como se muestra en la Figura 60.



Figura 60. Localización de las UM en la Barra de Tecoanapa

### Estructura forestal de los bosques de manglar

En Barra de Tecoanapa se contabilizaron 309 árboles, con presencia de las cuatro especies de mayor distribución en México. Para este sistema las especies se encuentra distribuida sobre los márgenes del Río Quetzalapa, muy cercano a la boca barra donde se establece *A. germinans* en bosques extensos al interior de tierra firme, bordeando los esteros se encuentra *R. mangle*, conforme avanza la franja de manglar hacia tierra firme la zonación de mangle es dominada por *L. racemosa* y *A. germinans* formando bosques de cuenca y más al interior de tierra firme se encuentra ubicado *C. erectus* donde la inundación es escasa (Figura 61).

Para este sistema se encontraron tres bosques dominados por la especie de *L. racemosa* (AE, AG y AH) con asociación entre las especies de *A. germinans*, *C. erectus* y *R. mangle*. Se caracterizó un bosque monoespecifico de *A. germinans* (AF) y un bosque mixto (AD), con asociación entre *L.*

*racemosa* y *R. mangle* todos los sitios caracterizados forman bosques de tipo interno, establecidos en áreas de cuenca.



Figura 61. Características del manglar en Barra de Tecoaapa.

#### **Características estructurales de los Bosques de manglar en Barra de Tecoaapa.**

Este sistema presentó un DAP promedio de  $12.3 \pm 2.44$  cm. Los DAP más gruesos se hacen presentes en la especie de *A. germinans* (28.7cm) y *R. mangle* (21.4cm), en diferentes UM y los más delgados en *L. racemosa* (2.5cm). La UM con árboles de mayor grosor de DAP es la AD y la AH. La UM con DAP más delgados es la AG.

La altura total promedio del sistema en 2015 fue de 12.9 m. Las mayores alturas se registraron en *L. racemosa* en la UM AH con 17.7 m y en *R. mangle* en la UM AD con 14.3m, la especie con menor altura fue *A. germinans* en la UM AG con 6m. En la mayoría de las UM para el 2017 se registró un incremento en la altura obteniéndose un promedio de 13.1 m para este año.

La dominancia que ejerce la especie estructuralmente mejor desarrollada, sobre las otras especies con las que se encuentra asociada en un área determinada, se manifiesta muchas veces suprimiendo el desarrollo de las otras especies, impidiendo que obtengan mejor desarrollo de copas y altura al suprimirles la entrada de luz por su mayor cobertura y altura como se muestra en las UM AG y AH, donde las copas de las especies de *R. mangle* y *A. germinans* quedan suprimidas por las de *L. racemosa* la cual es más alta y por lo tanto las otras especies no logran desarrollarse tan alto como las de la especie dominante, y solo extienden sus copas donde hay entrada de luz.

Se encontraron rodales de mangle en su mayoría de árboles adultos, con fuste altos (7.8m) principalmente en la especie de *L. racemosa*, los fuste menos desarrollados se presentan en la especie de *R. mangle* no sobrepasando los 2 m. Para este sistema se tiene un promedio de  $4.7 \pm 1.3$  m de fuste limpio para las especies presentes.

El diámetro promedio de la copa de los árboles para este sistema es de 5.46 m, las copas más extensas la representa *A. germinans* en el sitio AH con 9.2 m, seguida de las de *R. mangle* en el sitio

AE con 8.59m. La especie de menor cobertura es *C. erectus* con 2.18m. En todos los sitios donde se hace presente *L. racemosa* los diámetros de sus cosas son uniformes de entre 3.5-5.6 m de extensión de las mismas, muy cercanas al promedio del sistema (5.4 m)

El valor promedio de Área Basal (AB) para este sistema fue de 28.4m<sup>2</sup>/ha. La UM AG es la que presenta la mayor AB del sistema con 38.8 m<sup>2</sup>/ha, seguida de la UM AD con 28.5 m<sup>2</sup>/ha. La menor AB se presenta en la UM AF sitio monoespecifico dominado por *A. germinans* con 21.15 m<sup>2</sup>/ha. La UM AD presentó una perdida en su AB de 8.3 m<sup>2</sup>/ha para el 2017, en cambio las otras UM mostraron un ligero incremento obteniéndose un promedio de AB ara el 2017 de 27.5 m<sup>2</sup>/ha

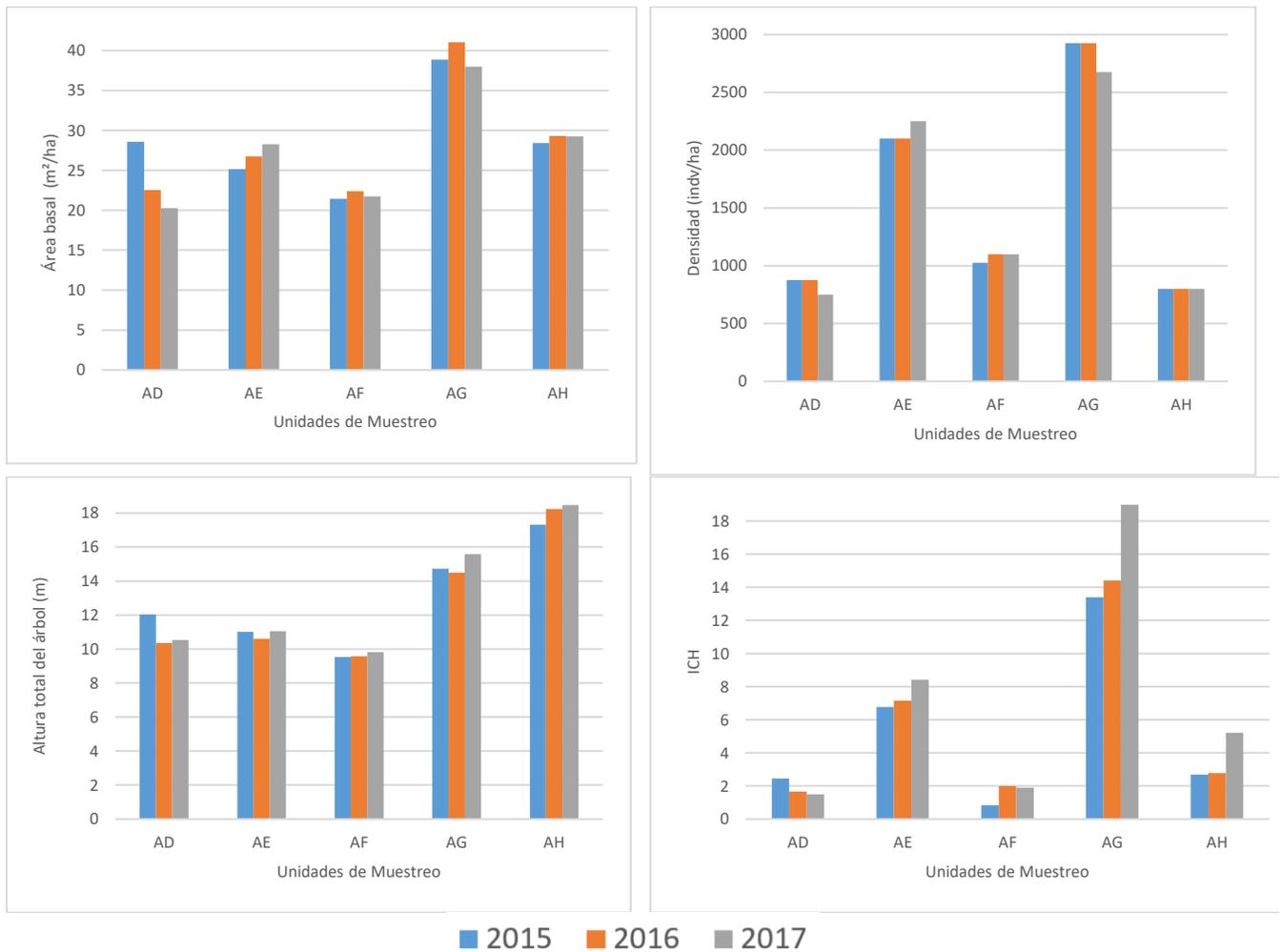


Figura 62. Características estructurales del manglar.

La densidad promedio de individuos por hectárea para el sistema es de 1,545 ind/ha. La mayor densidad se presenta en la UM AG con 2,925ind/ha, en asociación de tres especies, las menores densidades se presentan en el sitio AD con 875 ind/ha. Las UM AD y AF presentan un incremento en su densidad para el 2017 como se muestra en la Figura 62, mientras que AD y AG presentaron perdidas de individuos para este año hay un promedio de 1515 ind/ha, AH se mantuvo contante durante los tres años.

Solo el sitio monoespecifico (AF) de *A. germinans* presenta el Índice de Valor de Importancia de 300. En los sitios mixtos de asociación entre las especies de *L. racemosa* y *R. mangle* (AD), el IVI tiene una dominancia similar (155.3/144.7), contrariamente a los sitios donde *L. racemosa* ejerce una dominancia marcada como lo son AE, AG y AH.

El ICH promedio para el sistema fue de 6.18 para el 2015, la UM AG es la que presenta los valores más altos con 13.4, el ICH más bajo está presente en la UM AF (0.84) con absoluta dominancia de *A. germinans*. Como se muestra en la Figura 62 las UM AG y AH incrementaron su ICH para el 2017 con 18.9 y 5.2 respectivamente, por lo que este año tuvo un promedio anual de 8.04.

