



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS MONTECILLO**

POSTGRADO DE EDAFOLOGÍA

**EVALUACIÓN DEL CARBONO Y NUTRIMENTOS  
EDÁFICOS POR CLASE DE GEOFORMA Y TIPO  
DE MANGLAR EN MARISMAS NACIONALES,  
NAYARIT**

**EDUARDO VALDÉS VELARDE**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

**DOCTOR EN CIENCIAS**

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2010

La presente tesis titulada: “**Evaluación del carbono y nutrimentos edáficos por clase de geofoma y tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit**”, realizada por **Eduardo Valdés Velarde**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

EDAFOLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

ONSEJERO:

---

DR. VÍCTOR MANUEL ORDAZ CHAPARRO

DIRECTOR:

---

DR. JUAN IGNACIO VALDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:

---

DR. JUAN FERNANDO GALLARDO LANCHO

ASESOR:

---

DR. JOEL PÉREZ NIETO

ASESOR:

---

DR. MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ LÓPEZ

Montecillo, Texcoco, México, enero de 2010

# EVALUACIÓN DEL CARBONO Y NUTRIMENTOS EDÁFICOS POR CLASE DE GEOFORMA Y TIPO DE MANGLAR EN MARISMAS NACIONALES, NAYARIT

Eduardo Valdés Velarde, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2010

En manglares de Marismas Nacionales, Nayarit se analizaron 300 muestras compuestas de suelo colectadas mediante el método de la barrena para analizar el contenido de CS en dos temporadas: lluvias (año 2004) y sequía (año 2005), por el método del analizador. De la temporada de sequía se tomaron 46 muestras para cada componente edáfico: fracción mineral del suelo, biomasa subterránea y mantillo, a las cuales se les evaluó además N, S, P, K, Ca, Mg, pH, CE y textura. Todas las variables se relacionaron con la clase de geoforma y el tipo de manglar. Los promedios más altos de CS se encontraron en las geoformas Isa e Ise (117.6 y 128.5 Mg C ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Los menores, en las geoforma Bar y Bra (61.1 y 54.6 Mg C ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para ambas temporadas). En los tipos de manglar, Lr mostró el contenido de CS más alto (106 Mg C ha<sup>-1</sup>) en temporada de lluvias y el más bajo (58 Mg C ha<sup>-1</sup>) en temporada de sequía. En general, los manglares que más contribuyeron al contenido de CS se encontraron en geoformas de orilla y tipos de manglar con predominio de *L. racemosa* y *A. germinans*. La clase de geoforma y el tipo de manglar sí influyeron en el contenido de CS. Hubo diferencias significativas en CS entre temporadas (mayor contenido en lluvias) sólo en tipos de manglar pero no en clases de geoforma. Hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en las relaciones C/N de los tres componentes edáficos estudiados, lo mismo que en K, Ca y Mg entre clases de geoforma y tipos de manglar. Se confirmó la utilidad en distinguir por clases de geoforma y tipos de manglar para evaluar contenido de C edáfico y las variables asociadas a este elemento.

**Palabras clave:** fracción mineral del suelo, biomasa subterránea, mantillo, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*.

# EVALUATION OF THE EDAPHIC CARBON AND SOIL NUTRIENTS FOR LANDFORM CLASS AND MANGROVE TYPE IN MARISMAS NACIONALES, NAYARIT

Eduardo Valdés Velarde, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2010

In mangroves of Marismas Nacionales, Nayarit 300 samples of soil were collected by means of the method of the drill to analyze the content of SC in two seasons: rains (year 2004) and drought (year 2005), for the analyzer's method. Of the season of drought it's took 46 samples for each edaphic component: mineral fraction of the soil, underground biomass and mulching, to which were also evaluated N, S, P, K, Ca, Mg, pH, EC and texture. All the variables were related with the landform class and the mangrove type. The highest averages in SC were in the landform Isa and Ise (117.6 and 128.5 Mg C ha<sup>-1</sup>, respectively). The minor, in the landform Bar and Bra (61.1 and 54.6 Mg C ha<sup>-1</sup>, respectively, for both seasons). In the mangrove types, Lr showed the higher content of SC (106 Mg C ha<sup>-1</sup>) in season of rains and the lowest (58 Mg C ha<sup>-1</sup>) in season of drought. In general, the mangroves that more contributed to the content of SC were in bank landforms and in the mangrove types with prevalence of *L. racemosa* and *A. germinans*. The landform class and the mangrove type influenced for sure in the content of SC. There were significant differences in SC among seasons (bigger content in rains) only in mangrove types but not in landform classes. There were significant differences ( $p < 0.05$ ) in the relationships C/N of the three edaphic component studied, the same performance that in K, Ca and Mg between landform classes and mangrove types. It's confirmed the utility in distinguishing for landform classes and mangrove types to evaluate content of SC and the variables associated to this element.

**Key words:** mineral fraction of the soil, underground biomass, mulching, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangrove*.

## AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que con sus impuestos financiaron parte de mi formación, a través del Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACYT) y del Colegio de Postgraduados.

Al CONACYT por la beca otorgada para mis estudios de doctorado, y por financiar la primera parte de esta investigación.

Al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el Instituto de Recursos Naturales (CSIC-IRNASA) de Salamanca, y a la Universidad de Salamanca (España), por recibirme en sus instalaciones durante el año 2006, y por apoyarme gratuitamente con materiales, equipo y asesoría para el análisis de las muestras colectadas en 2005.

Al World Wild Found (WWF) por la beca “Príncipe Bernhard” que me otorgó en 2007 y por financiar la finalización de esta investigación.

A mi Consejo Particular, por concederme el honor de asesorarme y por creer siempre en la importancia de este trabajo:

Al Dr. Víctor M. Ordaz Chaparro, por la enorme paciencia que tuvo conmigo, por su confianza y por enseñarme a disfrutar de estos estudios de posgrado, en lugar de sufrirlos. Gracias por invitarme a realizar mi doctorado en esta institución y por animarme siempre a ir más allá de lo convencional.

Al Dr. Juan Ignacio Valdez Hernández, por su amistad, por la grata imagen que siempre ha tenido de mi desempeño, y por darme a conocer la belleza y la enorme importancia ecológica de los manglares. Gracias por enseñarme a tener un alto

sentido de la ética y la responsabilidad con el trabajo científico. En especial, gracias por la valiosa dirección de mi investigación.

Al Dr. Juan F. Gallardo Lancho, por el gran apoyo y consejos que siempre me ha otorgado, en tiempo y forma, y por la enorme disposición y esmero que mostró conmigo y con mi familia en sus atenciones durante nuestra estancia en España. Gracias por permitirnos a todos los que hemos aprendido de él, cosechar un poco de su enorme experiencia y amplios conocimientos científicos.

Al Dr. Joel Pérez Nieto, porque mucho de lo que he logrado en mi vida académica y profesional se lo debo a él. Su apoyo y consejos, primero como profesor y ahora como colega y amigo, han sido claves para concretar este nuevo logro en mi vida.

Al Dr. Miguel Ángel López L., quien a pesar de integrarse en la parte final de mi trabajo por razones administrativas, llegó en el momento justo para formar parte de mi comité particular; su don de gente y su trato siempre amable, gentil y respetuoso merecen todo mi reconocimiento y gratitud.

A la Dra. María Isabel González Hernández, por su invaluable ayuda durante los análisis de laboratorio en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de Salamanca, y por todas sus amables atenciones durante mi estancia en Salamanca, España.

Al Dr. Jorge D. Etchevers B., por transmitirme un poco de sus vastos conocimientos en el tema del carbono, y por la cordialidad y sencillez que siempre nos ha mostrado a los que hemos convivido con él.

Al M. C. Arturo Curiel Rodríguez, por su desinteresado y enorme apoyo en el análisis estadístico, y por ser un excelente colega y compañero de trabajo.

A todos los profesores del CP con quienes tuve la suerte de tomar clase... gracias por todo!

A mi *alma mater*, la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.

A mi muy querida Universidad Autónoma Chapingo, por darme los mejores y más decisivos conocimientos, que me han permitido desempeñarme primero como estudiante de maestría y ahora como profesor-investigador de la misma, mi agradecimiento y orgullo de pertenecer a ella han sobrepasado mis más optimistas expectativas.

A mi muy apreciada institución: el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, que me recibió con los brazos abiertos, incluso por invitación directa para realizar mis estudios de doctorado.

A mis amigos del extranjero, a quienes por razones de espacio no los puedo mencionar a todos, pero cuyo apoyo y consejos contribuyeron a desarrollar mi trabajo en España y a disfrutar doblemente mi estancia en Europa. A Sara, por su grata compañía durante mi trabajo de laboratorio en el CSIC y por ser una excelente amiga en todo momento, tanto en México como en España; a Mayte, por su invaluable apoyo en los análisis químicos y por darme su amistad y confianza; a Silvia, muchas gracias por todo; a Daniel, Elena, Javi, Primi, Diego, Roberto y Sergio, por aceptarme como uno más de sus grandes amigos. Y a todos los demás gracias por convivir conmigo en las buenas y en las malas.

A mis grandes amigos de México, con quienes he compartido muchos de mis mejores momentos, y que de alguna manera contribuyeron, directa o indirectamente, a la consecución de esta tesis. A Judith Sánchez, mi constante compañera de cursos en los años 2004 y 2005, su amistad y compañía en esos años son parte ya de mis más gratos recuerdos de mi estancia en el CP. A la Sra. Ana Luisa Portillo (Anita), por sus invaluable e innumerables atenciones como secretaria de la Coordinación del Programa de Edafología del CP, donde tuve la fortuna de conocerla. A la Sra. Sandra (Sandy), secretaria del Dr. Ignacio Valdez en el Programa Forestal del CP, por su trato siempre tan dulce y gentil y por ayudarme en los trámites que realicé en su oficina. A Carlos Gil, mi eterno amigo de siempre. Una mención especial a mi fiel amigo y colega Ciriaco Ayala, cuyos atinados consejos me han servido sobremanera para hacer un mejor papel en mis estudios de postgrado, particularmente su apoyo

fue clave en la finalización de mi tesis doctoral. Y a todos los demás amigos que con su ayuda y atenciones aportaron algo o mucho para facilitarme el camino para llegar a esta meta, ¡¡muchas gracias por todo!!

Por último, dedico esta tesis con todo cariño a mi madre y a toda mi familia, por todo el amor y apoyo que siempre me han dado, de todo corazón, mi más sincero agradecimiento...

...Y a Elena, mi pareja y mi más querida amiga y compañera, quien llegó en el momento justo para ayudarme a concretar esta meta; sus innumerables atenciones y el inmenso apoyo que me ha brindado desde que nos conocimos fueron decisivos para llegar al final del camino. Mil gracias por estar conmigo...

# CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1 LOS HUMEDALES.....	17
2.1.1. <i>Definición y clasificación de humedales</i> .....	18
2.2 LOS MANGLARES .....	24
2.2.1 <i>Definición de manglares</i> .....	24
2.2.2 <i>Clasificación de los manglares</i> .....	25
2.3 LA ZONA DE MANGLARES EN EL ESTADO DE NAYARIT.....	32
2.4 PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE MANGLARES DE MÉXICO .....	36
2.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LOS MANGLARES .....	37
2.8 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CARBONO Y EL CICLO DEL CARBONO.....	46
2.12. COMENTARIOS DE LA REVISIÓN DE LITERATURA .....	55
<b>3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....</b>	<b>60</b>
3.1 OBJETIVOS GENERALES .....	60
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	60
3.3 HIPÓTESIS.....	61
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>62</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	62
4.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO .....	65
4.3 MUESTREO EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS (JULIO-AGOSTO 2004) .....	69
4.3.1 <i>Determinación de carbono edáfico</i> .....	70
4.4 MUESTREO EN LA ÉPOCA DE SEQUÍA (MAYO 2005).....	71
4.4.1 <i>Determinación de la densidad aparente en la época de sequía</i> .....	71
4.4.2 <i>Análisis mecánico</i> .....	71
4.4.3 <i>Determinación de pH y conductividad eléctrica</i> .....	72

4.4.4	<i>Determinación de carbono, nitrógeno y azufre en la fracción mineral del suelo ...</i>	73
4.4.5	<i>Determinación de fósforo, potasio, calcio y magnesio en la fracción mineral del suelo .....</i>	74
4.4.6	<i>Determinación de carbono, nitrógeno y azufre en biomasa subterránea y mantillo .....</i>	75
4.4.7	<i>Determinación de fósforo, potasio, calcio y magnesio en biomasa subterránea y mantillo .....</i>	76
4.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	78
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>79</b>
5.1	EVALUACIÓN DEL CARBONO EDÁFICO .....	79
5.1.1	<i>Contenido de carbono edáfico por clase de geoforma .....</i>	80
5.1.2	<i>Contenido de carbono edáfico por tipo de manglar .....</i>	88
5.1.3	<i>Carbono edáfico en manglares de Nayarit versus otros manglares de México y del mundo.....</i>	93
5.2	CONTENIDO DE CARBONO EDÁFICO ENTRE TIPOS DE MANGLAR DENTRO DE LAS CLASES DE GEOFORMA QUE MOSTRARON SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA .....	94
5.3	RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES ASOCIADAS AL CARBONO DE LA FRACCIÓN MINERAL, DE LA BIOMASA SUBTERRÁNEA Y DEL MANTILLO.....	102
5.3.1	<i>Conductividad eléctrica versus variables asociadas.....</i>	103
5.3.2	<i>Potasio del suelo versus variables asociadas .....</i>	106
5.3.3	<i>Magnesio del suelo versus variables asociadas.....</i>	106
5.3.4	<i>Densidad aparente versus variables asociadas .....</i>	109
5.3.5	<i>Limo en el suelo versus variables asociadas.....</i>	110
5.3.6	<i>Carbono del suelo versus variables asociadas.....</i>	110
5.3.7	<i>Relación carbono/nitrógeno de la biomasa subterránea versus variables asociadas .....</i>	111
5.3.8	<i>Azufre de la biomasa subterránea versus variables asociadas.....</i>	111
5.3.9	<i>Nitrógeno de la biomasa subterránea versus variables asociadas.....</i>	112
5.3.10	<i>Carbono de la biomasa subterránea versus variables asociadas .....</i>	112
5.3.11	<i>Magnesio de la biomasa subterránea versus variables asociadas.....</i>	112
5.3.12	<i>Calcio de la biomasa subterránea versus variables asociadas .....</i>	113
5.3.13	<i>Azufre del mantillo versus variables asociadas .....</i>	113
5.3.14	<i>Carbono del mantillo versus variables asociadas.....</i>	114

5.3.15 Fósforo del mantillo versus variables asociadas .....	114
5.3.16 Calcio del mantillo versus variables asociadas.....	114
5.3.17 Magnesio del mantillo versus variables asociadas.....	114
5.3.18 Potasio del mantillo versus variables asociadas.....	115
5.3.19 Resumen de las relaciones entre las variables asociadas al carbono edáfico..	115
5.4 RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE MANGLAR Y LAS VARIABLES ASOCIADAS AL CARBONO EDÁFICO DENTRO DE LAS CLASES DE GEOFORMA.....	116
5.4.1 Relación con el contenido de limo en el suelo.....	118
5.4.2 Relación con el contenido de arena en el suelo .....	119
5.4.3 Relación con la conductividad eléctrica del suelo.....	120
5.4.4 Relación con la densidad aparente.....	122
5.4.5 Relación con el contenido de azufre en el suelo .....	123
5.4.6 Relación con el contenido de potasio en el suelo.....	124
5.4.7 Relación con el contenido de calcio en el suelo .....	125
5.4.8 Relación con y el contenido de magnesio en el suelo.....	126
5.4.9 Relación con el contenido de carbono en el mantillo.....	128
5.4.10 Relación con el contenido de fósforo en el mantillo.....	130
5.4.11 Relación con el contenido de azufre en el mantillo.....	131
5.4.12 Relación con el contenido de potasio en el mantillo .....	132
5.4.13 Relación con la relación carbono/nitrógeno en el mantillo.....	133
5.4.14 Relación con el contenido de nitrógeno en la biomasa subterránea .....	135
5.4.15 Relación con el contenido de calcio en la biomasa subterránea .....	136
5.4.16 Relación con el contenido de magnesio en la biomasa subterránea.....	138
5.4.17 Relación con la relación carbono/nitrógeno en la biomasa subterránea .....	138
5.4.18 Resumen de las relaciones entre el tipo de manglar y las variables asociadas al carbono edáfico dentro de la clase de geoforma.....	140
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>142</b>
<b>7. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>145</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>157</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1. Nombre del ejido y unidades de muestreo en Marismas Nacionales, Nayarit.....	61
Cuadro 4.2. Clases de geoforma y tipos de manglar obtenidos para los puntos de muestreo.....	65
Cuadro 5.1. Contenido promedio de carbono del suelo (CS) ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) por clase de geoforma y tipo de manglar en temporada de lluvias (2004) y de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México. Medias seguidas con letras distintas indican diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$ ) entre hileras.....	78
Cuadro 5.2. Contenido promedio de carbono del suelo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) por combinación de clases de geoforma y tipos de manglar en temporada de lluvias (2004) y de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México. Medias seguidas con letras distintas indican diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$ ) entre hileras.....	79
Cuadro 5.3. Comparación de medias de contenido de carbono del suelo mediante la prueba t de Student, para el análisis por clase de geoforma y época del año, en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	82
Cuadro 5.4. Comparación de medias de contenido de carbono del suelo mediante la prueba t de Student, para el análisis por tipo de manglar y época del año, en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	85
Cuadro 5.5. Comparación de medias de contenido de carbono en la fracción mineral del suelo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ), mediante la prueba de t, para el análisis por tipo de manglar y clase de geoforma en la época de lluvias (año 2004) y de sequía (año 2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	90
Cuadro 5.6. Matriz de correlación para las variables con significancia estadística entre ellas, medidas en la época de sequía (año 2005) en la fracción mineral del suelo, biomasa subterránea y mantillo, en suelos de manglares de Marismas Nacionales, Nayarit.....	102
Cuadro A1. Datos de la zonificación del ejido de Mexcaltitán, Marismas Nacionales, Nayarit, México [clave de leyenda: ID = número de manglar en orden progresivo, <i>Sitio</i> : sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, <i>Especies</i> : combinaciones de spp, <i>Combinación</i> : combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, <i>Fusión</i> : fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, <i>Geoforma</i> : principal geoforma asociada al tipo de manglar].....	158

Cuadro A2. Datos de la zonificación del ejido Los Morillo, Marismas Nacionales, Nayarit, México. Datos de la zonificación (clave de leyenda: ID = número de tipo de manglar en orden progresivo, <i>Sitio</i> : sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, <i>Especies</i> : combinaciones de spp considerando datos de Alfonso Solís. <i>Combinación</i> : combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, <i>Fusión</i> : fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, <i>Geoforma</i> : principal geoforma asociada con el tipo de manglar).....	160
Cuadro A3. Datos de zonificación del ejido de Palma Grande, Marismas Nacionales, Nayarit, México. Datos de la zonificación (clave de leyenda: ID = número de tipo de manglar en orden progresivo, <i>Sitio</i> : sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, <i>Especies</i> : combinaciones de spp considerando datos de Alfonso Solís, <i>Combinación</i> : combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, <i>Fusión</i> : fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, <i>Geoforma</i> : principal geoforma asociada al tipo de manglar).....	162
Cuadro A4. Datos de zonificación de ejido de Santa Cruz (clave de leyenda: ID = número de tipo de manglar en orden progresivo, <i>Sitio</i> : sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, <i>Especies</i> : combinaciones de spp considerando datos de Alfonso Solís, <i>Combinación</i> : combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, <i>Fusión</i> : fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, <i>Geoforma</i> : principal geoforma asociada al tipo de manglar).....	164
Cuadro A5. Datos de zonificación de ejido de Unión de Corrientes (clave de leyenda: ID = número de tipo de manglar en orden progresivo, <i>Sitio</i> : sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, <i>Especies</i> : combinaciones de spp considerando datos de Alfonso Solís, <i>Combinación</i> : combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, <i>Fusión</i> : fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, <i>Geoforma</i> : principal geoforma asociada al tipo de manglar).....	166
Cuadro A6. Ubicación geográfica de las unidades de muestreo.....	167
Cuadro A7. Parámetros fisicoquímicos edáficos de los manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México, pertenecientes a la temporada de sequía (Año 2005), y obtenidos en el Laboratorio de Física de Suelos, del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.....	170
Cuadro A8. Contenidos de carbono, nitrógeno y azufre (%) en fracción mineral del suelo, biomasa subterránea (raicillas) y mantillo, del muestreo de sequía (año 2005) en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México, obtenidos en el analizador LECO CNS-2000.....	172
Cuadro A9. Valores de fósforo asimilable de la fracción mineral del suelo para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	176

Cuadro A10. Valores de fósforo total de la biomasa subterránea (raicillas) para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	177
Cuadro A11. Valores de fósforo total del mantillo para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	178
Cuadro A12. Valores de calcio, magnesio y potasio asimilables de la fracción mineral del suelo para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	179
Cuadro A13. Valores de calcio, magnesio y potasio asimilables de la biomasa subterránea (raicillas) y mantillo para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	181
Cuadro A14. Resultados de las pruebas de t, obtenidas con el programa SAS V8, para las épocas de sequía y de lluvia. Análisis estadístico con la prueba de “t” de student para poblaciones independientes.....	182
Cuadro A15. Análisis estadístico por matriz de correlación para las variables de suelo, biomasa subterránea y mantillo de las muestras obtenidas en las clases de geoforma y tipos de manglar en temporada de Lluvias (2004) y Sequía (2005), en Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	206

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Componentes físicos y biológicos del ecosistema manglar (Kathiresan y Bingham (2001)).....	22
Figura 2.2. Características morfológicas de las principales especies de manglar (Clinton, 1986).....	37
Figura 4.1. Ubicación del área de estudio, Marismas Nacionales, Nayarit (Adaptado de RHARAP, 2008).....	61
Figura 4.2. Ejemplo de delimitación de clases de geoforma (polígonos color claro) y tipos de manglar (polígonos color oscuro) en Marismas Nacionales, Nayarit, México (Ortofoto escala 1:20 000. Fuente: INEGI, 2005). Véase significado de claves en Cuadro 2.....	62
Figura 4.3. Ubicación de las unidades de muestreo en las imágenes obtenidas de Google Earth (Fuente: Google, 2007).....	65
Figura 5.1. Contenido promedio de carbono edáfico por clase de geoforma en Marismas Nacionales, Nayarit, México; a) lluvias: año 2004, b) sequía: año 2005. Medias con letras distintas fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	83
Figura 5.2. Contenido promedio de carbono edáfico por clase de geoforma en Marismas Nacionales, Nayarit, México; a) lluvias: año 2004, b) sequía: año 2005. Las líneas en las barras indican el error estándar.....	84
Figura 5.3. Contenido promedio de carbono del suelo (CS) por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México; a) lluvias: año 2004, b) sequía: año 2005. Medias con letras distintas fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	88
Figura 5.4. Comparación del contenido promedio de carbono del suelo por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de lluvia (2004) y sequía (2005). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	89
Figura 5.5. Contenido promedio de carbono del suelo por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, en época de lluvias (2004) y sequía (2005) combinadas para las clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc), Cuenca pantanosa (Cpt) y Cuenca no pantanosa (Cnp). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	97
Figura 5.6. Contenido promedio de carbono del suelo por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	99

Figura 5.7. Comparación entre la conductividad eléctrica del suelo y el contenido de carbono del mantillo para la época de sequía (año 2005), en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	101
Figura 5.8. Comparación entre la conductividad eléctrica del suelo y el contenido de azufre edáfico en temporada de sequía (año 2005), en Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	102
Figura 5.9. Comparación entre la densidad aparente y el contenido de carbono edáfico en temporada de sequía (año 2005), en Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	106
Figura 5.10. Comparación entre el porcentaje de limo y el contenido de carbono edáfico en temporada de sequía (año 2005), en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	107
Figura 5.11. Porcentaje de limo por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (año 2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	116
Figura 5.12. Porcentaje de arena por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (año 2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	117
Figura 5.13. Conductividad eléctrica del suelo por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	118
Figura 5.14. Densidad aparente por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	119
Figura 5.15. Contenido de S de los suelos donde se desarrollaban los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	121
Figura 5.16. Contenido de K de los suelos donde se desarrollaban los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	122
Figura 5.17. Contenido de Ca de los suelos donde se desarrollaban los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca	124

(Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	
Figura 5.18. Contenido de Mg de los suelos donde se desarrollaban los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	125
Figura 5.19. Contenido de C en el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	126
Figura 5.20. Contenido de P en el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	127
Figura 5.21. Contenido de S en el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	129
Figura 5.22. Contenido de K en el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	130
Figura 5.23. Relación C/N del mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	131
Figura 5.24. Contenido de nitrógeno en la biomasa subterránea de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	133
Figura 5.25. Contenido de Ca en la biomasa subterránea el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	134
Figura 5.26. Contenido de magnesio en la biomasa subterránea de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	136

estándar.....	
Figura 5.27. Relación C/N de la biomasa subterránea de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.....	137
Figura A1. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Mexcaltitán, Marismas Nacionales, Nayarit, México.....	159
Figura A2. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Los Morillo, Marismas Nacionales, Nayarit, México (Año 2004).....	162
Figura A3. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Palma Grande, Marismas Nacionales, Nayarit, México (Año 2004).....	163
Figura A4. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Santa Cruz, Marismas Nacionales, Nayarit, México (Año 2004).....	165
Figura A5. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Unión de Corrientes, Marismas Nacionales, Nayarit, México (Año 2004).....	167

## INTRODUCCIÓN

Junto con el carbono (C), los nutrimentos esenciales de las plantas que se requieren en mayor cantidad son nitrógeno (N), azufre (S) y el fósforo (P). El C es el punto focal de las transformaciones de energía y hace posible la continuidad de vida en la Tierra (Brady, 1999).

Globalmente, los suelos de turba y de humedales pueden acumular de 0.1 a 0.3 Gt<sup>1</sup> de C al año, y los suelos desérticos pueden almacenar 0.01 Gt de C por año en forma de carbonatos. El balance entre esos procesos (asimilación por fotosíntesis y liberación de C de la materia viva y muerta) determina la magnitud del intercambio neto de C entre la atmósfera y los sistemas terrestres mundiales (Post *et al.*, 1990).

En las últimas décadas ha aumentado sustancialmente el interés en el ciclo del C debido a los incrementos que se han registrado en la atmósfera. Cada vez son más los organismos internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, que se muestran interesados en financiar y llevar a cabo estudios que registren, con datos cada vez más precisos, la verdadera magnitud de este problema.

El ciclo del C es tremendamente complejo. Por ello, lo más que se ha avanzado es a entender las relaciones entre los factores climáticos netamente físicos y el comportamiento del ciclo del C. Aún no se tienen criterios unificados entre los diferentes modelos sobre cómo se comportan las interacciones cuando se involucra además en estos multisistemas la influencia del hombre. Esto es porque la forma en que los seres humanos regresamos el C a la atmósfera es increíblemente variada y muchas veces extremadamente difícil de estimar cuantitativamente. De ahí que los

---

<sup>1</sup> 1 Gt= una giga tonelada = 10<sup>9</sup> toneladas

escépticos muchas veces nos critiquen a los que estamos preocupados por la contaminación antropogénica, ya que minimizan el problema con argumentos tan superficiales como los siguientes (Gruber, 2004):

- 1) Si es un hecho que la contaminación antropogénica puede modificar el equilibrio ecológico global, qué tanto más podrá ser este efecto comparado con lo que han contaminado los propios fenómenos naturales y que la naturaleza no se haya podido recuperar tarde o temprano.
- 2) No hay datos contundentes que demuestren que la contaminación por el hombre verdaderamente está contribuyendo de manera determinante al cambio climático mundial, y que este cambio no esté provocado por otros factores de mayor escala (modificación del ángulo del eje de rotación terrestre, alteración de la órbita terrestre, cambios en el Sol, u otras condiciones cíclicas de tipo astronómico).

Aunque estos sean argumentos aparentemente válidos, no por ello se debe minimizar el problema, pues todos los modelos apoyados en las ideas y propuestas emanadas del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático<sup>2</sup>, han llegado a las siguientes conclusiones (Gruber, 2004):

- 1) El hombre está incrementando de manera anormal la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, en niveles sin precedentes desde que se tienen registro en la historia de la humanidad.
- 2) El principal compartimiento de almacenamiento de C en las esferas terrestres es el suelo, y de este multisistema los biomas que mejor lo retienen son los humedales como los manglares, los popales, los pantanales y las ciénagas, y

---

<sup>2</sup> IPCC por sus siglas en inglés

aquellos de regiones frías con *permafrost* como la tundra y algunos bosques boreales.

- 3) Desde la perspectiva del presupuesto de C en el siglo XXI, apenas una atenuación importante en la deforestación tiene el mismo efecto que un decremento en las emisiones de combustibles fósiles o un aumento en los sumideros de la tierra o el mar. Adicionalmente, reforestación y aforestación pueden ser aspectos cada vez más importantes en el manejo futuro del C.
- 4) En los trópicos, el calentamiento y el incremento de la aridez pueden promover una reducción en el tamaño de los bosques tropicales. Dado que estos bosques contienen el compartimiento más grande de C en biota terrestre, así como la mayor producción primaria neta (PPN), esta reducción muy probablemente promoverá un aumento de C en la atmósfera.
- 5) Hay cinco veces más C en el suelo que en la biota terrestre. Por lo tanto si el objetivo es retener el C en los ecosistemas y mantenerlo alejado de la atmósfera, la clave está en entender cómo funciona el suelo como almacén de este elemento en el tiempo y en el espacio.
- 6) Los flujos de C están controlados por el clima y por el cambio de uso de la tierra, aunque se desconoce a ciencia cierta en que magnitud sucede esto.

El suelo mantiene una de las más grandes pozas superficiales en el ciclo global del C: contiene al menos 1,500 Pg<sup>3</sup>C en formas orgánicas, con una gran proporción de esta cantidad mantenida cerca de la superficie. Como resultado de la influencia humana, especialmente en la agricultura, se han perdido 36 Pg C de los suelos entre 1860 y 1960, con una tasa de pérdida de aproximadamente 0.8 Pg C/año. Así, la pérdida de C de los suelos es un componente significativo del flujo biótico de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Schlesinger, 2000).

---

<sup>3</sup> Un Pg C = Un petagramo de C = mil billones de gramos (10<sup>15</sup> gramos) = mil millones de toneladas de C.

Varios trabajos han estimado que la poza del C orgánico en los suelos contiene alrededor de 1,400 – 1,600 Pg C. De este total global, aproximadamente 55 Pg C reside en el mantillo fresco o detritus, sobre la superficie del suelo, conocido informalmente como piso forestal. Debido a que este valor es similar a la producción primaria neta (PPN) terrestre global, el tiempo de residencia media del mantillo superficial a nivel mundial es de aproximadamente 1 año. Así, una gran proporción de la poza de C en el suelo permanece cerca de la superficie del suelo donde es degradada por los microorganismos, la erosión y la alteración por actividades humanas (Schlesinger, 2000).

Una de las limitantes que se tienen hoy en día para crear conciencia sobre los efectos dañinos de continuar utilizando combustibles fósiles, y promoviendo cada vez más de forma indiscriminada los cambios de uso de suelo (en mayor extensión y en menor tiempo), es que frecuentemente los resultados obtenidos por los diferentes trabajos de investigación al respecto no parecen tener siempre la consistencia y nivel de precisión que se requiere. Los que estamos convencidos de la vulnerabilidad del planeta frente a un exceso de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y su consecuente efecto en la biosfera, sabemos que todavía hay mucho camino por recorrer, primero, para entender a ciencia cierta cómo se manifiesta el C en el espacio y en el tiempo, en cada uno de los reservorios, tasas de flujo e interacciones con los demás ciclos biogeoquímicos, y segundo, para saber cómo y cuándo tomar las medidas necesarias una vez conocidos los escenarios más confiables a futuro sobre el comportamiento del ciclo del C.

En los últimos años se han hecho avances notables en el conocimiento sobre la dinámica del ciclo del C: ahora se sabe perfectamente cuáles son los mayores reservorios activos en el planeta, y se conoce de manera general el tamaño de cada poza principal. También se sabe con toda seguridad que el hombre sí está modificando el ambiente inyectando un exceso de CO<sub>2</sub> a la atmósfera a través de sus actividades; se conoce también cuáles de estas actividades son las que tienen mayores efectos en la dinámica del C. Pero lo que no se sabe es el grado de afectación que está provocando el hombre y cuanto más daño puede llegar a causar

si continúa importando el C que durante miles o millones de años se mantuvo prácticamente fuera del ciclo.

Igualmente se desconocen en general cómo se dan las interacciones entre la parte biogeoquímica y la climática de los ecosistemas. Los modelos de simulación que se utilizan para esquematizar y predecir el ciclo del C en tiempo y forma aun tienen serias limitaciones, empezando porque regularmente sólo sirven para espacios y periodos de tiempo muy pequeños, y muchas veces, al comparar diferentes modelos con el mismo fenómeno estudiado, se encuentran resultados muy ambiguos.

El estudio del ciclo del C y sus elementos asociados más importantes (N, S, P, Ca, Mg y K) para entender la dinámica de los ciclos biogeoquímicos desde la perspectiva del suelo, da para innumerables líneas de investigación las cuales es imperativo abarcar de manera interdisciplinaria, interinstitucional e intergubernamental, si está de por medio el aprovechamiento racional y la conservación de los ecosistemas naturales.

Los manglares son ecosistemas únicos en su género, con características que los hacen muy singulares, incluso dentro de los mismos humedales. Combinando las ventajas de otros humedales (pantanos, ciénagas, popales) con los de bosques y selvas, los manglares presentan incalculables beneficios de todo tipo (ecológicos, económicos, sociales, culturales). Su carácter de ecotono y frontera entre el mar y el continente les confiere un papel clave en el equilibrio ecológico de la naturaleza. Una vez entendido el rol que juega el suelo, como el multisistema que dirige y coordina las relaciones y flujos de materia y energía entre los diferentes componentes (bióticos y abióticos) de cualquier ecosistema natural, no es difícil imaginar cuanto más importante será el papel que representan los suelos de los bosques de mangle.

Nayarit es el estado mexicano con el cuarto lugar en superficie de manglar en el país, pero además posee la mayor concentración de manglar en un solo lugar (Marismas Nacionales) de todo el continente. Dicha región es una de las pocas de toda la República que se mantiene en estado casi virgen, pero que

desafortunadamente está constantemente asechada por el peligro del cambio de uso de suelo promovido por el cultivo del camarón a gran escala y el turismo masivo. La presente investigación pretendió cuantificar una parte del incalculable valor ecológico que poseen estos ecosistemas, particularmente en la regulación del ciclo de C, y el impacto que puede tener este proceso a escala tanto local como global. De esta manera, tomando conciencia de los servicios ambientales que proporcionan los bosques de mangle, es posible asociar los beneficios de tales servicios con otros bienes más tangibles y reconocidos por otros sectores fuera del ámbito científico, lo cual, presumiblemente, facilitará la sensibilización de los tomadores de decisiones en todos los niveles.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Los humedales

Los humedales son ecosistemas de gran importancia para el ser humano. Todas las culturas han buscado fuentes de agua para establecerse y para obtener su alimento. Así, muchos humedales han jugado un papel fundamental en el desarrollo de la sociedad humana. Ejemplo de ello fueron los egipcios y el uso del río Nilo, los aztecas en la gran ciudad de Tenochtitlán, rodeada de canales de agua, y actualmente numerosas culturas asiáticas basadas en el cultivo del arroz.

A pesar de ello, los humedales por su condición de zonas pantanosas son poco conocidos y apreciados, por lo que frecuentemente se les drena y deseca. Se busca transformarlos en otro ecosistema, pensando que en su estado natural no tienen ningún uso y no prestan servicio alguno, sino que más bien son fuente de enfermedades y malos olores. Sin embargo, hoy en día se sabe que los humedales proporcionan recursos importantes, además de prestar servicios ambientales de gran valor para el hombre. El recurso más importante es el agua potable, base del desarrollo y de una buena calidad de vida (Moreno-Casasola, 2006).

De acuerdo con Mitsch y Gosselink (2000), los humedales deben tener uno o más de los siguientes tres atributos:

- a) el suelo o sustrato debe ser fundamentalmente un suelo hidromórfico, no drenado; es decir, debe estar saturado de agua de manera temporal o permanente,
- b) debe presentar una lámina o capa de agua poco profunda o agua subterránea próxima a la superficie del terreno, ya sea permanente o temporal, y
- c) al menos periódicamente, el terreno debe mantener de manera predominante una vegetación acuática.

Debido a que los humedales representan un gradiente entre ambientes acuáticos y terrestres, no hay una definición universalmente reconocida sobre estos ecosistemas, generándose así confusiones e inconsistencias en su clasificación, inventario y manejo (Mitsch y Gosselink, 2000).

Estos ambientes complejos y dinámicos se caracterizan por su alta productividad y diversidad biológica, jugando un papel fundamental al proporcionar un hábitat único para una amplia variedad de flora y fauna. Son fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, ayudan a estabilizar los suministros de agua y contribuyen en la depuración de aguas contaminadas, en la protección de litorales y recarga de los mantos freáticos. También han sido reconocidos como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global (Mitsch y Gosselink, 2000).

### *2.1.1. Definición y clasificación de humedales*

La Convención de Ramsar (tratado internacional dedicado a la protección y el uso racional de un tipo de hábitat particular: los humedales; cuya reunión fundacional de este convenio se realizó en Ramsar, Irán, en 1971) aplica un criterio amplio a la hora de determinar qué humedales quedan sujetos a sus disposiciones. Con arreglo al texto de la Convención (Artículo 1.1), se entiende por humedales: *“las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”*.

