



# Medición de los niveles de salinidad en zonas extintas y zonas con presencia de manglar del complejo Bahía de Jiquilisco.

Monzón, F., Rovira, M., y Amaya, N.

*Proyecto UCA-FIAES*

fmonzon@uca.edu.sv

**Abstract** - El siguiente estudio se realizó con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas en los niveles de salinidad de los suelos de manglares sanos y manglares que se encuentran deforestados de la zona de la Bahía de Jiquilisco. Para ello se tomó al manglar El Dorado como manglar de referencia, por encontrarse este con una vegetación abundante, y como manglares en mal estado (deforestados) al manglar La Anciana, El Llorón y Copante, todos ubicados en la zona suroccidental de la Bahía de Jiquilisco. Para ello se realizaron 7 muestreos, de diciembre de 2013 a agosto de 2014, de manera de obtener datos en época seca y en época lluviosa. Durante los muestreos se tomó muestras integradas de suelos de tres puntos de cada zona de manglar, con el fin de determinar en cada una de ellas los parámetros de pH, humedad, materia orgánica, textura, aporte de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, sodio y magnesio. Se realizó un análisis estadístico de los resultados, comparando estos con el patrón de lluvias registrado en ese período, obteniéndose que si existen diferencias significativas entre El Dorado (sitio de referencia) y el resto de sitios sujetos de evaluación (sitios deforestados). Estas diferencias se

perciben en los meses de diciembre, enero, marzo, abril y agosto, especialmente en la concentración de sales (potasio, sodio, magnesio) presentando El Dorado siempre concentraciones más bajas que en el resto. Podría interpretarse que el aporte de agua en las zonas evaluadas proviene principalmente de la lluvia, por lo que en invierno esta compensa en los suelos la falta de irrigación de agua por otros medios, reforzando la hipótesis que la deforestación en estos sitios es debida a la modificación en la hidrología natural.

**Palabras claves:** Azolvamiento de canales, Bahía de Jiquilisco, manglares, salinidad de suelos.

## I. INTRODUCCIÓN

El término mangle proviene de la combinación de la palabra portuguesa árbol (mangue) y la palabra inglesa utilizada para referirse a una zona de árboles (arboleda). Este término se utiliza para incluir los arbustos y árboles que viven en la zona

intermareal y submareal somera del trópico y subtrópico [MANGLE 2008].

El ecosistema de manglar constituye uno de los ambientes más productivos de las costas tropicales alrededor del mundo, posee un considerable valor ambiental y económico ya que sirven como barreras protectoras contra tsunamis e inundaciones costeras; evitan la erosión de la costa; son refugio de reproducción de diferentes especies y lugar de alimentación de fauna de gran valor comercial como camarones, peces y crustáceos [MARN, on line]

Lamentablemente, de acuerdo con estimaciones recientes, El Salvador, ha seguido, e incluso superado la tendencia mundial en cuanto a pérdida de manglares, observándose una disminución de cobertura en torno al 60% desde 1950 hasta la actualidad, tal como se muestra en la figura 1.

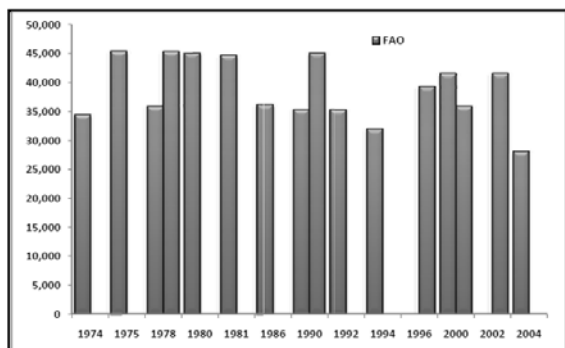


Fig. 1 Variación de la cobertura manglar en El Salvador, período 1974-2004, en base a las compilaciones de FAO y FUSADES. (Rivera, 2010).