### Mortalidad natural y extracción.

La mortalidad natural se hace presente en los cinco sitios estudiados, con un promedio para el sistema de 6.35%. La mortalidad se contabilizo en las especies de *L. racemosa*, *R. mangle* y *A. germinans*, de las cuales *L. racemosa* es la más afectada por esta causa en la UM AG donde se presenta un 9% de muerte, la UM AH un 6.3%, así como en *A. germinans* en la UM AF se presenta un 11.8%, *R. mangle* presenta una mortalidad promedio de 7.14% en la UM AD durante los tres años. En las UM AF y AH no se registró muerte natural en 2016y 2017.

Desafortunadamente en todos los sitios se registró extracción de madera de mangle, encontrándose tocones a lo largo de todo el sistema (Figura 63), principalmente porque no hay un control ni vigilancia por parte del gobierno es esta zona. La especie más talada es *L. racemosa* llegando a representar más del 6.9% en la UM AH, la especie menos explotada es *R. mangle* con 1.89%. *A. germinans* lo cortan para expandir potreros sobre el humedal. Cabe mencionar que la tala disminuyo a los alrededores donde se instaron las parcelas, sin embargo el saqueo es constante.

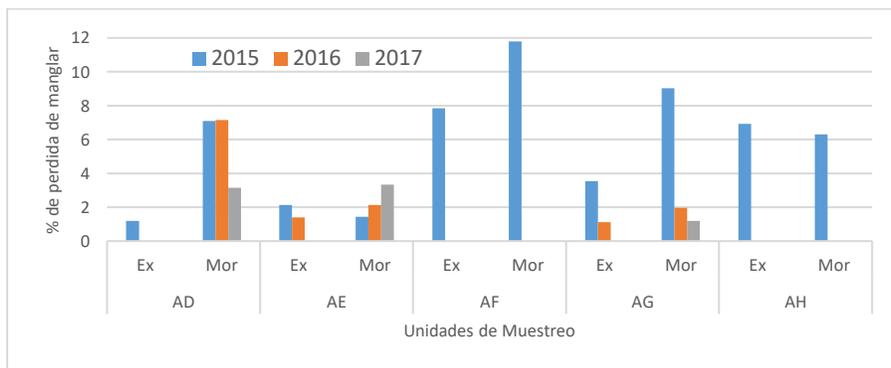


Figura 63. Perdida de manglar

### Regeneración en los bosques

En dos de los cinco sitios estudiados en 2015 se logró contabilizar plántulas en el mes de enero, con diferentes densidades, en la especie de *L. racemosa* se obtuvo una densidad de hasta 6,333 plántulas/ha en la UM AG, mientras que para las de *A. germinans* solo 400 plántulas/ha para el sitio AF (Figura 64). Para el 2017 en las UM AD y AE se logró contabilizar una alta regeneración con 10,200 y 14,311.1 plantas/ha respectivamente, obtenido así un promedio para este año de 5,764 plantas/ha.

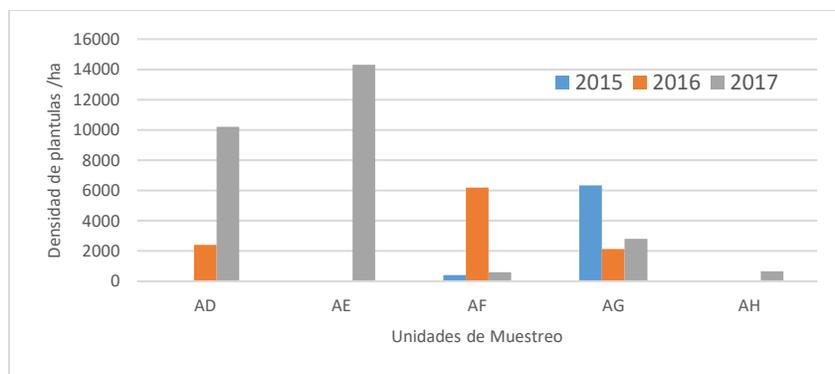


Figura 64. Regeneración natural

### Parámetros ambientales y fisicoquímicos

Durante el 2015 se obtuvo para este sistema un pH promedio de 5.6 en suelo y de 5.5 en agua, siendo la UM AF la de menor pH en suelo con un promedio de 4.1 en suelo y 4.4 en agua. Seguida de la UM AE con 5.1 y 4.7 respectivamente. Los valores más altos de pH para este año se registran en la UM AH con 6.3 en suelo y 6.5 en agua. Durante los siguientes dos años de monitoreo el pH en las UM AE y AF aumento manteniéndose esta constante en el sistema con promedios de 6.2 y 6.3 respectivamente. Mientras que para el 2017 nuevamente se registra un descenso en el pH del agua obteniendo un promedio de 5.7, mientras que en suelo se mantiene en 6.3.

El promedio de la salinidad intersticial para el sistema Barra de Tecoaapa fue de 26.3 y superficial de 31.8 *ups*. La UM AF es la que tiene la salinidad promedio más alta con 92.7 *ups*, la menor salinidad promedio se presenta en la UM AG con 17.3 *ups*. La UM AF llego a registrar valores salinidad de más de 119.2 *ups* en el mes de mayo. Como se muestra en la Figura 65 sólo la UM AD no incremento su salinidad durante el 2016, si no que por el contrario disminuyo, contrariamente a lo observado en las otras UM, donde aumento considerablemente la concentración en suelo en 2016 con un promedio de 38.7 *ups* y 28.8 en agua. Para 2017 la salinidad vuelve a disminuir en la mayoría de las UM quedando en menos de 29 *ups* en promedio, pudiendo decir que este sistema tiene áreas, con características Euhalinas (AD), Polihalinas (AG, AH y AE) e Hiperhalinas (AF) (Cowardin et al. 1979)

La conductividad promedio del sistema es fue de 31.1 ms/cm, siendo el mes de mayo el que presenta los rangos más altos (48.9 ms/cm) y el mes de agosto el menor (28.9 ms/cm) durante el 2015. La UM AF presenta los valores más altos durante el 2016 con 74.6 ms/cm, mientras que la UM AG es la que tiene los valores más bajos en 2017 con 5.2 ms/cm, en este año se registran los valores más bajos para el sistema, obteniéndose un promedio de 21.09 ms/cm (Figura 65).

El promedio de oxígeno disuelto para el sistema en 2015 fue de 29.6 mV, en la UM AF se presentan los valores más altos con 143.3 mV, seguido de la UM AE con 74.1mV. El valor más bajo se presenta en la UM AH con -11.09 mV. Durante el 2016 todas las UM presentan valores negativos siendo AE el de mayor valor con -140.4mV, en el 2017 la UM AF registró valores negativos con -190.8 mV mientras que la UM AD obtuvo 159.4 mV, este año registra un promedio de -11.4mV para el sistema.



Figura 65. Resultados del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos.

## Componentes del suelo

### Materia Orgánica

El promedio de materia orgánica para este sitio es de 7.1% superficialmente y 6.94 % intersticialmente, para el 2015. La UM AH presentan los valores más altos con 9% de manera superficial y el más bajo en la UM AG con 5.6%. La UM AE tiene los valores más altos de manera intersticiales con 10.2% y los más bajos la UM AH con 3.7%. En 2016 se observa un incremento en las UM AD y AH de manera superficial con 12.9 y 13.4% respectivamente, valores que disminuyen para el 2017 en la mayoría de las UM, obteniendo un promedio de 7.6% y 3.8% en los estratos.

### Nitrógeno total

El promedio de nitrógeno para el sistema fue en 2015 fue de 1.46 mg/g, valores similares presentan en su mayoría las UM en este año, durante el 2016 la UM AH presenta un incremento de 10.3 mg/g, que disminuye a 9.3 mg/g para el 2017. Como se muestra en la Figura 66 está en la única UM con valores altos para el sistema, todas las demás se mantuvieron en valores menores al 1.7 mg/g.

### Fósforo total

El contenido promedio de fósforo total durante el 2015 fue de 4.2 mg/kg. Como se muestra en la Figura 66 durante el 2016 se dio un incremento en los niveles de fosforo para el sistema obteniéndose un promedio de 19.9 mg/kg, siendo la UM AD la de mayor concentración con 32.2 mg/kg, seguida de AG con 24.8 mg/kg y en menor proporción AH con 4.4 mg/kg. Estos valores vuelven a disminuir para el 2017 quedando un promedio anual de 6.9 mg/kg.