Además, a efectos de proteger estos sitios, el Artículo 2.1 estipula que los humedales que se incluirán en la Lista de Ramsar de Humedales de Importancia Internacional: *“podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”*.

En general, se reconocen cinco tipos de humedales principales:

Marinos (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral);

Estuarinos (incluidos deltas, marismas de marea y manglares);

Lacustres (humedales asociados con lagos);

Ribereños (humedales adyacentes a ríos y arroyos); y

Palustres (es decir, “pantanosos” - marismas, pantanos y ciénagas).

Además, hay *humedales artificiales*, como estanques de cría de peces y camarones, estanques de granjas, tierras agrícolas de regadío, depresiones inundadas salinas, embalses, estanques de grava, piletas de aguas residuales y canales. La Convención de Ramsar ha adoptado un Sistema Ramsar de Clasificación de Tipos de Humedales que incluye 42 tipos, agrupados en tres categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales (Ramsar, s/f).

Varios países han implementado planes de manejo y leyes para protegerlos, congregándose alrededor de un tratado internacional que promueve la conservación y uso racional de los humedales, conocido como Convención sobre los Humedales de Ramsar o Convención Ramsar, al haberse firmado por 18 países acreditados y cinco observadores en la ciudad iraní de ese nombre en 1971. Actualmente cuenta con 158 países miembros y hasta febrero de 2008 la Lista de Humedales de Importancia Internacional incluía 1743 humedales. México se adhirió a la Convención en 1986 al incluir en la lista a la Reserva de la Biosfera Río Lagartos (60 348 ha) y hoy tiene 112 sitios Ramsar en una superficie que supera los ocho millones de hectáreas Moreno-Casadola, 2006).

Hay humedales en todas partes, desde la tundra hasta el trópico. No se sabe con exactitud qué porcentaje de la superficie terrestre se compone actualmente de humedales. Según la estimación del PNUMA-Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación sería de unos 570 millones de hectáreas (5.7 millones de km<sup>2</sup>) - aproximadamente el 6% de la superficie de la Tierra, de las cuales 2% son lagos, 30% turberas arbustivas o abiertas (“bogs”), 26% turberas de gramíneas o carrizo (“fens”), 20% pantanos y 15% llanuras aluviales. Mitsch y Gosselink (2000), opinan

que oscila entre 4% y 6% de la superficie de la Tierra. Los manglares cubren unos 240 000 km<sup>2</sup> de zonas costeras y se estima que quedan unos 600 000 km<sup>2</sup> de arrecifes de coral en el mundo. Ahora bien, pese a que en un estudio mundial preparado para la COP7 de Ramsar, celebrada en 1999, se afirmó que: “la información disponible actualmente no permite dar una cifra aceptable de la extensión de los humedales a escala mundial”, se indicó también que, según la ‘mejor’ estimación mundial mínima, oscilaría entre 748 y 778 millones de hectáreas (Ramsar, s/f).

En México, Olmsted (1993), citado por Berlanga-Robles *et al.* (2008), estimó más de 3.3 millones de hectáreas de humedales que representan el 0.6% de los humedales del mundo, pero otros autores reconocen menos de dos millones, de los que 1 250 000 ha corresponden a humedales costeros y 650 000 ha a humedales interiores. Más recientemente, las cifras que ofrece el Sistema Nacional de Información Forestal de México, indican que para 2002 existían aproximadamente 4.5 millones de hectáreas de vegetación hidrófila, dentro de la que se agrupa a manglares, popales, tulares, petenes y vegetación de galería, entre otras. Sin embargo, aunque el establecimiento de estrategias de conservación y manejo a escala nacional requiere del conocimiento básico de su distribución, extensión y principales características, las discrepancias sobre la extensión de estos sistemas, ampliamente documentadas para manglares por Ruiz *et al.* (2008), no permiten planes adecuados de manejo, reduciéndose las posibilidades a escasas áreas, donde se cuente con información más detallada. Esta cuestión sólo puede ser resuelta a través de la elaboración de inventarios y monitoreo de humedales.

Berlanga-Robles *et al.* (2008), en su propuesta de esquema de clasificación de los humedales en México, revisaron 18 clasificaciones de todo el mundo, pero indican que son tres las principales de las que se derivan la mayoría de las otras: propuesta de Cowardin *et al.* (1979), la derivada de la Convención de Ramsar (aprobada inicialmente en 1990) y la geomorfológica de Semeniuk y Semeniuk (1995).

**Clasificación de Cowardin et al. (1979).** El sistema de Clasificación de humedales y hábitat de aguas profundas de los Estados Unidos es la base del inventario nacional de humedales de ese país. En este sistema los humedales se definen como terrenos de transición entre sistemas acuáticos y terrestres donde usualmente el nivel freático está en o cerca de la superficie, o el terreno está cubierto por aguas someras. Los humedales deben tener uno o más de los siguientes atributos: *a)* al menos periódicamente el terreno alberga predominantemente plantas hidrófilas; *b)* el sustrato dominante corresponde a suelos hídricos y *c)* el sustrato está saturado con agua o cubierto por aguas someras en algún momento de la estación de crecimiento de cada año. El concepto de suelos hídricos corresponde a suelos formados bajo condiciones de saturación hídrica, inundación o estancamiento, por un periodo suficientemente largo durante la estación de crecimiento, para generar condiciones anaeróbicas en la superficie (USDA-NRCS, 2006).

La estructura que sigue esta clasificación es jerárquica progresiva, ubicando a los sistemas y subsistemas como categorías superiores, y a las clases, subclases y tipos dominantes como categorías inferiores. El término Sistema se refiere a un complejo de humedales y hábitats de aguas profundas que comparten la influencia de factores hidrológicos, geomorfológicos, químicos o biológicos, que pueden dividirse en categorías más específicas llamadas subsistemas. La Clase, categoría inmediata inferior a Subsistema, describe la apariencia general del hábitat en términos de las formas dominantes de vida, de la vegetación o de la fisiografía y composición de los suelos. Adicionalmente, la clasificación considera Subclases, Tipos dominantes y Modificadores que permiten una descripción más detallada de los humedales.

**Aproximación geomorfológica (Semeniuk y Semeniuk, 1997).** En esta propuesta de clasificación no se proporciona una definición de humedal pero se adopta la de Ramsar de humedales interiores, excluyendo a los humedales marino-costeros y antropogénicos. Este sistema se basa en la geomorfología e hidrología de los humedales, combinando cinco formas básicas del terreno y cuatro categorías de disponibilidad de agua, por lo que reconoce 13 formas primarias que son descritas sistemática y jerárquicamente, con criterios basados en el tamaño, la forma, los

suelos, vegetación y salinidad. La clasificación del Inventario de Humedales de Asia (AWI, por sus siglas en inglés) se basa en esta aproximación geomorfológica (Finlayson *et al.*, 2002).

**Clasificación de la Convención sobre los Humedales de Ramsar.** Esta clasificación fue inicialmente adoptada en 1990 y ha sido modificada en algunas ocasiones, definiendo recientemente a los humedales como extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Adicionalmente los humedales podrán incluir sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal.

Esta clasificación es una adaptación libre de la propuesta de Cowardin *et al.* (1979), que reconoce tres grupos amplios de humedales: Marinos-Costeros, Interiores y Artificiales, dentro de los que originalmente se identificaban 35 tipos de humedales con base en la permanencia y propiedades del agua, el tipo de suelos, el sustrato y la vegetación (Semeniuk y Semeniuk, 1997). Sin embargo, en la actualidad el número de clases se eleva a 42, al incorporar nuevos tipos de humedales, incluidos los cársticos.

Esta clasificación fue desarrollada inicialmente como una herramienta simple para describir los sitios Ramsar, pero sus características la convierten en un auxiliar adecuado para la rápida identificación de los principales humedales representados en cada sitio, para el mapeo y para proveer de un marco de evaluación y comparación con otros inventarios a nivel nacional o regional (Mitra *et al.*, 2003).

### *2.1.2 Clasificación de los humedales en México*

Si se considera que en la actualidad las lagunas costeras son identificadas como humedales, uno de los primeros antecedentes para la de clasificación de humedales

costeros en México se encuentra en el trabajo de Lankford (1977), donde se define a estos sistemas como: “una depresión de la zona costera por debajo del nivel máximo de la marea alta, teniendo comunicación con el mar permanente o efímera, pero protegida del mar por algún tipo de barrera...” y las clasifica geológicamente de acuerdo con su origen y características de su barrera, proponiendo cinco tipos principales. Asimismo, identificó 125 lagunas costeras y dividió al país en siete regiones costeras.

Para los humedales de México en su conjunto, uno de los primeros intentos por adecuar la clasificación de Cowardin *et al.* (1979) fue la realizada por Olmsted (1993), quien incluyó a los sistemas fluviales en las categorías de estuarinos y palustres por no contar con la información suficiente para identificar estos ambientes dentro del esquema de los autores estadounidenses.

Por otro lado, Abarca y Cervantes (1996) proponen una clasificación tipológica de los humedales, similar al esquema de Ramsar, considerando la ubicación geográfica de los humedales y describiéndolos de una manera amplia para distinguirlos y dar una idea de la diversidad de estos ambientes en México (Abarca, 2002). Este esquema clasifica a los humedales con base en su ubicación geográfica (Interiores, Costeros y Marinos) y tipo de cuerpo de agua, su extensión y sus características relevantes como la presencia o ausencia de aportes marinos.

Berlanga-Robles *et al.* (2008), en su propuesta de sistema para la clasificación de los humedales de México, intentan cubrir criterios de consistencia, flexibilidad, aptitud para ser escalado o comparado con otros sistemas semejantes; así como claridad en la definición de las clases. La integración de 26 Clases de humedales naturales y artificiales, homologables con las clases de los principales sistemas internacionales, basadas en criterios geomorfológicos e hidrológicos y su enfoque paisajístico, permite que el sistema sea científicamente robusto, con orientación práctica y que pueda ser utilizado por usuarios con diversas orientaciones y necesidades. Por lo anterior, considerando que como toda propuesta está sujeta a crítica y revisión, se

plantea la conveniencia de su aplicación en la elaboración de inventarios de humedales de México.

## **2.2 Los manglares**

### *2.2.1 Definición de manglares*

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), *los manglares* son formaciones vegetales en las que predominan distintas especies conocidas como mangle, un árbol o arbusto con ramas descendentes que llegan al suelo y arraigan en él, y tienen la particularidad de ser plantas resistentes a la salinidad del agua (CONABIO, 2008).

Los manglares son plantas leñosas que crecen en latitudes tropicales y subtropicales a lo largo de la interfase tierra-mar, bahías, estuarios, lagunas, aguas estancadas, ríos, alcanzando aguas arriba hasta donde el agua permanece todavía salina (Qasim, 1998).

Por otro lado, Kathiresan y Bingham (2001) definen a los manglares como plantas leñosas que crecen en la interface entre la tierra y el mar en latitudes tropicales y subtropicales. Estas plantas y sus asociados: microbios, hongos, plantas y animales, constituyen la comunidad forestal manglar o mangle. El mangle y sus factores abióticos asociados constituyen el ecosistema manglar (Figura 1). Asimismo, Duke (1992) definió mangle como "... un árbol, arbusto, palma o helecho rastrero, generalmente excediendo medio metro de altura, y que normalmente crece sobre el nivel del mar en la zona intertidal de los ambientes de las costas marinas, o márgenes de los estuarios. Esta definición es aceptable excepto que los helechos rastreros deberían ser probablemente considerados asociados al manglar más que manglares verdaderos. El término "manglar" es usado también como un adjetivo en "árboles de manglar" o "fauna de manglar. Los "bosques de manglar" son algunas veces llamados "bosques de marea" "bosques costeros" o "bosques de lluvia oceánicos".

La palabra en inglés “mangrove” data de 1613 y usualmente es considerada una palabra compuesta de la palabra portuguesa “mangue” y la palabra inglesa “grove”. Su correspondiente en francés es “manglier” y “paletuvier” (Macnae, 1968) mientras que el término en español es “manglar”. En holandés se usa “vloedbosschen” para la comunidad de manglar y “mangrove” para los árboles individuales. La palabra “mangro” es nombre común para *Rhizophora* en Surinam (Chapman, 1979). Se cree que todas estas palabras se originaron de la palabra malaya “manggi-manggi” que significa “sobre el suelo”. Esta palabra ya no se usa en Malasia, pero se utiliza en Indonesia oriental para referirse a las especies de *Avicennia*.

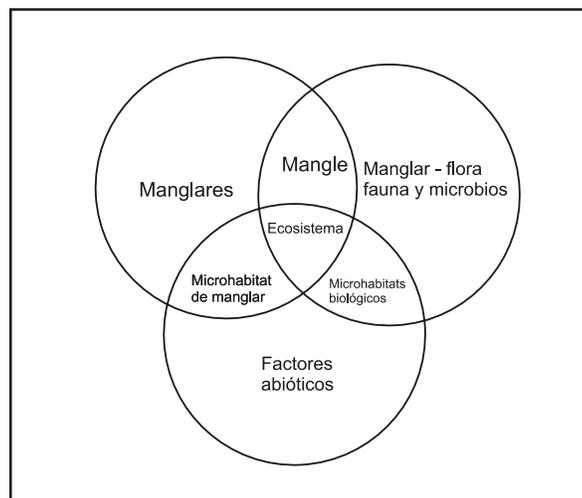


Figura 2.1. Componentes físicos y biológicos del ecosistema manglar (Kathiresan y Bingham (2001).

### 2.2.2 Clasificación de los manglares

Hasta el momento se conocen tres clasificaciones de los manglares: la de Thom (1967 y 1984), la de Lugo y Snedaker (1974) y la de Tomlinson (1986). Thom (1967 y 1984) propone una clasificación geomorfológica (basada en la forma del terreno o geoforma), para los sitios donde se desarrollan los manglares, debido a que encontró una relación entre la geoforma y el drenaje del suelo, el nivel de inundación y la salinidad lo que finalmente determina la composición de especies. Describe seis tipos de paisajes: delta dominado por las fuerzas fluviales y aporte de sedimentos,

delta dominado por mareas y aportes de sedimentos, delta dominado por el oleaje y la descarga fluvial, sistema dominado por el oleaje de poco aporte sedimentario, valle fluvial invadido por el mar y sistema de baja energía, oligotrófico y sustrato calcáreo.

Lugo y Snedaker (1974) presentaron una clasificación fisiográfica-estructural, donde tienen en cuenta aspectos del relieve y la fisonomía y describen seis tipos: manglares de borde, islotes, ribereños, cuenca, enanos y de petén. Posteriormente Cintrón y Schaffer-Novelli (1985) modifican la clasificación, unificando las categorías de borde e islotes en una sola denominada borde.

Por otra parte, se menciona que la estructura de los manglares está determinada por diversos factores como: la disponibilidad de agua dulce y de nutrientes, la tasa de reciclamiento de estos, los flujos de mareas, la frecuencia y periodos de inundación de la zona de manglares, el clima, las características físicas del sedimento, las características químicas del agua, la frecuencia de huracanes, la presencia y ausencia de parásitos y enfermedades, la energía del oleaje, la edad del bosque, los contaminantes u otras actividades humanas (Flores, 1990). Con base a estos factores Lugo y Snedaker (1974) clasifican cinco tipos estructurales de bosque de manglar; manglar tipo matorral (manglares enanos), de sobrelavado (manglar de inundación), cuenca, de borde y ribereño.

**El manglar tipo matorral (manglares enanos).** Se caracterizan por su escaso desarrollo estructural, lo cual es consecuencia de encontrarse lejos de las fuentes de nutrimentos provenientes de los ríos y los escurrimientos o por localizarse en áreas de intensa evaporación y, por lo tanto, en condiciones de hipersalinidad en el sedimento. El manglar tipo matorral se encuentra en el atolón Chinchorro, Quintana Roo. Otro caso de este tipo de manglar se localiza en regiones semiáridas y áridas como en las costas de Sinaloa, Sonora y Baja California.

Por ser el más tolerante a la alta salinidad la especie mejor representada en este tipo de manglar en México es *Avicennia germinans* (mangle negro) y normalmente se encuentra en la parte posterior de los manglares de tipo borde o cuenca.

**El manglar sobrelavado (manglar de inundación).** Usualmente se localiza en barras, islas e islotes. En general este tipo de manglar es monoespecífico (conformado principalmente por *Rhizophora mangle* conocido como mangle rojo, en México) y constantemente se encuentra afectado por las corrientes de marea. Debido a su situación se asume que el desarrollo estructural del manglar sobrelavado está limitado por la escasa disponibilidad de nutrientes provenientes del reciclamiento de su propio detritus y dependen de los nutrientes en el agua. Este tipo de manglar es frecuentemente encontrado formando islotes en canales de mareas (esteros) y lagunas costeras como Teacapan, Ensenada de Pabellón y Bahía de Santa María, en el estado de Sinaloa y en Bahías protegidas del sur del estado de Baja California.

**El manglar tipo Cuenca.** Se localiza en la parte posterior del manglar tipo borde o ribereño y se caracteriza por ser inundado periódicamente por la marea, pero con menor frecuencia que el tipo borde y ribereño. Dispone principalmente de los nutrientes provenientes del reciclamiento de su propio detritus. En general presenta una mayor variabilidad estructural dependiendo de la distancia a la orilla de los ríos y lagunas, el gradiente topográfico y la intensidad de las mareas. Así se tiene un predominio de *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) en Agua Brava, Nayarit y de *Avicennia germinans* (mangle negro) en San Blas, Nayarit y Teacapán, Sinaloa. Por las características funcionales de los ciclos de nutrientes y de la materia orgánica este tipo de manglar es aparentemente un ecosistema cerrado.

**El manglar tipo borde.** Se encuentra bordeado de lagunas costeras de estuarios y bahías, es posible observar la zonación clásica de *Rhizophora mangle* y/o *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*.

**El manglar tipo ribereño.** Se localiza en los bordes de la desembocadura de los ríos y canales deltáicos. Suele ser el mejor desarrollado estructuralmente y de mayor productividad primaria por encontrarse en condiciones ambientales óptimas, tales como clima tropical donde predominan las precipitaciones, y los aportes fluviales, una salinidad estuarina (15%) y disponibilidad de nutrientes nuevos provenientes de

los ríos. Ejemplo de este tipo de manglar los podemos encontrar en los deltas del Grigalva/Usumacinta de la Laguna de Términos, Tabasco / Campeche, de diversos ríos de Veracruz y Chiapas (La Encrucijada) así como en las costas de Nayarit (Lugo y Snedaker, 1974).

### *2.2.3 Características de los manglares*

Desde parches aislados de árboles enanos hasta bosques exuberantes de más de 40 m de altura, los manglares representan una zona de contacto entre las comunidades marinas y terrestres, pues diariamente reciben una carga de agua del océano y agua dulce que desemboca de ríos, arroyos terrestres o subterráneos, además de nutrientes y sedimentos. Aunado a estos factores, los manglares son afectados por lluvia, aridez, salinidad y la calidad del suelo. Probablemente no hay otro grupo de plantas con adaptaciones tan marcadas a condiciones extremas (Calderón *et al.*, 2009).

Los manglares son un tipo de humedal formado por especies arbóreas que mantiene sus hojas verdes durante todo el año. Viven en ambientes salinos y forman una cobertura medianamente densa, con escaso o nulo estrato herbáceo. Su ubicación se limita a la zona intermareal, en las costas tropicales y subtropicales, entre los 25 grados de latitud norte y sur. Habitan los bordes de lagunas costeras, estuarios, desembocaduras de ríos y bahías, localizándose en la interfase de influencia del agua marina y de las descargas de agua dulce provenientes del continente (Travieso, 2006).

Al ser los mangles plantas de origen terrestre han sufrido adaptaciones que les han permitido desarrollarse en agua de mar y respirar en suelos anegados; una interesante adaptación son las raíces aéreas que les permiten aprovechar el oxígeno. Algunas especies resuelven el problema de las sales existentes en el agua marina mediante las glándulas de sal presentes en sus hojas, pues a través de ellas exudan dichas sales, mientras que otras cuentan con un mecanismo en sus raíces

por medio del cual absorben el agua, obstruyendo el paso de las sales (Clough, 1982).

Los manglares para su sobrevivencia requieren de ciertas fluctuaciones de inundación (hidroperíodo) y salinidad. Éstas son garantizadas por el aporte de las mareas y los ríos. Ambos ingresan al manglar agua, nutrientes, sedimentos y organismos, los cuales pueden ser exportados a los ecosistemas vecinos con los que están interconectados, como son estuarios, pastos marinos, arrecifes de coral, tular, popal, entre otros.

Los manglares crecen en condiciones donde pocas especies de plantas pueden sobrevivir (Hutchings y Saenger, 1987). La formación de manglares depende de varios factores y de importantes adaptaciones fisiológicas que permiten a la flora desarrollarse en condiciones ambientales difíciles, todo lo cual tiene también sus consecuencias para la silvicultura.

Existen diferencias entre las especies de mangle en su tolerancia a la inundación y a la salinidad. En ambientes de mayor frecuencia de inundación y mayor altura en el nivel de agua, se favorece el desarrollo del mangle rojo, mientras que en zonas menos inundadas y de mayor salinidad se favorece el establecimiento del mangle negro, el cual soporta salinidades hasta de 90 ppm (Jiménez, 1990). Los mangles soportan estas fluctuaciones de inundación, salinidad y anaerobiosis (ausencia de oxígeno) debido a que presentan un conjunto de adaptaciones morfológicas (relacionadas con la forma) y fisiológicas (relacionadas con su funcionamiento).

Las raíces de especies que excluyen la sal como *Ceriops* sp, *Excoecaria* sp y *Rhizophora* sp, pueden absorber solamente agua dulce del agua salina a través de un proceso de ultrafiltración (Scholander, 1968). Especies como *Avicennia* sp y *Sonneratia* sp pueden regular el contenido de sal de sus tejidos mediante glándulas que poseen en sus hojas. Los géneros *Xylocarpus*, *Lumnitzera* y *Sonneratia* depositan la sal en las hojas, raíces y cortezas más viejas (Joshi *et al.*, 1975). Las

plantas de los manglares están dotadas también de características semejantes a las plantas del desierto que tienden a conservar el agua (Hutchings y Saenger, 1987).

El mangle rojo tiene mecanismos de exclusión de sal, evitando su entrada a las células en 99%, mientras que los mangles negro y blanco ingresan hasta 10% de sales, las cuales eliminan a través de estructuras excretoras de sal (glándulas) ubicadas en las hojas, así como a través de las raíces. Además, estas especies transportan las sales hacia las hojas más viejas, las cuales al desprenderse de la planta, eliminan la sal de la misma (Jiménez, 1994).

Walter (1977) diferencia los manglares de costas húmedas y secas mediante los potenciales osmóticos del agua intersticial y las plantas a lo largo de ejes perpendiculares a la línea de costa. El agua de mar inunda áreas costeras durante marea alta, y penetra hacia el interior en una extensión máxima durante las mareas de sicigia y mínima durante las mareas de cuadratura. El mismo autor indica que en las costas húmedas la sal transportada por la marea es lavada por efecto de lluvias o escorrentía superficial, mientras que en costas secas el agua de inundación se evapora rápidamente durante el período de marea baja, lo que resulta en una acumulación de sales, mayor hacia la zona de máximo alcance de marea. El exceso de sales es controlado sólo por la frecuencia y extensión de la marea. Por tanto, en costas húmedas el estrés osmótico disminuye hacia el interior, mientras que en costas secas sucede lo contrario.

Los manglares poseen un mecanismo eficaz de regeneración natural, sobre todo en el interior de los rodales que no han tenido problemas de degradación. Debido a la inundación diaria o periódica de las mareas y a la sedimentación de partículas de suelo transportadas por el agua, el lecho del bosque es blando y siempre idóneo para la regeneración, no requiriendo normalmente ningún tipo de preparación del terreno (Calderón *et al.*, 2009).

Los mangles son plantas vivíparas. El fruto germina en la planta madre, y el embrión madura en el árbol aproximadamente un año, antes de caer al agua. Gracias a las

grandes reservas de tejido con las que cuenta y de las cuales se puede alimentar, el propágulo flota hasta encontrar un sustrato adecuado para su fijación (Calderon *et al.*, 2009).

Los tres procesos ecológicos básicos en el funcionamiento de los manglares son la producción de biomasa, la descomposición y la exportación. La producción primaria en el ecosistema de manglar está integrada por las estructuras aéreas de los mangles, las epífitas que viven sobre sus troncos y ramas, las algas que viven sobre sus raíces y el fitoplancton. Las existencias reales de biomasa aérea de los manglares oscilan entre 100 y 200 Mg<sup>4</sup> ha<sup>-1</sup> y la productividad primaria neta entre 20 y 40 Mg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> (Larcher, 1977).

El mangle tira hojas a una tasa excepcionalmente alta en relación con otras lantás - alrededor de 1 000 g peso seco/m<sup>2</sup>/año- (Flores *et al.*, 1990). Los patrones de caída de hojarasca son sensibles a tensiones del ambiente tales como la salinidad, que incrementa el costo de mantener tejido fotosintético (Pool *et al.*, (1975). Estas hojas, después de sufrir autólisis y descomposición por bacterias y hongos, se convierten en detritus (partículas de materia orgánica en descomposición), el cual es rico en contenido calórico, proteico y carga microbiana (Espinosa *et al.*, 1981), además de fuente de alimentación para muchos de los organismos que habitan en un manglar (Robertson y Duke, 1987). Algunos de estos organismos detritívoros pertenecen a especies de gran importancia comercial, como el camarón, el callo de hacha, la pata de mina, los ostiones, los mejillones y muchos otros (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988), pero a su vez sirven de alimento a peces también de importancia pesquera, tales como juveniles de pargos, robalos y corvinas.

---

<sup>4</sup> 1 Mg= 1,000,000 g = 1 tonelada

Los manglares son ecosistemas costeros cuyo desarrollo estructural, producción de material orgánico y ciclaje de nutrientes son regulados por el régimen de mareas, la disponibilidad de agua dulce, y sedimentos arrastrados por escorrentía superficial. Estos factores condicionan los niveles de salinidad, hipoxia y disponibilidad de nutrientes (Twilley, 1995).

### **2.3 La zona de manglares en el estado de Nayarit**

La condición climática y la topografía accidentada prevaleciente en el estado de Nayarit, han propiciado diversidad de hábitats, donde se desarrolla gran variedad de flora (Téllez, 1995), la cual se encuentra distribuida de acuerdo a gradientes altitudinales que varían desde cero hasta 2700 msnm.

Del estado de Nayarit, 5.02% del territorio estatal se encuentra cubierto por vegetación de manglar, vegetación de dunas costeras y vegetación halófila. Asimismo, de forma relevante el estado de Nayarit cuenta con una de las mayores áreas de manglar (83 360.97 ha) en el país, de la cual le corresponden al sistema lagunar Teacapán – Agua Brava y Marismas Nacionales 74% del territorio del Estado (Figura 2). La zona de Marismas Nacionales, se encuentra ubicada en el Oeste de nuestro País, en el estado de Nayarit, en la parte norte de este estado, en los límites con el estado vecino de Sinaloa al norte, y al oeste con el Océano Pacífico.

Marismas Nacionales se une al mar por una boca natural. Los ríos que drenan hacia el sistema son el Acaponeta, el Rosa Morada, el Bejuco, el San Pedro y el Santiago, Así existe un gradiente de salinidad que varía de 4‰ en la boca de los ríos a 38‰, en las cercanías del océano.

En particular, Marismas Nacionales presenta 250 lagunas paralelas, originadas por crecimientos sucesivos de la costa, los cuales formaron series de barras arenosas, entre las cuales se formaron lagunas longitudinales. Este proceso geomorfológico ha protegido los humedales más interiores de las tormentas estacionales y ha creado un complejo patrón de drenaje que restringe la intrusión salina.

El sistema Teacapán- Agua Brava-Marismas Nacionales es relevante porque contiene las extensiones más grandes de manglar en el Pacífico norte y 22% de los manglares del país, componente de hábitat crítico para las aves migratorias de la corriente del Pacífico y es hábitat de numerosas especies de valor ecológico y comercial. Sin embargo, el sistema presenta una alta presión por la extracción de recursos naturales y actividades humanas incompatibles (Bojorquez *et al.*, 1997).

El tipo de vegetación constituye una comunidad vegetal situada en el litoral de la zona intertropical nayarita y caracterizada por criterios ecológicos, florísticos y biológicos altamente especializados. Los principales factores ecológicos que lo determinan son la temperatura media anual elevada (20°C), baja amplitud térmica, suelos salinos y limosos, aguas salubres o francamente saladas, relativamente tranquilas, así como inmersión de nivel intermitente.

El número de especies reportadas para este tipo de vegetación dentro del estado de Nayarit es de 24, cuya distribución puede definirse por poblaciones mezcladas, pero lo más frecuente es que exista una zonación en la que dominen sucesivamente una u otra de las especies principales.

Dentro de la franja ribereña, situada en contacto con el agua y colonizada por *Rhizophora mangle*, el manglar forma poblaciones generalmente monoespecíficas, que cubren zonas inmersas casi permanentemente. En esta franja los suelos son altamente salinos y los lodos muy fluidos, para los cuales *R. mangle* está particularmente bien adaptada. Esta especie (*R. mangle*) puede tener un tamaño de hasta 20 m, y presenta adaptaciones morfológicas como la presencia de raíces aéreas (raíces zancas) y rizóforas, que emergen de 50 cm a 1 m por encima del agua.

En el cinturón intermedio, se encuentra *Laguncularia racemosa*, que se mezcla con los últimos ejemplares de *Rhizophora mangle*, y se vuelve más abundante hacia el interior, en los sectores de menor inundación, mientras que en progresión hacia los lugares más frecuentemente exondados (donde el agua se ha retirado del terrero),

hacia los suelos de salinidad más débil, menos impregnados de agua y más cerrados, domina *Avicennia germinans*. En los suelos de salinidad débil totalmente exondados, salvo en los periodos de grandes mareas, se distribuye *Conocarpus erectus*, aunque también puede cubrir terrenos a veces inundados de agua dulce.

En la zona de tras – manglar, se encuentran especies halófilas, sufrutescentes o herbáceas, generalmente crasulecentes. En esta zona se hallan algunos arbustos aislados de *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*, agrupación que tiene menor talla que las anteriores.

En la zona de transición entre el tras-manglar y los terrenos salinos que prolongan la franja ribereña, domina *Avicennia germinans*, especie que se caracteriza por una multitud de neumatófos verticales y delgados, que emergen a unos centímetros del suelo. En esta zona, el manglar se asocia con vegetación halófila arbustiva o herbácea, como con especies de *Sesuvium portulacastrum*, *Batis marítima*, *Borrichia frutescens*, *Lycium carolinianum*, *Sporobolus virginicus*, *Philoxerus vernicularis*, *Frimbristylis* sp.

Específicamente, para el estado de Nayarit el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), llega a ser monoespecífico en grandes superficies de los sistemas lagunares de Teacapán – Agua Brava. Mientras que el mangle negro (*Avicennia germinans*) es común en el área de Teacapán. Esta última especie también se considera dominante en los bordes de lagunas costeras formadas por depresiones paralelas a la costa nayarita, en donde también se distribuye el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Como hecho relevante el manglar del sistema lagunar Teacapán – Agua Brava y de las Marismas Nacionales, se considera como uno de los más conservados y con las tallas más altas del país, lo que define estas áreas como prioritarias de conservación, siendo la principal fuente de afectación de estos manglares, los vientos producidos por huracanes que desprenden ejemplares de manglar, aunque otra situación que

impacta el manglar en estas zonas, es la marinización que se debe al incremento en el volumen de agua del Canal de Cuautla.

Ecológicamente, la importancia del manglar en Nayarit radica en su capacidad purificadora de agua, en su capacidad como formador de suelo, así como en su función como zona de anidación de aves y como área de reproducción de fauna acuática.

Específicamente, en el caso del manglar nayarita se conoce que la cantidad de hojarasca que produce es alta, con un valor de 1 417 g/m<sup>2</sup>/año, teniendo tasas de descomposición altas, que se incrementan durante la época de lluvias, lo cual se refleja en el mantenimiento de elevados niveles de materia orgánica particulada y sustancias húmicas en el ciclo del carbono dentro de los cuerpos de agua (Flores, 1990).

El aprovechamiento directo de los ejemplares de manglar se encuentra limitado, debido a que las cuatro especies de mangle se encuentran reportadas como sujetas a protección especial en la NOM-059-ECOL-2001, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. Sin embargo, han sido aprovechados en la obtención de tintes, por sus propiedades medicinales y como madera para estacas o para la construcción de cercas.

La vegetación de manglares tiene un uso significativo en la zona de Marismas Nacionales para la vida silvestre como áreas de protección, reproducción, alimentación y refugio de diferentes especies silvestres y comerciales, principalmente para numerosas especies de aves acuáticas residentes y migratorias, así como especies de escama capturadas localmente con fines comerciales. Asimismo, representa un uso de utilización como recurso forestal; localmente es aprovechada con diferentes propósitos, tales como construcción de secaderos para tabaco, polines en casas habitación, ramadas y tapos (trampas de fabricación artesanal); así como combustible, principalmente carbón.

## 2.4 Principales estudios sobre manglares de México

López y Excurra (2002) indican que la investigación sobre manglares en México tiene un desarrollo de alrededor de 40 años. Ellos mencionan que las publicaciones que pueden considerarse como pioneras son las de Cuatrecasas (1958, primera en México, pero con ejemplos colombianos), Miranda (1958), Sánchez (1963), Thom (1967) y Vázquez (1971). La primera visión general, puesta en el contexto de la vegetación de México, es la de Rzedowski (1978), quien además presenta en su mapa de vegetación de la República Mexicana la distribución de manglares, considerándola parte de la vegetación acuática y subacuática. Un mapa en donde se proporciona una visión general de la distribución de manglares en México es el de Flores *et al.* (1990); otros mapas son los publicados por Lot y Novelo (1990) y por Tovilla (1994), aunque también pueden consultarse las cartas publicadas por DETENAL e INEGI durante las tres décadas anteriores.

Los manglares han sido materia de estudio por especialistas en ecosistemas costeros dentro del país. Biólogos, ecólogos, oceanólogos, ingenieros pesqueros y ambientales han estudiado los manglares de México por más de 30 años, a los que se han sumado antropólogos, sociólogos y economistas, entre otros, que han estudiado desde distintos enfoques la relación de las comunidades rurales, incluidas las indígenas, con los manglares, identificando usos tradicionales y tareas de conservación (Moreno *et al.*, 2002b).

La mayoría de estos especialistas pertenecen a instituciones de investigación en México y en ellas realizan proyectos de largo plazo que le han dado continuidad al estudio y conocimiento de los ecosistemas costeros que albergan manglares en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe; se han llevado a cabo numerosos estudios de caso y documentado experiencias específicas de conservación y restauración para distintos tipos de manglares. Además, distintos grupos académicos han interactuado con las comunidades rurales asentadas alrededor de los ecosistemas de manglar aprendiendo junto con ellas a proteger y conservar a los manglares y a potenciar el uso sustentable para su bienestar.

En un esfuerzo institucional conjunto del INE y la CONABIO se integró un directorio nacional de especialistas en manglar quedando registrados hasta enero de 2008, 92 personas de 56 instituciones en 22 estados de la República. Dichas personas reportan 65 sitios de estudio en 14 estados.

Asimismo, distintas organizaciones no gubernamentales han desarrollado programas de conservación de manglares en el país. A esta tarea se han sumado, entre otras, World Wildlife Fund (WWF), Pronatura, The Nature Conservancy (TNC), Conservation International, Comunidad y Biodiversidad (COBI), Grupo Manglar, Marea Azul, International Fund for Animal Welfare (IFAW), Defenders of Wildlife, entre otras, las cuales han aportado recursos económicos y esfuerzos institucionales para patrocinar proyectos específicos de conservación de manglares en distintas regiones del país. En este esfuerzo no ha faltado el interés por conocer cómo se relaciona el hombre con la naturaleza y cómo las comunidades rurales se organizan para conservar y aprovechar sustentablemente los manglares.

Con todo ello se ha generado un amplio conocimiento sobre los manglares de México. La principal limitante al respecto es que dicho conocimiento se encuentra disperso, no se ha sistematizado ni puesto a disposición de los especialistas y del público en general (CONABIO, 2008).

## **2.5 Descripción botánica de los manglares**

Los manglares son comunidades florísticamente uniformes. Las características fisonómicas más notables en esta comunidad es el tipo de adaptación que presentan los sistemas radiculares de algunas de las especies que los integran. Estas adaptaciones son las raíces zancudas y los pneumatóforos que tienen funciones de fijación en el terreno lodoso y de captación de oxígeno directamente del aire (ambas a través de las lenticelas) (Agraz-Hernández, 2006).

En el mundo se conocen 54 especies de mangle, distribuidas en 20 géneros y pertenecientes a 16 familias (Tomlinson, 1986; citado por CONABIO, 2008). En

América, los géneros más representativos son *Rhizophora*, con raíces arqueadas que sirven de soporte, *Avicennia* y *Laguncularia*, ambos con raíces respiratorias (neumatóforos) que brotan del suelo. A los manglares se les reconoce como uno de los ecosistemas más ricos del planeta por su productividad; tienen una gran importancia económica y ambiental por el uso que las comunidades rurales les han dado y por los servicios ambientales que brindan.