En el presente solo hay 40 mil hectáreas de manglar en todo el país y el 80% está concentrado en la Bahía de Jiquilisco [MARN, on line]. Este ecosistema manglar de El Salvador es prioritario también a nivel mundial, porque representan el 46.82% de los Manglares de la Costa Norte del Pacífico Seco en Mesoamérica, una eco región cuyo estado ha sido declarado Crítico.

Como es ampliamente conocido, en estos ecosistemas se desarrollan un sinnúmero de procesos naturales fundamentales para el mantenimiento de los servicios ambientales que brindan a las comunidades, y son además la base de los medios de vida de la mayor parte de las comunidades locales de la zona [UNESCO, 2007].

Este ecosistema ha sido fuertemente afectado por actividades humanas y fenómenos naturales, lo que ha ocasionado pérdida de biodiversidad y disminución en la cobertura boscosa dando como resultado un significativo deterioro en las funciones naturales del mismo.

Algunas de las causas de la degradación del ecosistema de manglar a nivel nacional son: incremento desordenado y no planificado de salineras y camaroneras; contaminación por agroquímicos, desechos sólidos, vertidos domésticos e industriales; erosión debida a prácticas agrícolas y pecuarias insostenibles en las partes altas y medias de las cuencas, que provocan el azolvamiento de esteros y bahías; tala indiscriminada y conversión a tierras agrícolas para plantaciones de caña de azúcar y granos básicos; expansión de asentamientos humanos y proyectos urbanísticos y turísticos que irrespetan la integridad del manglar y ecosistemas costeros asociados [MARN, on line].

Algunas de las zonas afectadas por estos factores poseen aún capacidad de regeneración. Sin embargo, hay zonas de este bosque que han perdido esa capacidad y donde los esfuerzos de reforestación han sido inútiles.

Apoyados en estudios que han demostrado que los cambios en los niveles de salinización del suelo podrían afectar de esta manera a los manglares y basados en experiencias de campo a través de las cuales se ha logrado la restauración por medio de reapertura de canales para irrigación de agua tanto dulce como salada; se propuso como objetivo principal de esta investigación medir los niveles de salinidad en zonas extintas y zonas con presencia de manglar, del complejo Bahía de Jiquilisco para evaluar si existen diferencias significativas entre las condiciones físico-químicas del suelo y en la vegetación de las zonas estudiadas. Esperando que con los resultados obtenidos se genere información que respalde las acciones y medidas que puedan tomarse en el rescate de los bosques salados.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Ubicación y selección de las zonas de estudio

Las zonas de manglar en las cuales se llevó a cabo la investigación se encuentran en la región suroccidental de la Bahía de Jiquilisco. La selección de estos sitios se realizó en base a visitas de campo; a observación en fotografías satelitales; a consultas hechas a biólogos expertos en el tema de bosques salados, y a personal técnico del MARN y FIAES (Ver figura 2).



Fig. 2 Proceso de selección de las zonas de estudio.

Las zonas de estudio seleccionadas y su ubicación se observan en la figura 3.



Fig. 3 Ubicación de las zonas de muestreo seleccionadas.

Se eligieron las zonas de Copante (Figura 4) y La Anciana (Figura 5) porque estos sitios tienen muerte de manglar y además son

lugares donde no ha sido posible la regeneración de los mismos. La zona de El Dorado (Figura 6) es un manglar en buen estado; por lo tanto, fue utilizado como punto de referencia para realizar la investigación. Además se incluyó la zona de El Llorón (Figura 7) debido a que en ella se ha logrado la recuperación de una parte del bosque de manglar con la aplicación de la técnica “Restauración Ecológica del Manglar” (REM). Con respecto a la investigación de este último sitio, debemos resaltar que el muestreo fue realizado, no en las zonas ya restauradas sino en las más deforestadas del manglar.



Fig. 4 Copante.



Fig. 5 La Anciana.



Fig. 6 El Dorado.



Fig. 7 El Llorón.

### B. Muestreos

Una vez seleccionadas las zonas de estudio se procedió a la calendarización de los muestreos; a la definición de las metodologías para toma y conservación de muestras y a la determinación de las metodologías de análisis.