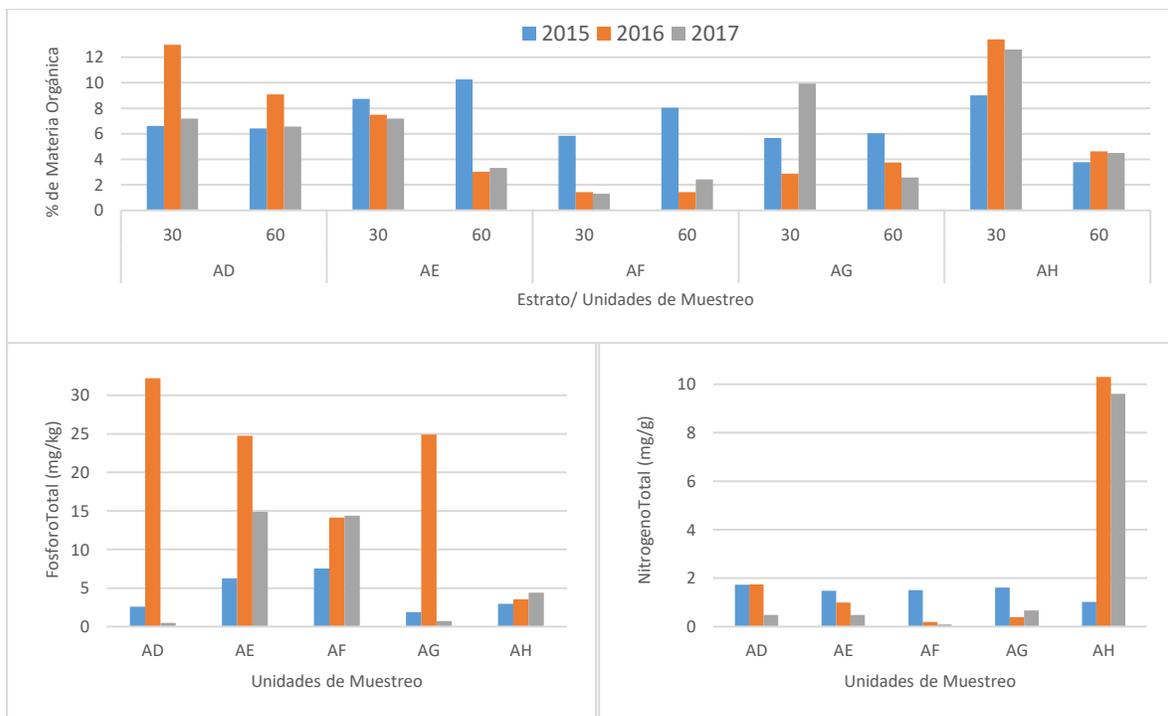


Figura 66. Elementos del suelo por unidad de muestreo y año.

### Productividad primaria

La UM AG presentan la mayor productividad para el sistema lagunar Barra de Tecoanapa con un promedio de 35.7 gm<sup>2</sup>, UM caracterizada por un bosque dominado por la especie de *L. racemosa*, con asociación de las especies de *A. germinans* y *R. mangle*.

En la UM AD y AE se observa un aporte constante de tallos (ramas) y otros materiales principalmente, con un máximo de producción en el mes de agosto y un mínimo en junio, esta UM al igual que la tienen un aporte constante de flores con un promedio de 1.76 gm<sup>2</sup> a partir de mayo que continua hasta julio en un bosque dominado por *L. racemosa*, de manera ocasional se presentan frutos en algunos meses, siendo agosto el de mayor captura.

En la UM AF caracterizada por un bosque monoespecifico de *A. germinans*, en el mes de mayo se observa el mayor aporte de hojarasca la cual disminuye para abril, con una importante producción de flores a partir de mayo, la cual continua hasta agosto pero en menor cantidad, es la UM con más producción del sistema con un promedio de 14.5 gm<sup>2</sup>.

Las UM AD, AE y AF incrementaron su producción año con año (Figura 67), AG por el contrario mostro una disminución al igual que AH.

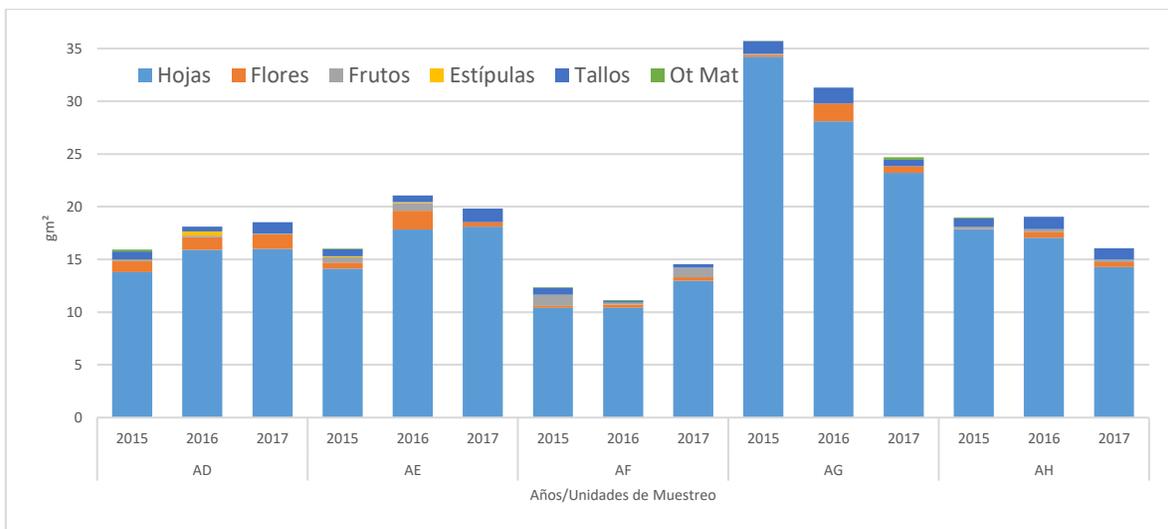


Figura 67. Resultados del monitoreo de la productividad primaria (gm<sup>2</sup>)

### Problemáticas encontradas en el área

- ✓ La extracción constante de madera para la construcción de las palapas, casa, debido a la cercanía que tiene con la playa.
- ✓ Contaminación por desechos sólidos (basura), heces fecales, plásticos entre otros, que generan los vacacionistas y lugareños en las áreas de manglar.
- ✓ La falta de señalización y letreros que recalquen la importancia del manglar en la zona.

- ✓ Falta de apropiación por parte de los lugareños para valorar este recurso y poder hacer un desarrollo sustentable en la zona, por el alto potencial y grado de conservación que guardan los manglares de este lugar.
- ✓ Implementación de proyectos ecoturísticos, a través del manglar, estero y cauce del río que generen economías a los lugareños.
- ✓ Aumento en los cambios de uso de suelo, para establecer áreas de potrero y cultivo, que esta aumentado la salinización de las áreas por no tener potencias agropecuario.
- ✓ Falta de organización, implementación de reglamentos y monitoreos que mitiguen la extracción de madera de mangle.
- ✓ Gestión de una área de conservación comunitaria para los manglares de esta zona al ser los de mayor valor bilógico para Guerrero.

### **Acreción - subsidencia**

La respuesta final de los ecosistemas de manglar estará determinada por el balance dinámico entre la tasa de incremento del nivel del mar, la descarga de agua dulce, la acreción sedimentaria, la migración lateral potencial y la temperatura (Yáñez-Arancibia *et al.* 2014). Como lo mencionan Herrera-Silveira *et al.* 2014, el balance entre acreción/subsidencia y su relación con Incremento del Nivel Medio del Mar más la topografía, brindará información para definir los sitios con mayor probabilidad de ser vulnerables al INMM. La diferencia entre la acreción y la elevación indica la subsidencia del suelo, cuando la subsidencia es cero indica que hay un equilibrio entre la acreción y la elevación. Por otra parte, si la subsidencia es alta podría ser una señal de la vulnerabilidad a inundarse dependiendo de la tasa de elevación del suelo. La elevación del suelo está determinada por factores que ocurren tanto a nivel superficial como sub-superficial.

Por lo que para el caso de Guerrero durante estos tres años fue posible observar algunos cambios importantes en sitios específicos, ya que durante el 2015 en el mes de Mayo ocurrió el fenómeno mar de fondo que provocó olas de hasta 10 m de altura, el cual fue intenso a lo largo de la costa guerrerense, mostrándose con mayor intensidad en algunas áreas como Coyuca, Acapulco, Petatlan, Tecpan, Marquelia y la Unión, causando daños económicos y ambientales.

Provocando que las áreas de manglar con mayor cercanía al mar (15 a 40 m) fuera impactadas, con el aporte de gran cantidad de agua salada, arenas y en algunos casos arrancando de raíz algunos árboles, modificando la línea costera, este impacto se documentó con mayor intensidad en las UM I y J de la Unión, donde aproximadamente 20 a 30 cm de arenas fueron aportadas a las áreas de manglar durante este evento (Figura 68), sepultando por completo los tubos para medir la acreción o subsidencia. Similares resultados se han medido durante los dos últimos años en esta área, lo cual está provocando muerte de árboles y mayor intrusión de agua salina, teniendo estos sitios una tasa de elevación vertical del suelo de 18.4 cm.

Por otra parte la mayoría de los sitios estudiados presentan subsidencia, pérdida de suelo con tasas de -8.5 cm, la de mayor subsidencia la presenta la UM O ubicada en Ixtapa, área que quedó totalmente expuesta, es decir este humedal que había permanecido con agua ( $\pm 40$  cm) durante los dos años anteriores de monitoreo, en el 2017 permaneció seco a -1.5 m del nivel freático por más de 6 meses, lo cual compactó el suelo del humedal aumentando la tasa de pérdida de suelo.

La tasa de pérdida vertical de suelo en la mayoría de las UM monitoreadas es de  $\pm 2.5$  cm (Figura 68), fue evidente durante el estudio que las UM ubicadas hacia el interior de tierra firme presentan mayor pérdida de suelo, así como las que están cercanas a ríos o arroyos, mientras que las ubicadas frente al mar fueron las que tuvieron mayor acumulación de arenas. Así como también la compactación y expansión de los suelos de las diferentes áreas juegan un papel importante en la acreción y subsidencia del suelo, ya que si se deshidratan por mucho tiempo o se hidratan, modifican en centímetros la medición de este parámetro, que puede llevar a errores de medición falsos, provocados por el aumento de lluvia o exceso de sequía.