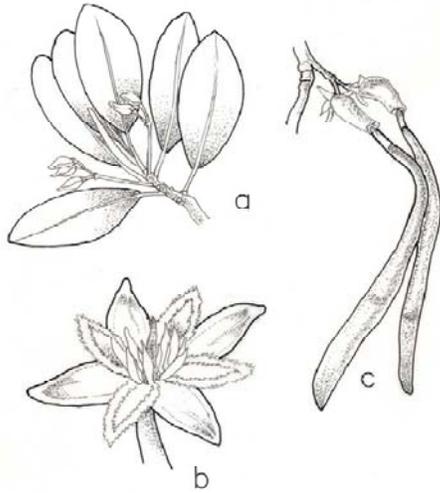
En México predominan cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro, madre de sal) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Es común encontrarlas asociadas, en un proceso sucesorio dependiendo del nivel de las mareas que las inundan o los bañan, pero estableciendo dominancia de una especie o de una asociación predominante de dos o tres especies dependiendo del lugar en donde se hayan asentado (CONABIO, 2008).

*Avicennia germinans* (L.) L. (mangle prieto, mangle negro, apompó, madre de sal, puyequé, ta'abché –maya), pertenece a la familia Verbenaceae. Florece especialmente en los meses más lluviosos. Arbustos con los troncos y ramas jóvenes tetraédricos; la corteza levemente fisurada en placas. Sistema de raíces por neumatóforos con lenticelas. Hojas simples, opuestas, lámina foliar oblonga a lanceolado-elíptica, más o menos coriácea, ápice obtuso, base cuneada, los nervios por lo general evidentes, glándulas excretoras en el envés de la hoja, haz gris verdoso, glabro, envés más pálido (verde grisáceo); Sin estípulas; pecíolos gruesos, de 2 a 10 mm de largo. Inflorescencias en las puntas de las ramas, formado panículas cortas; flores verdosas, crema o blanquecinas, la corola de consistencia sericea. El fruto es una cápsula verde pálida, comprimida lateralmente hasta de 4 cm de longitud en la madurez (Agraz-Hernández, 2006) (Figura 3).

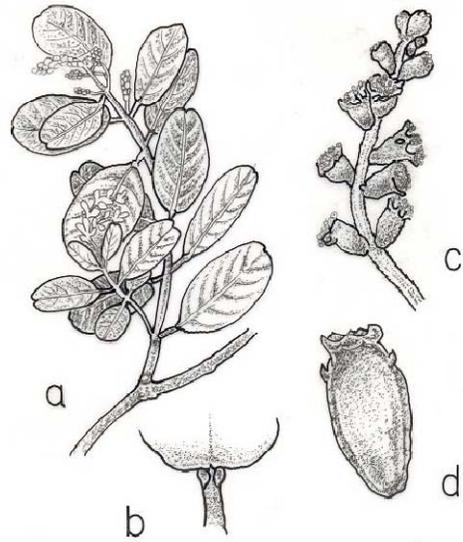
*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (mangle blanco, mangle bobo, mangle chino, sak okom - maya), pertenece a la familia Combretaceae. Florece especialmente en los meses más lluviosos. Árboles dióicos o hermafroditas; el tronco poco o abundantemente ramificado; la corteza fisurada, rugosa, grisácea-café; tallos y

pecíolos se tornan rojizos y ramas teretes. Sistema de raíces por neumatóforos con lenticelas. Hojas simples, decusadas, lámina foliar elíptica a oblonga, de 5 a 8 cm de largo, 3 a 5 de la ancho, ápice redondeado o a veces algo emarginado, base truncada, glabra a ligeramente redondeado; pecíolos de 10 a 20 mm de largo, con un par de glándulas en la parte superior. Normalmente, se puede observar un pecíolo rojizo. Flores blanco- verdosas. Fruto dos nuececillas (Agraz-Hernández, 2006) (Figura 3).

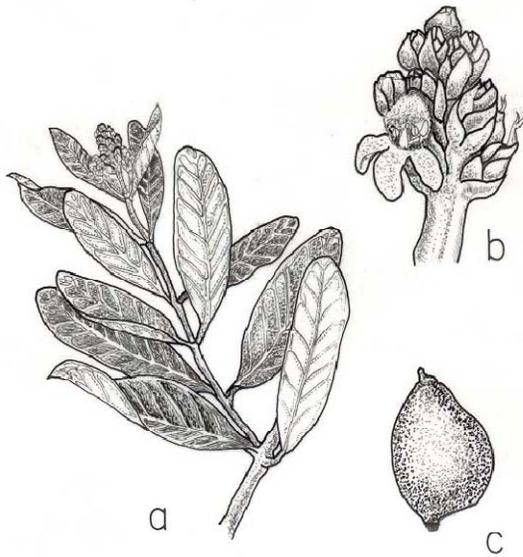
*Rhizophora mangle* L. (mangle colorado, candelón, mangle, mangle dulce, mangle rojo, mangle tinto, taab ché -maya). Pertenece a la familia rhizophoraceae. Florece todo el año, sobre todo durante la primavera y el verano. Árboles con el tronco y las ramas apoyadas en numerosas raíces zancudas, simples o dicotómicamente ramificadas ramificadas, con numerosas lenticelas; la corteza lisa, grisácea, rojiza a pardo rojiza. Hojas simples, decusadas, lámina foliar elíptica a oblonga, de 8 a 13 cm de largo, 4 a 5.5 cm de ancho, ápice agudo. Base obtusa, glabra, verde brillante, algo lustrosa; estípulas interpeciolares, caducas una vez que la hoja se expande; pecíolos de 15 a 35 mm de largo. Inflorescencias simples, con dos o tres flores ceríceas, amarillo verdosas. El fruto es una baya piriforme, dura, pardo rojiza; con el embrión germinando dentro del fruto aún unido a la planta, que luego se desprende una vez que el hipocótilo alcanza de 15 a 40 cm de largo (Agraz-Hernández, 2006) (Figura 3).



Mangle rojo (*Rhizophora mangle*)  
 a) rama vegetativa con yemas florales b) flor  
 y c) Frutos en forma de pincel que han germinado estando en el árbol



Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)  
 a) Rama vegetativa con yemas florales b) Base de una hoja mostrando  
 mostrando las dos glándulas que expulsan la sal, característica de la especie  
 c) racimo de flores d) fruto



Mangle negro (*Avicennia germinans*)  
 a) rama vegetativa y flores jóvenes  
 b) racimo floral  
 c) fruto maduro

Figura 2.2. Características morfológicas de las principales especies de manglar (Clinton, 1986).

## **2.6 Relación entre geoforma y establecimiento de los tipos de manglar**

Las condiciones geológicas, geofísicas y geomorfológicas de un espacio geográfico, constituyen el basamento de su esqueleto ambiental, descansando sobre ellas, las peculiaridades estructurales y dinámicas de cada uno de los restantes componentes de los geosistemas naturales, antroponaturales o antropogénicos existentes (Hernández *et al.*, 2007). Estudios correlativos de esta naturaleza multidisciplinaria, ya han sido desarrollados por diferentes especialistas (Thom, 1967, 1984; Dawes, 1986; López-Portillo y Ezcurra, 1989a, 1989b; Semeniuk, 1994), entre los principales exponentes de la teoría geomorfológica del desarrollo de los ecosistemas de manglares.

Thom (1984) demuestra la estrecha correlación entre la evolución de los patrones de vegetación y la dinámica del desarrollo costero y la sedimentación, que ya Stoddard (1980) había reconocido como patrones de comunidades vegetales asociados a variaciones del substrato y de las condiciones de energía, en definitiva, determinadas por el relieve.

Es evidente que la influencia de los factores ambientales, especialmente aquellos relacionados con las geoformas del relieve, determinan la distribución de los manglares en patrones típicos de zonación. En México, en los últimos años esto se ha demostrado en los trabajos de López-Portillo J. y E. Ezcurra (1989a); Méndez-Linares (2003) y Méndez-Linares *et al.* (2007); donde se revela el papel preponderante de las características morfogenéticas del relieve y de su microtopografía, como condicionantes del régimen hidrológico interno para el desarrollo de los ecosistemas de manglares.

Estos ecosistemas se desarrollan en las regiones de interfase tierra-mar, en donde los procesos fluviales, lacustres, fluviomarinos y litorales, determinan la génesis, estructura, funcionamiento y dinámica de las geoformas. Por su enfoque, Thom (1967) estableció una clasificación muy cercana a los principios genéticos de la formación del relieve y distinguió tres grandes grupos de hábitats, a saber: (1)

fluviales, restringidos a geoformas lineales del relieve, asociados a canales de corriente y cuencas bajas (canales distributarios, barras de meandros, diques naturales, cuencas interdistributarias); (2) lacustres, en estos hábitats se puede distinguir la acreción lacustre por flujos de lodo en la costa, el desarrollo de líneas costeras estables, como resultado de la acumulación de la turba de *Rhizophora mangle* y la destrucción de la vegetación de la línea costera por el oleaje, permitiendo la expansión de los cuerpos de agua y la deposición de sedimentos desfavorables a la reproducción del manglar (llanura lodosa, costa boscosa, playa, arrecife de ostiones) y (3) canales de playa abandonados o cordones litorales, se reconocen como otro hábitat de crecimiento de los manglares. En general, en la zona costera los cambios están determinados por la dominancia relativa de procesos geomorfológicos específicos, como erosión del oleaje en la playa, la dinámica de los canales fluviales, la acumulación en las llanuras lodosas por la dinámica intermareal, y otros procesos.

Las especies de manglar poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten ocupar hábitats bajo condiciones especiales, tales como suelos desde limosos hasta arenosos, inestables y con baja concentración de oxígeno, en ambientes salinos y salobres. Estas especies han desarrollado estrategias reproductivas como la viviparidad o criptoviviparidad (frutos que germinan en la planta madre y que forman propágulos e hipocotilos), un sistema de raíces verticales conocidos como pneumatóforos que captura oxígeno atmosférico y de raíces de cable y de anclado que penetran hasta 60 cm y que da estabilidad y soporte al tronco. Tienen además glándulas en las hojas que les permiten secretar el exceso de sal y hojas gruesas, similares a las plantas de desierto, pero de mayor tamaño (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Los humedales costeros agrupan numerosas comunidades que abarcan manglares, marismas, selvas y palmeres inundables, popales y tulares, entre otros. Esta gran variedad de composiciones y estructuras forman mosaicos a lo largo de gradientes microtopográficos, donde variaciones en salinidad e inundación resultan en composiciones y dinámicas distintas.

La distribución de los diferentes tipos de humedales costeros, las distintas especies que los componen y su grado de desarrollo están condicionados, en gran medida, por el hidroperíodo y la salinidad del agua intersticial. El hidroperíodo es el patrón resultante de la frecuencia y duración de la inundación de cierta área, lo cual determina las condiciones de oxidación/reducción (Mitsch y Gosselink, 2000).

Las condiciones impuestas por el hidroperíodo son muy importantes para el mantenimiento de la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas, debido a que crean condiciones físicas y químicas únicas que afectan varios factores como la anaerobiosis del suelo, la acumulación de materia orgánica, la disponibilidad de nutrientes, la riqueza y composición de especies y la productividad primaria. Asimismo, el componente biótico modifica tanto la hidrología como la composición química del suelo (Mitsch y Gosselink, 2000).

La mayoría de las lagunas costeras se relacionan estrechamente con la presencia de barras de arena y/o islas de barrera. Los mecanismos de formación de estas no están completamente dilucidados, por lo que su origen ha sido objeto de debates por más de un siglo. No obstante, existen tres teorías o modelos principales que pretenden explicar dicho fenómeno. Así, principalmente, es necesario que exista un suministro de arena, energía de oleaje y fluctuaciones de marea, aunque de cualquier manera, es necesario investigar los procesos que han dado lugar a las barreras de arena para entender a su vez los procesos que actúan sobre ellas actualmente (Phleger, 1969; Kjerfve, 1994).

Para el caso de Nayarit, la llanura costera consiste de un estero bajo, esencialmente a nivel del mar, trasladado en la superficie con la llanura aluvial, del río Grande de Santiago y los pequeños ríos adyacentes al norte y al sur, que buzan hacia el mar. El pantano costero existe principalmente en las depresiones entre los canales de las crestas de dunas abandonadas de playas. Esta planicie de crestas abandonadas de playa tiene un promedio de 5 km de ancho con longitud de 225 km entre Mazatlán y San Blas y cerca de 10 km de ancho, con longitud de 130 km, en la porción central mejor desarrollada. La anchura, entre la playa actual y el borde más antiguo es de 17

km. La superficie de la llanura está surcada de manera uniforme por aproximadamente 250 crestas paralelas, típicamente espaciadas entre 30 y 200 metros. El relieve varía desde menos de un metro hasta un máximo de cerca de cinco metros sobre el nivel del mar (Curry y Moore, 1963).

El cuerpo de arena es continuo entre las crestas y en toda la distancia a través de la línea costera. Algunas depresiones entre las crestas tienen lentes de aluvión moderno, pero la arena siempre se encuentra a profundidades por debajo del aluvión. Algunos de los pequeños ríos del área descargan directamente sobre el océano, pero otros directamente en el pantano de marea, entre las crestas de arena.

Cada cresta se formó individualmente como un depósito de línea de costa; el más antiguo es el más lejano del océano, y el más joven, el más cercano. La línea de costa actual es análoga en muchos aspectos a cada una de las crestas en su época de formación (Curry y Moore, 1963).

## **2.7 Los humedales y su efecto en el cambio climático: el caso de los manglares**

Según Armentano (1981), desde principios de la década de los 80 ya se reconocía a los humedales como una fuente importante de C, y como una contribución clave en el ciclo del mismo (Armentano, 1979). Estos ecosistemas, conocidos por su alta producción primaria, remueven el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y secuestran el C en el suelo donde la descomposición es inhibida por una reducción de oxígeno debido a las condiciones de inundación. El secuestro de C en los suelos de humedales es removido comúnmente de la circulación de la atmósfera por largos periodos, que pueden ser hasta de miles de años. Por ello se ha sugerido que la función de los humedales como almacenes naturales de C pudo contribuir en los últimos siglos a balancear las pérdidas de C liberado a la atmósfera, las cuales fueron originadas por una reducción de la masa forestal causada por la actividad humana a lo largo de la historia. Aunque los humedales no ocupan más del 3% de la extensión en todo el planeta, éstos contienen grandes cantidades de C que podrían contribuir, en relación

con la superficie que cubren, más que otros sistemas a los intercambios del ciclo global del C de lo que supone su área total (Armentano, 1981).

Casi tres cuartas partes del C en los ecosistemas se encuentran en el suelo como biomasa de raíces o en formas estables de compuestos orgánicos humificados. Aunque la estimación del C almacenado en el suelo no es fácil de cuantificar, ésta es necesaria para entender mejor la distribución e importancia relativa de los almacenes aéreos y subterráneos de C en los ecosistemas terrestres (Acosta *et al.*, 2001; Etchevers *et al.*, 2002).

Los manglares son un recurso ecológico y económico muy valioso, ofrecen sitios para reproducción de varias especies acuáticas y de alimento para aves, peces, crustáceos, reptiles y mamíferos; representan una fuente renovable de madera y son sitios de acumulación de C, nutrientes, sedimentos y contaminantes; además ejercen un papel de barrera protectora contra la erosión costera (Alongi, 2002; Moreno *et al.*, 2002b).

La destrucción de los manglares es comúnmente relacionada con el aumento en densidad de la población humana y con una percepción distorsionada de los supuestos beneficios económicos a corto plazo que puede generar su cambio en uso del suelo. Otras formas de destrucción de los manglares son la planificación y ejecución inadecuada de infraestructura hotelera y turismo masivo (Valdez-Hernández, 2002).

Los manglares pueden ser afectados de manera directa o indirecta. El efecto indirecto de perturbación de manglares es quizás el más generalizado y se presenta cuando se construyen caminos o carreteras, se urbanizan zonas costeras o se construyen desarrollos turísticos, así como cuando se llevan a cabo obras de infraestructura para la explotación y transporte de petróleo o líneas de distribución de energía eléctrica. A estas afectaciones se pueden agregar las políticas económicas productivistas orientadas hacia la obtención de ganancias a corto plazo, la modificación de la hidrología por desviaciones de los cauces fluviales con fines

agrícolas y la sustitución de áreas de manglar por obras de acuicultura (López-Portillo y Ezcurra, 2002).

A principios de los 80's, Armentano *et al.* (1981) calcularon que 230 000 ha de manglares en los trópicos habían sido convertidos a estanques piscícolas. Con esa tasa de destrucción, dichos autores calcularon que 86 250 000 toneladas de C podrían liberarse en los años subsiguientes como consecuencia de los suelos de manglar expuestos y el reestablecimiento del equilibrio natural. Al tiempo de equilibrio (10 a 20 años a partir de entonces) de cuatro a nueve millones de toneladas de C podrían haberse ya liberado de esos depósitos a la atmósfera.

La cantidad y tasa de liberación de CO<sub>2</sub> de los manglares, y de los humedales en general, puede ser cuantificada con precisión si se tienen disponibles los siguientes datos:

1. El área de humedales o el volumen del sustrato orgánico alterado, drenado o excavado;
2. La densidad aparente del suelo orgánico,
3. Las concentraciones de C orgánico del material de sustrato,
4. La tasa a la cual la MO es oxidada por combustión o descomposición natural.

Adicionalmente, se requiere la cantidad de cobertura vegetal removida o reducida para establecer el flujo neto de C en un sitio de manglar dado (De la Cruz, 1986).

## **2.8 Características generales del carbono y el ciclo del carbono**

Las características químicas del carbono (C) le confieren una gran versatilidad para la construcción de moléculas que forman los componentes básicos de los seres vivos (proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, enzimas, hormonas, entre otras). El ciclo del carbono es uno de los pilares del equilibrio biogeoquímico en cualquier ecosistema y, junto con el ciclo hidrológico, es el responsable del mantenimiento

ecológico y del equilibrio entre las interacciones atmósfera-hidrosfera-litosfera-biosfera (Post *et al.*, 1990; Osnaya, 2003).

## **2.9 El carbono y el calentamiento global**

El CO<sub>2</sub> es uno de los compuestos inorgánicos indispensables para la vida en la Tierra, pero su exceso en la atmósfera es causa de desequilibrios, principalmente climáticos, que alteran sensiblemente la naturaleza de los ecosistemas en todo el mundo. Este gas es el principal responsable del efecto invernadero que, en ciertos niveles, permite el mantenimiento de una temperatura promedio ideal para la existencia de vida en el planeta. En los últimos años, sin embargo, el exceso de este gas, principalmente generado por la actividad humana, ha creado un sobrecalentamiento, lo que se traduce en una mayor frecuencia de sequías, incendios forestales, inundaciones, temperaturas anormalmente altas, alteración de las corrientes oceánicas (fenómenos del Niño y la Niña), perturbación del hábitat de innumerables especies y afectación de actividades económicas primarias, entre otros fenómenos adversos (Schimel *et al.*, 2000; Gore, 2007).

El contenido de CO<sub>2</sub> de la atmósfera se incrementó de 270 a 290 ppm durante el siglo XIX, de 315 ppm en 1956 a 335 ppm en 1976 (De la Cruz, 1986) y, según Bravo (2007), hasta 379 ppm en 2005. Este incremento continúa a una tasa de 1 ppm por año. El balance de C es uno de los más importantes en la naturaleza, puesto que determina los flujos de MO y, también en gran parte, el de otros bioelementos (N, P, S, entre otros), pudiéndose a partir de esta información controlar el contenido de CO<sub>2</sub> atmosférico (Gallardo y González 2004).

En el Panel Intergubernamental de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), se ha indicado que el almacenamiento de carbono (C) por las plantas (también llamado “secuestro de C”) es una alternativa de bajo costo para reducir el contenido de CO<sub>2</sub> atmosférico. La información acerca de la captura de C atmosférico mediante fotosíntesis y el incremento de productividad primaria en biomasa está primordialmente dirigida a ecosistemas terrestres forestales

y agroforestales. Sin embargo, poco se tiene documentado sobre la eficiencia de esta captura en manglares y un manejo forestal de estos humedales costeros representa una oportunidad para el almacenamiento de C. Los suelos de manglar tienen promedios de descomposición de materia orgánica (MO) bajos y su potencial de almacenamiento de C es alto, por lo que pueden ser una alternativa para tal fin (Ponce-Hernández, 1999; UNFCCC 2000; Moreno *et al.*, 2002a).

## **2.10 Los suelos de manglar**

Todavía algunos investigadores discuten si realmente los suelos de manglar son considerados como tales o son simplemente sedimentos acumulados. Al respecto, en un estudio conducido en el sureste de Brasil, para concluir si los sustratos de los sedimentos de los bosques de mangle se pueden considerar como suelo, Ferreira *et al.* (2007) concluyeron que los procesos pedogenéticos de adición, translocación y transformación ocurren después de que los sedimentos son colonizados por las plantas vasculares, por lo que el sustrato de los bosques de mangle debería ser considerado más un suelo que simplemente un sedimento. Ellos además comentan que aunque esto puede parecer puramente semántico, la consideración de los sustratos de manglar como sedimento conduce a una imagen simplificada de los procesos activos envueltos, mientras que su consideración como suelo implica un mejor entendimiento de las funciones del sistema como un todo.

Existen muchos factores que pueden controlar o influenciar la productividad y diversidad de los manglares. Incluyendo clima, geomorfología, marea, agua dulce y otros factores. Sin embargo, las características del sustrato deberían ser consideradas como una de las que ejercen controles más directos sobre estos sistemas. Sorprendentemente los factores edáficos en manglares han recibido relativamente poca atención (Sukardjo, 1994).

En el caso particular de los suelos de manglar, Von Prhal *et al.* (1990) clasifican a los suelos de manglar en dos categorías: orgánicos e inorgánicos. Los primeros se mantienen por procesos anaeróbicos y los nutrientes se liberan por la

descomposición de la materia orgánica en las zonas aeróbicas, con una continua mineralización; y los suelos inorgánicos se caracterizan por ser generalmente ricos en nutrientes, tales como calcio, magnesio y potasio, los cuales son retenidos temporalmente del lavado y se forman por depósitos de limo y arcillas en llanuras aluviales.

Los sedimentos son un factor muy importante en el control de la ecología de las lagunas costeras, ya que generalmente presentan concentraciones de elementos traza, nutrientes y materia orgánica (MO) (Kennish, 1986). En los sedimentos, los ciclos de varios elementos químicos, particularmente del C, N, P y S, son afectados por las reacciones geoquímicas llevadas a cabo en la interfase agua-sedimento, como son el intercambio y la difusión de iones disueltos o adsorbidos y por diversos compuestos y gases (Kennish, 1986)

Por otro lado, la determinación de la textura de los sedimentos y su contenido de materia orgánica (MO) es primordial en los estudios de los sistemas acuáticos porque se ha observado que la adsorción de contaminantes orgánicos hidrofóbicos y metales, se correlacionan con ambos (Al-Ghadban *et al.* 1994). Las fracciones de MO tanto disuelta como particulada frecuentemente son estimadas por su contenido de carbono orgánico total. Por otra parte, los organismos contribuyen al transporte de sedimentos y al reciclaje de nutrientes a través de la bioturbación y resuspensión.

Los suelos de manglar están expuestos tanto a perturbaciones naturales como antropogénicas, las cuales influyen en la biomasa y actividad microbiana del suelo. Así por ejemplo, la determinación de la mineralización del C por titulación del CO<sub>2</sub> respirado por los microorganismos del suelo (Alexander, 1980; Jenkinson y Powlson, 1976) se ha utilizado para medir la actividad microbiana (Zibilske, 1994). La estimación del contenido de C y N en la biomasa microbiana generalmente se usa como indicador de la biomasa viva en el suelo, en investigaciones para comparar la fluctuación temporal de nutrientes en sitios naturales y perturbados (Horwath y Paul, 1994).

Por otra parte, la inundación del suelo provoca una fuerte desestabilización química, ligada a la actividad microbiana. Así, en ausencia de oxígeno se desestabilizan los nitratos y se produce un aumento del N disponible, que se acumula en forma amoniacal. Una pequeña parte del N amoniacal queda en disolución (y por tanto inmediatamente asimilable) y el resto es rápidamente adsorbido en la superficie de las partículas de arcilla y de humus, desde donde es fácilmente liberado a medida que las plantas van consumiendo la fracción disuelta.

Los periodos de lluvia intensa y prolongada, unidos a un pobre drenaje del suelo, originan un inadecuado suministro de O<sub>2</sub> y propician la acumulación de otros gases. Sin embargo, aunque la saturación del suelo con agua es la causa más común de anaerobiosis, no necesariamente tienen el mismo efecto. Si la conductividad hidráulica del suelo es suficientemente alta y el drenaje no está impedido, el agua más superficial, suficientemente aireada, al atravesar el suelo puede suministrar suficiente oxígeno si, como sucede en praderas en condiciones de temperatura baja, se requiere poco oxígeno para el desarrollo de los procesos biológicos (Rusell, 1977).

La limitación de oxígeno origina numerosos cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo, entre los que cabe destacar: la producción de sustancias tóxicas (ácidos orgánicos, metano, dióxido de carbono y sulfuros), así como de etileno; y la pérdida de compuestos solubles de N y desequilibrios en otros nutrientes debido a la actividad anaeróbica microbiana (Walker, 1975). En el suelo anegado, la acumulación de etileno es controlada por muchos factores que incluyen las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo. Asimismo, está influenciada por el cultivo; y su estabilidad y persistencia, están altamente influidas por la alta difusión del etileno en el agua (10 000 veces más que en la atmósfera) y su solubilidad en ella (140 ppm a 25°C) (Arshad, 2002).

El encharcamiento del suelo se da, en ocasiones (y no sólo en las zonas pantanosas características de los manglares), en conjunción con la existencia de salinidad en el

agua, principalmente en zonas costeras, en las que la elevación del nivel del mar conduce a la anegación de zonas boscosas próximas (Daniels, 1992).

En Ecuador, en lagunas que fueron construidas en lugares previamente habitadas de manglar, el carbono del suelo era  $< 2.5\%$  y la proporción C/N era 25 a: 30. Los suelos de estanques sobre áreas de manglar tendían ser altos en azufre total y bajos en pH. La falta de correlación entre el C y S en los suelos de manglares sugiere que la mayoría del S era inorgánico y probablemente se encontraba en sulfhidros (Sonnenholzner y Boyd, 2000).

En cuanto a las características de suelo de manglar, Sukardjo (1994), en Indonesia, en muestras de suelo donde se desarrollaba sólo *Avicennia* sp y sitios de *Ceriops* sp, encontró que el pH fue ácido, tuvo alto contenido de MO y bajo fósforo disponible. Los suelos donde predominaba *Avicennia* sp tuvieron un pH más alto ( $4.83 \pm 0.38$  en agua), una conductividad eléctrica  $23.72 \pm 0.70$  meq/100 g de suelo (unidades expresadas por el autor en concentración de sales) y más bajo contenido de materia orgánica ( $6.81 \pm 0.14\%$ ) que aquellos cubiertos por *Ceriops* sp.

La interacción entre los procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en los ecosistemas de los humedales presenta efectos beneficiosos sobre el ambiente derivados de la amortiguación de los cambios bruscos del caudal de los ríos asociados y de la mejora de la calidad de sus aguas. La entrada creciente de nutrientes (nitratos, fosfatos), sobre todo en zonas húmedas en áreas de fuerte actividad agraria, bien directamente a través de las aguas superficiales, bien como descarga de aportes subterráneos, afecta la capacidad de los humedales en la depuración de las aguas, lo que puede traducirse en un deterioro ambiental de los humedales y de los cursos fluviales aguas abajo de éstos (Blackwell *et al.* 2002).

La descomposición microbiana es más rápida en presencia de  $O_2$ , el cual actúa como receptor de electrones durante la oxidación aeróbica de compuestos orgánicos, pero el  $O_2$  disminuye cuando los poros del suelo están llenos de agua, entonces funcionan los organismos anaerobios o facultativos y la descomposición se vuelve lenta

acumulándose grandes cantidades de materia orgánica (Brady y Weil, 1999), tal como sucede en los suelos de manglar.

La dominancia de materiales sápricos se debe a la descomposición de materiales vegetales cuando baja el nivel del agua y se dispone de una mayor cantidad de O<sub>2</sub>. En el caso de estos suelos, se mantienen condiciones de anaerobiosis durante la mayor parte del año, por lo que se esperaría que no hubiese descomposición de la MO; sin embargo, la temperatura del área donde crecen los manglares favorece la degradación al bajar la lámina de agua (Yefremova, 1993). Las bajas densidades aparentes están asociadas con el tipo de material orgánico, contenido mineral y humedad durante el muestreo (Skoop, 2000) y corroboran la presencia de materiales sápricos y hémicos<sup>5</sup>.

Los pH fuertemente ácidos están relacionados con el suplemento de sulfato (agua de mar) y MO (mangle); el sulfato y el O<sub>2</sub> son adicionados por el movimiento de la marea a través de la alta permeabilidad de los suelos de mangles (Breemen y Buuman, 1998). Por su parte, Batlle *et al.* (1994) señalan que la reducción de sulfatos del agua de mar acumulados en el suelo, genera la formación de materiales sulfhídricos y la exposición a condiciones de secado acelera la oxidación bioquímica de los materiales orgánicos y de los sulfhídricos, de ahí que disminuya drásticamente el pH y que se clasifiquen como Sulfosaprist.

Por otro lado, muchas veces la CIC del suelo de manglar tiende a ser alta a pesar del pH ácido debido a que la MO tiene grupos funcionales principalmente carboxílicos y fenólicos con cargas que varían según el pH del sistema, es decir, negativas en pH

---

<sup>5</sup> Sáprico significa que el material orgánico está en la etapa más avanzada de descomposición; fíbrico cuando está poco descompuesto y aún se reconoce el material vegetal original y hémico es un estado de descomposición intermedia entre los anteriores. Soil Survey Staff, 1999, *Keys to soil taxonomy*, Soil Conservation Service, 2a ed., United States, Department of Agriculture, USDA, State University, Washington D.C., EUA.

alcalinos y positivas en pH ácidos. El pH contribuye a que la CIC sea alta, ya que a valores altos un mayor número de hidrógenos son liberados de los ácidos débiles (Baize, 1993).

La estimación de la reserva de carbono en los manglares es complicada por la carencia de datos de densidad aparente. Eswaran *et al.* (1993) señalan que se debe a las condiciones permanentes de inundación lo cual dificulta la obtención de las muestras. En el caso de muchos suelos estudiados, estos permanecen inundados casi todo el año, aun en los meses de menor precipitación, por lo que es necesario esperar a que el nivel de agua baje y puedan recolectarse las muestras.

La acumulación de carbono orgánico (CO) en humedales es primeramente un resultado del balance de dos procesos: fijación de C a través de la fotosíntesis y pérdida por la descomposición; los promedios de fotosíntesis son más altos que en otros ecosistemas y el promedio de descomposición es más lento debido a las condiciones anaerobias, por lo que la MO tiende a acumularse (Reddy *et al.*, 2000).

La acumulación y descomposición de MO en los manglares indica su desarrollo, además, está relacionada con su posición en paisaje y tipo de vegetación.

Lucas (1982) indica que la acumulación de un metro de peat (material fibrico originado principalmente por vegetación de musgo) en condiciones frías requiere en promedio 1500 años para su formación. Lo que puede significar que la formación de estos suelos orgánicos, menos fibrosos que el peat requiere de varios miles de años para su formación.

En cuanto al tipo de vegetación, la acumulación de hojarasca sobre el piso del manglar puede ser un importante factor para la inmovilización de nutrientes durante la descomposición en bosques de *R. mangle*, la tasa de descomposición de hojarasca es más baja y la inmovilización de nitrógeno más alta, que en bosques de *A. germinans*, como resultado de una alta tasa C/N (Yañez *et al.*, 1998). De acuerdo con este comportamiento se esperaría mayor acumulación y horizontes fibricos en el mangle rojo pero muchas veces su ubicación en el paisaje lo limita.

En el caso de los suelos orgánicos de manglares, los promedios de descomposición son bajos y su potencial de almacenamiento de C es alto, por lo que pueden ser una alternativa para el secuestro de C. En una investigación llevada a cabo en el oeste del estado de Tabasco, Moreno *et al.* (2002a) cuantificaron la reserva de C en suelos orgánicos con vegetación de mangle (*Rhizophora mangle* L. y *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn). Encontraron que el contenido de carbono fluctuó entre 47 kg C m<sup>-2</sup> y 82 kg C m<sup>-2</sup>, lo cual reflejó el gran potencial que tienen estos sistemas.

En los suelos orgánicos de manglares, los promedios de descomposición pueden ser más bajos y por lo tanto el potencial de almacenamiento de C del suelo puede ser más alto que en sistemas de agua dulce (Izaurrealde *et al.*, 2001). Los resultados de algunos estudios indican que la descomposición de los residuos de plantas, así como el incremento de la salinidad afecta el flujo superficial de CO<sub>2</sub> y CO disuelto durante la descomposición de residuos de plantas, pudiendo ser una consideración importante para el almacenamiento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en sistemas salinos, por lo tanto, se considera a las plantas halófitas como una alternativa para la captura de C (Olsen *et al.*, 1996). Además, Karmakar (1982) menciona que los residuos de mangle son el principal componente orgánico y su acumulación se atribuye a la intensa actividad biológica que acompaña su descomposición, en el periodo en que el suelo permanece con bajo contenido de agua.

## **2.11 Importancia del carbono y otros macronutrientes en los suelos de manglar**

El carbono del suelo es un componente mayor del ciclo del C terrestre. Los suelos del mundo contienen más C que las cantidades totales combinadas que ocurren en la vegetación y la atmósfera. Consecuentemente, los suelos son un reservorio mayor de C y un importante depósito.

En un estudio llevado a cabo en dos sitios de manglares de la costa de Oaxaca, González-Terreros *et al.* (s/f) cuyo objetivo general fue cuantificar la biomasa microbiana en el suelo de “La Ventanilla” (manglar perturbado) y “Los Naranjos”

(manglar no perturbado), se encontró que los suelos de ambos sitios, en dos épocas: sequía y lluvias, existieron diferencias en las características físico-químicas entre los dos sitios y en algunas características entre épocas para el mismo (sitio) suelo de manglar. En cuanto a la producción de CO<sub>2</sub>, durante la época de sequía no hubo diferencias significativas entre los dos sitios, pero en la época de lluvias Los Naranjos presentaron una concentración mayor (65 mg de C/kg suelo seco\*día) con respecto a La Ventanilla. La cantidad de C y N de la biomasa microbiana se determinaron mediante el método de fumigación-extracción encontrándose valores mayores en el manglar de La Ventanilla.

De acuerdo a los resultados obtenidos, hubo diferencias en la biomasa microbiana, y en las características físico-químicas entre los dos suelos de manglar debido a perturbaciones naturales y antropogénicas. Comparando las dos épocas de muestreo, se obtuvo mayor cantidad de biomasa microbiana en la época de sequía, debido probablemente a que en la capa superficial del suelo existía una mayor reproducción de microorganismos aerobios favorecidos en estas condiciones, en comparación con los que proliferan en la época de lluvias.

Por otro lado, un análisis directo de gradientes fue usado para relacionar la estructura de comunidades de manglar con los gradientes de nutrientes del suelo. Los cationes predominantes en los suelos aluviales fueron magnesio y calcio, los valores estuvieron en el rango de  $8.6 \pm 0.9$  a  $24.6 \pm 2.0$  meq por 100 g. El CO fue más alto en los suelos, en el rango de 3.5% a 10.4%. Todos los nutrientes del suelo variaron estacionalmente en respuesta a periodos climáticos secos y húmedos. La clasificación de los grupos ecológicos muestra que *Avicennia africana* y *Nypa fruticans* se presentaron casi exclusivamente en valores más altos de calcio (20.8 y 17.6 meq por 100 g de suelo (Ukpong, 2000).

## **2.12. Comentarios de la revisión de literatura**

Los humedales son ecosistemas continentales o marinos, de aguas dulces, salobres o saladas, que se encuentran en la interfaz tierra-agua. Se caracterizan por estar

anegados temporal o permanentemente, tener su nivel freático muy cercano o por encima del nivel del suelo, aunque con escasa profundidad, y por la presencia de plantas acuáticas. Además, presentan condiciones de anaerobiosis al menos una parte del año.

Los humedales se encuentran en todos los climas y en todas las latitudes, por lo que sus características fisicoquímicas y biológicas pueden variar enormemente entre un punto del planeta y otro. Sin embargo, todos estos ecosistemas tienen como la cualidad más importante desde el punto de vista ecológico la de ser, en su conjunto, los ecosistemas más eficientes en la retención del carbono en el suelo, lo cual a su vez tiene un papel muy significativo en la atenuación del calentamiento global, amén de ser también paraísos para la fauna y la flora silvestres, y filtros naturales de contaminantes físicos, químicos y biológicos.

Existen muchos tipos de humedales, que pueden ser naturales o antropogénicos; dentro de los de origen natural existen las ciénagas, marismas, pantanos, popales y tulares, entre otros; en los de origen antropogénico se pueden citar a los estanques destinados a la acuicultura, los embalses y los arrozales. Existen decenas de clasificaciones de humedales que obedecen a criterios hidrológicos, geomorfológicos y de ubicación geográfica, principalmente. La Convención Ramsar (con más de 158 países) es el tratado internacional más importante en materia de conservación y estudio de los humedales. Aunque la superficie que ocupan los humedales abarca apenas entre el 4 y el 6% de la tierra firme del planeta, su importancia es clave en el equilibrio ecológico global.

Los manglares (bosques de mangles, bosques de marea, bosques costeros o bosques de lluvia oceánicos) son humedales que se localizan en las zonas tropicales y subtropicales del planeta, y se caracterizan por la presencia de plantas leñosas perfectamente adaptadas a condiciones de alta salinidad y de inundación constante o intermitente, suelos o sustratos inestables, y estar sometidos a un régimen intermareal. Como muchos otros humedales, a pesar de haber sido claves en el desarrollo de muchas culturas a lo largo de la historia, han sido desde siempre poco

valorados e incluso despreciados, porque el desconocimiento de sus valores intrínsecos (económicos, ecológicos, sociales y culturales), los hace aparecer muchas veces como lugares insalubres y carentes de utilidad y, por lo tanto, susceptibles de cambiar su uso de suelo para otras actividades aparentemente más redituables.