Se realizaron 7 muestreos entre diciembre de 2013 y agosto de 2014, con el propósito de obtener datos tanto de la época seca como de la época lluviosa. En cada uno de los muestreos de las diferentes zonas se recolectaron tres muestras cada una de ellas constituidas por muestras integradas, con el objetivo de determinar en el laboratorio los parámetros de humedad, materia orgánica, conductividad, textura, aporte de nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, calcio y magnesio. Además se realizó en cada punto de muestreo la medición del pH del suelo con

equipo de medición portátil. En la figura 8 se observa el proceso de recolección de las muestras.



Fig. 8 Recolección de muestras de suelo.

También se midió en el agua del subsuelo o de canales cercanos a cada zona de muestreo, los parámetros de pH, oxígeno disuelto y salinidad, con equipo de medición portátil, tal como se muestra en la figura 9.



Fig. 9 Medición de parámetros de agua en el sitio.

Paralelamente, un experto realizó en los sitios La Anciana, El Copante y El Dorado, una evaluación de la vegetación predominante en el manglar utilizando parcelas de cien metros cuadrados, dejando registro de las especies al interior de la misma y de su circunferencia.

Se realizó también el muestreo de *Ucides occidentalis* (punche) como especie representativa del manglar, mediante el conteo de madrigueras y observación de individuos. En la figura 10 se muestra el proceso de toma de datos de la vegetación y densidades del crustáceo *Ucides occidentalis* (punche).



Fig. 10 Toma de datos de la vegetación y densidades del crustáceo *Ucides occidentalis* usando cuadrantes.

### III. RESULTADOS

El muestreo de agua se realizó en las fuentes de agua y en subsuelo de las zonas en estudio. Es necesario aclarar que durante la época seca no se encontró fuentes de agua en algunos sitios.

En los resultados obtenidos en parámetros medidos en las muestras de aguas de las zonas de manglar, se observa que el rango de valores en los que se encontró el pH para los cuatro sitios muestreados es entre 5.94 y 8.06, lo cual indica que en general el agua de la zona está entre débilmente ácida a débilmente básica.

En cuanto a la salinidad se encontraron valores entre 8.0 y 23.0 ppt, lo que refleja que la calidad de agua de estas zonas es salobre.

Para el oxígeno disuelto los valores encontrados fueron entre 0.29 y 4.1 mg/L. Estos valores bajos de OD reflejan que es difícil al subsistencia de la vida acuática en algunas zonas, pues el nivel óptimo reportado en acuicultura debe estar por arriba de 4 mg/L.

Los análisis realizados en laboratorio para las muestras de suelos y aguas se basaron en las metodologías oficiales Manual de técnicas de análisis de suelos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México y en Los Métodos Estándares para aguas y aguas de desecho de la APHA.

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del suelo para los parámetros de pH, humedad, materia orgánica, conductividad, fósforo, potasio, calcio, sodio y magnesio se muestran en la tabla 1. En las figuras de 11 a la 18 se presentan en gráficas los resultados de los suelos de cada uno de los parámetros medidos durante el proyecto.