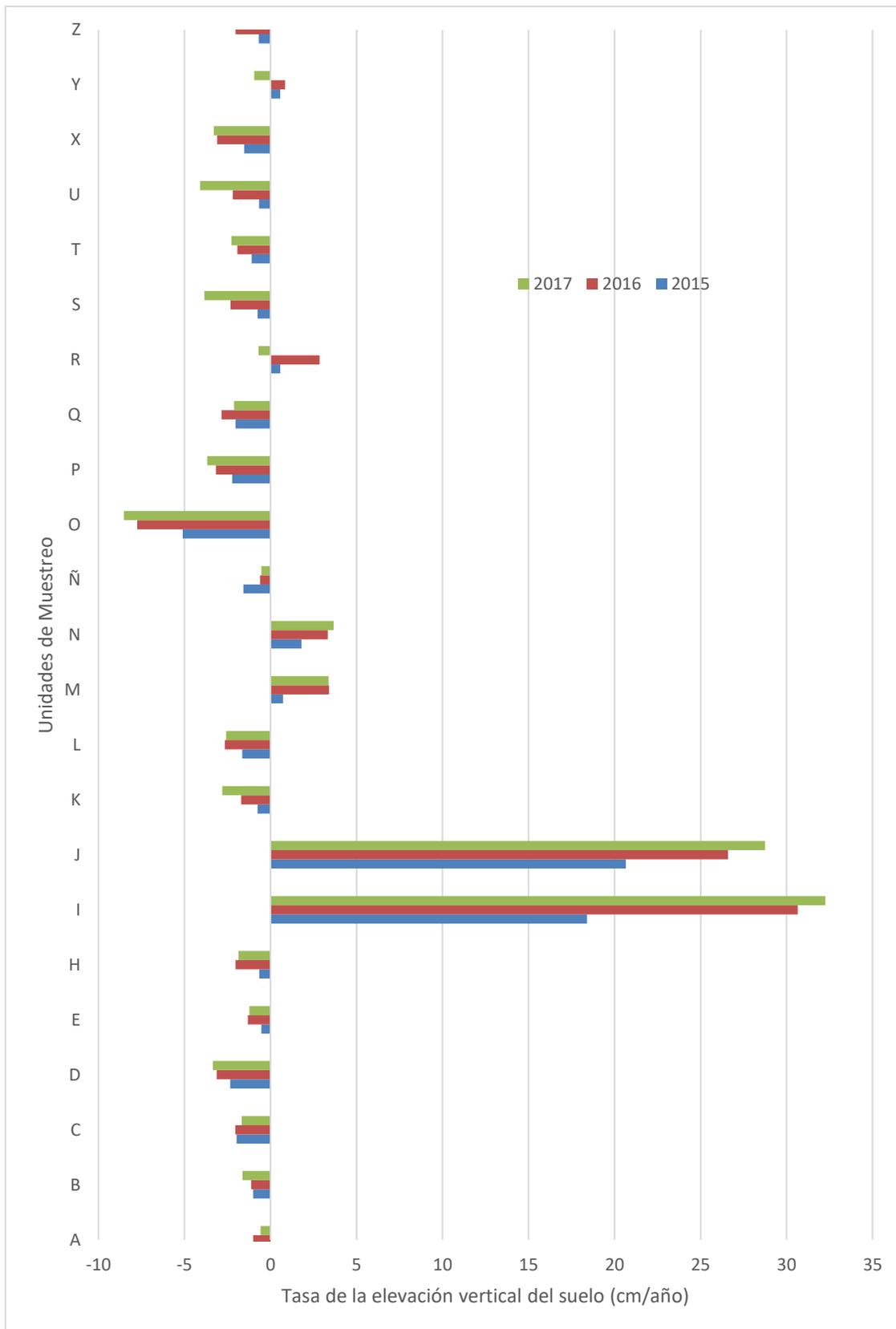


Figura 68. Resultados de la acreción y subsidencia del suelo de las 35 UM, durante tres años.

## Producción de raíces

Como resultado de la medición de producción de raíces, se observó que los valores más altos de productividad se obtuvieron de la muestra *in situ* la obtenida en 2015, que representa la rizosfera normal de cada área. Las UM AH, I, C, E y M, son las que mostraron la mayor producción de raíces. El año 2017 es el que muestra el segundo lugar en producción de raíces, por lo que la producción de raíces va en aumento a través de los años, es por eso que el año uno fue el de menor producción (2016).

Los manglares de la Barra de Potosí son los que mostraron menor desarrollo de raíces, seguidos por los de la Unión, áreas que presentan mayor limitante de sustrato y de aporte de materia orgánica en algunas UM. En comparación con las áreas de Pantla, Chantecuan, Coyuca-Mitla y la Barra de Tecoaapa, donde la producción es más contante con 5 a 10 g de raíces (Figura 69).

Se observa una rápida producción de raíces y de pneumatóforos en las UM con presencia de *A. germinans* y una producción más limitada en áreas dominadas por *C. erectus*, lo cual puede deberse al sustrato en el cual se establece cada especie, así como a la cantidad de humedad disponible en el suelo.

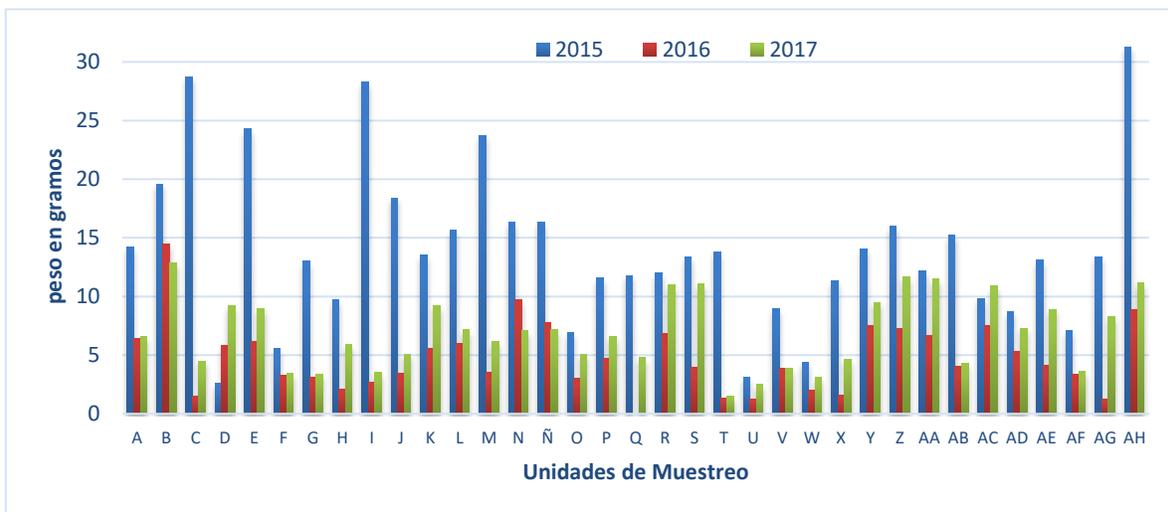


Figura 69. Peso total de los componentes de la raíz (raíces finas (0-0.2cm, raíces secundarias (0.21-0.5cm), Cables (0.51-2.5cm) y Pneumatóforos) por UM y año.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de este proyecto al analizar las 35 unidades de muestreo agrupadas en siete sitios de importancia ecológica de manglar, nos mostraron la heterogeneidad y riqueza que existe en las áreas de manglar en Guerrero. Encontrando áreas muy diferentes incluso entre los sitios, como nos muestran los resultados de la agrupación de la estructura y composición de cada una de las especies presentes en los sitios, que mediante un análisis cluster separa los sitios estudiados en tres grupos (Figura 70).

El grupo 1 se divide en dos clases una que es dominada por las especies de manglar con la estructura menos desarrollada, caracterizada por arboles juveniles y de baja altura, y la otra clase conformada por las especies de manglar de mayor desarrollo estructural con DAP de 16 a 19 cm y alturas de 12 a 16 m, dominada por las especies de *R. mangle* y *A. germinans* principalmente, localizadas en áreas como Pantla, Ixtapa y Barra de Tecoaapa.

Las características del segundo grupo es que son bosques de *L. racemosa* de Chantecuan, Ixtapa y Barra de Potosí, con DAP, coberturas, alturas y densidades similares. El grupo tres engloba las cuatro especies presentes en los siete sitios, con características similares en cuanto a su altura, densidad de árboles, ICH. Encontrándose presentes UM de todos los sitios estudiados, mostrando que en todos los sitios hay variación de estructura y composición de manglar (Figura 70).