También existen numerosas clasificaciones para los manglares, basadas principalmente en la estructura, fisonomía y la geomorfología del manglar. En nuestro país existen cinco especies de mangles, además de una más considerada por varios autores como falso mangle (*Conocarpus erectus*), siendo las más comunes *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*. Los manglares poseen un mecanismo eficaz de regeneración sobre todo al interior de los rodales que no han sufrido de degradación, porque el suelo de los mismos se mantiene blando dada la sedimentación constante producida por las mareas. Una característica muy importante de los manglares es la viviparidad, que aprovechando las condiciones de suelo blando, asegura la supervivencia de la especie al producir embriones maduros que dejan a la planta madre hasta el año de haber sido concebidos. Esta combinación de características favorece las labores de conservación y reproducción de los bosques de mangle, siempre y cuando se reconozca su valor intrínseco y se evite su cambio de uso de suelo.

El estado de Nayarit posee una topografía muy accidentada por lo que es rico en variedad de ambientes y climas. El 5% de su territorio está cubierto por vegetación de manglar y con ello ocupa el cuarto lugar en importancia a nivel nacional en ese aspecto. No obstante, esta área del estado cubierta por bosque de mangles, conocida como Marismas Nacionales, es la concentración de este tipo de ecosistemas más grande del continente. Los árboles de mangle producen una gran cantidad de MO en forma de hojarasca (alrededor de  $1000 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ), lo que es de suma importancia en el ciclaje de nutrimentos en el ecosistema. Además de sus bondades ecológicas, los manglares nayaritas cumplen una función socioeconómica muy importante pues de ellos los lugareños extraen leña, madera para el secado del tabaco, polines para construcción, y para ramadas y tapos. Sin embargo, estos

ecosistemas están expuestos a fuertes peligros y formas de degradación, directos e indirectos, que atentan contra ellos constantemente, como la construcción de caminos, la alteración de vías fluviales, el incremento de la urbanización costera, el desarrollo turístico y la acuacultura.

La investigación sobre manglares en México es relativamente nueva: las primeras publicaciones datan de hace 50 años. Por este motivo aún faltan estudiar números aspectos, particularmente biológicos, fisicoquímicos y ecológicos, para entender y justificar la conservación y permanencia de dichos ecosistemas. La investigación sobre manglares en nuestro país fue iniciada por científicos de áreas biológicas, pero en los últimos años se han incorporado también investigadores de ciencias sociales, pues se está reconociendo cada vez más el papel fundamental de los manglares en todos los ámbitos, su participación en la búsqueda del desarrollo sostenible y su notable influencia ambiental a escala mundial. En un esfuerzo institucional conjunto del INE y la CONABIO se integró un directorio nacional de especialistas en manglar quedando registrados hasta enero de 2008, 92 personas de 56 instituciones en 22 estados de la República. Dichas personas reportan 65 sitios de estudio en 14 estados.

Muchas organizaciones no gubernamentales han desarrollado programas de conservación de manglares en nuestro país. A esta tarea se han sumado, entre otras, *World Wildlife Fund* (WWF), Pronatura, *The Nature Conservancy* (TNC), *Conservation International*, Comunidad y Biodiversidad (COBI), Grupo Manglar, Marea Azul, *International Fund for Animal Welfare* (IFAW), *Defenders of Wildlife*, etc., las cuales han aportado recursos económicos y esfuerzos institucionales para patrocinar proyectos específicos de conservación de manglares en distintas regiones del país. En este esfuerzo no ha faltado el interés por conocer cómo se relaciona el hombre con la naturaleza y cómo las comunidades rurales se organizan para conservar y aprovechar sustentablemente los manglares. Con todo ello se ha generado un amplio conocimiento sobre los manglares de México. La principal limitante al respecto es que dicho conocimiento se encuentra disperso, no se ha sistematizado ni puesto a disposición de los especialistas y del público en general.

El  $\text{CO}_2$  es el principal gas de efecto invernadero por ser el más abundante en la naturaleza; otros gases pueden tener un potencial de absorción de calor mucho mayor que el bióxido de carbono, como el  $\text{CH}_4$  y el  $\text{NO}_3$ , pero se encuentran en menor concentración, por lo que son menos peligrosos, aunque no por ello menos importantes. Los suelos del mundo contienen más C que las cantidades totales combinadas que ocurren en la vegetación y la atmósfera. Consecuentemente, los suelos son un reservorio mayor de C y un importante depósito. Este potencial edáfico tiene mayor relevancia en el caso de los suelos de manglar, que por sus altas tasas de incorporación de hojarasca al suelo y sus condiciones de anaerobiosis, retienen más C en el suelo que cualquier otro ecosistema netamente terrestre en el mundo. Pero esta enorme ventaja de los manglares puede ser a su vez un factor supremamente perjudicial cuando el suelo de estos bosques es removido o socavado para crear estanques acuícolas o para aumentar la infraestructura hotelera.

Los suelos de manglar son considerados como tal porque numerosos trabajos han demostrado que en ellos existen claros procesos de adición, transformación y translocación. Estudiar el C edáfico en manglares puede dar luz sobre cómo se comporta el ciclo del C en estos ecosistemas, cuáles son los tiempos de permanencia del C en cada uno de los compartimentos del sistema, cuál es la tasa de almacenamiento en particular en los suelos de manglares de México, y cómo los procesos edáficos interactúan con la biomasa aérea y subterránea en el ciclaje del C.

### **3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **3.1 Objetivos generales**

1. Evaluar el almacenamiento de carbono orgánico del suelo, por clase de geoforma y tipo de manglar, en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.
2. Determinar el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio edáficos por clase de geoforma y tipo de manglar en la época de sequía, así como algunas propiedades fisicoquímicas del suelo relacionadas con el ciclo del carbono, en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.

#### **3.2 Objetivos particulares**

1. Determinar el contenido de carbono orgánico asociado a la fracción mineral del suelo, por clase de geoforma y tipo de manglar, en dos épocas del año (lluvias y sequía) en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.
2. Cantificar los elementos químicos nitrógeno, fósforo y azufre asociados al carbono edáfico por clase de geoforma y tipo de manglar, en época de sequía.
3. Evaluar el contenido de potasio, calcio y magnesio en la fracción mineral, biomasa subterránea y mantillo, así como su relación con el carbono edáfico por clase de geoforma y tipo de manglar en la época de sequía.
4. Medir la conductividad eléctrica, pH y textura en la fracción mineral del suelo por clase de geoforma y tipo de manglar para la época de sequía, así como su relación con el carbono edáfico, en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.

### **3.3 Hipótesis**

1. La clase de geoforma y el tipo de manglar determinan el contenido de carbono orgánico del suelo en los manglares de Marismas Nacionales, Nayarit.
2. Existen diferencias en el contenido de carbono orgánico del suelo por época del año, acumulándose mayor cantidad en la temporada de lluvias.
3. Existen diferencias significativas en las relaciones C/N, C/P y C/S por clase de geoforma y tipo de manglar en la época de sequía.
4. Existen diferencias significativas en el contenido de potasio, calcio y magnesio en la fracción mineral, biomasa subterránea (raicillas) y mantillo, así como una relación directa con el carbono edáfico por clase de geoforma y tipo de manglar en la época de sequía.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la planicie costera del Pacífico de la República Mexicana en el Noroeste del estado de Nayarit, entre los 21° 56' y 22° 15' Norte, y los 105° 19' y 105° 39' Oeste; ocupa gran parte de la región conocida como Marismas Nacionales (Figura 3). El área de estudio muestreada forma parte de los municipios de Rosamorada, Santiago Ixcuintla, Tecuala y Tuxpan, Nayarit. La superficie total de influencia que ocupa la región de Marismas Nacionales es de 3,876,873 ha (Conabio, 2008). El tipo de clima predominante en la región es  $Aw_1(w)(i')$ : cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 50% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2 500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual (García, 1981).

La región de Marismas Nacionales presenta suelos minerales poco evolucionados de aporte coluvial - marino no consolidado con erosionabilidad moderada salinización y/o sodificación. En un estudio llevado a cabo en la llanura costera norte del estado de Nayarit, Bojórquez *et al.* (2008) reportan que en esta región se identificaron como principales suelos a los Cambisoles, Fluvisoles, Feozems, Gleysoles, Regosoles, Arenosoles y Solonchaks, e indican que los principales suelos que se presentan en la llanura de inundación mareal y en las barras paralelas, playas y dunas costeras son los Solonchaks, Regosoles y Arenosoles. Por su parte la FAO (2006) reporta que los suelos que se distribuyen más ampliamente en el área son Cambisol crómico (72%) y Feozem háplico (28%), con más del 15% de saturación de sodio en alguna porción situada a menos de -125 cm de profundidad y una clase textural fina en los -30 cm superficiales del suelo (INEGI, 2002).

El tipo de vegetación dominante es la de manglar, la cual está conformado por las siguientes especies (Valdez-Hernández, 2004): *Avicennia germinans* L. Stearn

“puyequé”, árbol de hasta 25 m de altura cuya madera se aprovecha localmente en la construcción de casas (soleras, colgados); *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. “mangle”, árbol que supera los 30 m de altura cuya madera se emplea con fines comerciales en la fabricación de galeras para el secado de tabaco; y *Rhizophora mangle* L. “candelón”, árbol de hasta 25 m de altura cuya madera se usa localmente en la construcción de casas (soleras, cadenas).

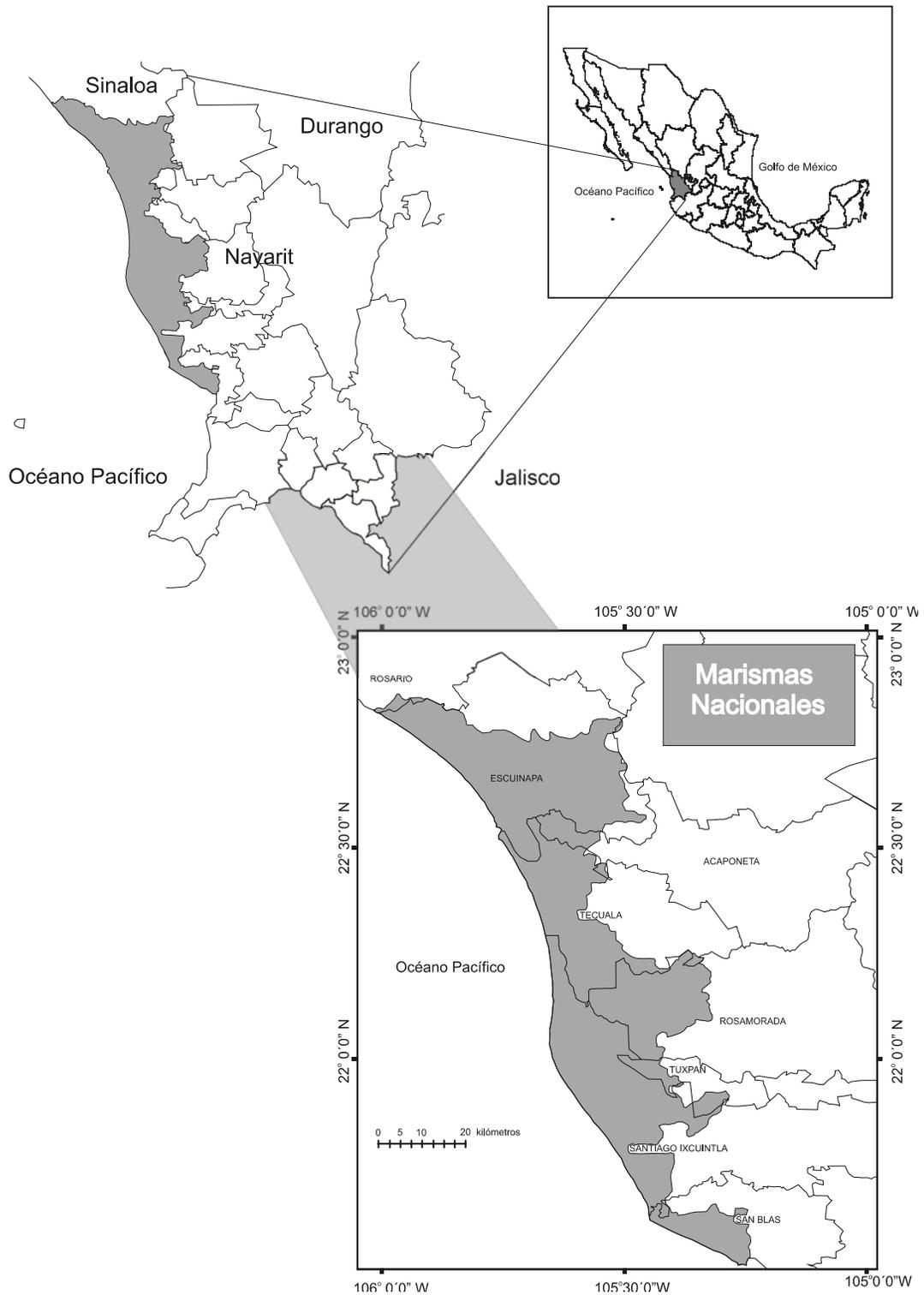


Figura 4.1. Ubicación del área de estudio, Marismas Nacionales, Nayarit (Adaptado de RHARAP, 2008).

## 4.2 Ubicación de los puntos de muestreo

Antes de realizar el muestreo fue necesario identificar las clases de geoformas y tipos de manglar del área de interés, para lo cual se demarcaron polígonos con el programa ArcView GIS versión 3.2 (ESRI, 1999), así como con la utilización de ortofotos digitales, escala 1:20 000 (INEGI, 2005), para distinción de texturas y tonos de grises (Figura 4.2).

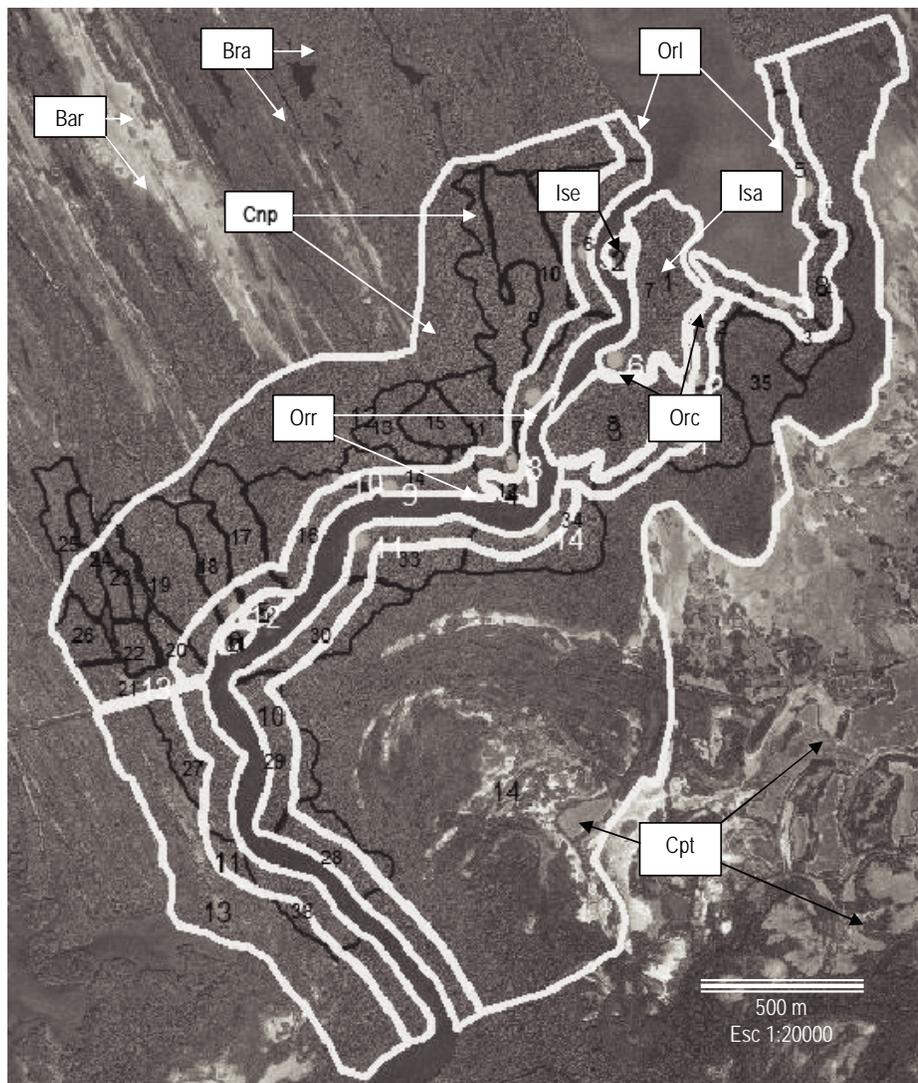


Figura 4.2. Ejemplo de delimitación de clases de geoforma (polígonos color claro) y tipos de manglar (polígonos color oscuro) en Marismas Nacionales, Nayarit, México (Ortofoto escala 1:20 000. Fuente: INEGI, 2005). Véase significado de claves en Cuadro 2.

En el primer muestreo se ubicaron los puntos de muestreo mediante un GPS marca Garmin 12, el ejido y la unidad de muestreo se incluyen en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Nombre del ejido y unidades de muestreo en Marismas Nacionales, Nayarit.

<b>Ejido Mexcaltitán</b>		<b>Ejido Palma Grande</b>	
<i>Nombre del sitio</i>	<i>Unidad de muestreo</i>	<i>Nombre del sitio</i>	<i>Unidad de muestreo</i>
Entrada Cuisillos	1	La Mojonera del Bule (El Mogote del Bule)	1
	2		2
Cuisillos	1	Frente al Mogote del Bule	1
	2		2
Borrega	1	Salida al Agua Brava	1
	2		2
Algodones	1	Salida al Agua Brava (margen derecha frente al Mogote del Bule)	1
	2		2
	3	Frente al Agua Brava (El Mogote Cortado)	1
	4		2
Puerta Toluca	1		3
	2		4
Puerta del Chiquihuite	1		5
	2		6
Estero de Chaguilita	1		7
	2		8
Zapote	1	<b>Ejido Los Morillos</b>	
	2	<i>Nombre del sitio</i> <i>Unidad de muestreo</i>	
El Baile	1	Laguna El Bonche	1
	2		2
El Arrastradero	1		3
	2	Loma del Aguacate	1
El Tiburón	1	Estero de Las Viejitas	1
	2	Estero de la Molya	1
	3	Estero del Pantano	1

		(Lagunita de En medio)	
	4	<b>Ejido Unión de Corrientes</b>	
Playa de los Caimanes	1	<i>Nombre del sitio</i>	<i>Unidad de muestreo</i>
	2	Barra las Mojarras	1
		Los Cajones	1
		Julio	1
<b>Ejido Santa Cruz</b>		<b>Ejido Campo de Los Limones</b>	
<i>Nombre del sitio</i>	<i>Unidad de muestreo</i>	<i>Nombre del sitio</i>	<i>Unidad de muestreo</i>
Cajala	1	La Vuelta de la Cañada (El Garzal)	1
	2		2
	3	Las Alazanas	1
Potrillo	1		2
	2	La Vuelta de las Alazanas (Las Conchitas)	1
El Caimanero	1		2
	2	La Vena de Chicho	1
La Presa	1		2
	2	La Vena de las Azores	1
El Zanjón	1		2
	2	Los Jiotos	1
El Guayabo	1		
	2		

Acorde a los adelantos tecnológicos que se encuentran disponibles actualmente, principalmente en Internet, las unidades de muestreo se ubicaron en las imágenes de Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO publicadas en la página de Google Earth, del servidor kh.google.com (Figura 5), las unidades de muestreo, cuyas coordenadas, tal como se señaló anteriormente, se obtuvieron mediante el uso de un GPS. El nombre de los lugares y sus coordenadas se muestra en el Anexo 2.

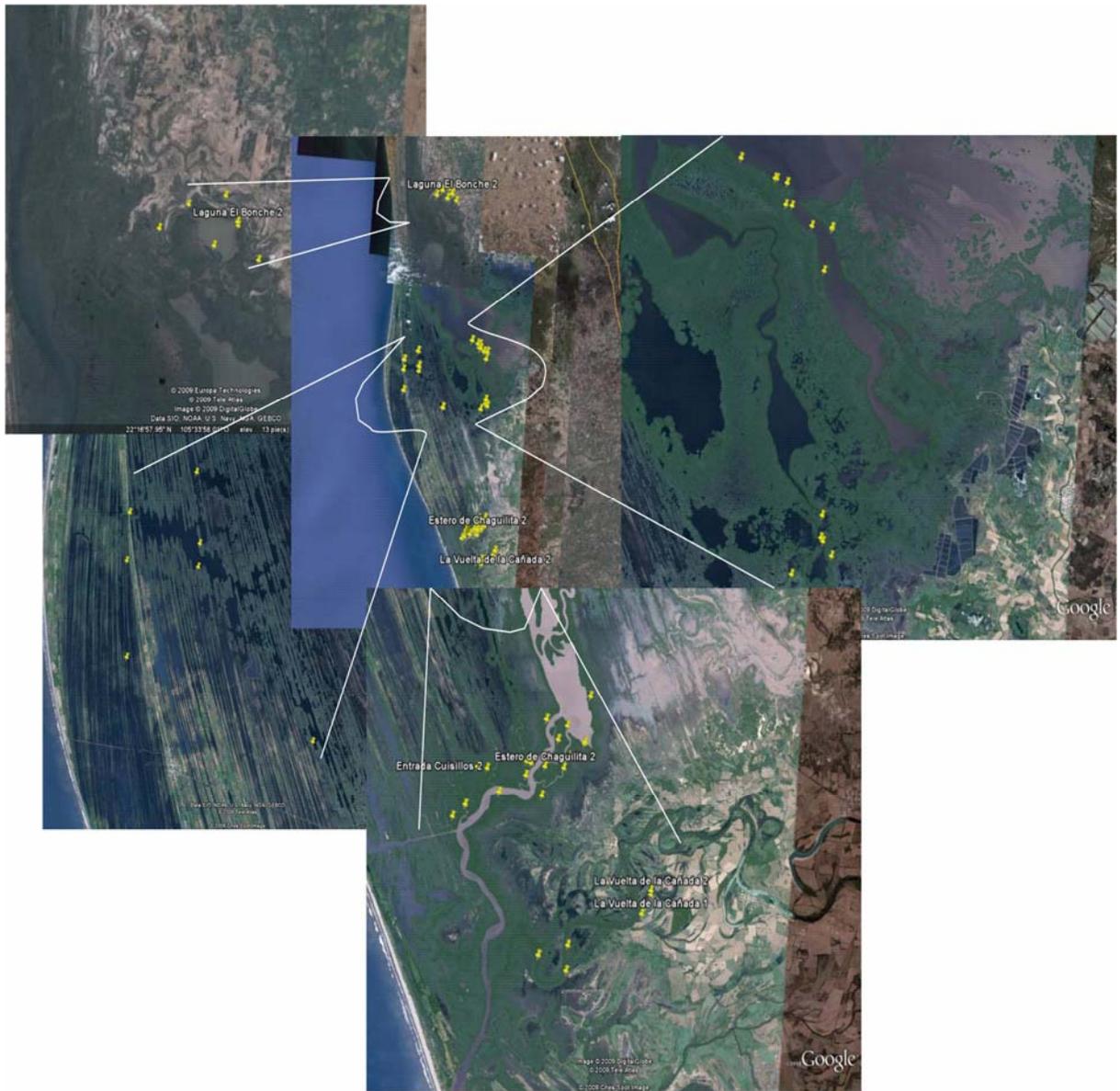


Figura 4.3. Ubicación de las unidades de muestreo en las imágenes obtenidas de Google Earth (Fuente: Google, 2007).

### 4.3 Muestreo en la época de lluvias (julio-agosto 2004)

Se establecieron 88 unidades de muestreo (UM) de 300 m<sup>2</sup> (30 x 10 m), dividiendo cada una de ellas en tres subunidades de muestreo (SUM) de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) (Valdez-Hernández, 2002). Mediante la utilización de una barrena de cilindro se extrajo una muestra de suelo al centro de cada SUM, tres por UM y un total de 254 muestras para toda el área. Las muestras se tomaron a una profundidad de 0 a -20 cm (horizonte O o Ah, dependiendo del contenido orgánico) (Eswaran *et al.*, 1993; Acosta *et al.*, 2001). Cabe mencionar que debido al contenido de humedad, las muestras de suelo no salían completas por tal motivo en ese muestreo no se evaluó la densidad aparente. Por tal motivo, es evidente la necesidad de generar una adaptación en la metodología para muestrear suelos inundados de manglar.

Todos los datos obtenidos se refieren a la profundidad de muestreo 0 - 20 cm y se analizaron considerando los 10 tipos de manglar y nueve clases de geoforma presentes en el área de estudio (Cuadro 2).

Los tipos de manglar fueron combinaciones de las tres especies citadas de mangle (Valdez-Hernández, 2004), significando A = *A. germinans*, L = *L. racemosa* y R = *R. mangle* cuando son las especies dominantes; se indica con las mismas letras pero en minúsculas (a, l y r, respectivamente), cuando la especie no es dominante; por ejemplo, una clave "Lra" significa predominancia de *L. racemosa* sobre *R. mangle* y de esta última sobre *A. germinans*.

En las clases de geoforma son distintas las morfologías del paisaje costero con presencia de manglar (Bird, 2003) y se identificaron las siguientes (véase un ejemplo en la Figura 2): Bra = Barra arcillosa, Bar = Barra arenosa, Cnp = Cuenca no pantanosa, Cpt = Cuenca pantanosa, Isa = Isla, Ise = Islote, Orc = Orilla de canal, Orl = Orilla de laguna, Orr = Orilla de río.

Con la finalidad de hallar otras relaciones estadísticas que fueran significativas se formaron combinaciones de clases de geoforma: Barras ("B"), Cuencas ("C"), Islas ("I") y Orillas ("O"), así como combinaciones de tipos de manglar: manglares con

predominancia del género *Avicennia* (“A”), con predominancia de *Laguncularia* (“L”), y con predominancia de *Rhizophora* (“R”) (Cuadro 2).

#### 4.3.1 Determinación de carbono edáfico

Para cuantificar el C edáfico, las 254 muestras de suelo obtenidas en esta época del año fueron previamente secadas a temperatura ambiente y pesadas; después se aplicó una lenta combustión de la materia orgánica (MO) por calentamiento a 750°C (USDA, 1973), volviéndose a pesar. Debido a ello, lo que se obtuvo fue el contenido de materia orgánica del suelo (MOS); para calcular el contenido de carbono orgánico del mismo (COS) aplicando el factor de 1.74 (Shumacher, 2002).

Cuadro 4.2. Clases de geoforma y tipos de manglar obtenidos para los puntos de muestreo.

Clases de geoforma		Tipos de manglar	
Descripción	Clave	Descripción	Clave
Barra arenosa	Bar	<i>A. germinans</i> con <i>L. racemosa</i>	Al
Barra arcillosa	Bra	<i>A. germinans</i> con <i>L. racemosa</i> y <i>R. mangle</i>	Alr
Orilla de laguna	Orl	<i>L. racemosa</i>	L
Orilla de río	Orr	<i>L. racemosa</i> con <i>A. germinans</i>	La
Orilla de canal	Orc	<i>L. racemosa</i> con <i>A. germinans</i> y <i>R. mangle</i>	Lar
Isla	Isa	<i>L. racemosa</i> con <i>R. mangle</i>	Lr
Islote	Ise	<i>L. racemosa</i> con <i>R. mangle</i> y <i>A. germinans</i>	Lra
Cuenca pantanosa	Cpt	<i>R. mangle</i> con <i>A. germinans</i> y <i>L. racemosa</i>	Ral
Cuenca no pantanosa	Cnp	<i>R. mangle</i> y <i>L. racemosa</i>	Rl
		<i>R. mangle</i> con <i>L. racemosa</i> y <i>A. germinans</i>	Rla

#### 4.4 Muestreo en la época de sequía (mayo 2005)

De las 88 UM establecidas en el año anterior, y debido a restricciones presupuestales, se seleccionaron 52 para un segundo muestreo. En cada UM se extrajo (en promedio) una muestra compuesta, la cual estuvo conformada a su vez por 10 submuestras recolectadas a lo largo de la UM con el cilindro de la barrena utilizada para medir la densidad aparente. Estas submuestras fueron mezcladas hasta obtener una sola muestra uniforme para su posterior análisis.

##### 4.4.1 Determinación de la densidad aparente en la época de sequía

Se determinó la densidad aparente mediante una barrena cilíndrica a una profundidad de entre 0 a -20 cm (Porta *et al.*, 2003). Una vez extraídas las muestras con el cilindro se taparon y transportaron hasta el laboratorio, donde se vaciaron en botes de aluminio y se secaron en estufa a 105°C durante 48 h, después fueron pesadas. Con los datos obtenidos se aplicó la siguiente fórmula (Campbell & Henshall 1991):

$$Da = \frac{P_{ss}}{V}$$

Donde:

$Da$  = densidad aparente ( $\text{g cm}^{-3}$ )

$P_{ss}$  = peso de la muestra de suelo seco extraída del anillo (g)

$V$  = volumen del anillo ( $\text{cm}^3$ )

##### 4.4.2 Análisis mecánico

La clase textural de un suelo nos proporciona información sobre un gran número de aspectos genéticos, pero en estos casos lo más importante es el contraste textural entre unos horizontes y otros. Así, el análisis mecánico indica la proporción de partículas primarias de los suelos acorde con su tamaño. Este análisis permite tener

acceso a información cualitativa y cuantitativa, sobre otras propiedades físicas importantes que influyen en el manejo del suelo y el agua, adaptación de cultivos a determinado ambiente, complejo de intercambio, entre otros aspectos.

Para el análisis de distribución de tamaño de partículas en suelos, comúnmente se emplean los métodos de Bouyoucos y de la pipeta. El método de Bouyoucos, tiene la ventaja de dar resultados similares a los del método de la pipeta dentro de un tiempo razonable, sin necesidad de pretratar las muestras ni de largos períodos de reposo, evitando el pesaje exacto de pequeñas cantidades de sustancia coloidal. Sin embargo, en estudios de génesis, caracterización y clasificación de suelos, en que se requiere una estimación precisa del contenido de arcilla de los horizontes genéticos de un suelo, se recomienda el método de la pipeta (Buol *et al.*, 1973).

Para el caso de la presente investigación se utilizó el método de Bouyoucos para la determinación de la clase textural y la determinación del porcentaje de arcilla, limo y arena de cada muestra. Estos datos fueron utilizados para correlacionarlos con las otras variables cuantificadas (Ver Cuadro A6 en el capítulo de Anexos).

#### *4.4.3 Determinación de pH y conductividad eléctrica*

La medición de pH se hizo en agua (relación 1:2) con un potenciómetro Conductronic pH 20. Se pesaron 10 g de suelo tamizado en malla de 2 mm en vasos de precipitado de plástico de 50 ml, se agregaron 20 mL de agua destilada y se agitó de forma manual por un minuto con una varilla de vidrio. La suspensión se dejó reposar por 15 minutos y se repitió la agitación. La lectura se tomó a los 30 minutos de la primera agitación, después de volver a suspender el suelo. Para la conductividad eléctrica se usaron las mismas muestras donde se midió el pH. Se agregaron 30 mL de agua destilada y se agitaron por un minuto nuevamente. Se dejaron reposar por 16 horas y se midió la conductividad eléctrica en un conductímetro YSI modelo 31 (Ver Cuadro A7 de Anexos).

#### 4.4.4 Determinación de carbono, nitrógeno y azufre en la fracción mineral del suelo

Para las 52 muestras de suelo colectadas en la época de sequía, el contenido de C edáfico, en porcentaje, fue obtenido utilizando un analizador marca LECO CNS-2000. Este aparato utiliza la combustión seca de la MOS a 1350°C, obteniendo directamente el contenido de COS.

El LECO CNS-2000 tiene un tiempo de análisis por muestra de cuatro minutos y utiliza como combustibles O<sub>2</sub>, He y aire sintético puro. Para las determinaciones se utilizan cinco blancos. El número máximo de muestras analizadas por tanda fue de 44. Su principio se basa en la combustión seca, a 1350°C. La muestra en el aparato se debe colocar en cantidades de entre 0.2 y 0.5 g de muestra de suelo a analizar (previamente pulverizada) en cada una de las celdas de cerámica. En el aparato previamente calibrado se introdujeron todas las celdas con las muestras, incluyendo las celdas con los blancos.

En virtud de que se utilizó una técnica diferente para el segundo muestreo para la determinación del C orgánico del suelo, es necesario aclarar que de acuerdo a Kowalenko (2001), las mediciones de C y S con CNS-2000 son equivalentes a las mediciones comúnmente realizadas con el método de Walkley y Black y la de hipobromito de sodio, respectivamente. Además, el autor concluye que este instrumento da muy buenos resultados en la determinación de los elementos, a un precio más bajo y de forma rápida.

Así, el contenido de COS fue obtenido como mg C g<sup>-1</sup> suelo, después se realizó la conversión a t C ha<sup>-1</sup> utilizando la siguiente fórmula (Campbell & Henshall, 1991):

$$\begin{aligned} \text{Peso de la muestra} &= (\text{Profundidad, m}) \times (D_s, t m^{-3}) \\ \text{COS (t C ha}^{-1}\text{)} &= (\text{peso de la muestra, t m}^{-2}\text{)} \times (\text{COS, kg C t}^{-1}\text{)} \times 10^{-1} \text{kg m}^{-2} \text{t C ha}^{-1} \end{aligned}$$

Asimismo, para la época de sequía, además de la determinación del COS, y aprovechando la utilización del LECO CNS-2000, se cuantificó nitrógeno y azufre siguiendo el mismo procedimiento (Ver Cuadro A8 de Anexos).

#### *4.4.5 Determinación de fósforo, potasio, calcio y magnesio en la fracción mineral del suelo*

Para medir el P asimilable en el suelo se utilizó el método de Bray y Kurtz (1945), el cual consistió en preparar y colocar muestras de suelo de 1 g en un vaso de 100 mL y agregarles 7 mL de solución extractante (1.11 g de fluoruro amónico en un litro de HCl 0.025 N- 2.1 mL de HCl concentrado en un litro de agua destilada), agitando durante 5 minutos. Se filtró inmediatamente con papel filtro Whatman núm. 40.

Se vertieron alícuotas (0, 0.05, 1, 2.5, 4, 5, 8, 10, 15, 20 mL) de la solución patrón de 20 ppm en matraces aforados de 50 mL diluyendo con solución extractante. En tubos de ensayo se tomó 1 mL de cada una de las soluciones anteriores, se añadieron 6 mL de agua destilada, 2 mL del ácido cloromolibdico y 1 mL de cloruro estannoso recién diluido. Se tomo lectura a 600 nm después de 6 minutos.

En tubos de ensayo se tomó 1 mL del extracto del suelo, se añadieron 6 mL de agua destilada, 2 mL de cloromolibdico y 1 mL de cloruro estannoso recién diluido. Se leyó después de los 6 minutos y antes de los 15 (Ver Cuadro A9 de Anexos).

Las determinaciones de K, Ca y Mg se realizaron igualmente en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de Salamanca, España y se utilizó el método normalizado. Para el potasio, en un matraz Erlenmeyer se agregaron 100 mL de solución extractora (acetato de amonio 1 N, pH 7). Se agitó la mezcla durante siete minutos a 120 oscilaciones por minuto, y se filtró inmediatamente. El K extraído se determinó por emisión en un espectrofotómetro de absorción atómica. El rango de trabajo se ajustó a las características del equipo, realizando las diluciones correspondientes. Las ppm obtenidas al llevar la lectura del aparato a la curva patrón, se multiplicaron por las diluciones efectuadas para determinar las ppm de K asimilable.

En el caso del calcio, la extracción se efectuó de la misma forma descrita en el caso del potasio.

Asimismo, para el caso del magnesio, la extracción y el tratamiento del extracto fue similar al calcio asimilable (método normalizado). Los patrones se prepararon conjuntamente con los de calcio, a partir de las soluciones madre de calcio y de magnesio llevadas a un único matraz de un litro. La concentración de la solución madre de magnesio fue la décima parte de la de la solución madre de calcio. Igualmente, las ppm obtenidas al llevar la lectura del aparato a la curva patrón se multiplicaron por las diluciones efectuadas para determinar los ppm de Mg asimilable (Ver Cuadro A12 de Anexos).

#### *4.4.6 Determinación de carbono, nitrógeno y azufre en biomasa subterránea y mantillo*

Las muestras de biomasa subterránea (raicillas), colectadas de acuerdo a la metodología de Acosta *et al.* (2001), fueron secadas al aire a temperatura ambiente y tamizadas en malla de 2 mm perfectamente homogeneizadas, y extendidas sobre un papel para dividir las en cuatro partes iguales, de ahí se tomaron las dos partes opuestas y se obtuvieron finalmente dos submuestras homogéneas. Una de éstas fue molida directamente con todo y raíces finas en un mortero de porcelana y tamizada en malla 100<sup>6</sup> (Retscht, 2008). A la otra sub-muestra le fueron extraídas raíces y hojarasca muy fina. El método consistió en tamizar primero la sub-muestra en malla de 0.05 mm, para separar de este modo la fracción del suelo más fina, la otra parte fue vaciada en un recipiente de vidrio de aproximadamente 150 mL lleno de agua. Las partículas más pesadas que correspondieron al suelo quedaron en el fondo del frasco y las partículas más finas junto con raíces y hojarasca quedaron flotando en el agua. El sobrenadante se pasó por un tamiz de malla 100 y casi todo el material vegetal quedó atrapado en el tamiz. Otra parte quedó pegada en las

---

<sup>6</sup> Un tamiz de malla 100 equivale a 100 mesh, es decir, que hay 100 orificios por cada cm<sup>2</sup> de malla metálica. Con este tipo de malla cada apertura de orificio mide 0.15 mm o 150 micras.

paredes del frasco y se limpió con una tela de nylon. Cuando se observó que algunas partículas de vegetales continuaban flotando el agua se regresó al primer frasco y se repitió la operación. Se procuró que toda el agua quedara en un solo frasco. Una vez que se eliminaron las raíces se agregaron unas gotas de alumbre ( $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ ) al frasco para precipitar rápidamente las partículas más finas, ya que de otro modo al someterse al secado, todas éstas quedarían pegadas a las paredes del envase. Las submuestras fueron secadas en una estufa por 24 horas a  $100^\circ C$  y después molidas en un mortero de porcelana y tamizadas en un tamiz de malla 100. Finalmente, las determinaciones de C, N y S fueron efectuadas con el analizador marca LECO CNS-2000 (Ver Cuadro A8 de Anexos).