TABLA I  
VALORES PROMEDIOS POR SITIO OBTENIDOS EN LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE SUELOS

Mes	Zona de muestreo	pH	Humedad (%)	Materia Orgánica (%)	Conductividad (µMohs)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Calcio (ppm)	Sodio (ppm)	Magnesio (ppm)
Dic-13	La Anciana	5.9	14.6	0.77	17667	50	34264	2159	2773	2036
	El Llorón	5.1	12.2	0.83	16633	58	39454	1950	2871	1755
	El Dorado	5.7	20.2	0.70	13583	66	32000	2253	2958	1555
	Copante	5.1	9.7	0.86	12583	46	31035	1193	2045	1406
Ene-14	La Anciana	4.7	18.5	0.73	32375	16	737	1615	3311	1892
	El Llorón	4.3	12.9	0.81	41667	31	797	1554	7795	3153
	El Dorado	4.4	17.2	0.69	24750	22	465	1448	3100	1814
	Copante	5.4	13.5	0.76	29083	38	715	1121	2055	2026
Mar-14	La Anciana	5.5	21.2	0.71	35917	15	710	950	2740	1570
	El Llorón	5.0	14.9	0.78	34375	64	677	862	6685	1359
	El Dorado	4.5	23.7	0.63	19333	11	532	714	3790	926
	Copante	5.1	16.7	0.72	29667	21	598	969	2572	1281
Abr-14	La Anciana	3.6	13.8	0.78	51583	33	1604	3345	25107	5813
	El Llorón	4.7	11.5	0.81	47167	33	1159	2610	24843	4532
	El Dorado	4.8	10.9	0.79	40000	29	948	1920	20772	5871
	Copante	4.3	18.9	0.65	64083	28	1904	6328	43593	9423
Jun-14	La Anciana	5.5	10.0	0.79	87417	73	663	1154	12495	2844
	El Llorón	5.7	9.6	0.85	116667	44	727	1099	18508	3525
	El Dorado	5.5	17.5	0.71	102917	58	701	1355	16315	2379
	Copante	6.2	11.2	0.81	21500	64	749	8521	19484	83362
Jul-14	La Anciana	5.7	8.3	0.80	6630	41	514	727	11537	1434
	El Llorón	5.3	10.5	0.84	9593	50	569	789	19565	2029
	El Dorado	5.5	6.1	0.88	7485	26	466	607	13103	1563
	Copante	5.7	6.5	0.89	7205	30	358	546	11526	1199
Ago-14	La Anciana	6.3	14.8	0.74	23667	36	1159	1355	19099	2608
	El Llorón	5.4	14.0	0.83	174917	51	1027	1873	21140	3450
	El Dorado	5.5	9.9	0.83	122000	43	712	1132	13164	1553
	Copante	5.6	13.5	0.81	84050	40	968	933	15120	1877

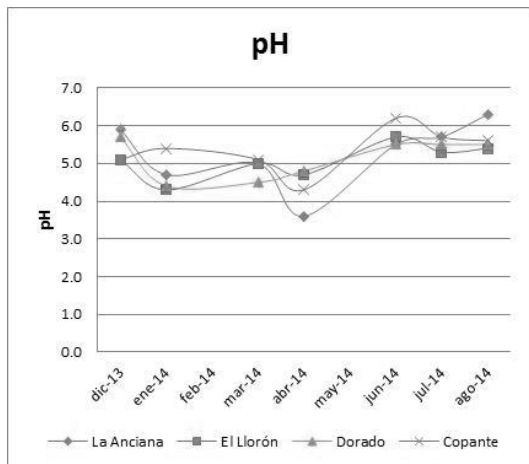


Fig. 11 Resultados de pH en los cuatro puntos de muestreo.

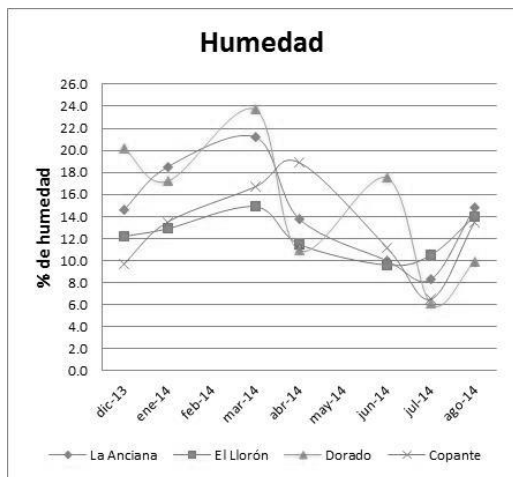


Fig. 12 Resultados del porcentaje de Humedad en los cuatro puntos de muestreo.