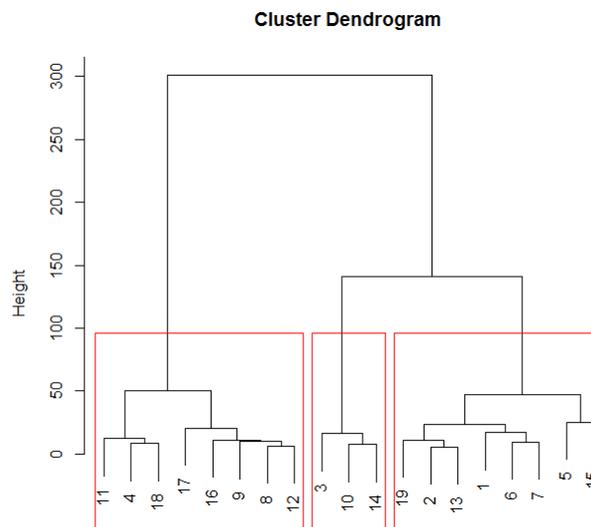


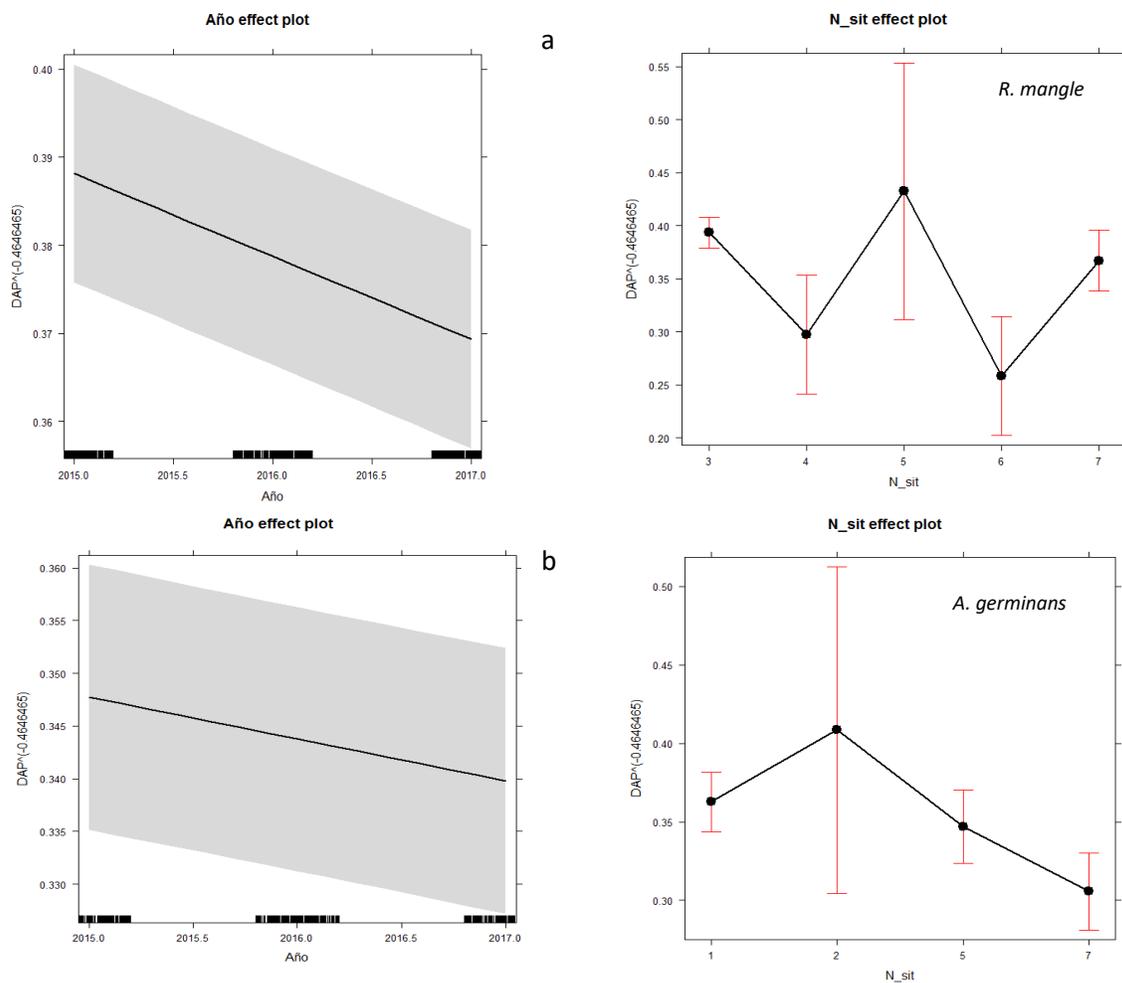
Figura 70. Dendrograma de la estructura y composición de las especies de manglar presentes en los 7 sitios.

Al aplicar el modelo mixto ajustado a los datos de las mediciones de DAP, mostró un resultado significativo de los años ( $fc=27.6$ ;  $df=2,391$ ,  $p<0.0001$ ) y también para los sitios estudiados ( $fc=4.8$ ;  $df=4,203$ ,  $p<0.0027$ ) (Figura 69a), donde se puede ver los intervalos del 95% de confianza para cada uno de los factores evaluados, observando que es más uniforme el incremento del DAP en sitios como Pantla (3) y en la Barra de Tecoaapa (7), mientras que en los sitios de barra de potosí (5) la variación del DAP fue mayor durante los tres años de muestreo y en la especie de *R. mangle*.

*A. germinans* sólo tuvo presencia solo en cuatro sitios, donde el incremento del DAP fue más uniforme en sitios como Chantecuan, Barra de Potosí y Barra de Tecoanapa, mientras que en La Unión se observó una gran variabilidad (Figura 71b).

Para la especie de *C. erectus* se observa un incremento del DAP más uniforme, en los sitios donde está presente en comparación con las otras especies (Figura 71c), siendo Barra de Tecoanapa donde se presenta mayor variación, en comparación con Chantecuan, La Unión y Barra de Potosí.

*L. racemosa* fue la única especie presente en los siete sitios estudiados, con mayor presencia en los bosques juveniles de Chantecuan, a diferencia de las otras especies en *L. racemosa* se observa un incremento ordenado a lo largo de los tres años estudiados con menor variación en su incremento (Figura 71d), sólo en Panta es que se observa mayor variabilidad.



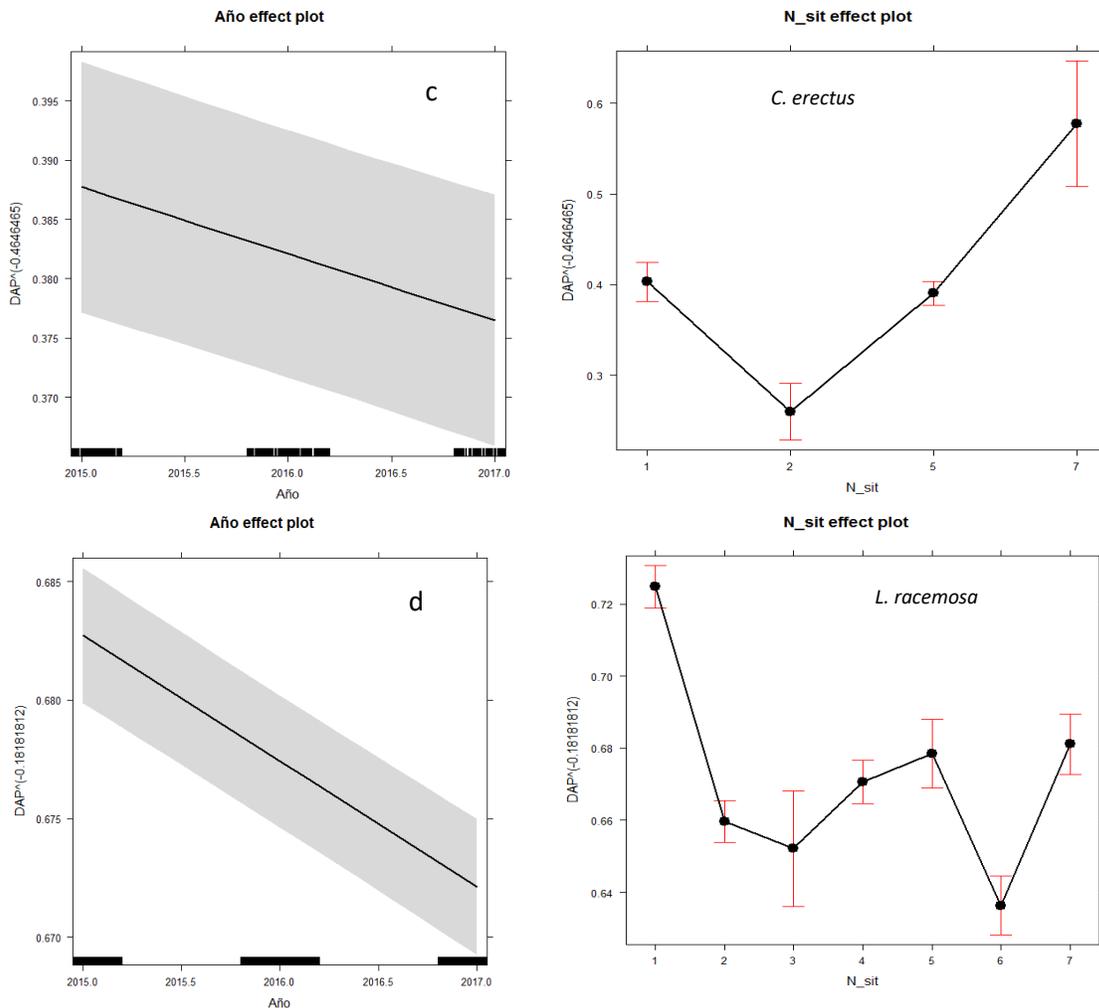


Figura 71. Correlación del incremento del DAP de las cuatro especies de manglar, por año y por sitio estudiado

Los manglares de la Barra de Tecoanapa son los que mostraron mayor variabilidad en el comportamiento de sus características fisicoquímicas a lo largo de estos tres años del proyecto, siendo el año 2015 el año en que se registraron pH en suelo más bajos hasta de 4, los pH en suelo y en agua en la mayoría de los sitios se encuentran cercanos a valores neutros, en el sitio 5 que es Barra de Potosí en 2016 se registraron valores más bajos al igual que en Chantecuan, el 2017 muestra un comportamiento más uniforme en los valores de pH de la mayoría de los sitios (Figura 72).