Para el caso del mantillo, en cada unidad de muestreo, con la utilización de un flexometro, se ubicó un círculo de un metro de diámetro, posteriormente se colectó todo el material vegetal que existía dentro del área y se colocó en una bolsa de plástico. Las muestras se transportaron al laboratorio donde se secaron en una estufa en bolsas de papel a  $70^\circ C$  durante 24 horas. Posteriormente las muestras se molieron y homogeneizaron. Igual que en el caso del suelo y la biomasa subterránea, las determinaciones de C, N y S fueron efectuadas con el analizador marca LECO CNS-2000 (Ver Cuadro A8 de Anexos).

#### *4.4.7 Determinación de fósforo, potasio, calcio y magnesio en biomasa subterránea y mantillo*

Con el fin de realizar el mayor número posible de determinaciones con un mínimo de muestras, logrando con ello un ahorro en tiempo y mayor exactitud, se realizó la determinación directa de P, K, Ca y Mg en una sola mineralización de la muestra por calcinación (Duque, 1970).

La calcinación consiste en la eliminación de materia orgánica de las muestras vegetales, mediante su combustión, por transformación en  $CO_2$  y  $H_2O$  en las cenizas se eliminaron los componentes orgánicos que pudieron quedar mediante la adición

de ácidos minerales, consiguiendo a su vez la solubilización de los componentes minerales.

El procedimiento general consistió en tomar 0.5 g de muestra molida, homogeneizada y seca, y colocarla sobre una cápsula de porcelana, previamente tarada, para poder calcular el contenido de cenizas. La cápsula se introdujo en un horno de mufla y se fue aumentando la temperatura de forma paulatina, hasta la desaparición de humos, con el fin de evitar pérdida de fósforo por volatilización. Una vez que desaparecieron los humos, se elevó la temperatura hasta 500°C, manteniéndose en ella 5 h las cenizas, después de pesadas, se atacaron con una mezcla de ácido clorhídrico:ácido nítrico:agua (HCl:HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O) en proporción 1:1:8, durante 3 h. A continuación, el residuo se filtró sobre un matraz aforado de 25 ml, através de papel filtro normal, enrasando el filtrado resultante, con la misma mezcla, hasta el volumen indicado, así se obtuvo la solución “madre”. De esta solución se tomaron alícuotas para la determinación de fósforo, potasio, calcio y magnesio.

El fósforo se determinó por colorimetría mediante el método de amarillo de vanadato-molibdato (Chapman y Pratt, 1979). Se empleó este método por su extremada sencillez, estabilidad de color, libertad de interferencia de una amplia gama de especies iónicas y por su adaptabilidad a sistemas nítricos, sulfúricos, clorhídricos o perclóricos. Las lecturas se realizaron a 400 nm en un espectrofotómetro VARIAN DMS 90 UV-V (Ver Cuadro A11 de Anexos).

El calcio y magnesio se midieron en la misma disolución, preparada tomando una alícuota de la solución “madre” y diluyéndola 100 veces. A esta disolución se le añadió potasio para eliminar la posible ionización, tanto del calcio como del magnesio. Las condiciones de trabajo fueron: llama de óxido nitroso-acetileno, longitud de onda de 285.2 nm y patrones comprendidos entre 0.1 y 0.4 µg mL<sup>-1</sup>.

El potasio se midió añadiendo CsCl a una alícuota de la solución “madre” y diluyendo lo suficiente para que la concentración final de potasio estuviera en la zona de los

patrones utilizados ( $0.5 - 2.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ ); se empleo llama de aire-acetileno y se midió a  $766.5 \text{ nm}$  (Ver Cuadro A 13 de Anexos).

#### **4.5 Análisis estadístico**

Para las dos épocas, el análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SAS para Windows versión 8, (SAS, 1999; Infante-Gil y Zarate de Lara, 2003) y con el programa Minitab 14 (MINITAB, 2003).

Para el COS se realizaron pruebas de “t” para comparar, primeramente, las determinaciones de carbono en cada tipo de manglar y clase de geoforma, después se realizó una comparación entre las dos épocas y, finalmente, la comparación global para identificar posibles diferencias significativas entre los grupos (Ver Cuadros A14, A15 y A16 de Anexos).

Para las variables determinadas en la época de sequía, inicialmente los datos se analizaron mediante una prueba de correlación, para ver las tendencias generales de los datos y las posibles asociaciones entre las diferentes variables. Esto permitió graficar correlaciones significativas o ignorar aquellas donde no existía ninguna relación. Asimismo, se llevaron a cabo pruebas de “t” para comparar las medias y determinar si existían diferencias significativas entre ellas.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El potencial para secuestro de carbono (C) en los trópicos húmedos radica en la biomasa aérea, no en el suelo (Palm *et al.*, 2000). Sin embargo, en el caso de los humedales, y particularmente de los manglares, el C almacenado en el suelo es de gran importancia considerando la enorme cantidad que se libera cuando son destruidos por cambio de uso en el suelo. De la Cruz (1986) afirma que pueden liberarse alrededor de 375 t C ha<sup>-1</sup> del suelo de un manglar cuando es deforestado y excavado para construir estanques acuícolas.

En el presente trabajo, dado que el tipo de suelos estudiado contienen grandes cantidades de materia orgánica (MO), el tipo de C que se midió en la fracción mineral del suelo fue casi en su totalidad carbono orgánico del suelo (COS), ya que las cantidades de C inorgánico en esos sitios son apenas trazas. Asimismo, dado que la metodología que se utilizó para evaluar el C en este trabajo registró el C total (Ct), y no estrictamente el COS solamente, de aquí en adelante se hablará de C edáfico o C del suelo (CS) para hacer alusión al Ct o el COS que para este caso, en términos prácticos, se pueden considerar equivalentes (Shumacher, 2002).

### 5.1 Evaluación del carbono edáfico

El potencial para secuestro de carbono (C) en los trópicos húmedos radica en la biomasa aérea, no en el suelo (Palm *et al.*, 2000; Van Noordwijk *et al.*, 1997). Sin embargo, en el caso de los humedales, y particularmente de los manglares, el C almacenado en el suelo es de gran importancia considerando la enorme cantidad que se libera cuando son destruidos por cambio de uso en el suelo. De la Cruz (1986) afirma que pueden liberarse alrededor de 375 t C ha<sup>-1</sup> del suelo cuando un manglar cuando es deforestado y excavado para construir estanques acuícolas.

### 5.1.1 Contenido de carbono edáfico por clase de geoforma

En el Cuadro 5.1 se presentan los contenidos promedio de carbono orgánico del suelo (COS), carbono edáfico o carbono del suelo (CS) para las nueve clases de geoforma y 10 tipos de manglar, mientras que en el Cuadro 5.2 se muestran agrupadas las principales cuatro clases de geoforma y tres tipos de manglar.

Como se puede observar en el Cuadro 5.1, en manglares de Nayarit los promedios más altos de contenido de CS se encontraron en las geoformas Isla e Islote (117.6 y 128.5 t C ha<sup>-1</sup>, respectivamente) para ambas temporadas (lluvias y sequía), debido al alto contenido arcilloso del suelo y a la acumulación importante de MO procedente de las hojas de *R. mangle*, principalmente, especie predominante en orillas de ríos y lagunas, la cual, según Yáñez-Arancibia (1998) presenta menor tasa de descomposición de hojarasca en comparación con otras especies de mangle, aunque Escobar *et al.* (2005) reportan lo contrario. Sin embargo, Kathiresan y Bingham (2001) coinciden con Yáñez-Arancibia (1998) porque afirman que las hojas de *R. mangle* contienen grandes cantidades de taninos que retardan la acción de las bacterias descomponedoras y además se lixivian lentamente. Lo anterior justifica los resultados reportados por Fujimoto (2000), quien encontró que los bosques de *R. mangle* son mejores para capturar carbono que otros bosques de mangle.

Los menores contenidos de CS se encontraron en las clases de geoforma Bar y Bra (61.1 y 54.6 Mg C ha<sup>-1</sup>, respectivamente; Cuadro 5.1), para ambas temporadas de del año (lluvia y sequía). Esto se debe seguramente a la falta de vegetación que ambas mostraron y al tipo de suelos presentes en ellas (Arenosoles y Regosoles, respectivamente), los cuales son pobres en MO debido al tipo de partículas que los forman (Bojórquez *et al.*, 2006).

La clase de geoforma influye en el mayor contenido de CS, pues al tratarse de una superficie de terreno relativamente pequeña rodeada de canales por un lado, y de la laguna o el estero por el otro, es influenciada por una hidrología que favorece el acarreo y acumulación de MO. Pool *et al.* (1977) también reportaron que los

manglares más productivos son los de estuarios mejor protegidos y más regularmente alimentados por corrientes suaves, en oposición a los manglares de la costa con corrientes de agua más fuertes y sedimentos más inestables. Asimismo, Fujimoto (2000) reportó mayor contenido de C (39 y 49 kg m<sup>-2</sup>) en geoformas de deltas pequeños y estuarios que en mega deltas o cuencas (27 y 33 kg m<sup>-2</sup>). Existen muchos factores que pueden controlar o influenciar la productividad y diversidad en los manglares. Estos incluyen el clima, la geomorfología, rango de mareas, entrada de agua dulce y otros factores (Pool *et al.*, 1990). Kathiresan y Bingham (2001), encontraron una relación directa entre los bajos índices de salinidad y una mayor cubierta vegetal con mayores contenidos de C en el suelo. Es, por lo tanto, sorprendente, que los factores edáficos en manglares hayan recibido relativamente poca atención hasta el momento.

Bojórquez *et al.* (2008) seleccionaron dos perfiles Solonchaks en la geoforma de llanura de inundación mareal, y en la geoforma de barreras paralelas, playas y dunas, seleccionaron un perfil de Regosol, uno de Arenosol y uno de Solonchak. Estos autores indican que, por un lado, hay formaciones con influencia de un manto freático marino que da lugar a suelos salinos (Solonchaks) y, por otro lado, en las dunas costeras pueden formarse Arenosoles y Regosoles, en los cuales predomina una textura muy ligera, poca retención de humedad y bajo contenido de materia orgánica y nutrimentos.

Los valores encontrados en la presente investigación referentes a las variables antes mencionadas tienen fuertes contrastes con los de Bojórquez *et al.* (2008), quienes se basan en una descripción general de los perfiles reportados por el INEGI, a diferencia de este trabajo donde se hace un énfasis especial en la capa orgánica del suelo de esos mismos manglares (horizontes O y A), independientemente del tipo de geoforma. Por ejemplo, con respecto a la MO, Bojórquez *et al.* (2008) reportan un valor máximo de 3.65% en un Solonchak gléyico y a una profundidad de 0-10 cm, mientras que en este trabajo se presentan valores superiores al 30% cuya diferencia se explica principalmente porque se muestreo de manera puntual y a una profundidad de 0-20 cm, capa de suelo donde se localiza la mayor cantidad de

mantillo que se va acumulando a través de los años dada las altas tasas de defoliación, típicas de las especies de mangle, y debido a que el suelo permanece la mayor parte del tiempo inundado; en los sitios muestreados la MO normalmente no se descompone rápidamente, propiciando estos valores altos, bastante diferentes a los contenidos en un suelo mineral.

La clase de geoforma “Islote” (Ise) presentó un contenido de CS significativamente ( $F = 4.02$ ,  $gl = 8$ ,  $p < 0.05$ ) mayor que las clases “Barra arenosa” (Bar) y “Barra arcillosa” (Bra), pero estadísticamente igual ( $p > 0.05$ ) que la clase “Isla” (Isa). Esto es consistente con lo hallado por Bojórquez *et al.* (2008), quienes encontraron porcentajes bajos de CS en las mismas barras, debido a la presencia de Arenosoles y Regosoles con bajos contenidos de MO con texturas franco arenosa y arena francosa, respectivamente, mientras que hallaron elevados porcentajes de MO en las geoformas con presencia de Solonchaks de textura arcillo arenosa, como los suelos de las geoformas Isa e Ise de la presente investigación (Cuadro 5.1 y Cuadro A8 de Anexos). Estos mismos autores concluyeron que el comportamiento anterior se debe a que los suelos con altos contenidos de arenas son pobres en MO debido a las características de sus partículas que permiten el fácil lixiviado de las sustancias orgánicas y dificultan su incorporación a la fracción mineral por su deficiente CIC.

En este trabajo, las geoformas orilla y cuenca no tuvieron los mayores contenidos de CS, pero su importancia radica en que son las zonas con mayor aprovechamiento forestal de la región y están directamente amenazadas por cambio de uso del suelo para infraestructura turística y/o acuicultura. En particular, la clase de geoforma “Orilla de río” (Orr) es una zona destinada a la protección de cauces (Valdez-Hernández, 2004), lo cual indica su gran importancia ecológica. En temporada de sequía la misma clase de geoforma mostró también un alto contenido promedio de CS ( $84.7 \text{ t ha}^{-1}$ ) en comparación con las demás geoformas, exhibiendo de nuevo su importancia como retenedora de C en el suelo (Figura 5.1).

En la temporada de lluvias la clase de geoforma “Islote” (Ise) presentó un contenido de CS significativamente ( $F = 4.02$ ,  $gl = 8$ ,  $p < 0.05$ ) mayor que las clases “Barra

arenosa” (Bar) y “Barra arcillosa” (Bra), pero estadísticamente igual ( $p > 0.05$ ) que la clase “Isla” (Isa) (Cuadro 5.1 y Figura 5.1).

Cuadro 5.1. Contenido promedio de carbono del suelo (CS) ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) por clase de geoforma y tipo de manglar en temporada de lluvias (2004) y de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México. Medias seguidas con letras distintas indican diferencias significativas (Tukey,  $p < 0.05$ ) entre hileras.

Clase de geoforma <sup>1</sup>		Lluvias (2004)		Sequía (2005)	
Descripción	Clave		N		N
Barra arenosa	Bar	61.1 <sup>c</sup>	6	s/d	s/d
Barra arcillosa	Bra	54.6 <sup>c</sup>	6	s/d	s/d
Orilla de laguna	Orl	85.3 <sup>abc</sup>	59	80.8 <sup>a</sup>	15
Orilla de río	Orr	97.9 <sup>abc</sup>	84	84.7 <sup>a</sup>	16
Orilla de canal	Orc	75.3 <sup>bc</sup>	29	72.3 <sup>a</sup>	7
Isla	Isa	117.6 <sup>ab</sup>	6	s/d	s/d
Islote	Ise	128.5 <sup>a</sup>	6	s/d	s/d
Cuenca pantanosa	Cpt	85.7 <sup>abc</sup>	27	94.7 <sup>a</sup>	3
Cuenca no pantanosa	Cnp	91.8 <sup>abc</sup>	31	80.7 <sup>a</sup>	5
Tipo de manglar <sup>2</sup>					
Descripción	Clave				
<i>A. germinans</i> con <i>L. racemosa</i>	Al	80.0 <sup>a</sup>	46	70.1 <sup>a</sup>	5
<i>A. germinans</i> con <i>L. racemosa</i> y <i>R. mangle</i>	Alr	85.4 <sup>a</sup>	27	76.1 <sup>a</sup>	4
<i>L. racemosa</i>	L	100.3 <sup>a</sup>	7	62.3 <sup>a</sup>	2
<i>L. racemosa</i> con <i>A. germinans</i>	La	94.4 <sup>a</sup>	47	94.1 <sup>a</sup>	10
<i>L. racemosa</i> con <i>A. germinans</i> y <i>R. mangle</i>	Lar	89.5 <sup>a</sup>	33	95.1 <sup>a</sup>	5
<i>L. racemosa</i> con <i>R. mangle</i>	Lr	106.0 <sup>a</sup>	19	58.2 <sup>a</sup>	7
<i>L. racemosa</i> con <i>R. mangle</i> y <i>A. germinans</i>	Lra	102.7 <sup>a</sup>	30	85.2 <sup>a</sup>	3
<i>R. mangle</i> con <i>A. germinans</i> y <i>L. racemosa</i>	Ral	94.4 <sup>a</sup>	6	s/d	s/d
<i>R. mangle</i> y <i>L. racemosa</i>	Rl	85.3 <sup>a</sup>	13	85.1 <sup>a</sup>	6
<i>R. mangle</i> con <i>L. racemosa</i> y <i>A. germinans</i>	Rla	73.7 <sup>a</sup>	26	98.3 <sup>a</sup>	4

<sup>1</sup>Las clases de geoforma están ordenadas mar-tierra adentro.

<sup>2</sup>Los tipos de manglar están ordenados alfabéticamente.

N = Cantidad de muestras, s/d = sin dato.

En la temporada de lluvias (2004), las clases de geoforma agrupadas en “Islas” tuvieron significativamente ( $F = 2.26$ ,  $gl = 4$ ,  $p < 0.05$ ) mayores contenidos promedio de COS que los grupos “Orillas”, “Cuencas” y “Barras” (Cuadro 5.2).

En contraste, para la temporada de sequía no existieron diferencias significativas entre clases de geoformas agrupadas ( $F = 0.81$ ,  $gl = 3$ ,  $p > 0.5144$ ) (Cuadro 5.2).

En general, los mayores contenidos promedio de CS para las clases de geoforma se registraron en la temporada de lluvias ( $F = 4.02$ ,  $gl = 9$ ,  $p < 0.0003$ ). Los contenidos de CS fueron más uniformes entre clases de geoforma para la temporada de sequía que en la de lluvias, donde existieron diferencias significativas ( $p < 0.5411$ ) entre las geoformas Islas (Isa, Ise) respecto a las Barras (Bar, Bra) (Figura 5.2).

Cuadro 5.2. Contenido promedio de carbono del suelo ( $Mg\ ha^{-1}$ ) por combinación de clases de geoforma y tipos de manglar en temporada de lluvias (2004) y de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México. Medias seguidas con letras distintas indican diferencias significativas (Tukey,  $p < 0.05$ ) entre hileras.

Clase de geoforma (combinada) <sup>1</sup>		Lluvias (2004)		Sequía (2005)	
Descripción	Clave		N		N
Barra	B	57.9 <sup>c</sup>	12	s/d	s/d
Orilla	O	91.0 <sup>b</sup>	172	80.2 <sup>b</sup>	38
Isla	I	125.9 <sup>a</sup>	12	s/d	s/d
Cuenca	C	85.7 <sup>b</sup>	58	97.3 <sup>a</sup>	8
Tipo de manglar (combinado) <sup>2</sup>					
Especie predominante	Clave				
<i>A. germinans</i>	A	81.4 <sup>b</sup>	73	74.6 <sup>b</sup>	9
<i>L. racemosa</i>	L	96.6 <sup>a</sup>	136	81.6 <sup>ab</sup>	27
<i>R. mangle</i>	R	81.5 <sup>b</sup>	45	92.4 <sup>a</sup>	10

<sup>1</sup>Las clases de geoforma están ordenadas mar-tierra adentro.

<sup>2</sup>Los tipos de manglar están ordenados alfabéticamente.

N = Cantidad de muestras, s/d = sin dato.

El Cuadro 5.3 muestra la comparación de los promedios de contenido de CS mediante la t de Student, por clase de geoforma entre épocas de año (lluvias y sequía), utilizando los datos que pudieron ser comparables, dado que en la época de

sequía (2005) no fue posible obtener valores para las geoformas de Barras e Islas. La prueba t de Student, recomendada para el análisis estadístico de muestras independientes, es muy conveniente cuando se trabaja con datos desbalanceados y ecosistemas naturales donde no hay control sobre las variables medidas (Sahagún, 1994), como fue el caso de la presente investigación. Se puede observar que en ningún caso existieron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre épocas del año con respecto a las geoformas. Esto permite deducir que a nivel de geoforma la época del año aparentemente no tuvo efecto sobre el contenido de CS.

Se procedió a realizar pruebas de t de student para encontrar la razón de esta diferencia en todos los casos. En el análisis de la información se observa que para las clases de geoforma: Bar, Bra Orr, Isa e Ise, no fue posible establecer comparaciones de medias en virtud de que no se encontraron los tipos de manglar en estas geoformas. Por tal motivo, sólo se indican las medias de los tipos encontradas y geoformas donde fueron muestreadas (Cuadro 5.3 y Figura 5.2).

En la temporada de sequía el mayor contenido promedio de CS se presentó en “Cuenca pantanosa” (Cpt) y el menor en la Orilla de canal (Orc), pero estas diferencias no fueron significativas ( $F = 0.82$ ,  $gl = 4$ ,  $p > 0.5411$ ).

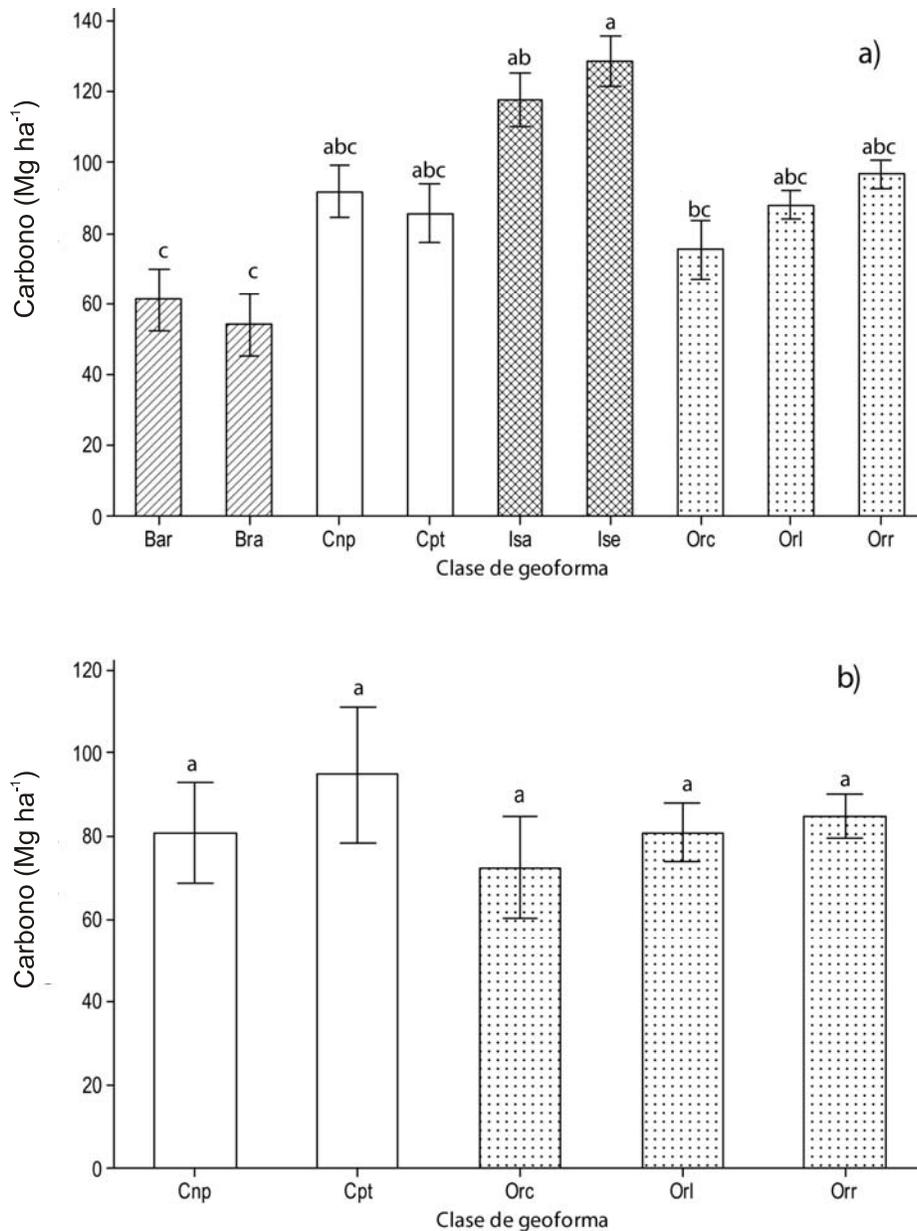


Figura 5.1. Contenido promedio de carbono edáfico por clase de geoforma en Marismas Nacionales, Nayarit, México; a) lluvias: año 2004, b) sequía: año 2005. Medias con letras distintas fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las líneas en las barras indican el error estándar.

Asimismo, las clases de geoforma agrupadas en “Islas” tuvieron significativamente ( $F = 2.26$ ,  $gl = 4$ ,  $p < 0.05$ ) mayores contenidos promedio de CS que los grupos “Orillas”, “Cuencas” y “Barras” (Cuadro 5.2). Según Kathiresan y Bingham (2001), la vegetación de manglar es más abundante donde la salinidad es más baja. Este comportamiento tuvo una influencia directa con lo hallado en este trabajo, pues las

geoformas Islas presentaron el mayor contenido de CS debido su vegetación exuberante. En cambio, en las geoformas donde la salinidad fue alta y la vegetación pobre el contenido de CS fue el más bajo de los cuatro grupos de geoformas.

Cuadro 5.3. Comparación de medias de contenido de carbono del suelo mediante la prueba t de Student, para el análisis por clase de geoforma y época del año, en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Geoforma					
Época	Orl	Orr	Orc	Cpt	Cnp
Lluvia/	$\bar{x}$ = 88.04 (65) ES= 4.19	$\bar{x}$ = 96.66 (78) ES= 4.10	$\bar{x}$ = 75.31 (29) ES= 8.28	$\bar{x}$ = 85.68 (27) ES= 8.39	$\bar{x}$ = 91.82 (31) ES= 7.54
Sequía	$\bar{x}$ = 80.85 (15) ES= 6.95	$\bar{x}$ = 84.75 (16) ES= 5.14	$\bar{x}$ = 72.34 (7) ES= 12.41	$\bar{x}$ = 94.67 (3) ES= 16.26	$\bar{x}$ = 80.72 (5) ES= 12.13
	Prob>0.3838	Prob>0.0784	Prob>0.8455	Prob>0.6555	Prob>0.4610

Significado de claves:

$\bar{x}$ = promedio de muestras por temporada.

(Número entre paréntesis)= valor de n

ES= error estándar

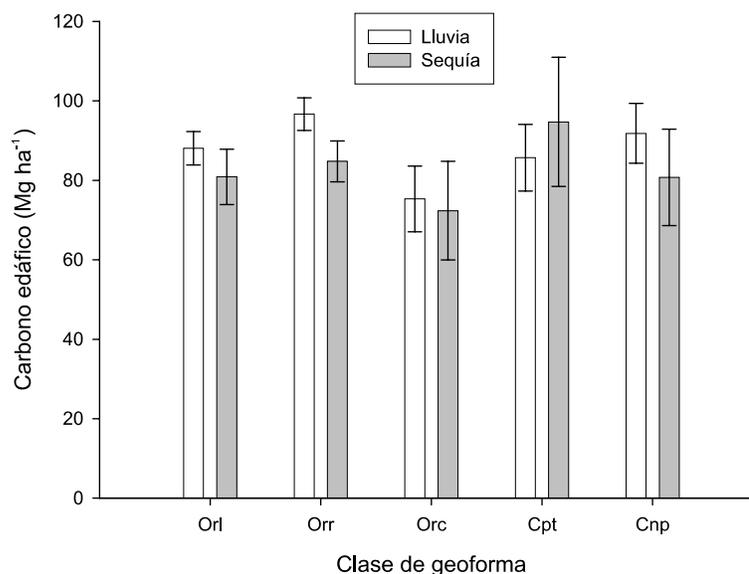


Figura 5.2. Contenido promedio de carbono edáfico por clase de geoforma en Marismas Nacionales, Nayarit, México; a) lluvias: año 2004, b) sequía: año 2005. Las líneas en las barras indican el error estándar.

### 5.1.2 Contenido de carbono edáfico por tipo de manglar

En los tipos de manglar para la temporada de lluvias, *Laguncularia racemosa* – *Rhizophora mangle* (Lr) presentó un contenido promedio de CS significativamente ( $F = 2.28$ ,  $gl = 9$ ,  $p < 0.0204$ ) mayor que los tipos *Avicennia germinans* – *L. racemosa* (Al) y *R. mangle* – *L. racemosa* – *A. germinans* (Rla), pero estadísticamente igual ( $p > 0.05$ ) que *L. racemosa* – *R. mangle* – *A. germinans* (Lra) y *L. racemosa* (L) (Figura 5.3).

En contraste, para la temporada de sequía el mayor contenido de CS estuvo en *R. mangle* – *L. racemosa* – *A. germinans* (Rla) y el menor en *L. racemosa* – *R. mangle* (Lr), pero estas diferencias no fueron significativas ( $F = 2.90$ ,  $gl = 8$ ,  $p > 0.0524$ ). En general, los tipos de manglar donde predomina *L. racemosa* tuvieron un mayor contenido de CS.

El contenido de CS estuvo relacionado con el tipo de manglar durante la época de lluvias. En la temporada de sequía esto no ocurrió, ya que los valores promedio de CS fueron estadísticamente iguales ( $p > 0.0524$ ) entre tipos de manglar.

Para los tipos de manglar, *Laguncularia racemosa* – *Rhizophora mangle* (Lr) se presentó un contenido promedio de CS significativamente ( $F = 2.28$ ,  $gl = 9$ ,  $p < 0.0204$ ) mayor que los tipos *Avicennia germinans* – *L. racemosa* (Al) y *R. mangle* – *L. racemosa* – *A. germinans* (Rla), pero estadísticamente igual ( $p > 0.05$ ) que *L. racemosa* – *R. mangle* – *A. germinans* (Lra) y *L. racemosa* (L) (Cuadro 5.1). Los presentes resultados son coherentes con lo hallado por Escobar *et al.* (2005) en la Laguna de Chantuto en la costa de Chiapas, México, quienes evaluaron la tasa y la velocidad de descomposición de las hojas de las mismas tres especies de mangles evaluadas en este trabajo: *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*, además de *Conocarpus erectus*. Estos investigadores encontraron que la tasa de descomposición de las hojas en la primera especie fue la más baja de las cuatro especies de mangle, y por el contrario, las hojas de *A. germinans* presentaron el contenido más alto de MO: Este hecho puede explicar por qué los suelos de los tipos

de manglar con predominancia de *A. germinans* son más pobres en C, pues las hojas de esta especie tardan más tiempo en degradarse y retienen más el C antes de liberarlo. Por lo tanto, es importante resaltar que el contenido de CS estuvo relacionado con el tipo de manglar.

El contenido promedio de CS en general fue más alto en manglares con predominio de *L. racemosa*. Probablemente el mayor contenido de CS en los tipos de rodal con predominio de *L. racemosa* se deba a que estos se ubicaron principalmente en las geoformas de orillas, posición la cual se vio favorecida por el régimen hidrológico de corrientes suaves (Pool *et al.*, 1975). Asimismo, Betoulle *et al.*, (2001) y Escobar *et al.* (2005) encontraron mayor contenido de CO en mantillo de *A. germinans* y *R. mangle*, que en *L. racemosa*. Lo anterior, aunado a las bajas tasas de descomposición en *A. germinans* y *R. mangle*, puede explicar los altos contenidos de CS en *L. racemosa*.

El Cuadro 5.4 muestra la comparación de los promedios de contenido de CS mediante la t de Student, por tipo de manglar entre épocas de año (lluvias y sequía). En este caso se obtuvieron datos comparables para todos los tipos de manglar, exepcto para Ral. Para este caso, sólo dentro del tipo de manglar Lr (predominancia de *L. racemosa* seguido de *R. mangle*) se observa una diferencia estadística significativa ( $p > 0.0013$ ). Este único caso en el que la combinación de especies de mangle parece tener influencia sobre el contenido de CS probablemente se deba a que este tipo de manglar se encontró más alejado de las geoformas de orillas, por lo que es más susceptible a concentrar sales cuando disminuye el nivel del agua, lo que a su vez ocasiona la disminución de la vegetación, según explicaron Bojórquez *et al.* (2008).

El contenido promedio de CS en general fue más alto en manglares con predominio de *L. racemosa*, tanto en lluvias como en sequía, lo que parece contradecir lo reportado por (Betoulle *et al.*, 2001) quienes encontraron mayor contenido de CS en mantillo de *A. germinans* y *R. mangle*, que en *L. racemosa*. Probablemente el mayor contenido de CS en los tipos de manglar con predominio de *L. racemosa* se deba a

que estos se ubicaron principalmente en las geoformas de orillas, posición la cual se vio favorecida por el régimen hidrológico de corrientes suaves (Pool *et al.*, 1975).

Cuadro 5.4. Comparación de medias de contenido de carbono del suelo mediante la prueba t de Student, para el análisis por tipo de manglar y época del año, en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.

		Tipo de manglar					
Época	Al	Alr	L	La	Lar	Rla	
Lluvia/	$\bar{x}$ = 79.90 (46)	$\bar{x}$ = 85.40 (27)	$\bar{x}$ = 100.27 (47)	$\bar{x}$ = 94.39 (47)	$\bar{x}$ = 89.53 (33)	$\bar{x}$ = 73.70 (26)	
Sequía	ES=6.26	ES=5.72	ES=11.88	ES=4.26	ES=6.67	ES=11.66	
	$\bar{x}$ = 70.10 (5)	$\bar{x}$ = 76.08 (4)	$\bar{x}$ = 62.300 (2)	$\bar{x}$ = 94.10 (10)	$\bar{x}$ = 95.08 (5)	$\bar{x}$ = 98.33 (4)	
	ES=7.59	ES=10.67	ES=53.9	ES=6.62	ES=9.32	ES=4.99	
	Prob> 0.3411	Prob> 0.4769	Prob> 0.6110	Prob> 0.9713	Prob> 0.6399	Prob> 0.0626	
Época	Lr	Lra	RI				
Lluvia/	$\bar{x}$ = 106.66 (19)	$\bar{x}$ = 102.73 (30)	$\bar{x}$ = 85.30 (13)				
Sequía	ES=6.39	ES=6.97	ES=6.79				
	$\bar{x}$ = 58.17 (7)	$\bar{x}$ = 85.23 (3)	$\bar{x}$ = 85.17 (6)				
	ES=9.57	ES=10.48	ES=5.47				
	Prob> 0.0013	Prob> 0.2353	Prob> 0.9835				

SIGNIFICADO DE CLAVES:

$\bar{x}$ = promedio de muestras por temporada.

(Número entre paréntesis)= valor de n

ES= error estándar

A diferencia de lo mostrado en las clases de geoforma, los contenidos fueron más homogéneos entre los tipos de manglar para la temporada de lluvias que en la de sequía (Figura 5.4). No obstante presentar una mayor heterogeneidad, los contenidos de COS fueron estadísticamente iguales ( $F = 2.9$ ,  $gl = 8$ ,  $p > 0.0524$ ) entre tipos de manglar para la temporada de sequía.

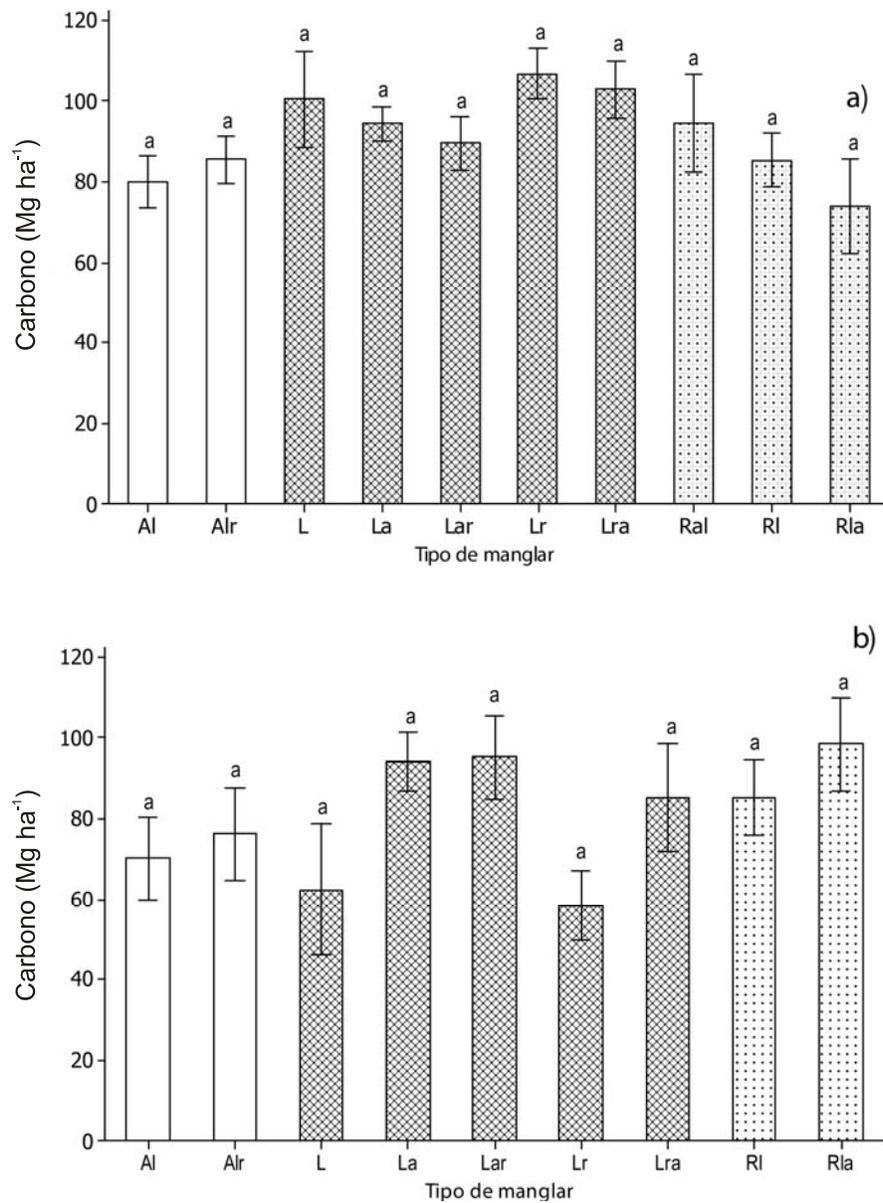


Figura 5.3. Contenido promedio de carbono del suelo (CS) por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México; a) lluvias: año 2004, b) sequía: año 2005. Medias con letras distintas fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las líneas en las barras indican el error estándar.