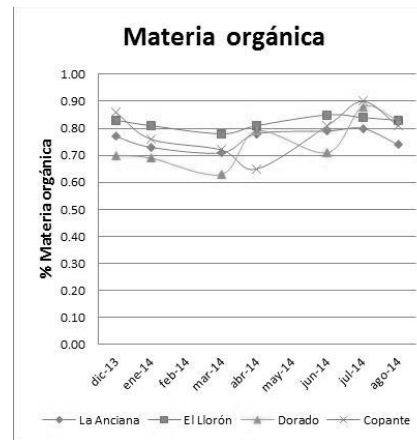


Fig. 13 Resultados del porcentaje de materia orgánica en los cuatro puntos de muestreo.

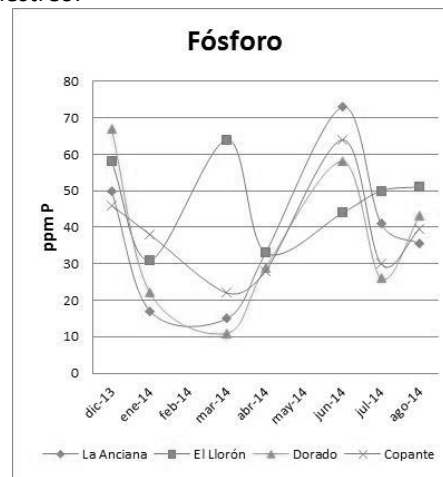


Fig. 14 Resultados del fósforo (en partes por millón) para los cuatro puntos de muestreo.



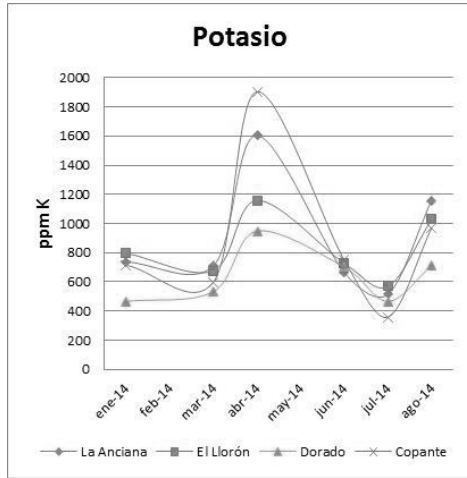


Fig. 15 Resultados del fósforo (en partes por millón) para los cuatro puntos de muestreo.

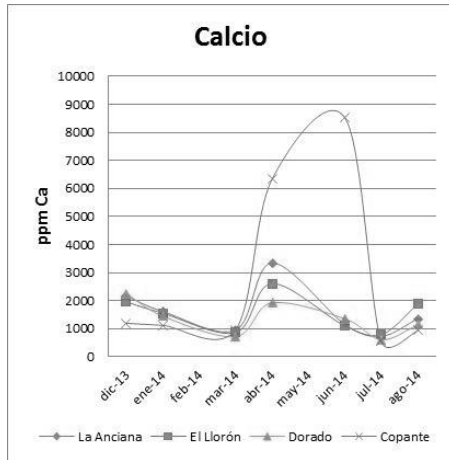


Fig. 16 Resultados del calcio (en partes por millón) para los cuatro puntos de muestreo.

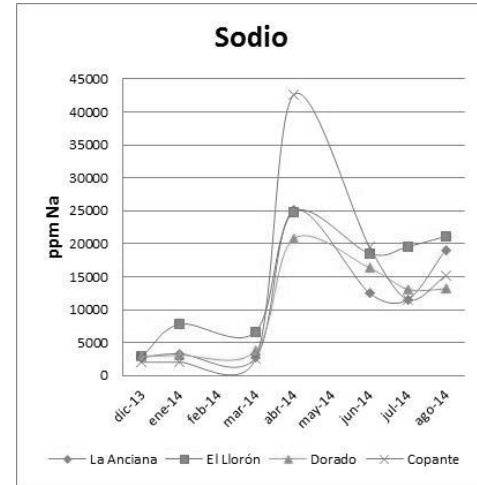


Fig. 17 Resultados del sodio (en partes por millón) para los cuatro puntos de muestreo.