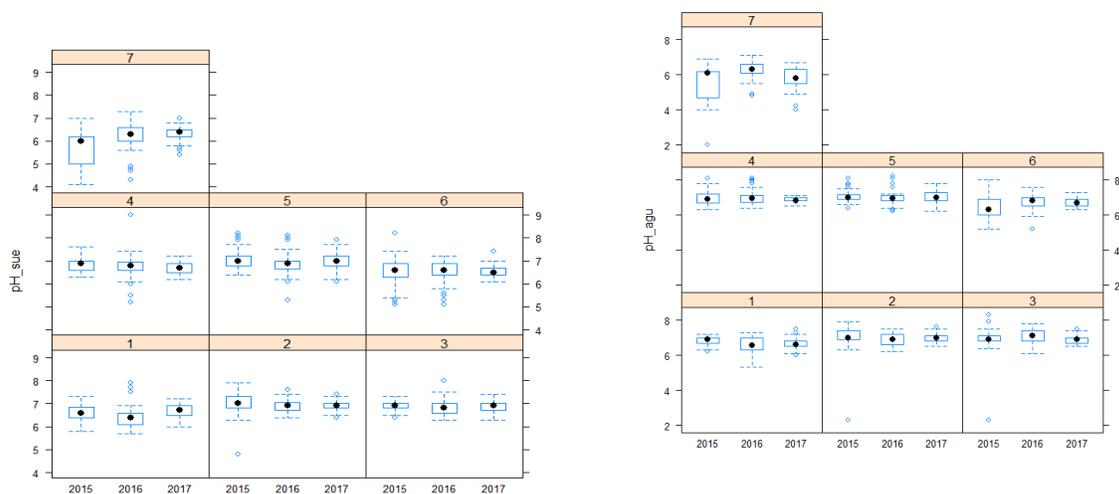
Al igual que en la estructura y composición de las UM caracterizadas para cada uno de los sitios, en los valores de salinidad encontrados, se muestra como los sitios más heterogéneos son los de mayor complejidad y variabilidad en las concentraciones de salinidad tanto en suelo, como en agua (Figura 72), con mayor variación en la Barra de Tecoanapa, esto debido a los diferentes ambientes que presentan y la interacción constante del agua dulce y salda, debido a la apertura de su barra y al aporte fluvial del río Quetzala durante todo el año, lo cual crea ambientes estables para la dominancia de cada una de las especies de manglar presentes, formando bosques monoespecificos extensos.

La dominancia de *C. erectus* y *A. germinans* en la Laguna de Potosí es favorecida por las altas salinidades que se registraron durante estos tres años en los sitios, diferenciándose claramente una mayor concentración de sales en el suelo que en el agua, al tener una cercana conexión con el mar, más que con un cuerpo de agua dulce que aporte agua todo el año, además de tener una boca estacional que solo abre en época de lluvias, lo cual aumentó aún más la concentración de sales para el 2017, esto debido a la escasez de lluvia, que provoco una disminución de más de un metro del cuerpo lagunar, trayendo consigo también una disminución en la concentración de oxígeno disuelto, limitando este para las especies presentes causando mortandad.

Los valores más bajos de salinidad se registran en Ixtapa y Barra de Coyuca, debido a su cercanía con ríos que aportan agua dulce durante casi todo el año, lo cual los convierte en humedales dulces, además de que en estas áreas no se encontró la especie de *A. germinans*. Chantecuan, La Unión y Pantla son los sitios que presentan una salinidad más homogénea cada una con sus particularidades que caracterizan cada sitio.

Durante el 2017 en sitios como Chantecuan, la Unión, Barra de potosí e Ixtapa, se aprecian valores negativos más bajos de oxígeno disuelto (Figura 72), esto debido ya a tres años de sequía que se generalizaron con mayor intensidad en la costa grande del estado, lo cual provoco muerte de algunas especies sobre todo en mangle negro y blanco.

Las temperaturas más altas se registraron durante el 2015 en sitios como Ixtapa y Barra de Tecoanapa, en 2016 disminuyen un poco y se presentan más uniforme los registros para el 2017 en la mayoría de los sitios, al igual que la humedad, con variaciones e incrementos más altos para el 2016 en sitios como Barra de Coyuca, Pantla, Ixtapa y Chantecuan (Figura 72).



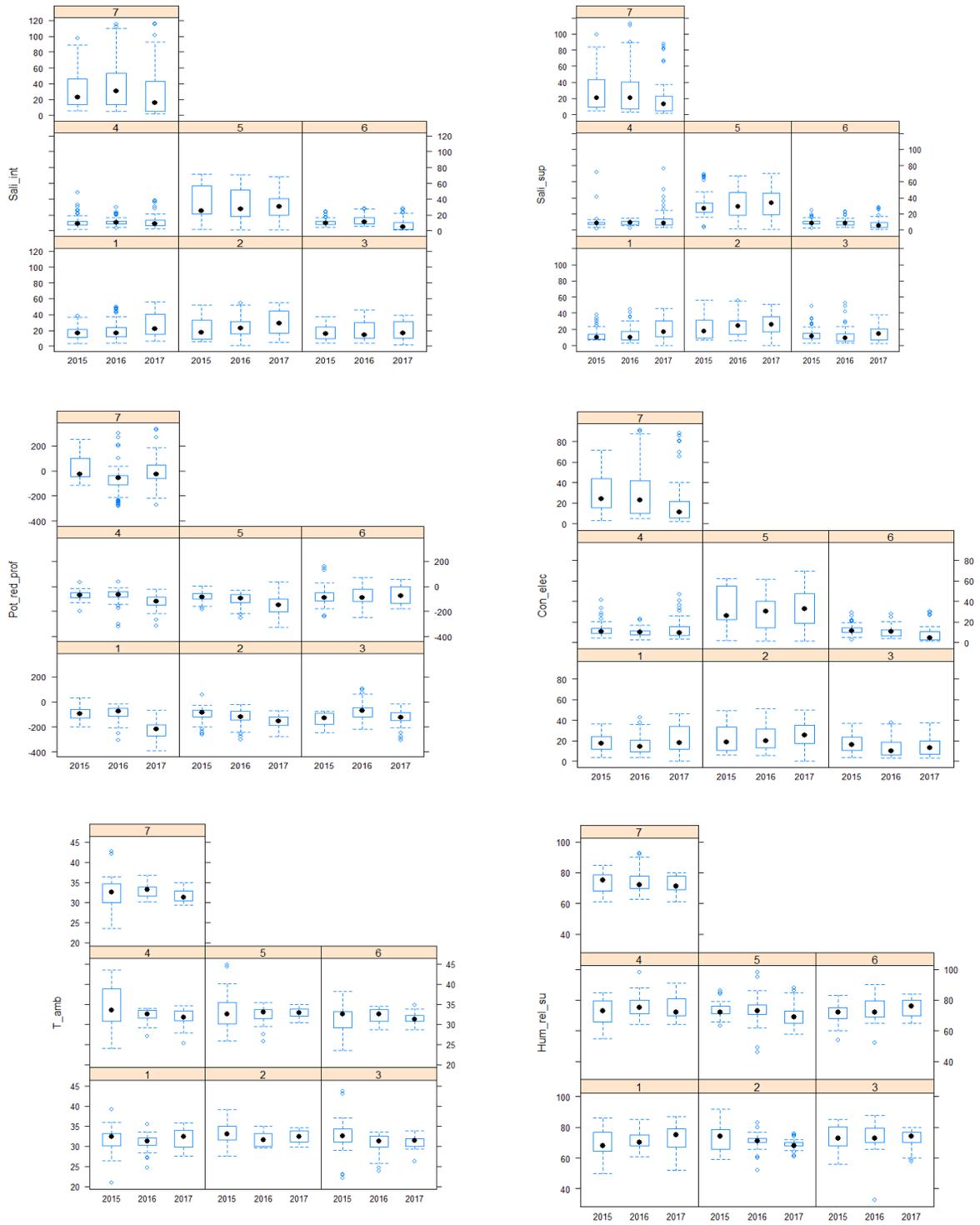


Figura 72. Comparación de los parámetros fisicoquímicos registrados durante los tres años en los siete sitios.

Con respecto a la productividad el sitio de la Unión es el que presentó durante el 2015 la mayor captura en comparación con los demás sitios, dominados por *L. racemosa*, la cual disminuyó para los dos años

de monitoreo, se observa una disminución de la producción en la mayoría de los sitios para el año 2016 y con mayor incidencia para 2017 (Figura 73), lo cual puede deberse a que los manglares tuvieron mayor estrés debido a factores como la falta de precipitación, que aumento los valores de salinidad, se limitó la disposición de oxígeno disuelto, aumento de la humedad y temperatura, lo cual provoco muerte de árboles y por lo tanto menor producción primaria. A pesar de esto la floración y producción de propagulos fue constate durante los diferentes ciclos de cada especie, aunque con menor vigor y cantidad, así como en la cantidad de producción de flores.

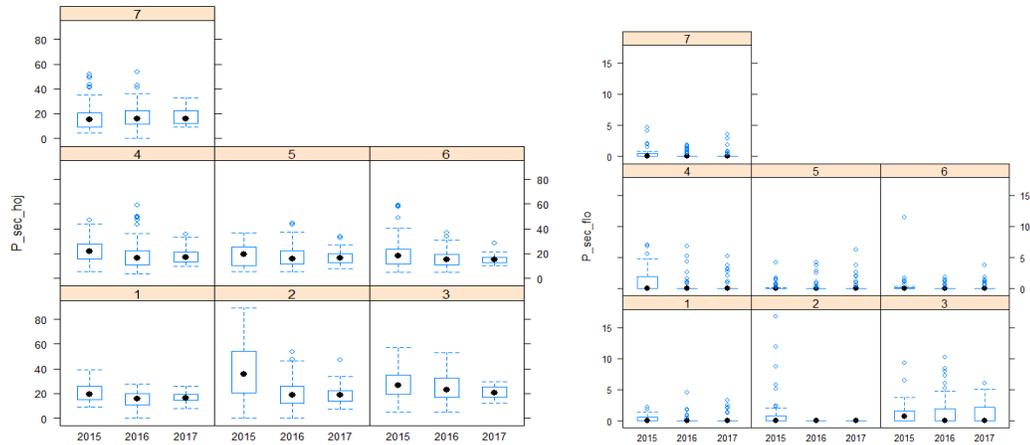


Figura 73. Comparación de la producción primaria en los siete sitios durante los tres años.