Los manglares con predominancia de *L. racemosa*, especialmente aquellos con presencia de *A. germinans*, y que tuvieron los más altos contenidos de COS en el presente estudio, son los más amenazados por futuros cambios en uso de suelo para la región de Marismas Nacionales. Debido a esto, es importante continuar con la elaboración de planes de manejo a escala local que permitan un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Valdez-Hernández, 2004).

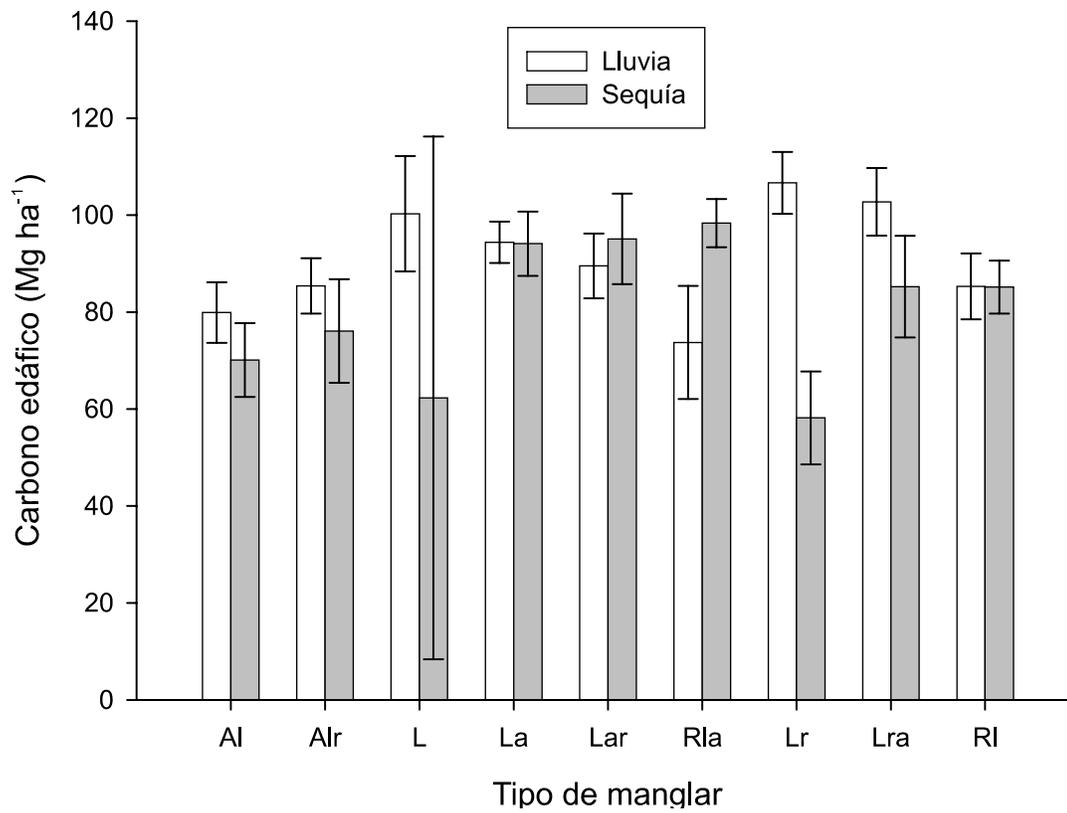


Figura 5.4. Comparación del contenido promedio de carbono edáfico por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de lluvia (2004) y sequía (2005). Las líneas en las barras indican el error estándar.

### 5.1.3 Carbono edáfico en manglares de Nayarit versus otros manglares de México y del mundo

En comparación con manglares de otros países y de otras regiones del México, los manglares de Nayarit presentaron un mayor contenido de CS (89,7 Mg C ha<sup>-1</sup>) que lo reportado en manglares templados de Japón (57 Mg C ha<sup>-1</sup>, Khan *et al.*, 2007) en una profundidad similar de muestreo, pero menor contenido que lo encontrado en otros manglares tropicales de México y del mundo, como en Tabasco, México (132 Mg C ha<sup>-1</sup>, Moreno *et al.*, 2002a), Micronesia (97 Mg C ha<sup>-1</sup>, Fujimoto *et al.*, 1999) y Senegal (91 Mg C ha<sup>-1</sup>, Woomeer *et al.*, 2004).

En términos de porcentaje, los bosques de mangle nayaritas tuvieron más CS (7%) que lo encontrado por Fujimoto (2000) en Vietnam del Sur (3%), Sukardjo (1994) en Indonesia (4%), y Noordwijk *et al.* (1997) en humedales de Sumatra (6%); pero menor que lo reportado por Boto y Wellington (1984) en manglares del Norte de Australia (8%), Betoulle *et al.* (2001) en Guyana Francesa (33%), y Khan *et al.* (2007) en Japón (47%).

Considerando la misma profundidad de muestreo (0 a 20 cm) y en comparación con otros sistemas naturales tropicales, los manglares de Nayarit tuvieron menor cantidad de CS que lo encontrado por Callo-Concha *et al.* (2001) en un bosque primario de la Amazonía Peruana (99 Mg C ha<sup>-1</sup>) y en un pastizal de la misma región (93 Mg C ha<sup>-1</sup>). Comparando lo obtenido en los manglares de Nayarit con bosques naturales subtropicales, Aceñolaza *et al.* (2007) encontraron, en la llanura aluvial de Bajo Paraná en Argentina, mayor contenido de CS (93 Mg C ha<sup>-1</sup>) en bosques de sauce (*Salix humboldtiana*) pero menor (34 Mg C ha<sup>-1</sup>) en bosques de aliso del río (*Tessaria integrifolia*) y menor también (33 Mg C ha<sup>-1</sup>) en bosques de timbó blanco (*Albizia inundata*).

Teniendo en cuenta el intervalo promedio de contenido de CS obtenido en el presente trabajo, así como la superficie total de la región de Marismas Nacionales en el estado de Nayarit (3,876,873 ha) (CONABIO, 2008) se estimaron de 81.8 a 89.7

Mg C ha<sup>-1</sup> totales en los primeros 20 cm del suelo. Por lo tanto, es evidente que los suelos de los manglares de Nayarit contienen importantes cantidades de CS, las cuales representan un gran valor natural y juegan un papel significativo en el ciclo del C a escala local directamente e indirectamente a escala global.

## **5.2 Contenido de carbono edáfico entre tipos de manglar dentro de las clases de geoforma que mostraron significancia estadística**

En busca de posibles relaciones entre tipos de manglar dentro de cada clase de geoforma, y considerando como eje de asociación el contenido de CS, se realizó un análisis estadístico mediante comparación de medias a través de la prueba de t de Student (Cuadro 5.5). Sólo dentro de cinco clases de geoforma del total de nueve evaluadas fue posible establecer asociaciones entre tipos de manglar. De esas cinco geoformas únicamente en las de Orilla de laguna (Orl) y Orilla de río (Orr) fue posible asociar a cada uno de los tipos de manglar con los otros nueve. En las geoformas Orilla de canal (Orc), Cuenca no pantanosa (Cnp) y Cuenca pantanosa (Cpt) sólo se pudieron asociar la mayoría o algunos de los 10 tipos de manglar evaluados en el presente estudio. Para las geoformas Isla (Isa), Islote (Ise), Barra arenosa (Bar) y Barra arcillosa (Bra) el análisis estadístico no mostró ninguna asociación.

Sin embargo, aún en las geoformas donde se pudieron registrar asociaciones entre tipos de manglar, no todas esas correlaciones mostraron diferencias significativas entre los tipos de manglar. Es decir, esto parece indicar que sólo para algunos tipos de manglar la clase de geoforma en que se encuentren puede tener influencia en su contenido de CS (Cuadro 5.5).

Dentro de la geoforma Orl sólo se encontró significancia estadística entre los tipos de manglar Al con La, Al con Lar, La con Lr, y Lar con RI. Se puede observar que en la especie de mangle donde más influye la geoforma es en *L. racemosa*, la cuál aparece en todos los casos, seguida de *A.germinans* y por último *R. mangle*.

Cuadro 5.5. Comparación de medias de contenido de carbono en la fracción mineral del suelo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ), mediante la prueba de t, para el análisis por tipo de manglar y clase de geoforma en la época de lluvias (año 2004) y de sequía (año 2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Clase de geoforma				
Orl	Orr	Orc	Cpt	Cnp
AI $\bar{x}$ = 69.29 (13) ES=11.69 Alr $\bar{x}$ = 72.26 (7) ES=5.98 Prob>0.8241	Alr $\bar{x}$ = 85.39 (13) ES=5.04 La $\bar{x}$ = 99.47 (7) ES=7.156 Prob>0.1337	AI $\bar{x}$ = 92.31 (7) ES=7.19 L $\bar{x}$ = 59.53 (3) ES=29.16 Prob>0.3806	AI $\bar{x}$ = 75.18 (12) ES=13.97 Alr $\bar{x}$ = 114.14 (5) ES=23.16 Prob>0.1925	AI $\bar{x}$ = 126.60 (7) ES=10.49 Alr $\bar{x}$ = 70.57 (6) ES=7.86 <b>Prob&gt;0.0014</b>
AI $\bar{x}$ = 69.29 (13) ES=11.69 L $\bar{x}$ = 100.88 (4) ES=17.26 Prob>0.1801	Alr $\bar{x}$ = 85.39 (13) ES=5.04 Lar $\bar{x}$ = 82.82 (28) ES=7.31 Prob>0.7733	AI $\bar{x}$ = 92.31 (7) ES=7.19 La $\bar{x}$ = 116.60 (7) ES=6.00 Prob> <b>0.0240</b>	AI $\bar{x}$ = 75.18 (12) ES=13.97 L $\bar{x}$ = 122.20 (2) ES=0.10 <b>Prob&gt;0.0063</b>	AI $\bar{x}$ = 126.60 (7) ES=10.49 La $\bar{x}$ = 76.37 (13) ES=7.31 <b>Prob&gt;0.0021</b>
AI $\bar{x}$ = 69.29 (13) ES=11.69 La $\bar{x}$ = 105.71 (20) ES=5.82 Prob> <b>0.0121</b>	Alr $\bar{x}$ = 85.39 (13) ES=5.04 Lr $\bar{x}$ = 100.05 (12) ES=10.23 Prob>0.2167	AI $\bar{x}$ = 92.31 (7) ES=7.19 Lr $\bar{x}$ = 98.25 (6) ES=10.76 Prob>0.6573	AI $\bar{x}$ = 75.18 (12) ES=13.97 La $\bar{x}$ = 75.77 (10) ES=7.00 Prob>0.9705	AI $\bar{x}$ = 126.60 (7) ES=10.49 Rla $\bar{x}$ = 94.76 (10) ES=17.40 Prob>0.1395
AI $\bar{x}$ = 69.29 (13) ES=11.69 Lar $\bar{x}$ = 101.25 (4) ES=4.43 <b>Prob&gt;0.0223</b>	Alr $\bar{x}$ = 85.39 (13) ES=5.04 Lra $\bar{x}$ = 101.54(14) ES=10.92 Prob>0.1959	AI $\bar{x}$ = 92.31 (7) ES=7.19 Rla $\bar{x}$ = 35.38 (13) ES=8.53 Prob> <b>0.0001</b>	Alr $\bar{x}$ = 114.14 (5) ES=23.16 La $\bar{x}$ = 75.77(10) ES=7.00 Prob>0.1773	Alr $\bar{x}$ = 70.57 (6) ES=7.86 La $\bar{x}$ = 76.37 (13) ES=7.31 Prob>0.5979
AI $\bar{x}$ = 69.29 (13) ES=11.69 Lr $\bar{x}$ = 74.49 (7) ES=14.25 Prob>0.7824	Alr $\bar{x}$ = 85.39 (13) ES=5.04 Ral $\bar{x}$ = 94.43 (6) ES=12.10 Prob>0.5131	L $\bar{x}$ = 59.53 (3) ES=29.16 La $\bar{x}$ = 116.6 (7) ES=6.00 Prob>0.1877	L $\bar{x}$ = 122.20 (2) ES=0.10 La $\bar{x}$ = 75.77 (10) ES=7.00 Prob> <b>0.0001</b>	Alr $\bar{x}$ = 70.57 (6) ES=7.86 Rla $\bar{x}$ = 94.96 (10) ES=17.40 Prob>0.2289
AI $\bar{x}$ = 69.29 (13) ES=11.69 Lra $\bar{x}$ = 88.07 (13) ES=9.39 Prob>0.2231	Alr $\bar{x}$ = 85.39 (13) ES=5.04 RI $\bar{x}$ = 97.11 (7) ES=4.14 Prob>0.0895	L $\bar{x}$ = 59.53 (3) ES=29.16 Lr $\bar{x}$ = 98.25 (6) ES=10.76 Prob>0.3179		La $\bar{x}$ = 76.37 (13) ES=7.31 Rla $\bar{x}$ = 94.76 (10) ES=17.40 Prob>0.3489
AI $\bar{x}$ = 69.29 (13) ES=11.69 RI $\bar{x}$ = 78.32 (12) ES=6.63 Prob>0.5101	Alr $\bar{x}$ = 85.39 (13) ES=5.04 Rla $\bar{x}$ = 128.84 (7) ES=13.53 Prob> <b>0.0177</b>	La $\bar{x}$ = 116.60 (7) ES=6.00 Lr $\bar{x}$ = 98.25 (6) ES=10.76 Prob>0.1749		

Cuadro 5.5. Continuación.

Clase de geoforma				
Orl	Orr	Orc	Cpt	Cnp
L $\bar{x}$ =100.87 (4) ES=17.26 Lr $\bar{x}$ = 74.48 (7) ES=14.25 Prob>0.2777	Lar $\bar{x}$ =82.82 (28) ES=7.31 Ral $\bar{x}$ = 94.43 (6) ES=12.10 Prob>0.4322			
L $\bar{x}$ =100.87 (4) ES=17.26 RI $\bar{x}$ = 78.32 (12) ES=6.64 Prob>0.2909	Lar $\bar{x}$ =82.82 (28) ES=7.31 RI $\bar{x}$ = 97.11 (7) ES=4.14 Prob>0.0985			
La $\bar{x}$ =105.71 (20) ES=5.82 Lar $\bar{x}$ = 101.25 (4) ES=4.43 Prob>0.1512	Lar $\bar{x}$ =82.82 (28) ES=7.31 Rla $\bar{x}$ = 128.84 (7) ES=13.54 Prob> <b>0.0138</b>			
La $\bar{x}$ =105.71 (20) ES=5.82 Lr $\bar{x}$ = 74.48 (7) ES=14.25 Prob>0.0767	Lr $\bar{x}$ =100.05 (12) ES=10.23 Lra $\bar{x}$ = 101.54 (14) ES=10.92 Prob>0.9217			
La $\bar{x}$ =105.71 (20) ES=5.82 Lra $\bar{x}$ = 88.07 (13) ES=9.39 Prob>0.1254	Lr $\bar{x}$ =100.05 (12) ES=10.23 Ral $\bar{x}$ = 94.43 (6) ES=12.102 Prob>0.7291			
La $\bar{x}$ =105.71 (20) ES=5.82 RI $\bar{x}$ = 78.32 (12) ES=6.64 Prob> <b>0.0046</b>	Lr $\bar{x}$ =100.05 (12) ES=10.23 RI $\bar{x}$ = 97.11 (7) ES=4.14 Prob>0.7940			
Lar $\bar{x}$ =101.25 (4) ES=4.43 Lr $\bar{x}$ = 74.49 (7) ES=14.25 Prob>0.1159	Lr $\bar{x}$ =100.05 (12) ES=10.23 Rla $\bar{x}$ =128.84 (7) ES=13.54 Prob>0.1143			
Lar $\bar{x}$ =101.25 (4) ES=4.43 Lra $\bar{x}$ = 88.07 (13) ES=9.39 Prob>0.2238	Lra $\bar{x}$ =101.54 (14) ES=10.92 Ral $\bar{x}$ =94.43 (6) ES=12.10 Prob>0.6700			

Cuadro 5.5. Continuación.

Clase de geoforma				
Orl	Orr	Orc	Cpt	Cnp
<b>Ral</b> $\bar{x}$ =94.43 (6) ES=12.10 <b>RI</b> $\bar{x}$ =97.11 (7) ES=4.14 Prob>0.8407	<b>Lra</b> $\bar{x}$ =101.54 (14) ES=10.92 <b>RI</b> $\bar{x}$ =97.11 (7) ES=4.14 Prob>0.7099			
<b>Lar</b> $\bar{x}$ =101.25 (4) ES=4.43 <b>RI</b> $\bar{x}$ = 78.32 (12) ES=6.64 <b>Prob&gt;0.0128</b>	<b>Lra</b> $\bar{x}$ =101.54 (14) ES=10.92 <b>Rla</b> $\bar{x}$ =128.84 (7) ES=13.54 Prob>0.1392			
<b>Lr</b> $\bar{x}$ =74.49 (7) ES=14.25 <b>Lra</b> $\bar{x}$ = 88.07 (13) ES=9.39 Prob>0.4427	<b>Ral</b> $\bar{x}$ =94.43 (6) ES=12.10 <b>Rla</b> $\bar{x}$ =128.84 (7) ES=13.54 Prob>0.0846			
<b>Lr</b> $\bar{x}$ =74.49 (7) ES=14.25 <b>RI</b> $\bar{x}$ = 78.32 (12) ES=6.64 Prob>0.8132	<b>RI</b> $\bar{x}$ =97.11 (7) ES=4.14 <b>Rla</b> $\bar{x}$ =128.84 (7) ES=13.54 Prob>0.0594			
<b>Lra</b> $\bar{x}$ =88.07 (13) ES=9.39 <b>RI</b> $\bar{x}$ =78.32 (12) ES=6.64 Prob>0.4060				

Dentro de la clase de geoforma Orr se observó significancia estadística entre los tipos de manglar Alr con Rla y Lar con Rla. Nuevamente sobresale la influencia de la geoforma de orilla sobre la especie *L. racemosa* (Cuadro 5.5).

Dentro de la clase de geoforma Cpt la prueba de t mostró significancia estadística entre los tipos de manglar Al con L y L con La.

Dentro de la clase de geoforma Cnp la prueba de t mostró significancia estadística entre los tipos de manglar Al con Alr y Al con La.

Como se observa en el Cuadro 5.5, en todos los casos donde existió significancia estadística la especie que sobresale es *L. racemosa*, ya que aparece en todos los tipos de manglar involucrados en dichas asociaciones. Por lo tanto, es una especie a la cual debe ponerse especial atención en proyectos ecológicos donde se pretenda conservar el almacén de carbono en el suelo dentro de los manglares de Marismas Nacionales.

El comportamiento anterior puede observarse esquemáticamente en las Figuras 5.5 y 5.6. En las gráficas donde se muestra el comportamiento combinado del contenido de CS por tipo de manglar dentro de cada geoforma en la época de lluvias (año 2004) y la de sequía (año 2005).

Dentro de la geoforma Orl, el tipo de manglar con el mayor contenido de CS fue La, mientras que el contenido más bajo se registró en el manglar Al. La tendencia observada es que los mayores contenidos de CS se observan en aquellos tipos de manglar donde *L. racemosa* es la especie dominante. En manglares de la costa de Chiapas, México, Escobar *et al.* (2005) encontraron que la degradación de hojas de *L. racemosa* fue más rápida y la descomposición doblemente mayor en los sitios de muestreo caracterizados por poco recambio de agua marina y por ser la zona más alejada del estero y más cercana a la tierra; lo que podría confirmar que esta especie se degrada a mayor velocidad en aguas con circulación de agua lenta.

Dentro de la geoforma Orr, el tipo de manglar con el mayor contenido de CS fue Rla, mientras que el más bajo fue Lar. Obsérvese que en esta clase de geoforma el papel que juega *R. mangle* es más sobresaliente, lo cual tiene sentido dado que esta especie siempre es pionera en establecerse en el manglar desde las orillas hacia dentro del mismo, y principalmente ocupa las orillas donde hay cierta corriente de agua a diferencia de *L. racemosa*, que cuando se desarrolla en las orillas del manglar prefiere aguas más estancadas. Escobar *et al.* (2005) refieren que las hojas de *R. mangle* se degradaron más rápidamente en los sitios de estero (río) donde existe un mayor recambio de agua marina y de de agua dulce lo que provoca una circulación de agua más rápida, y que la tasa de descomposición fue mayor casi en un 50% con

respecto a los otros sitios que muestrearon; de algún modo la entrada de agua salada influye en la degradación de las hojas de esta especie lo que significa que las hojas de *R. mangle* se degradan a mayor velocidad en agua salada.

Dentro de la geoforma Orc, el tipo de manglar con el mayor contenido de CS fue La mientras que el menor fue R1a. Cabe hacer hincapié en que el manglar monoespecífico con *L. racemosa* mostró también muy bajos contenidos de CS; sin embargo, el error estándar en la barra correspondiente de la gráfica es grande, lo que puede implicar que el número de muestras no fue suficiente para confirmar este dato de CS. En general, se puede confirmar lo registrado por Escobar *et al.* (2005) en la costa de Chiapas: donde el aporte de agua marina y la recirculación de la misma es menor se favorece la descomposición de las hojas de *L. racemosa* y disminuye la descomposición de las hojas de *R. mangle*. Por ello, en aguas más dulces y estancadas los mayores contenidos de CS se dan en manglares donde domina *L. racemosa*.

Dentro de la geoforma Cpt, el tipo de manglar con el mayor contenido de CS fue L seguido de Alr, mientras que los contenidos más bajos se dieron en los manglares Al y La. En esta geoforma la recirculación de agua se da primordialmente en forma estacional y ocasionalmente en forma intermareal. En general, la Cpt contiene aguas estancadas, lo que, como se puede observar, favorece la descomposición de especies como *L. racemosa*, ya que esta especie de mangle normalmente se ubica detrás de *R. mangle* desde las orillas hacia tierra adentro.

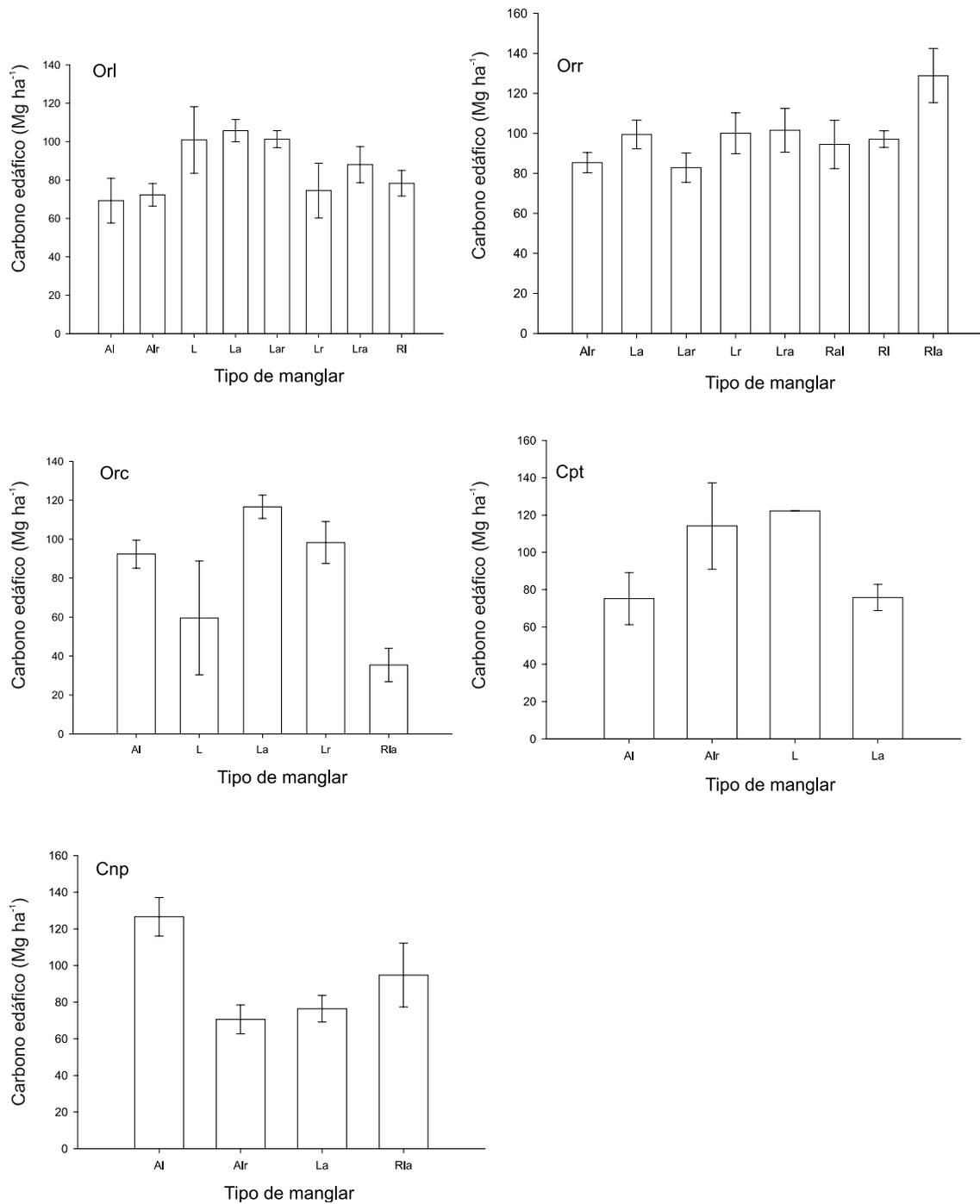


Figura 5.5. Contenido promedio de carbono edáfico por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, en época de lluvias (2004) y sequía (2005) combinadas para las clases de geomorfología: Orilla de laguna (Ori), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc), Cuenca pantanosa (Cpt) y Cuenca no pantanosa (Cnp). Las líneas en las barras indican el error estándar.

Dentro de la geoforma Cnp, el tipo de manglar con el mayor contenido de CS fue Al, mientras que el menor fue Rla (Figura 5.5). Esta geoforma se caracteriza por ser una zona inundable pero con grandes periodos de ausencia de agua superficial. Después de *R. mangle* y *L. racemosa*, la especie que sigue tierra adentro es *A. germinans*. En la clase de geoforma Cnp predominan las especies *A. germinans* y *Conocarpus erectus*, que gustan de terrenos más secos. Así como Escobar *et al.* (2005) identificaron que las hojas de las especies de mangles más terrenales se degradan más rápidamente donde los recambios de agua son más lentos y con menos influencia de agua marina, en este trabajo se observaron los mayores contenidos de CS en *A. germinans* en geoformas como la Cnp.

En la Figura 5.6 se muestra el contenido promedio de CS por tipo de manglar dentro de las geoformas donde se encontró significancia estadística sólo para la época de sequía. Igual que en el análisis de la Figura 5.5, se puede observar la tendencia en la cual las hojas de las especies de mangle ubicadas en geoformas bañadas por aguas de corriente rápida o con continuos recambios de agua salada, se descomponen más rápidamente, y por lo tanto aportan más C al suelo que aquellas con una tasa de descomposición menor en la misma clase de geoforma. Obsérvese como en la clase de geoforma Orr (Orilla de río), ubicada junto al estero o estuario, recibe constantemente aportes de agua salada intermareal además de las corrientes de agua dulce, aún en temporada de sequía, y en dicha geoforma los tipos de manglar con predominancia de *R. racemosa* suelen tener contenidos altos de CS. En cambio, en las geoformas con menos recambios de agua como Orl (Orilla de laguna), el tipo de manglar La mostró los mayores contenidos de CS. No obstante, el caso de la geoforma Orc no pareció confirmar dicha tendencia.

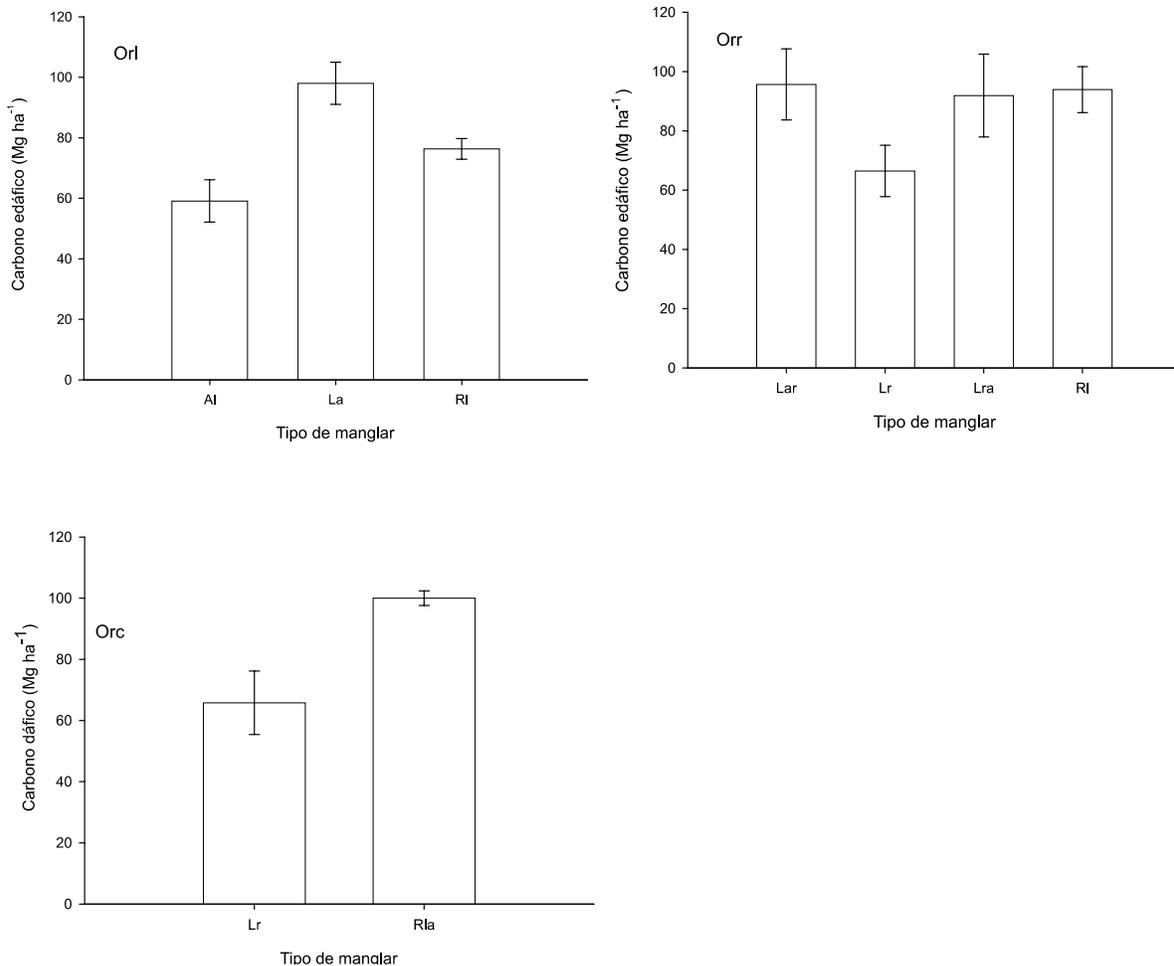


Figura 5.6. Contenido promedio de carbono del suelo (CS) por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México para la época de sequía (2005), en tres clases de geomorfología: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

### 5.3 Relación entre las variables asociadas al carbono de la fracción mineral, de la biomasa subterránea y del mantillo

Las comparaciones obligadas que deben hacerse en la presente discusión son las relacionadas con las variables del suelo que se evaluaron en este trabajo (MO y C en la época de lluvias, y C, N, S, P, Ca, Mg, K, pH, CE, textura y Dap en la época de sequía). Al respecto, Bojórquez *et al.* (2008) describen las características de los suelos de la línea costera norte del estado de Nayarit, México con presencia de manglar, aunque se basan en cinco perfiles de suelos publicados por el INEGI, de los

cuales se desconoce su ubicación precisa, por lo que sería un tanto aventurado considerarlos como una referencia confiable tomando en cuenta la anisotropía<sup>7</sup> del suelo.

El Cuadro 5.6 muestra la matriz de correlación entre todas las variables medidas en la época de sequía (2005) en la fracción mineral del suelo, biomasa subterránea (raicillas) y mantillo (hojarasca). Dado gran número de datos obtenidos a través de la comparación de medias con la prueba de t, en este cuadro se muestran únicamente aquellas comparaciones que arrojaron significancia estadística. La información completa de este análisis con la prueba de t puede verse en el Cuadro A15 de Anexos.

### 5.3.1 Conductividad eléctrica versus variables asociadas

En cuanto a la salinidad del suelo en los manglares de Marismas Nacionales, Bojórquez *et al.* (2008) reportan un valor de CE de 42.2 ds m<sup>-1</sup> para un Solonchak sódico en la capa de 0-40 cm de profundidad, y valores de entre 12.6 a 21.7 ds m<sup>-1</sup> en las demás capas. Estos autores indican que la formación de estos suelos proviene de riberas con vegetación de mangle (principalmente con presencia de *Rhizophora mangle*), y posteriormente cuando se retira el agua queda el manglar, el cual desaparece dejando un sustrato rico en sales que da lugar a un Solonchak, en donde la mayoría de las veces se mantiene un nivel freático rico en sales relativamente cerca de la superficie. Para el caso del presente trabajo se encontraron valores de CE desde 29.8 ds m<sup>-1</sup> en la capa de 0-20 cm de profundidad, hasta valores superiores a 100 ds m<sup>-1</sup>. Para las tres geoformas donde se evaluó la CE (Orc, Orl, Orr) se encontraron valores de CE en el intervalo de 29.8 hasta 104.5 ds m<sup>-1</sup>, predominando las CE más altas donde se desarrollaba el tipo de manglar

---

<sup>7</sup> Variabilidad horizontal y vertical de las propiedades del suelo.

*Laguncularia racemosa-Rhizophora mangle* (Lr). Estas diferencias pueden deberse a que las muestras de suelo colectadas para todas las variables (excepto C y MO) fueron tomadas en la época de sequía, además de que el mes de mayo en que se efectuó el muestreo que fue el más seco de ese año (2005); en cambio, probablemente Bojórquez *et al.* (2008) tomaron datos de muestreos colectados en temporada de lluvias, lo que puede explicar la disminución en la salinidad.

Relacionando la CE con el C de la hojarasca (Figura 5.7) se observa que el contenido de C disminuye conforme aumenta la salinidad del suelo.

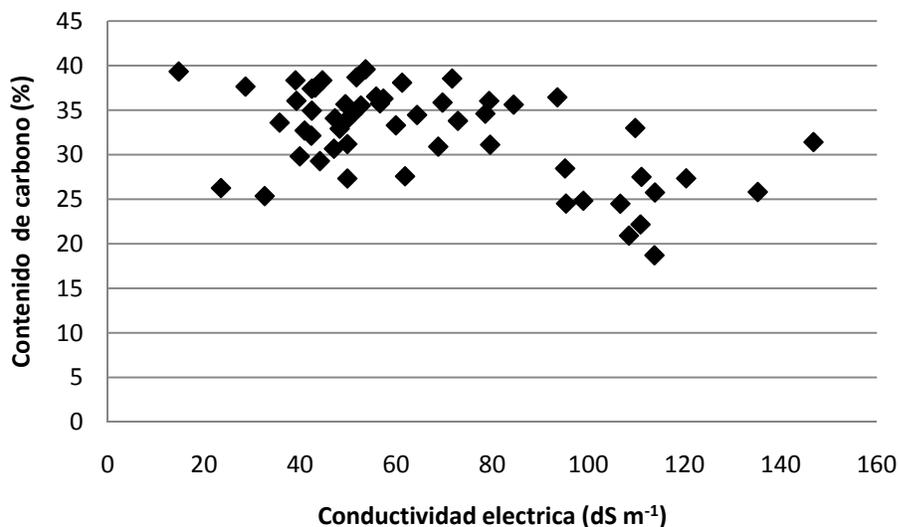


Figura 5.7. Comparación entre la conductividad eléctrica del suelo y el contenido de carbono del mantillo para la época de sequía (año 2005), en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Según Kathiersan *et al.* (1996), en general la vegetación de manglar es más exuberante en lugares de baja salinidad. La salinidad intersticial reduce el área foliar, incrementa la presión osmótica de la savia dentro de las hojas, incrementa la tasa área/peso y decrementa los totales de N, K y P (Jiménez, 1990; Medina *et al.*, 1995). Las fluctuaciones de salinidad también tienen efectos negativos sobre la fotosíntesis y el crecimiento de la vegetación de los bosques de mangle (Lin y Sternberg, 1993). En Senegal, la hipersalinidad (a lo largo de una década de escasa pluviometría y alta evaporación) ha causado las planicies de sal que crecen en las

áreas de manglar, las cuales han ido destruyendo completamente la vegetación (Diop *et al.*, 1997).