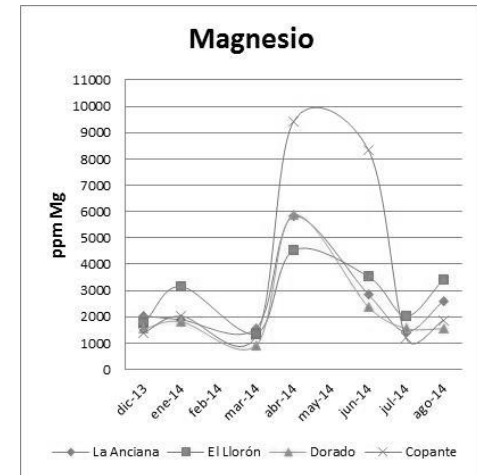


Fig. 18 Resultados del magnesio (en partes por millón) para los cuatro puntos de muestreo.

## Niveles de salinidad en zonas extintas y con presencia de manglar del complejo Bahía de Jiquilisco

La textura del suelo hace referencia al tamaño de las partículas elementales obtenidas, de forma que el porcentaje de arena, arcilla y limo de un suelo determinan la textura de este, determinándose con la ayuda del triángulo de textura (Andrades, 2014). En cuanto a los resultados de textura de los suelos, en todas las zonas muestreadas se observan suelos de tipo franco, franco arenoso, franco limoso y franco arcilloso.

El aporte de nitrógeno determinado en todas las zonas dio como resultado niveles relativos de muy bajo a bajo, es decir entre el rango de 0.05% y 0.10% (González, V. et al).

Se realizó un análisis estadístico de los resultados y se observó que existen diferencias significativas entre El Dorado (sitio de referencia) y el resto de sitios sujetos de evaluación (sitios deforestados). Los parámetros en los que hubo diferencias significativas fueron: humedad en diciembre; conductividad en enero y marzo; potasio en enero, abril y agosto; magnesio en marzo; y sodio en agosto.

En la tabla 2 se realiza un resumen de estas diferencias observadas.

TABLA II  
MESES CON HALLAZGOS SIGNIFICATIVOS EN LOS PARÁMETROS

Mes	Parámetros con diferencia significativa
Diciembre 2013	Humedad
Enero 2014	Conductividad y Potasio
Marzo 2014	Conductividad y magnesio

Abril 2014	Potasio
Junio 2014	--
Julio 2014	--
Agosto 2014	Humedad, Potasio y Sodio

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados fueron comparados con el patrón de precipitaciones registrada durante el período del proyecto. Estos datos se muestran en la figura 19.

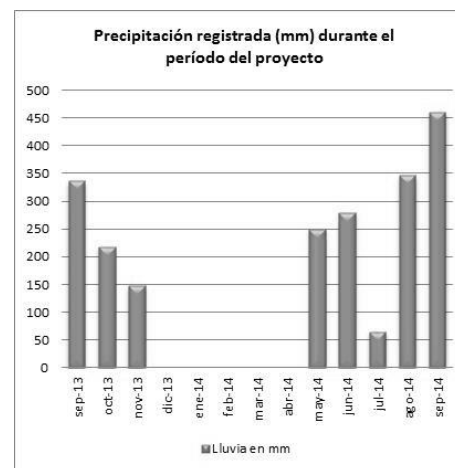


Fig. 19 Precipitación registrada en milímetros, durante el período del proyecto reportado en la estación Beneficio La Carrera. (Datos proporcionados por la Unidad de Gestión de datos e información, del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

Al observar la Figura 19 que describe las precipitaciones durante el período del proyecto, se observa que los meses en los que hubo diferencias significativas en los parámetros, coinciden con la época seca, a excepción de agosto que se ubica en la época lluviosa pero justo después de un periodo de muy poca precipitación (julio 2014).

Las diferencias se observan mayormente en la concentración de sales (potasio, sodio, magnesio) presentando El Dorado siempre concentraciones más bajas que en el resto, lo que explica porque la conductividad es más baja en este sitio.