Con respecto a los componentes del suelo se observó una amplia heterogeneidad principalmente en la cantidad de materia orgánica de cada uno de los sitios, para ambos sustratos a lo largo de los tres años, siendo Ixtapa y la Barra de Coyuca los que muestran mayor variabilidad, al igual que la Barra de Tecoaapa en los sustratos ya que para 2016 la disposición de estos cambia siendo menor de manera intersticial que superficial. Los sitios más diversos y con mayor estructura forestal mostraron valores más altos de materia orgánica como lo son la Barra de Tecoaapa, Ixtapa, Barra de Coyuca y Pantla, las áreas más limitadas de materia orgánica Barra de Potosí y la Unión.

La presencia de nitrógeno y fosforo en las áreas de manglar en los sitios no presento gran variación durante los tres años de estudio, haciéndose notar el 2016 con mayor rango de variación debido al incremento significativo de algunos valores de fosforo en sitios como la Barra de Coyuca (Figura 74), lo cual puede deberse a que en la parte alta de la cuenca de esta zona, se lleva a cabo una alta producción de granos básicos y la limitante precipitación aumento la concentración en estas áreas, valores similares se observan en Barra de Tecoaapa e Ixtapa, por lo que la cercanía del río puede ser una factor de aporte de estos nutrientes al manglar.

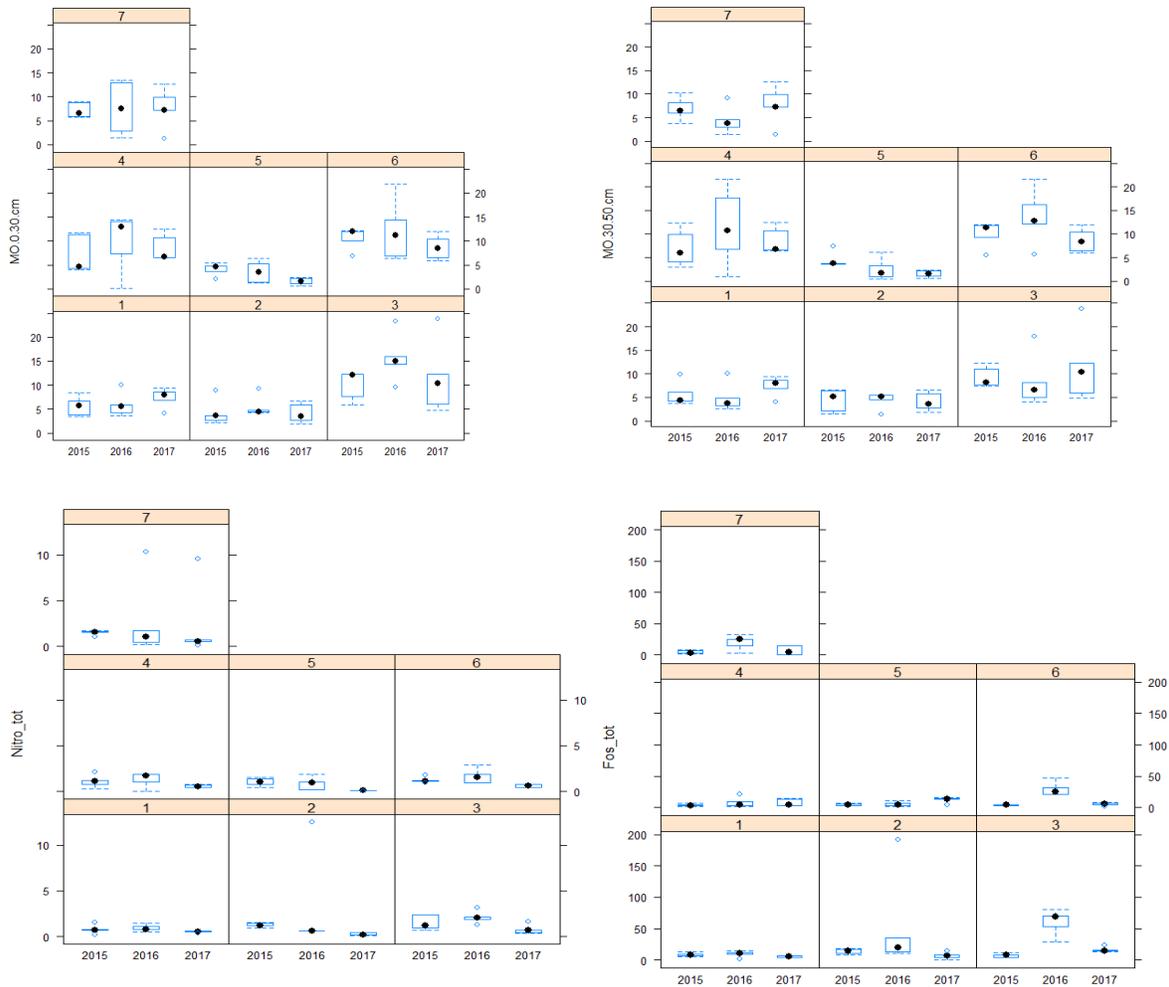


Figura 74. Comparación de los componentes del suelos, materia orgánica, nitrógeno y fosforo en cada uno de los sitios durante los tres años.

Se observó que las áreas más susceptibles a pérdida de suelo se encuentran de manera interna formando bosques de cuenca, sujetos a la dinámica constante del flujo de ríos y arroyos y los de mayor acumulación de arenas han sido impactados por el mar de fondo, por la cercanía con el mar y el fuerte impacto del fenómeno, en general se encontraron sitios con mayor subsidencia que acreción, lo cual puede deberse en parte a la falta de precipitación en los últimos años en la región.

La producción de raíces en la mayoría de los sitios fue gradual al paso de los años, donde la muestra *in situ* no tubo comparación con las instaladas para la producción de los dos años subsecuentes. Se observó que las áreas dominadas por *A. germinans* son las de mayor producción de raíces en comparación con las dominadas por *C. erectus* lo cual pudo deberse a la mayor cantidad de humedad en el suelo y a la disposición de nutrientes en la rizosfera, lo cual aumento o limito la producción de las mismas.

## CONCLUSIONES

Los bosques de manglar caracterizados en los siete sitios de relevancia biológica para Guerrero, son completamente heterogéneos, presentando diferentes asociaciones, tipos fisonómicos y dominancia de especies. En donde los manglares de la Barra de Tecoanapa son los que presentan mayor complejidad por sus asociaciones de especies, estructura forestal y ambientes en los que se desarrollan las cuatro especies de mangle. Desarrollo que es favorecido por el aporte constante de nutrientes, suelo y agua dulce del río Quetzala, así como del intercambio constante de agua salada a los esteros al tener una bocabarra siempre abierta.

A pesar de que en la Costa Grande hay mayor cobertura de manglar en buen estado de conservación, en algunas áreas el sustrato y la falta de una conectividad constante entre afluentes de agua dulce y salada limitan el establecimiento de algunas especies de mangle, como el sitio de Boca del Río la Unión, Pantla y Chantecuan. Condición que influye directamente en los factores fisicoquímicos que intervienen en el desarrollo y establecimiento de las especies de mangle, encontrando que las áreas con mayor salinidad y con mayor concentración de oxígeno disuelto, tienen una bocabarra más cercana a las áreas de mangle, como lo son Barra de Tecoanapa y B. de Potosí, no así en la Boca de la Unión donde los valores altos de salinidad son debido a la falta de aportes de agua dulce.

La Barra de Coyuca es una de las áreas con menor concentración de sales dentro de las áreas de manglar, pero con un incremento significativo en los aportes de fósforo y nitrógeno total, sobre todo durante el 2016 año registrado de mayor sequía para la zona, lo que provocó un mayor estrés en las áreas de manglar durante el 2016 y la estación seca de 2017, con aumento de salinidad en la mayoría de las unidades de muestreo, así como del oxígeno disuelto y pH, a pesar que durante el 2016 se observó en algunas unidades de muestreo una disminución en la temperatura, la humedad se incrementaba considerablemente, lo que provocaba mayor evaporación del área, observándose como en ningún año anterior a 2017 que los dispositivos (piezómetros) instalados a -2m no registraron agua de febrero a mayo.

Con respecto a la presencia de especies de manglar, el sitio de la Boca de Pantla es el área que mejor estructura de mangle rojo alberga, así como altas concentraciones de materia orgánica, el mangle blanco es la única especie presente en todos los sitios, sin embargo en La boca del río la Unión, Ixtapa y B. de Coyuca es donde se encuentra mejor caracterizada su estructura. La B. de Potosí es la que cuenta con la mayor abundancia de mangle negro y botoncillo en estado juvenil, y en la B. de Tecoanapa se pueden apreciar bosques extensos de mangle negro.

La productividad primaria captada fue muy variable durante los tres años y entre los sitios, durante el 2015 se logró captar la mayor cantidad de hojarasca y sus componentes en la mayoría de los sitios, la cual disminuyó para el 2016, siendo la Boca de Pantla y la B. de Tecoanapa las de mayor aporte, *R. mangle* fue la especie de mayor aporte, seguida de *L. racemosa* y en menor cantidad *C. erectus* y *A. germinans*. Chantecuan y B. de Potosí son los sitios con la más baja productividad para el estado de Guerrero.