En cuanto a la relación de la CE con el contenido de S en el suelo (SS), se puede observar en la Figura 5.8 que durante la época de sequía el contenido de S se incrementa en forma directamente proporcional al aumento en el contenido de sales en el suelo. Obsérvese como con una CE de 140 dS m<sup>-1</sup> el contenido de S es el máximo (1.2%) de la gráfica.

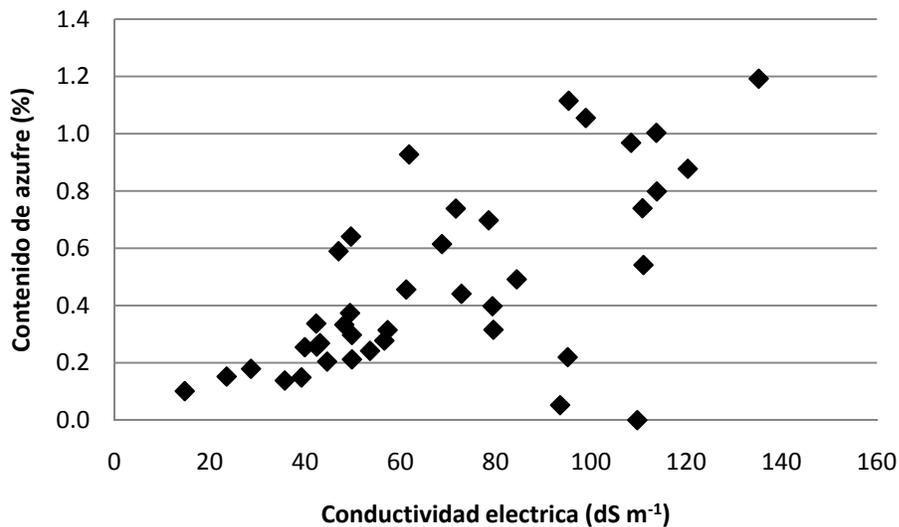


Figura 5.8. Comparación entre la conductividad eléctrica del suelo y el contenido de azufre edáfico en temporada de sequía (año 2005), en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

En cuanto a la relación con el resto de las variables medidas en la presente investigación (Cuadro 5.6), la CE sólo mostró significancia estadística cuando se asoció con el Ca edáfico (CAS) y el Mg edáfico (MGS); no obstante, estas correlaciones mostraron valores positivos muy altos y grandes diferencias significativas ( $p < 0.001$  y  $p < 0.004$ , respectivamente). Lo anterior demuestra que la CE en el suelo es directamente proporcional a los contenidos de Ca y Mg presentes, es decir, si el contenido de estos nutrientes aumenta, en la misma medida se incrementa la CE.

### *5.3.2 Potasio del suelo versus variables asociadas*

El potasio del suelo (KS) mostró significancia estadística con el CAS el MGS el CS y el nitrógeno del suelo (NS). Aunque los valores de correlación son relativamente bajos, los valores son positivos y las diferencias estadísticas son altamente significativas, particularmente en el caso de la asociación con el MGS ( $p < 0.0065$ ). Esto significa que el K y el Mg pueden estar íntimamente ligados en el suelo a través de sus respectivos ciclos biogeoquímicos, pues el contenido de uno de estos elementos afecta de manera directa al contenido del otro (Cuadro 5.6).

### *5.3.3 Magnesio del suelo versus variables asociadas*

En la comparación de medias mediante la prueba de t, el MGS mostró significancia estadística únicamente con el CAS. Como se puede observar en la Matriz de correlación (Cuadro 5.6) la correlación tiene un valor positivo de bajo a regular

Cuadro 5.6. Matriz de correlación para las variables con significancia estadística entre ellas, medidas en la época de sequía (año 2005) en la fracción mineral del suelo, biomasa subterránea y mantillo, en suelos de manglares de Marismas Nacionales, Nayarit.

VAR	CE	KS	MGS	DAP	L	CS	SS	CNB	SB	NB	CB	MGB	CAB	SM	CM	PM	CAM	MGM	KM
L						0.76727 0.0263 8								0.80104 0.0169 8				0.8405 0.009 8	
ARC											0.78525 0.0364 7								
PH								-0.97468 0.0002 7	0.91077 0.0044 7	0.94744 0.0012 7				0.83694 0.0096 8					
CE							0.84584 0.0081 8	-0.88333 0.0084 7	0.82686 0.0218 7	0.86184 0.0126 7		0.93655 0.0006 8				-0.735 0.0378 8		0.71079 0.0481 8	
SS						0.78021 0.0224 8			0.91077 0.0044 7	0.94744 0.0012 7		0.91971 0.0012 8	0.71094 0.048 8	0.83694 0.0096 8			0.71701 0.0453 8	0.71079 0.0481 8	0.87084 0.0049 8
CS		0.78458 0.0211 8		-0.94522 0.0004 8					0.75489 0.0498 7					0.78021 0.0224 8				0.79387 0.0187 8	
CAS	0.98687 <0.0001 8	0.80669 0.0155 8	0.86586 0.0054 8	-0.92745 0.0009 8	0.71822 0.0448 8	0.9301 0.0008 8												0.74562 0.0337 8	
MGS	0.87992 0.0039 8	0.85723 0.0065 8		-0.83752 0.0095 8		0.94258 0.0005 8			0.77469 0.0408 7									0.80702 0.0155 8	
KS				-0.72513 0.0418 8															
NS		0.77753 0.0231 8							0.77753 0.0231 8									0.74519 0.0339 8	
SB												0.8974 0.0061 7		0.85715 0.0137 7	-0.84712 0.0161 7			0.76525 0.045 7	0.81565 0.0253 7
PB					0.82226 0.0122 8													0.79954 0.0172 8	
NB												0.8558 0.014 7							0.94222 0.0015 7
KB													0.98131 <0.0001 8				0.98248 <0.0001 8		0.77321 0.0244 8

Cuadro 5.6. Continuación.

VAR	CE	KS	MGS	DAP	L	CS	SS	CNB	SB	NB	CB	MGB	CAB	SM	CM	PM	CAM	MGM	KM
CAB																	0.98836 <0.0001 8		
CNM												-0.86745 0.0053 8							
KM								-0.87844 0.0093 7					0.77549 0.0237 8				0.80228 0.0166 8		
CM												-0.70959 0.0487 8							
SM						0.78021 0.0224 8						0.71657 0.0455 8			-0.78154 0.022 8				

SIGNIFICADO DE CLAVES

VAR	Variable	PM	Fósforo del mantillo
CE	Conductividad eléctrica (ds m <sup>-1</sup> )	CAM	Calcio del mantillo
KS	Potasio del suelo	MGM	Magnesio del mantillo
MGS	Magnesio del suelo	KM	Potasio del mantillo
DAP	Densidad aparente	ARC	Arcilla
L	Limo	PH	pH
CS	Carbono del suelo	CAS	Calcio del suelo
SS	Azufre del suelo	PS	Fósforo del suelo
CNB	Relación C/N de la biomasa subterránea (raicillas)	NM	Nitrógeno del mantillo
SB	Azufre del suelo	NS	Nitrógeno del suelo
NB	Nitrógeno de la biomasa subterránea (raicillas)	PB	Fósforo de la biomasa subterránea (raicilla)
CB	Carbono de la biomasa subterránea (raicillas)	KB	Potasio de la biomasa
MGB	Magnesio de la biomasa subterránea (raicillas)	SM	Azufre del mantillo
CAB	Calcio de la biomasa subterránea (raicillas)	CM	Carbono del mantillo
CNM	Relación carbono/nitrógeno del mantillo	CNS	Relación carbono nitrógeno del suelo

Con respecto a los valores registrados en las casillas de la matriz de correlación, de arriba hacia abajo, el primer dato corresponde a la correlación, el segundo a la significancia y el tercero al valor de n (número de muestras).

(0.86586) pero una diferencia significativa alta ( $p < 0.0054$ ). Lo anterior señala una correspondencia estrecha y directamente proporcional entre el contenido de Mg y el de Ca en la fracción mineral del suelo del manglar.

### 5.3.4 Densidad aparente versus variables asociadas

El Cuadro 5.6 muestra altos valores de correlación negativa entre la densidad aparente (DAP) y los contenidos de CS y CAS. Esto indica una relación inversamente proporcional entre la DAP y los contenidos de C y Ca en el suelo. Un contenido alto de estos elementos se traducirá en una disminución considerable de la DAP. Esto lo confirma el alto nivel de significancia estadística ( $p < 0.0004$  y  $p < 0.0009$ , respectivamente) entre la DAP y dichos elementos. El MGS y el KS mostraron una tendencia semejante también inversamente proporcional, aunque con valores de correlación más modestos. Sin embargo, la significancia también es alta ( $p < 0.0095$  y  $p < 0.0418$ , respectivamente).

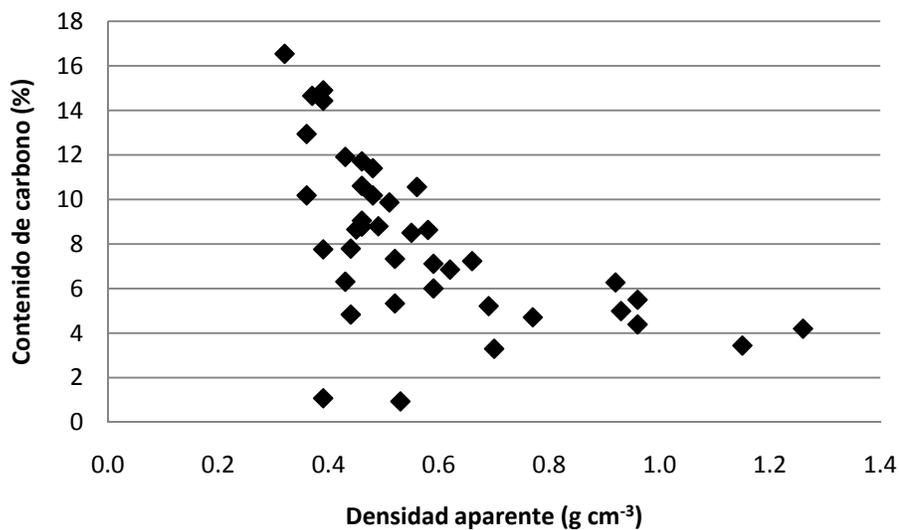


Figura 5.9. Comparación entre la densidad aparente y el contenido de carbono edáfico en temporada de sequía (año 2005), en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

### 5.2.5 Limo en el suelo versus variables asociadas

La cantidad de limo en la fracción mineral del suelo mostró significancia estadística importante solamente cuando se le comparó con el CAS y el fósforo de la biomasa subterránea en forma de raicillas (PB). En los dos casos el nivel de correlación es relativamente bajo, pero existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Un porcentaje alto de partículas de limo puede condicionar un mayor contenido de Ca y de P en el suelo (Cuadro 5.6).

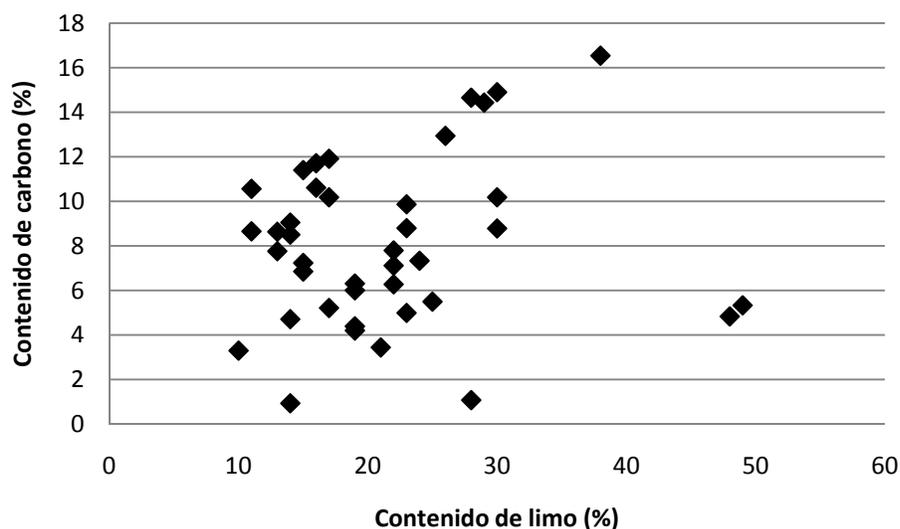


Figura 5.10. Comparación entre el porcentaje de limo y el contenido de carbono edáfico en temporada de sequía (año 2005), en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México.

### 5.3.6 Carbono del suelo versus variables asociadas

El CS mostró significancia estadística con otras cinco variables (Cuadro 5.6): L, azufre del suelo (SS), CAS, MGS y azufre del mantillo (SM). En el caso de la comparación entre el contenido de CS y los contenidos de L, SS y SM el nivel de correlación es relativamente bajo, pero con diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ). Cuando se comparó el CS con el CAS y el MGS la prueba de t mostró altos niveles de correlación y altos niveles de significancia ( $p < 0.0008$  y  $p < 0.0005$ ,

respectivamente). Se tienen altos contenidos de CS cuando existen también altos contenidos de limo, SS, CAS, MGS y SM, aunque el contenido de CS está más íntimamente ligado con altos contenidos de Ca y Mg en el suelo. Cabe resaltar también que cuando el mantillo que se incorpora al suelo contiene altos contenidos de S esto promueve que en el suelo aumente a su vez la cantidad de C.

### *5.3.7 Relación carbono/nitrógeno de la biomasa subterránea versus variables asociadas*

La relación carbono/nitrógeno de la biomasa subterránea (CNB) presentó significancia estadística con el pH del suelo, la CE y el potasio en el mantillo (KM). En los tres casos el valor de correlación es inversamente proporcional, particularmente en el caso del pH, y con altas diferencias significativas, lo que demuestra que en suelos alcalinos, con una CE alta, la CNB es baja en la misma proporción (Cuadro 5.6). Parece ser que la salinidad favorece la concentración de C lábil que es aprovechado por las plantas. La misma tendencia se observa en la comparación de medias entre la CNB y el KM. Cuando el contenido de K en la hojarasca es alto disminuye considerablemente la CNB; el alto nivel de significancia entre dichas variables así lo constata ( $p < 0.0009$ ).

### *5.3.8 Azufre de la biomasa subterránea versus variables asociadas*

En el análisis estadístico de comparación de medias mediante la prueba de t, el azufre de la biomasa subterránea (SB) mostró significancia estadística con seis variables: pH del suelo, CE, azufre del suelo (SS), CS, MGS y NS (Cuadro 5.6). En todos los casos la correlación fue positiva. Con las tres primeras variables el nivel de correlación es alto, y en las últimas tres es relativamente bajo. Parece que si el suelo tiene pH ácido con bajos niveles de salinidad el contenido de azufre en la biomasa es bajo, y por consiguiente el contenido de azufre del suelo también es bajo. Este comportamiento se hace extensivo cuando se observa la relación del SB con el CS,

MGS y el NS, lo que demuestra el estrecho nivel de asociación entre estas elementos a nivel de ciclos biogeoquímicos.

#### *5.3.9 Nitrógeno de la biomasa subterránea versus variables asociadas*

El contenido de nitrógeno de la biomasa subterránea (NB) mostró diferencia significativa cuando se le comparó con el pH del suelo, la CE y el SS en la prueba de t (Cuadro 5.5). En los tres casos el nivel de correlación es alto lo mismo que el nivel de significancia. Es claro que el NB tiene un efecto directo sobre estas variables, particularmente sobre el pH y el SS.

#### *5.3.10 Carbono de la biomasa subterránea versus variables asociadas*

El contenido de carbono de la biomasa subterránea (CB) sólo mostró significancia estadística con el porcentaje de arcilla en el suelo (ARC), con un nivel de correlación de 0.78 ( $p < 0.05$ ). Resulta interesante que una variable tan importante como el CB no haya mostrado una asociación directa con otras variables. Al mismo tiempo, llama la atención que el ARC sólo haya arrojado significancia estadística con el CB (Cuadro 5.6). Esta única asociación a este nivel de comparación de variables refleja, sin embargo, la importancia del complejo arcillo mineral en la disponibilidad de C para las plantas a través de las raíces.

#### *5.3.11 Magnesio de la biomasa subterránea versus variables asociadas*

Conforme a la comparación de medias mostrada en la Matriz de correlación (Cuadro 5.6), el contenido de magnesio de la biomasa subterránea (MGS) exhibió significancia estadística con siete variables: CE, SS, SB, NB, relación carbono-nitrógeno del mantillo (CNM), carbono del mantillo (CM) y azufre del mantillo (SM). Cabe señalar que de estas siete variables, la CNM y el CM mostraron una relación inversamente proporcional con el MGS. Es probable que cuando aumenta la disponibilidad de C lábil en el mantillo el C sea más rápidamente degradado aumentando la concentración de N y esto permita la acumulación de Mg en las

raicillas. Por el contrario, es importante señalar que el análisis de comparación de medias mostró una correlación positiva muy alta entre el MGB, la CE y la SS con alto nivel de significancia ( $p < 0.0006$  y  $p < 0.0012$ , respectivamente). Esto es consistente con lo mencionado en el punto 5.2.1, donde se explica que la salinidad aumenta en la medida en que se acumula el Ca y el Mg en el suelo. El S y el N exhiben la misma tendencia, pues el aumento en su concentración es directa y estrechamente proporcional a la concentración de Mg en las raicillas.

#### *5.3.12 Calcio de la biomasa subterránea versus variables asociadas*

Los contenidos de SS, el potasio de la biomasa subterránea (KB) y el del mantillo (KM) influyen en el contenido de Ca de la biomasa subterránea. Especialmente en el caso de la relación entre el CAB y el KB se observa un nivel de correlación casi perfecta (0.98) seguida de un nivel de significancia muy alto ( $p < 0.0001$ ); de hecho, estos valores son los más altos de toda la Matriz de correlación (Cuadro 5.6). Es indudable que el Ca y el K están muy estrechamente ligados dentro de las raicillas. Esto tiene sentido dado que los dos elementos funcionan como cationes con características químicas muy semejantes dada su cercanía en la tabla periódica. A su vez, el SS permite la acumulación de Ca y K en la biomasa subterránea.

#### *5.3.13 Azufre del mantillo versus variables asociadas*

El contenido de SM se manifiesta lógicamente en el contenido de SS y SB (Cuadro 5.6). Pero también existe una asociación importante del SM con el porcentaje de partículas de limo (L) y el pH. Por ejemplo, a mayor contenido de limo en la fracción mineral y mayor salinidad más S se acumula en la hojarasca. Lo mismo sucede con el C en el suelo, pues si aumenta el contenido de SM mayor contenido de C se observa en el suelo y viceversa, a menor contenido de SM menor concentración de CS.

#### *5.3.14 Carbono del mantillo versus variables asociadas*

El contenido de C en la hojarasca (CM) es inversamente proporcional al contenido de S en la biomasa subterránea y al mantillo (Cuadro 5.6), lo mismo que sucede con el C y el N, de ahí que se hable de relación C/N o relación C/S. Sin embargo, en análisis estadístico con los datos del presente trabajo, la Matriz de correlación sólo exhibe significancia para el CM con el SB y el SM.

#### *5.3.15 Fósforo del mantillo versus variables asociadas*

El fósforo del mantillo (PM) sólo mostró significancia estadística cuando se le asoció con la CE, aunque la correlación fue relativamente baja (-0.735). Esto indica que el contenido de PM puede influir en la concentración de sales del suelo (Cuadro 5.6).

#### *5.3.16 Calcio del mantillo versus variables asociadas*

Según la Matriz de correlación (Cuadro 5.6), el CAM tiene una relación directa con los contenidos de CAB, KB y KM. Esto es consistente con lo ya explicado en el punto 5.2.12, pero es importante resaltar también que existió significancia estadística cuando se asocia el SS con el CAM. Es decir, la concentración de Ca en las hojas de los mangles tiene una influencia directa en la concentración de S edáfico.

#### *5.3.17 Magnesio del mantillo versus variables asociadas*

El contenido de Mg de la hojarasca fue la variable que mostró significancia estadística con la mayor cantidad de variables asociadas en comparación con el resto de los parámetros registrados en la Matriz de correlación (Cuadro 5.6). El MGM mostró diferencias significativas con L, CE, SS, CS, CAS, MGS, NS, SB y PB. En el caso de la asociación entre MGM con CAS y MGS, el comportamiento es consistente con lo mencionado en el punto 5.2.12. Asimismo, debe hacerse hincapié en que el porcentaje de partículas finas de la fracción mineral y la concentración de sales en el suelo tuvieron una influencia directamente proporcional con el contenido de Ca y Mg

edáficos para el caso de los datos obtenidos en la presente investigación. Esto es consistente con lo mencionado en el punto 5.2.5: las partículas finas del suelo como el limo y la arcilla pueden crear sitios de contacto favorables para la incorporación de cationes como el Ca y el Mg. Los elementos C, N y S del suelo también guardan relación directa con el Mg de la hojarasca. Este comportamiento constata la relación que existe entre los ciclos biogeoquímicos de estos cuatro elementos.

#### *5.3.18 Potasio del mantillo versus variables asociadas*

En la Matriz de correlación (Cuadro 5.6) se puede observar la significancia que se encontró entre el contenido de K en la hojarasca (KM), el propio K de las raicillas (KB), y la que se encontró con el azufre tanto del suelo como de la biomasa subterránea, y el nitrógeno de la biomasa (NB). Cabe señalar que la mejor correlación y la significancia más alta se dieron entre el KM y el NB, lo que indica la relación íntima entre el K y el N edáficos en ecosistemas naturales, especialmente en el caso de los manglares.

#### *5.3.19 Resumen de las relaciones entre las variables asociadas al carbono edáfico*

La relación entre las variables asociadas al C de la fracción mineral del suelo, de la biomasa subterránea (raicillas) y del mantillo (hojarasca), la matriz de correlación mostró significancia estadística ( $p < 0.05$ ) entre las siguientes variables (ver significado de claves en Cuadro A15 de Anexos): Densidad aparente con Ph, CE, SS, CS, MGS y NS; N de la biomasa subterránea con Ph, CE y SS; C de la biomasa subterránea con arcilla; Mg de la biomasa subterránea con CE, SS, SB, NB, C/N del mantillo, CM y SM; Ca de la biomasa subterránea con SS, KB y KM; S de mantillo con SS, SB, limo y pH; C del mantillo con SB y SM; P del mantillo con CE; Ca del mantillo con CAB, KB, KM y SS; Mg del mantillo con L, CE, SS, CS, CAS, MGS, NS, SB y PB; y KM con KB y NB.

#### **5.4 Relación entre el tipo de manglar y las variables asociadas al carbono edáfico dentro de las clases de geoforma**

La clase de geoforma influye en el tipo de suelo y sus características fisicoquímicas. Lo anterior puede confirmarse en el trabajo de Bojórquez *et al.* (2006), quienes realizaron un enfoque genético geográfico de los suelos de la llanura costera norte del estado de Nayarit, tomando como referencia más de 100 perfiles recopilados de diferentes estudios y clasificados por el *World Reference Base*. Los resultados de estos autores permiten constatar que en esta región se presentan siete grupos referenciales de suelos. También encontraron que la formación de estos suelos está relacionada con la influencia fluvio-marina y el lavado de las sales y bases, en un clima tropical subhúmedo actual. Asimismo, Bojórquez *et al.* (2006) demostraron que en la llanura fluvial alta y en la mediana, los suelos que predominan son Cambisoles, Fluvisoles y Feozems, saturados en bases, pero sin sales y si acaso con una pequeña acumulación de sodio cambiante (hiposódico); mientras que la llanura fluvial baja con influencia marina, los Cambisoles son transicionales con los Fluvisoles (Cambisoles flúvicos), y estos suelos y los propios Fluvisoles están afectados la mayoría de las veces por sales (sálicos) y/o sodio cambiante (sódico e hiposódico). En la llanura fluvial actual, solamente se presentan Fluvisoles. La zona que está afectada por las mareas, con influencia marina actual es representativa de los suelos salinos o Solonchaks, mientras que en la zona de barras paralelas a la costa se encuentran los Arenosoles y Regosoles.

Bojórquez *et al.* (2006) encontraron también una correspondencia entre el suelo, la evolución del paisaje y el lavado de las sales, y que en toda la región hay una influencia muy fuerte del agua, sobre todo en la llanura baja, las marismas y en las barras, con penetración de las aguas de mar, conllevando actualmente a la salinización de los suelos.

Para determinar el tipo de suelos que existían en los sitios de muestreo de la presente investigación, además de cotejar con las cartas edafológicas de la región de Marismas Nacionales, se compararon las clases de geoforma de este trabajo con los niveles geomorfológicos determinados por Bojórquez *et al.* (2006, 2008). Para ello se realizaron las posibles equivalencias entre ambas clasificaciones geomorfológicas con el fin de determinar los suelos de cada clase de geoforma (Cuadro 5.6).

En el segundo año de muestreo (época de sequía, año 2005), el número de datos para las clases de geoforma Bar, Bra, Cnp, Cpt, Isa e Ise fue insuficiente para encontrar relaciones entre los tipos de manglar y las variables asociadas al contenido de CS en el suelo dentro de las nueve geoformas. Por ello sólo se muestran las relaciones encontradas dentro de las clases de geoforma de orilla.

Cuadro 5.6. Comparación entre los paisajes geomorfológicos reportados por Bojórquez *et al.* (2006 y 2008) y las clases de geoforma utilizadas en este trabajo con sus correspondientes tipos de suelo, en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

<b>Paisaje geomorfológico según Bojórquez <i>et al.</i> (2006, 2008)</b>	<b>Clase de Geoforma coincidente en este trabajo</b>	<b>Tipo de suelo</b>
Llanura deltaica o fluvial superior	Cuenca no pantanosa (Cnp)	Cambisoles, Feozems, Fluvisoles y Gleysoles
Llanura deltaica o fluvial intermedia	Cuenca pantanosa (Cpt)	Cambisoles, Feozems y Fluvisoles
Llanura deltaica o fluvial baja con influencia marina	Isla (Isa), Islote (Ise), Orilla de canal (Orc), Orilla de laguna (Orl) y Orilla río (Orr)	Cambisoles, Fluvisoles y Gleysoles
Llanura de inundación actual	Orilla río (Orr) y Orilla de canal (Orc)	Fluvisoles
Llanura de inundación mareal ordinaria y alta	Cuenca pantanosa (Cpt)	Solonchaks gléyico y sódico
Barras costeras	Barra anenosa (Bar) y Barra arcillosa (Bra)	Arenosoles, Fluvisoles, Regosoles y Solonchaks

#### 5.4.1 Relación con el contenido de limo en el suelo

La Figura 5.11 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el porcentaje de limo dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Puede notarse en todos los casos que los suelos con el mayor contenido de limo se encuentran bajo el tipo de manglar Lr y los menores en los tipos de manglar RI y RIa.

En general puede verse que en los tipos de manglar donde la especie de mangle *L. racemosa* es dominante, el contenido de limo en el suelo es mayor, mientras que donde son dominantes las otras dos especies de mangle: *A. germinans* y *R. mangle*, sucede lo contrario. Es importante señalar que *L. racemosa* se encuentra intermedia entre las otras dos especies, tanto en su tasa y velocidad de descomposición (Escobar, *et al.* 2005) como en su distribución altitudinal desde las orillas hasta las cuencas y llanuras fluviales. Lo anterior significa que *L. racemosa* se desarrolla mejor en suelos con mayor contenido de partículas finas más que en aquellos con más partículas gruesas.

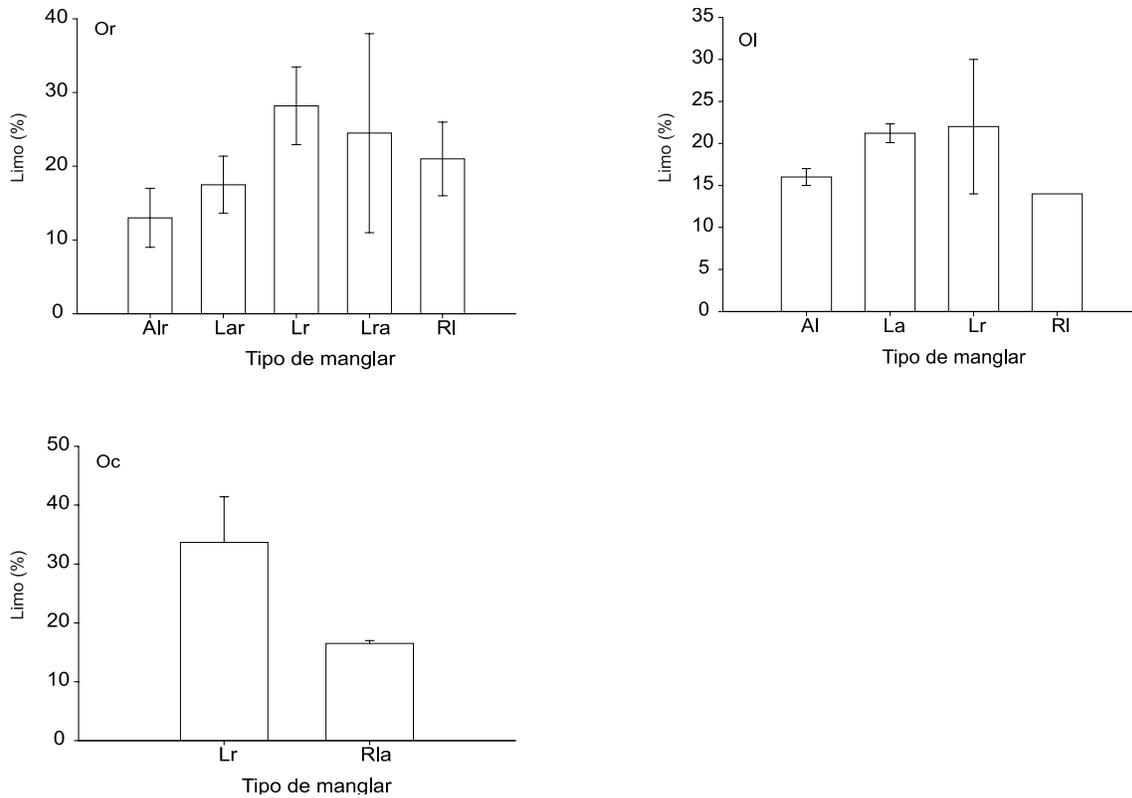


Figura 5.11. Porcentaje de limo por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (año 2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.2 Relación con el contenido de arena en el suelo

La Figura 5.12 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el porcentaje de arena dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Estos resultados son consistentes con lo encontrado en relación con el limo (Figura 5.11). Nótese que el comportamiento es inversamente proporcional con lo observado en la figura anterior. En este caso, los suelos donde domina la especie *L. racemosa* son menos arenosos que aquellos donde son más abundantes *A. germinans* y *R. mangle*. Esto constata las preferencias en cuanto al tipo de suelos de las tres especies. Dentro de la geoforma de Orilla de canal (Oc en la Figura 5.12), sin embargo, no se encontraron diferencias aparentes entre los tipos

de manglar con predominancia de *L. racemosa* de aquellos con predominancia de *R. mangle* con respecto al contenido de arena.

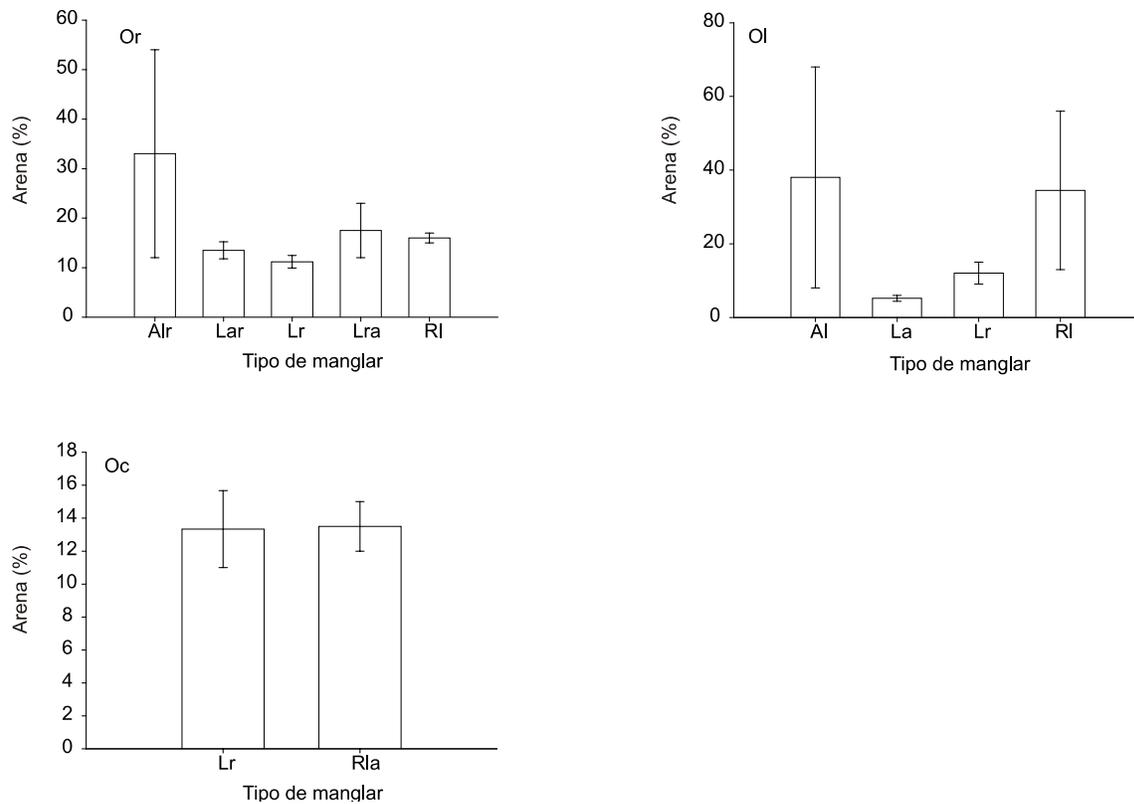


Figura 5.12. Porcentaje de arena por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (año 2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.3 Relación con la conductividad eléctrica del suelo

La Figura 5.13 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y la conductividad eléctrica (CE) dentro de las clases de geofomas de orilla en la época de sequía (año 2005). Obsérvese que los tipos de manglar de la combinación *L. racemosa*-*R. mangle* prefieren en general suelos más salinos con CE altas, mientras que en otros tipos de manglar donde hay presencia de *A. germinans*, aunque *L. racemosa* sea dominante, los suelos en estos casos son menos salinos. Esto

obedece al gradiente del que ya se ha hablado, dentro del cual normalmente se encuentra a *R. mangle* bordeando las riveras y las orillas, en la sección intermedia tierra adentro tiende a dominar *L. racemosa* y más al interior la especie dominante es *A. germinans*. Donde se encontró con más frecuencia el tipo de mangla Lr fue precisamente la más intermedia entre las clases de geoforma de orillas y las de cuencas interiores.

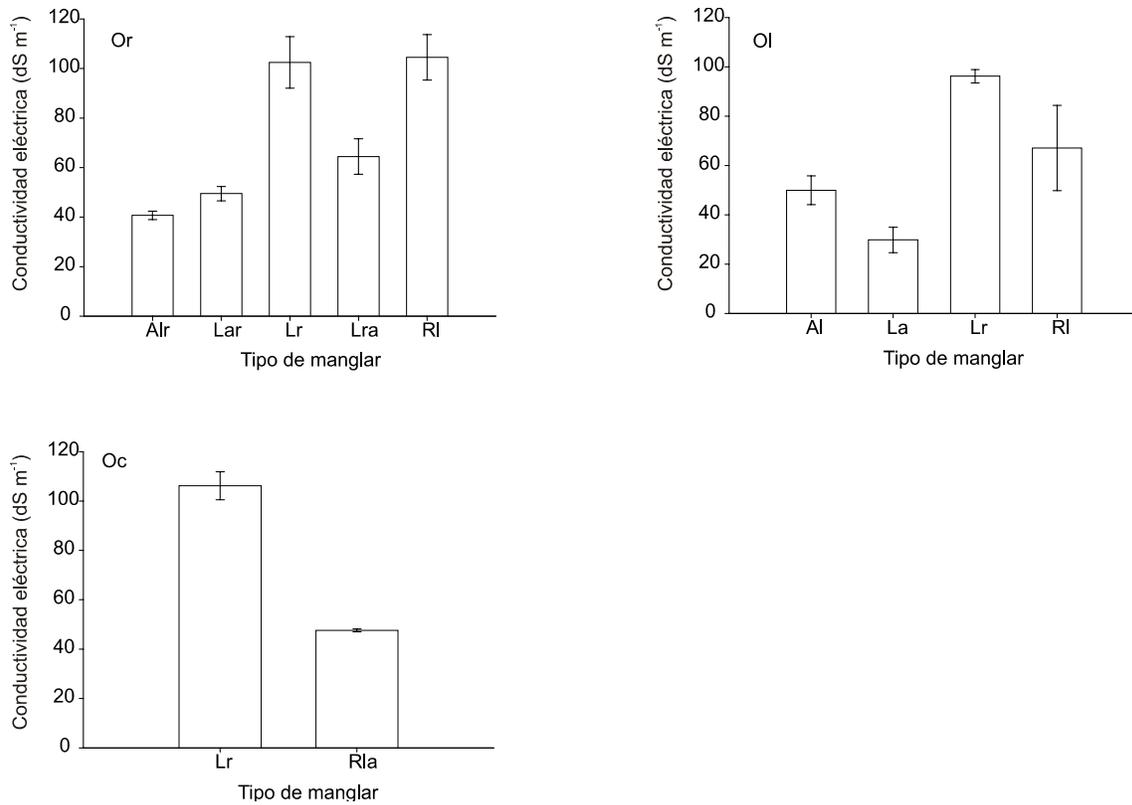


Figura 5.13. Conductividad eléctrica del suelo por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.4 Relación con la densidad aparente

La Figura 5.14 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y la densidad aparente ( $D_{ap}$ ) del suelo dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). En este caso las relaciones entre el tipo de manglar y la variable no aparecen tan claras como en el caso anterior. No obstante, es posible notar que la  $D_{ap}$  es mayor en los suelos donde *A. germinans* es abundante. Ya se ha señalado que esta especie prefiere suelos más arenosos, y que en ellos la MO es menos abundante que en suelos más arcillosos o limosos. Como es sabido, entre mayor es el contenido de MO la relación de poros grandes y pequeños en el suelo es mejor y por lo tanto la densidad aparente es baja.