El parámetro humedad es más alto en El Dorado, esto se explica porque al haber mayor vegetación esta guarda mejor la humedad en los suelos.

Del muestreo de vegetación, se puede observar en la figura 20, la distribución de las especies de manglar en los sitios de estudio.

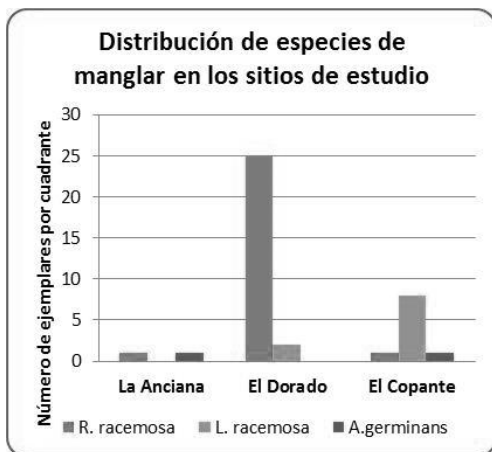


Fig. 20 Distribución de especies de manglar *Rizophora racemosa* (Mangle Rojo), *Laguncularia racemosa* (Sincagüite) y *Avicennia germinans* (Istatén) en las zonas de estudio (Córdova, 2014).

El estudio de vegetación mostró la presencia de tres especies de manglar: Mangle Rojo, Sincagüite e Istatén. En El Dorado la especie predominante es Mangle Rojo, especie entre las tres con menor tolerancia a la salinidad de suelos y en La Anciana y El Copante donde se ha observado concentraciones más altas de salinidad en época seca, se observan muy poco ejemplares de esta especie. La resistencia de cada especie a la salinidad de suelos se detalla en la tabla 3.

TABLA III  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD DE LAS TRES ESPECIES DE MANGLAR ENCONTRADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Especie de mangle	% de salinidad de suelo	
	Mínimo	Máximo
<i>Rizophora racemosa</i> (mangle rojo espigado)	0	65
<i>Laguncularia racemosa</i> (sincaguite, mangle blanco)	0	90
<i>Avicennia germinans</i> (istatén)	0	100

(Córdova, 2014).

La Anciana es el lugar con las peores condiciones con claras evidencia de vegetación nuclear de manglar secándose, y escasa regeneración (ver figura 21).

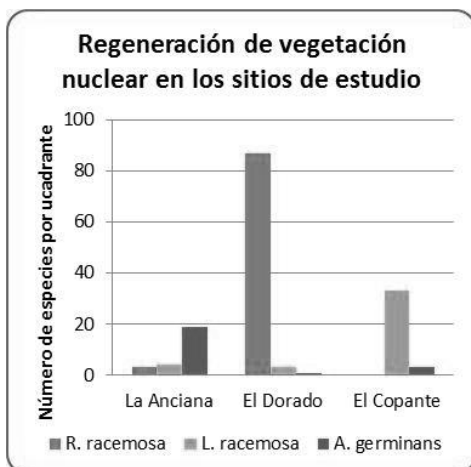


Fig. 21 Regeneración de vegetación nuclear en las zonas de estudio (Córdova 2014).

En El Copante en época lluviosa se pudo observar una inundación prolongada, con vegetación seca y otros tipos de vegetación como gramíneas, verdolaga.

El Dorado presentó las mejores condiciones en términos generales representando el típico bosque de manglar, con valor importantes de DAP (diámetro a la altura del pecho), densidad, cobertura foliar y estabilidad. No obstante, también mostró inundaciones prolongadas con un espejo de agua de escaso grosor, este fenómeno probablemente sea consecuencia del azolvamiento de canales estuarinos por donde se drena y por donde se vierte agua a la zona interna del manglar (Córdova, 2014).