El monitoreo de la acreción y subsidencia de la línea costera, con impacto en las áreas de manglar debe considerar en gran manera todos los cambios ambientales recientes e históricos, como lo son tormentas, huracanes, el mar de fondo, intensidad y cercanía de aportes fluviales, entre otros fenómenos que impacten y puedan provocar cambios en el humedal, los cuales deben de ser estudiados a largo plazo para poder establecer modelos y tendencias de cambio en cada sitio específico.

Se espera que con la información obtenida durante este proyecto se generen acciones para apoyar la recuperación de sitios perturbados y con mayor amenaza de pérdida de esta valiosa vegetación, como lo son; la Barra de Potosí, la Barra de Coyuca e Ixtapa y que con los resultados obtenidos se establezcan acciones de restauración y conservación en sitios como La Boca de Pantla, La Barra de Tecoaapa, Chantecuan y la Boca de la Unión que cuentan aún con áreas en buen estado de conservación con estructura y composición única.

Este instrumento debe ser considerado por los tomadores de decisiones para que apoyen las iniciativas en la recuperación de las áreas de manglar y la restauración de otras que a pesar de no estar incluidas en este estudio tienen potencial de ser consideradas como prioritarias, por la flora y fauna que albergan a pesar de todas las presiones y amenazas que las rodean, como lo son la Laguna de Tres Palos, La Laguna de Chautengo, La salinas, el estero Valentín entre otros.

## LITERATURA CITADA

- Agraz Hernández, C. M., Osti Sáenz, J., Chan Keb, C. A., Chan Canul, E., Gómez Ramírez, D., Requena Pavón, G. y J. E. Reyes Castellanos. 2012. Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. Centro de Ecología Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto FN010. México, D.F
- Aguilar, Y. 2006. Hacia una evaluación de las Áreas Naturas Protegidas del trópico (presentación CITRO- Universidad Veracruzana México)
- Alongi, D.M. 2009. The energetics of mangrove forest. (Netherlands: Springer).
- Ángeles, G.; J. López Portillo y F. Ortega E. 2002. Functional anatomy of the secondary xylem of roots of *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (Combretaceae). *Trees. Structure and Function* 16:338-345.
- Carbajal-Evaristo S. S. 2014. Evaluación del impacto del azolvamiento en La Laguna Cerritos a partir de la canalización del Río Cintalapa, la Encrucijada Chiapas, México. El Colegio de la Frontera Sur, Tesis de Maestría, Tapachula Chiapas.
- Carbajal-Evaristo, S. S. 2010. Estudio de la estructura, composición y modificación antrópica en los manglares del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca, México. Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Chilpancingo, Guerrero.
- Carreto, F.; Fragoso, C.; García, J.; López, T.; Márquez, M.; Martínez, A.; Meza, M.; Norman, O.; Ramírez, J.; Rivas, E. y Romero, L. 1996. Guerrero, Monografía Estatal. México, D.F.: Sep. 968-29-6109-2
- Castillo E. B. 2010. Diagnóstico Ambiental del Manglar en la Laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero. Tesis Doctoral del Doctorado en Ciencias Ambientales. Unidad Académica de Ciencias de Desarrollo Regional de la Universidad Autónoma de Guerrero 168p.
- Chapman, H. Parker P. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trillas. México. 195 pp.
- Cintrón, G. y Y.N. Schaeffer. 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de norte y sur América. *Ciencia Interamericana*, 3: 4-15.
- Cintrón, G. y Y. Shaeffer-Novelli 1984. Methods for studying mangrove structure. In S. C. Snedaker and J. G. Snedaker (Eds.). *The mangrove ecosystem: research methods*. UNESCO, Paris, Francia: 91-113.
- Cintrón, G. y Y. Shaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la Ecología del Manglar. Oficina regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe – ROSTLAC, Montevideo. 106 p.
- CONABIO, 2009. Manglares de México: extensión y distribución. 2da edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pág. 99
- CONABIO. 2008. Los manglares de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 38p.
- Cottam, G. 1949. The Phytosociology of an Oak Wood in South-Western Wisconsin, *Ecology*. 30: 271-278.
- Cowardin, L. M., Carter V., Golet F.C y LaRoe E.T. 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. 131pp.

- Cruz, C. G. y H. A. Villegas C. 2002. Evaluación de plantaciones *Rhizophora mangle* L. y regeneración natural de *Conocarpus erectus* L. en el parque nacional lagunas de Chacahua, Oaxaca. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, No. 23. Memoria de residencia profesional. 16-32 Pp.
- Curtis, J. T. y R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- De la Lanza, E. G. y M. Cáceres. 1994. Lagunas costeras y el Litoral Mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México, 525 pp.
- Diego, E. 2006. "Informe anual del Dr. Eduardo Diego Valderrama, Sindico del H. Ayuntamiento de Acapulco 2006-2008, Presidente de la Comisión de Salud Mpal
- Etchevers, B.J.D. 1995. Manual para la interpretación de resultados de análisis de suelo, área de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillos.
- Gilman, E., Ellison, J., Coleman, R., 2007. Assessment of mangrove response to projected relative sea-level rise and recent historical reconstruction of shoreline position. *Environ. Monit. Assess.* 124, 112–134.
- Giraldo, S.B. 2005. Belowground productivity of mangrove forests in southwest Florida. Dissertation. Louisiana State University, Baton Rouge, LA. p.181.
- González, A. E. 1993. Producción Orgánica de las comunidades de Manglares establecidas en Barra de Tecoanapa, Guerrero, México. Tesis Profesional de Licenciatura de Ecología Marina. Escuela Superior de Ecología Marina Universidad Autónoma de Guerrero 90p.
- Herrera-Silveira, J. A., Teutli-Hernández. C., Zaldívar-Jiménez, A., Pérez-Ceballos, R., Cortés-Balán, O., Osorio-Moreno, I., Ramírez-Ramírez, J., Caamal-Sosa, J., Andueza-Briceño, M. T., Torres, R. y H. Hernández-Aranda 2014. Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: Península de Yucatán. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. FN009. México D. F.
- INEGI. 2005. Conjunto de datos vectoriales geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Aguascalientes, México.
- López-Portillo, J. A. 2012. Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: inicio de una red multi-institucional. Veracruz. Instituto de Ecología A.C. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. FN007. México D. F.
- López-Portillo, J. y Ezcurra, E. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques*, Número especial, 27-51.
- Lugo, A. E. and S. C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64.
- Orihuela B. D. E. 2001. Flujo de materia en un bosque de manglar de la costa de Chiapas. Producción de hojarasca, herbivoría, degradación y exportación de detritus. Tesis de Maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, Colegio de la Frontera Sur, Ecosur Chetumal. 98pp.
- Ortiz, P. M.A.; Figueroa, M.E.J. y Salazar, E. M. P. 2008. Regiones naturales del estado de guerrero. Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México, México D.F. Pág. 17-35. Tomado de Sánchez C.A. 2008.

Geografía y procesos territoriales en el estado de Guerrero, Universidad Autónoma de Guerrero, sociedad mexicana de geografía y estadística pág. 293.

- Palma, G. 2006. "Revelaciones del desastre" Negligencia y la corrupción que el huracán Wilma puso al desnudo, editorial Grijalbo. Actualidad, México D.F.
- Pineda O. R. 2012. Dinámica y Estructura del Manglar en la Laguna de Mitla, municipio de Coyuca de Benítez Guerrero México. Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales, Unidad Académica de Ecología Marina de la Universidad Autónoma de Guerrero 84p.
- Pool. D.J. S.C. Snedaker y A.E. Lugo. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotropica* 9 (3): 195-212.
- Romero B. E. I. 2006. Estructura y Composición de los Bosques de Manglar en el Sistema Lagunar de Carretas-Pereyra, Reserva de la Biosfera, La Encrucijada, Chiapas; México. Tesis de licenciatura en Biología Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula y Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Escuela de Biología. Tuxla Gutiérrez, Chiapas, 77pp.
- SEMARNAT, 2003. <http://www.bios-iguana.com/manglares/2-boletin-0431.php>
- Spalding, M., Kainuma, M. y Collins, L. 2010. World Atlas of Mangroves. (London, UK and Washington, DC, USA: Earthscan).
- Tomlinson, P.B. 1986. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press. Cambridge. 413 p.
- Tovilla, H.C. Orihuela, B. D. E. 2004. Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. *Maderas y Bosques*, II Núm. Especial 45-61p.
- Tovilla, H. C. y Orihuela B. D. E. 2002. Manual de Técnicas y Métodos de Restauración de Zonas Alteradas en Manglares. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera ECOSUR, Tapachula, Chiapas México, 98pp.
- Tovilla, H. C. y Orihuela, B. D. E. 2002. Floración, establecimiento de propágulos y supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecoanapa, Guerrero, México. *Maderas y Bosques*, Número Especial. I 89-102.
- Tovilla H. C. 1998. Ecología de los Bosques de Manglar y Algunos Aspectos Socioeconómicos de la Zona Costera de Barra de Tecoanapa, Guerrero, México. Tesis doctoral, División de Estudios de Posgrados, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 365 p.
- Valdez-Hernández, I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, Costa Pacífica de México. *Madera y Bosques*, Número especial: 129-145.
- Yáñez-Arancibia, A., J.W. Day, R.R. Twilley y R.H. Day. 2014. Manglares; ecosistema centinela frente al cambio climático, Golfo de México. *Madera y Bosques* 20(3):39-75.