Se realizó una evaluación de la pérdida de vegetación de manglar a través del conteo de árboles seco. Estos resultados

se muestran en la figura 22, resultando que La Anciana es donde se encontraron más árboles secos de las tres especies, seguidos por El Dorado, siendo en éste la especie más afectada el Sincagüite. En El Copante se reporta la menor cantidad de árboles secos, sin embargo se observan áreas bastante deforestadas y que se inundan en la época lluviosa.

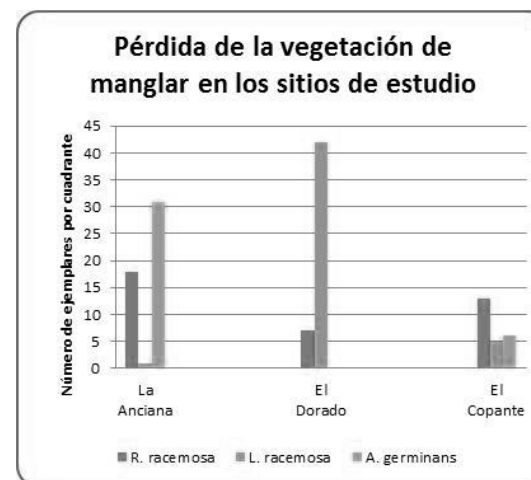


Fig. 22 Pérdida de vegetación de manglar en los sitios de estudio.

En el muestreo de *Ucides occidentalis* (punche) se observaron madrigueras de punches en El Copante y en El Dorado, y solamente en este último se encontraron cangrejos de esta especie. Contrastando estos datos con el estudio realizado por Rivera (2013), en el que se reporta que el principal alimento de este punche es el Mangle Rojo, se puede explicar su ausencia en El Copante y La Anciana donde hay muy poca presencia de Mangle Rojo (ver Figura 20).



#### IV. CONCLUSIONES

Existen diferencias en los niveles de salinidad de los suelos en las zonas con extintas y zonas con presencia de manglar, lo que resulta en diferencias significativas de las condiciones fisicoquímicas del suelo. La diferencia en los niveles de salinidad, observadas en la época seca, entre El Dorado (sitio de referencia) y los sitios con deforestación, están asociadas a la ausencia de agua en el suelo. Podría interpretarse que el aporte de agua en las zonas evaluadas proviene principalmente de la lluvia por lo que en invierno esta compensa en los suelos la falta de irrigación de agua por otros medios, reforzando la hipótesis que la deforestación en estos sitios es debida a la modificación en la hidrología natural.

#### V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Rivera and T. C. Cuellar, "El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco Sector Occidental," *San Salvador*, 2010. MARN, "La restauración y conservación inclusiva de manglares: estrategias de adaptación al cambio climático." [Online]. Available: [http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1987%la-restauracion-y-conservacion-inclusiva-de-manglares-estrategias-de-adaptacion-al-cambio-climatico&catid=1%noticias-ciudadano&Itemid=77](http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=1987%la-restauracion-y-conservacion-inclusiva-de-manglares-estrategias-de-adaptacion-al-cambio-climatico&catid=1%noticias-ciudadano&Itemid=77). [Accessed: 13-Nov-2014].
- [2] UNESCO. RESERVA DE BIOSFERA XIRIHUALTIQUE-JIQUILISCO. Programa el Hombre y la Biosfera (MAB) - Formulario de propuesta de Reserva de Biosfera – Marzo 2007
- [3] ASOCIACION MANGLE/FIAES - UES/ICMARES (2008)

- [4] Estructura y composición del complejo manglar/estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco
- [5] APHA, American Public Health Association. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed.
- [6] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México. 2006. Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. 184 p.
- [7] Andrades, M., Martínez, M. 2014. Universidad De La Rioja. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3ª edición.
- [8] González, V., Leal, M., Lillo, J., Bustamante, I. y Palacios, P. Ministerio de Economía y Competitividad de España. Guía de caracterización edáfica para actividades de regeneración de aguas residuales en usos ambientales. 35 p.
- [9] Córdova, D. 2014. Diagnóstico de tres sitios de Ecosistema de Manglar en el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, Usulután. Informe técnico.