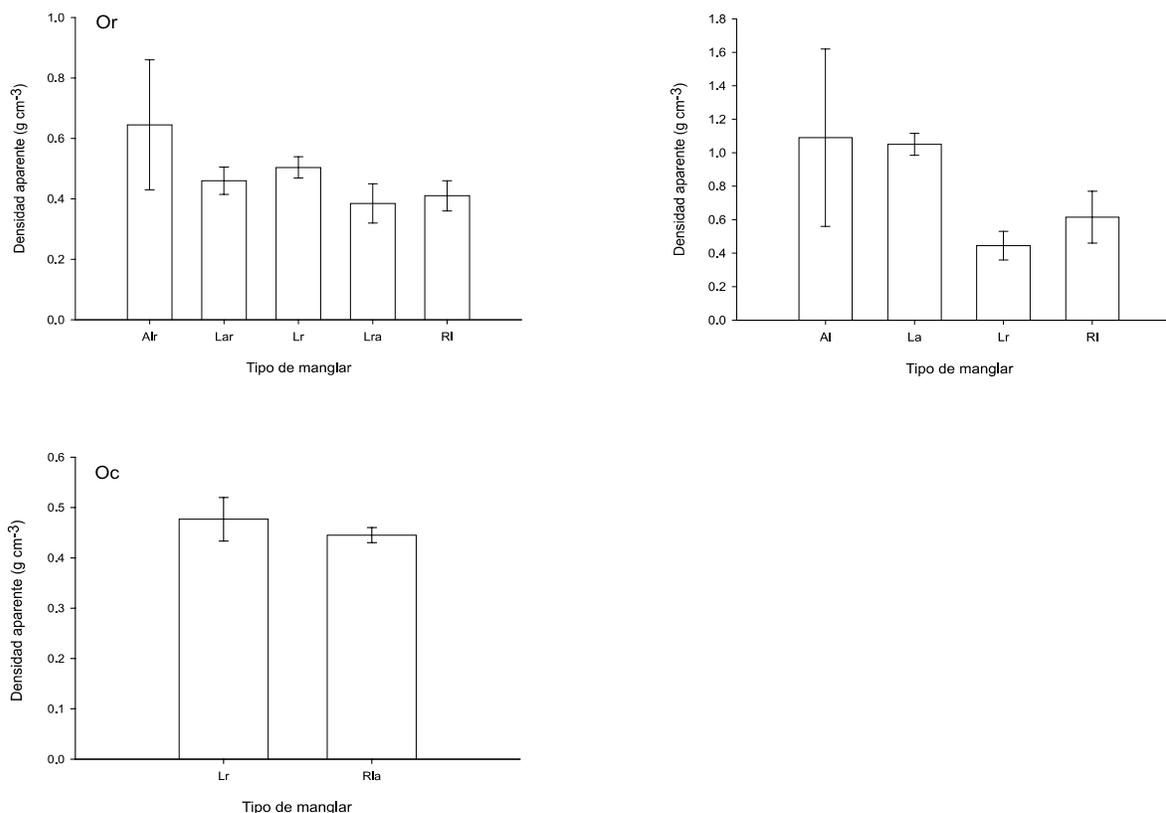


Figura 5.14. Densidad aparente por tipo de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

Un suelo con escasez de MO presentará una Dap alta. Sin embargo, dentro de la geoforma Orc (Oc en la Figura 5.14) no se presentan diferencias claras entre un tipo de manglar y otro.

#### 5.4.5 Relación con el contenido de azufre en el suelo

La Figura 5.15 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de S en la fracción mineral del suelo en porcentaje dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Para estos resultados no fue posible obtener conclusiones satisfactorias pues no parece haber un comportamiento consistente para ningún tipo de manglar. Además, la barra del error estándar que se puede apreciar en las barras correspondientes al tipo de manglar Lr dentro de las geoformas Ol y Oc indica que el número de muestras fue insuficiente como para inferir relaciones más claras.

Sin embargo, según Kathiresan y Bingham (2001) los sulfuros en el suelo son una característica típica de los manglares que influyen en su distribución. La mezcla promovida por las mareas, la biturbación y los manglares por sí mismos (Holmer *et al.*, 1994) controlan la distribución y la concentración de los sulfuros. Por ejemplo, la reoxidación de los sulfuros se facilita gracias a las raíces en suelos que están frecuentemente menos cerca de las raíces aéreas de algunas especies. Esto provoca bajos niveles de sulfuros. En un manglar neotropical de Florida, la zona dominada por *R. mangle* (con sus numerosas raíces aéreas que le sirven de sostén) tiene suelos moderadamente reducidos con bajos niveles de sulfuros.

En contraste, la zona de *A. germinans* tiene suelos fuertemente reducidos con altos niveles de sulfuros (McKee, 1993). Sorprendentemente, este patrón no se repitió en un manglar similar en Brasil. En ese lugar, los suelos de *R. mangle* están altamente reducidos con altas concentraciones de sulfuros. Los contenidos de sulfuros en suelos de *A. germinans* son tan altamente variables como los cambios en la rizosfera desde las condiciones aeróbicas a las anaeróbicas (Lacerda *et al.*, 1995). Esto

explica porqué no es posible identificar un patrón consistente en los datos de este trabajo.

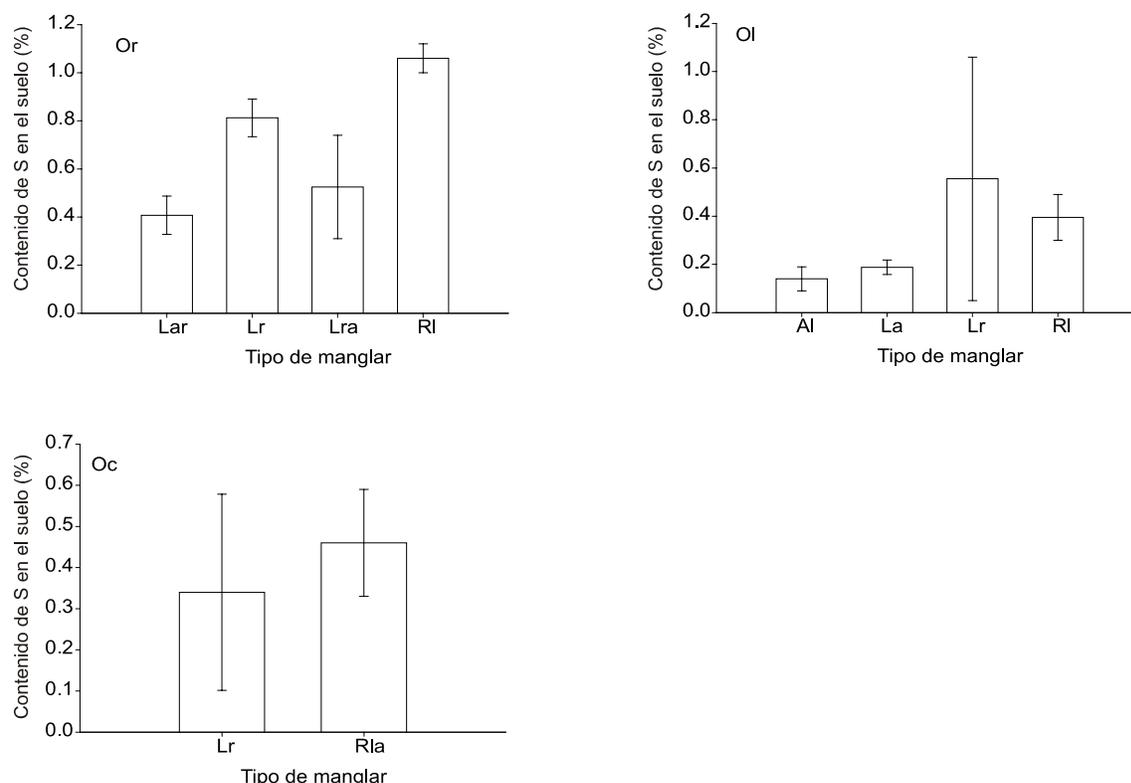


Figura 5.15. Contenido de S de los suelos donde se desarrollaban los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.6 Relación con el contenido de potasio en el suelo

La Figura 5.16 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de K en la fracción mineral del suelo dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Igual que en el caso anterior, no es posible identificar un patrón consistente en la relación entre los tipos de manglar y el K. Sin embargo, es posible notar que parece existir mayor contenido de K en el suelo de

aquellos tipos de manglar donde *R. mangle* es dominante y cuando éste se encuentra dentro de las clases de geoforma de Orilla de río y Orilla de canal más que cuando se encuentra en Orilla de laguna. Probablemente esto se deba a que el K, por estar en forma de sulfuros, se acumula más donde prevalecen las condiciones de aerobiosis, propias de las zonas donde la presencia de *R. mangle* es más importante.

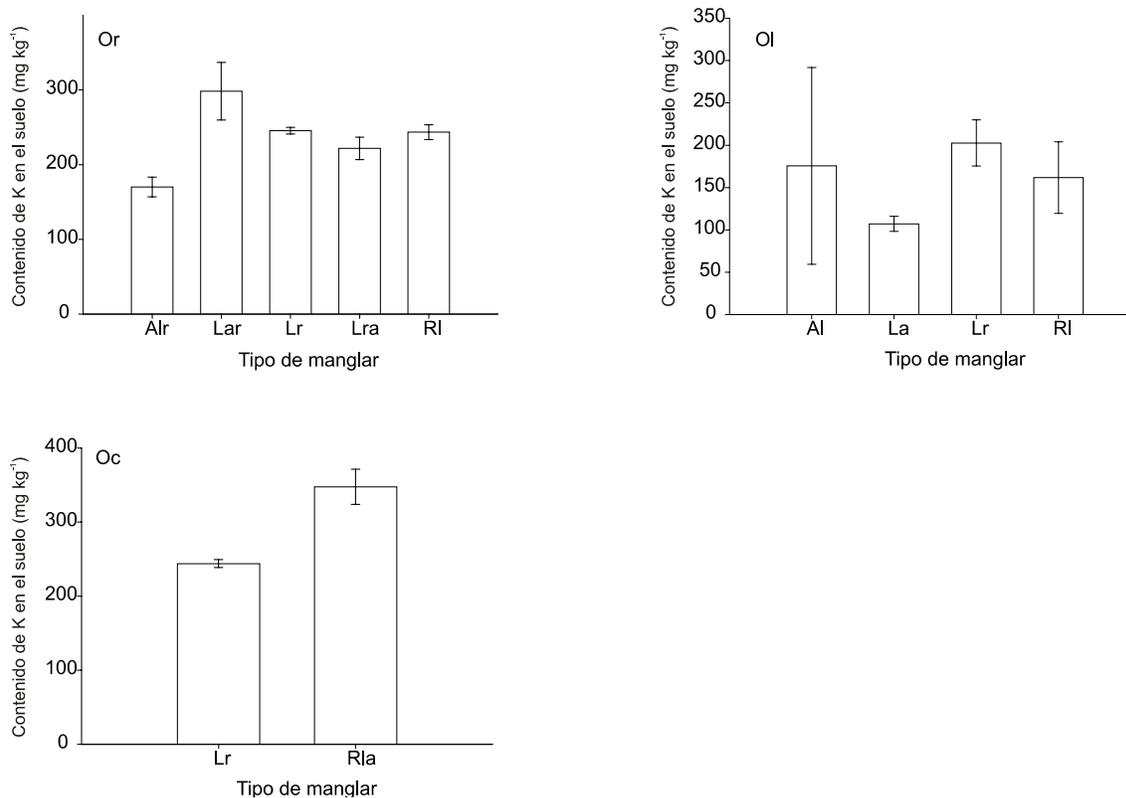


Figura 5.16. Contenido de K de los suelos donde se desarrollaban los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.7 Relación con el contenido de calcio en el suelo

La Figura 5.17 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de calcio en la fracción mineral del suelo dentro de las clases de

geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). En las tres geoformas de orilla es posible notar que el contenido de Ca es mayor en Lr que en los demás tipos de manglar, y que aquellos tipos donde hay presencia de *A. germinans* los contenidos de Ca son los menores. Los contenidos más altos de Ca son propios de suelos más inorgánicos (Von Prhal *et al.*, 1990; citados por González *et al.* 2006), lo cual contrasta con lo mencionado en el Cuadro 5.1, donde se muestra que el promedio de contenidos de carbono orgánico del suelo (COS) más altos se dieron precisamente en ese tipo de manglar, y justamente en la geoforma de Orr. Esta aparente contradicción entre estos resultados y entre lo reportado en la literatura refleja la necesidad de realizar más trabajos de investigación sobre los ciclos biogeoquímicos y el movimiento de los nutrientes dentro de los ecosistemas de manglar, particularmente a nivel del suelo.

#### *5.4.8 Relación con y el contenido de magnesio en el suelo*

En la Figura 5.18 se puede observar la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de magnesio en la fracción mineral del suelo dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Aunque no parece existir un patrón consistente en el contenido de Mg con los datos obtenidos en este trabajo, nótese que en las geoformas Or y Oc los contenidos de Mg son más altos en el tipo de manglar donde *R. mangle* es dominante. Como se recordará, la abundancia de elementos como el Ca y el Mg es propia de suelos más inorgánicos, que a su vez se desarrollan en zonas de manglar que sufren de sequedad por largas temporadas del año.

Recuérdese que todas las muestras de suelo para análisis se tomaron entre 50 y 100 m desde el espejo de agua hacia tierra adentro, aún en las clases de geoforma de orilla. Por ello en la temporada de sequía se encontraron secciones de los sitios de muestreo con claras evidencias de haber estado largas temporadas sin agua superficial, lo que pudo haber acumulado elementos como el Mg.

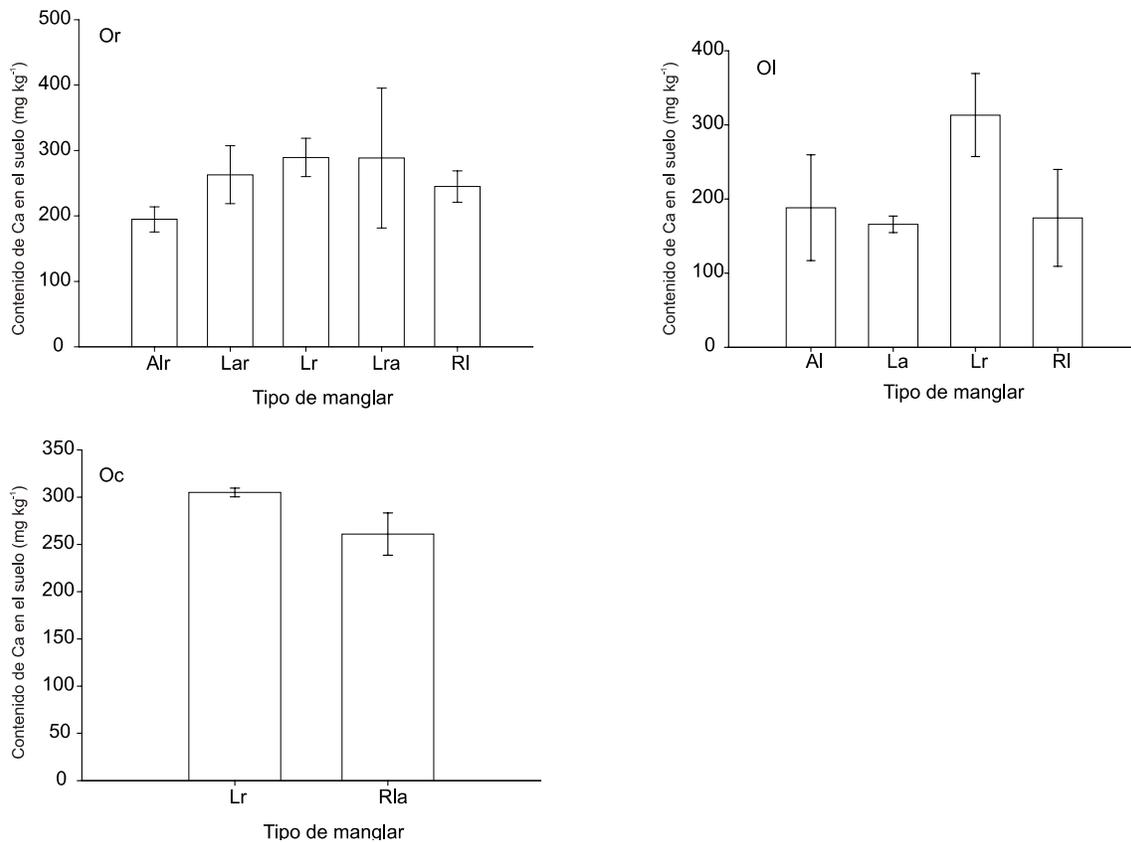


Figura 5.17. Contenido de Ca de los suelos donde se desarrollaban los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

Lo anterior, sin embargo, no parece concordar con las barras que representan el contenido de dicho elemento en los tipos de manglar donde *A. germinans* es dominante (geoformas Or y OI donde, Figura 5.18). Tómese en cuenta que *A. germinans* es la especie de mangle, de las tres estudiadas en este trabajo, que normalmente se ubica más alejada del agua, por lo que en temporada de sequía se esperaba que hubieran reportado valores más altos de Ca y Mg en donde *A. germinans* fuera dominante; no obstante, el comportamiento observado en esta investigación contradujo lo esperado.

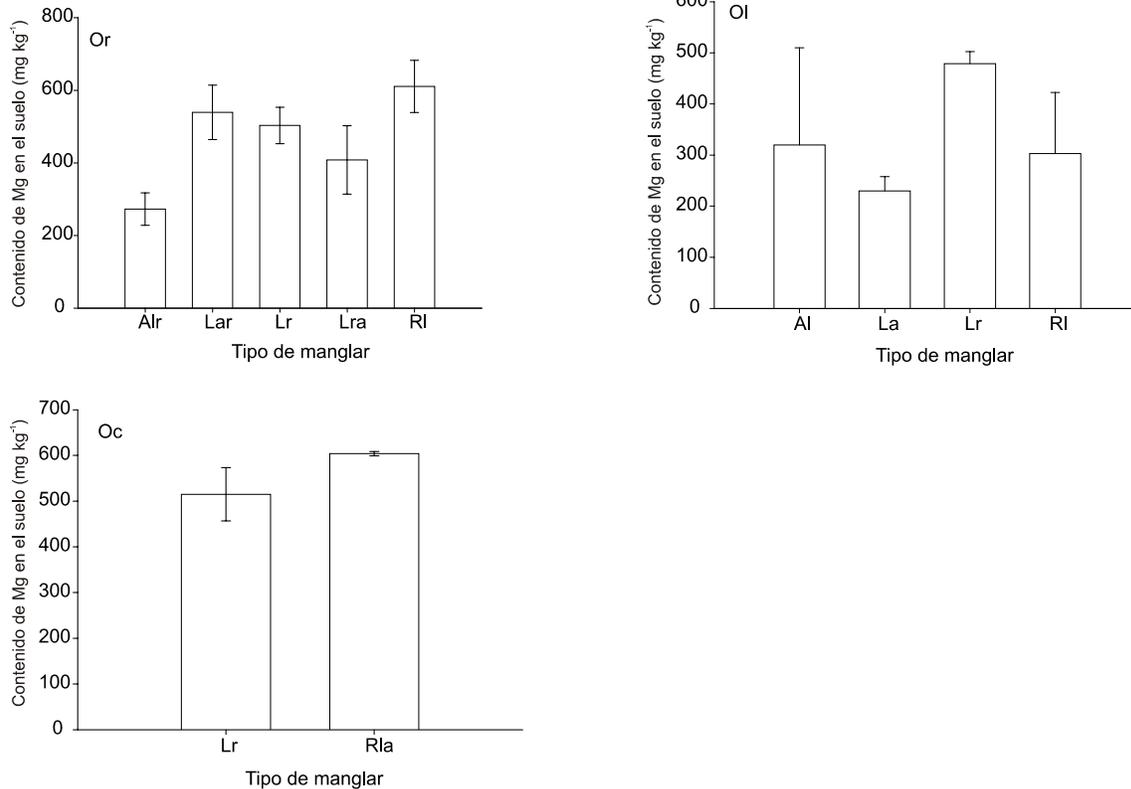


Figura 5.18. Contenido de Mg de los suelos donde se desarrollaban los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.9 Relación con el contenido de carbono en el mantillo

La Figura 5.19 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de carbono en el mantillo dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Dado que el C es el tema central del presente trabajo, merece especial atención, particularmente porque los contenidos de C en la hojarasca de mangle repercuten directamente en los contenidos de C en el suelo. Al respecto, Escobar *et al.* (2005) encontraron en un manglar de la costa chiapaneca que *A. germinans* fue la especie que reportó el mayor contenido de MO en el mantillo

(más del 87%) en comparación con *L. racemosa* y *R. mangle*, pero también la tasa de descomposición más lenta de las tres especies de mangle.

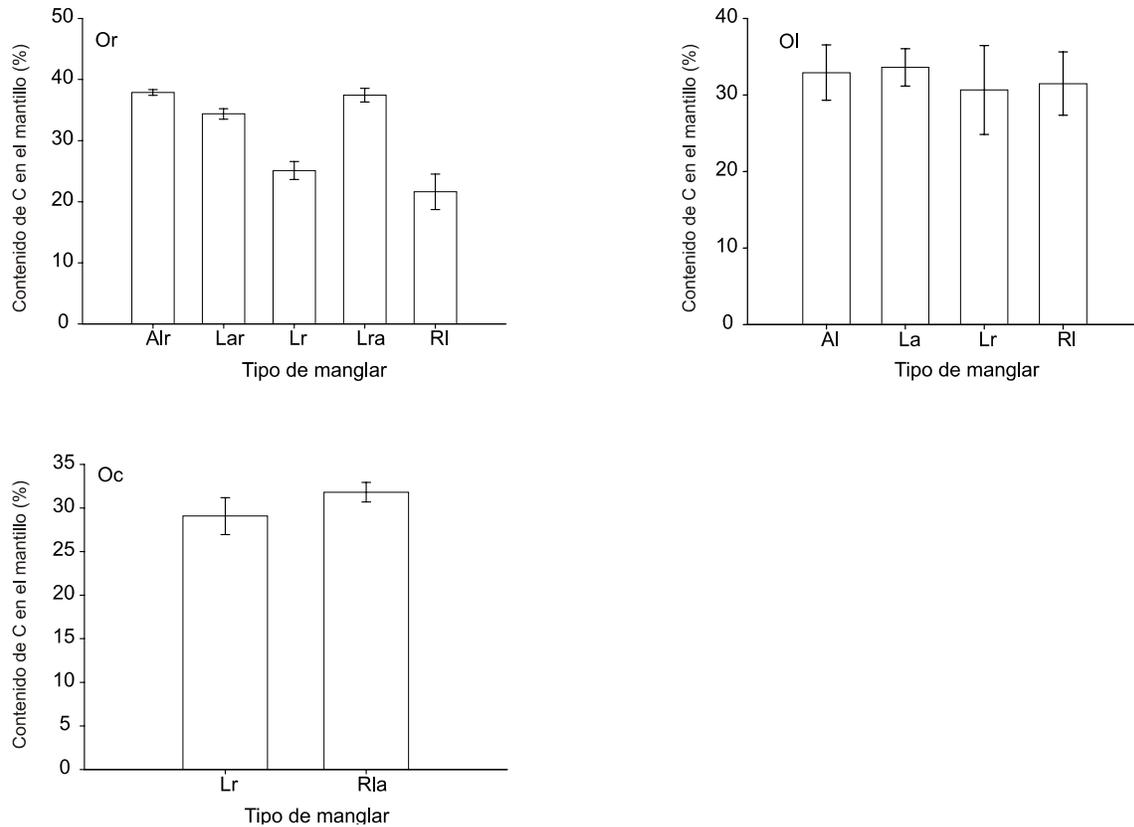


Figura 5.19. Contenido de C en el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

A esta característica de *A. germinans* se debe probablemente que en todos los tipos de manglar donde hay presencia de esta especie (incluso donde no es dominante), se hayan reportado los mayores contenidos de C en mantillo (obsérvese que este comportamiento es consistente dentro de las tres geoformas de orilla de la Figura 5.19). Escobar *et al.* (2005) mencionan también que *R. mangle* exhibió la tasa más rápida de descomposición de mantillo, seguida de *L. racemosa*. Un aspecto clave de los datos reportados por estos autores es que en general la hojarasca de las especies de mangle que están en contacto directo con el agua, como el caso de *R.*

*mangle*, donde están expuestas a los constantes recambios de agua intermareales y a la influencia del agua marina, aumentan sustancialmente la velocidad de la descomposición del mantillo en comparación con aquellas que se mantengan alejadas del agua. *A. germinans* por tener una tasa de descomposición más baja y estar más alejada del agua puede concentrar mayor contenido de C en su hojarasca, especialmente en la temporada de sequía.

#### 5.4.10 Relación con el contenido de fósforo en el mantillo

La Figura 5.20 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de P en el mantillo dentro de las clases de geofomas de orilla en la época de sequía (año 2005).

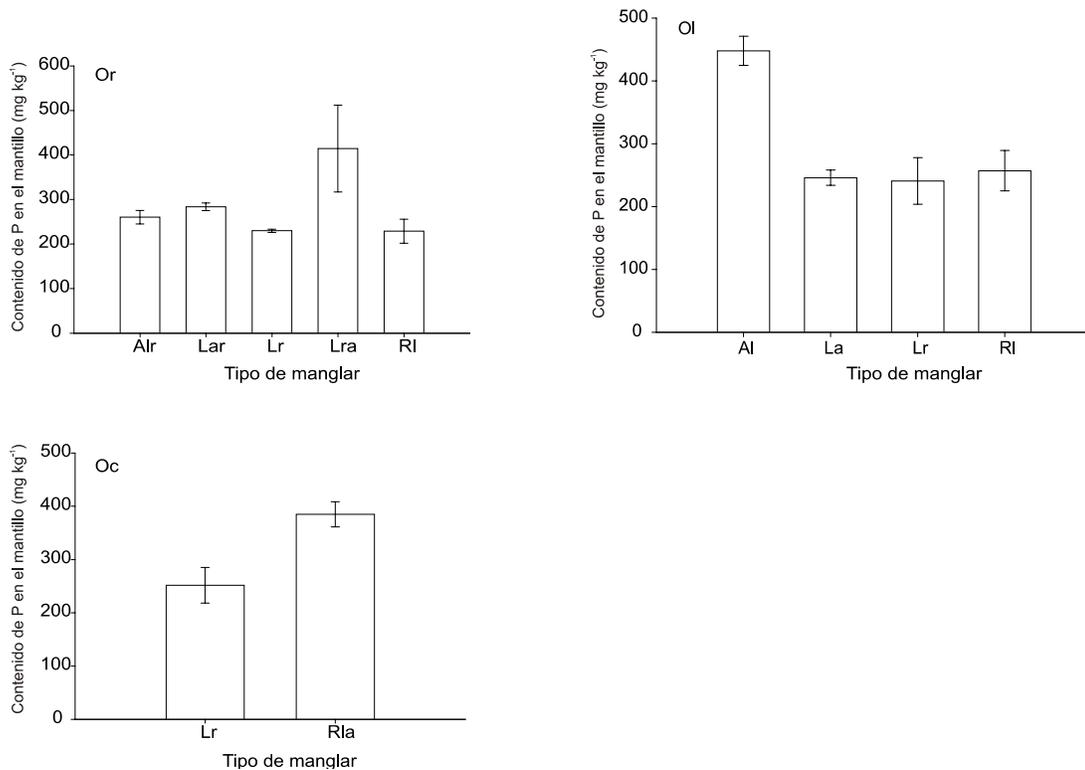


Figura 5.20. Contenido de P en el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geomorfa: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

Aunque la tendencia no es tan clara como en el caso del C, es posible observar que en los tipos de manglar con presencia de *A. germinans* se acumula más P en la hojarasca que en las otras dos especies de mangle presentes en Marismas Nacionales. Holguin *et al.* (1999) mencionan que el exceso de cationes contenidos en el agua marina que entra a los manglares provoca la precipitación del P, que se deposita en sedimentos e imposibilita su absorción por las plantas, de ahí la abundancia de roca fosfórica en aguas intersticiales de muchos manglares. Sin embargo, las bacterias solubilizadoras de fosfato, que se alimentan de los exudados de las raíces de los árboles de mangle, hacen disponible el P a los manglares. Los mismos autores consideran que el estudio de la ecología microbiana de los manglares permitirá proponer medidas efectivas de conservación. Sin embargo, se esperaría que los tipos de manglar que están más alejados de las aguas marinas tuvieran mayores contenidos de P (Al y Alr) que aquellos que constantemente deben estar compensando la precipitación de ese elemento con la acción de las bacterias solubilizadoras de fosfatos (Rl y Rla). Sin embargo, este supuesto sólo se cumple en la clase de geoforma OI.

#### 5.4.11 Relación con el contenido de azufre en el mantillo

La Figura 5.21 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de S en el mantillo dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Aparentemente, los tipos de manglar Lr y Rl acumulan mayor cantidad de S en el mantillo que los demás tipos de manglar. Esto podría indicar que las hojas de *L. racemosa* y *R. mangle* son más eficientes en la fijación de ese elemento que *A. germinans*.

Es importante hacer hincapié en que se requieren más trabajos en manglares para entender la dinámica de elementos como el S, Ca, Mg y K a nivel del suelo (incluyendo mantillo, fracción mineral y biomasa subterránea) dado que existe una

cantidad muy escasa de literatura al respecto, como se pudo advertir en la revisión bibliográfica que se realizó a lo largo de la presente investigación.

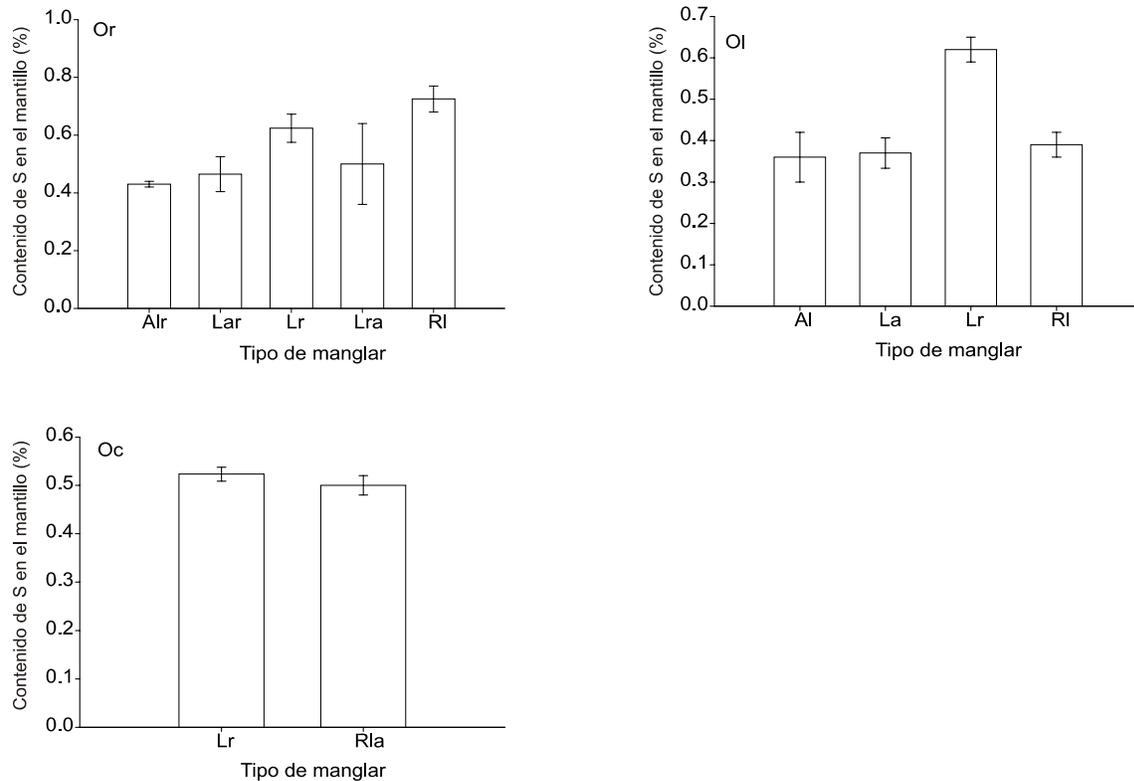


Figura 5.21. Contenido de S en el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.12 Relación con el contenido de potasio en el mantillo

La Figura 5.22 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de potasio en el mantillo dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Al igual que en el caso del S, el K también se acumula en mayor cantidad en el mantillo de *L.racemosa* y *R. mangle* cuando estas dos especies conviven en el mismo tipo de manglar (Lr o RI). Obsérvese también que en los tipos de manglar donde *A. germinans* fue dominante hubo una disminución en el

contenido de K en *L. racemosa* y *R. mangle*. De alguna manera parece que *A.germinans* disminuye la fijación tanto de K como de S en las hojas de las otras dos especies de mangles.

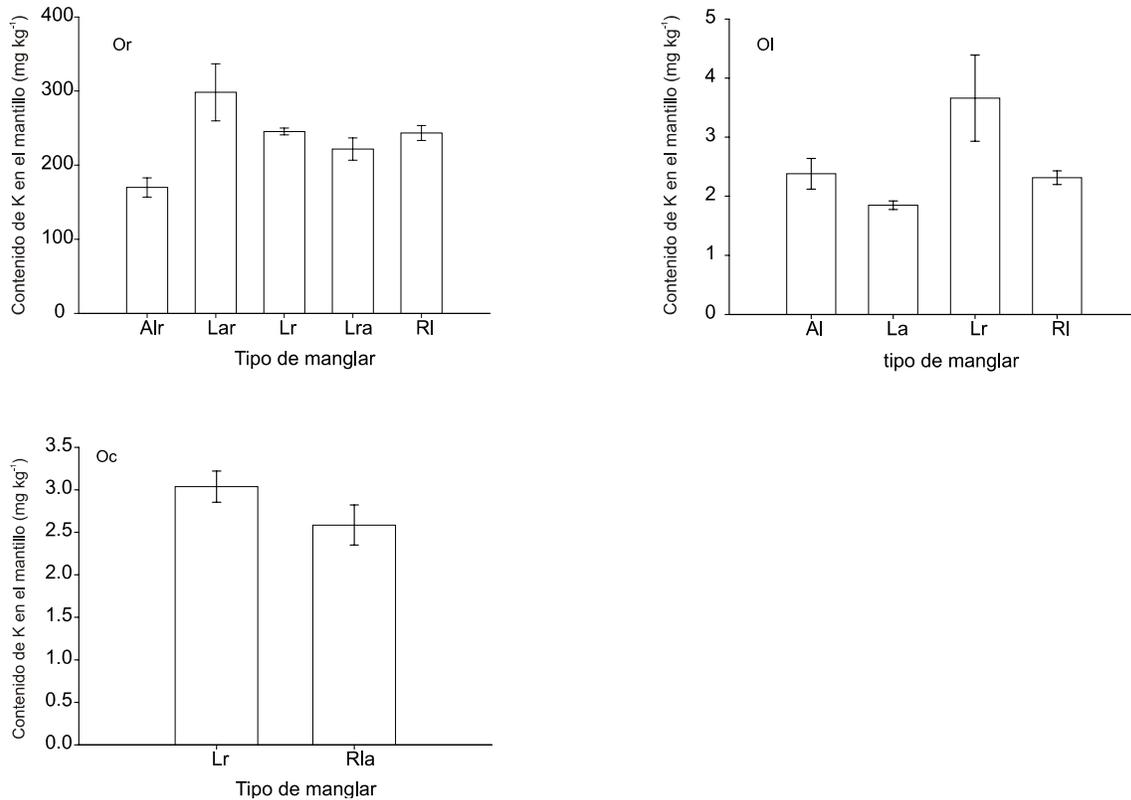


Figura 5.22. Contenido de K en el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.13 Relación con la relación carbono/nitrógeno en el mantillo

La Figura 5.23 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y la relación C/N en el mantillo dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). En vista de que no parece haber un patrón definido en cuanto a la relación C/N dentro de cada tipo de manglar, eso indica que existen tipos de manglar iguales en diferentes condiciones biofísicas y fisicoquímicas, lo que a su vez

promueve diferentes tasas de mineralización. Por ejemplo, se pueden observar tipos de manglar donde *A. germinans* es dominante, pero mientras que en la geoforma Or el manglar Alr tuvo la mayor relación C/N, en la geoforma OI el manglar AI tuvo la menor, incluso con la dominancia de *A. germinans*. Obsérvese también que en los tipos de manglar donde no hay presencia de *A. germinans* la relación C/N tiende a ser la menor, lo que refleja altas tasas de mineralización debido a frecuentes condiciones de aerobiosis propias de los sitios donde *A. germinans* se encuentran con más frecuencia.

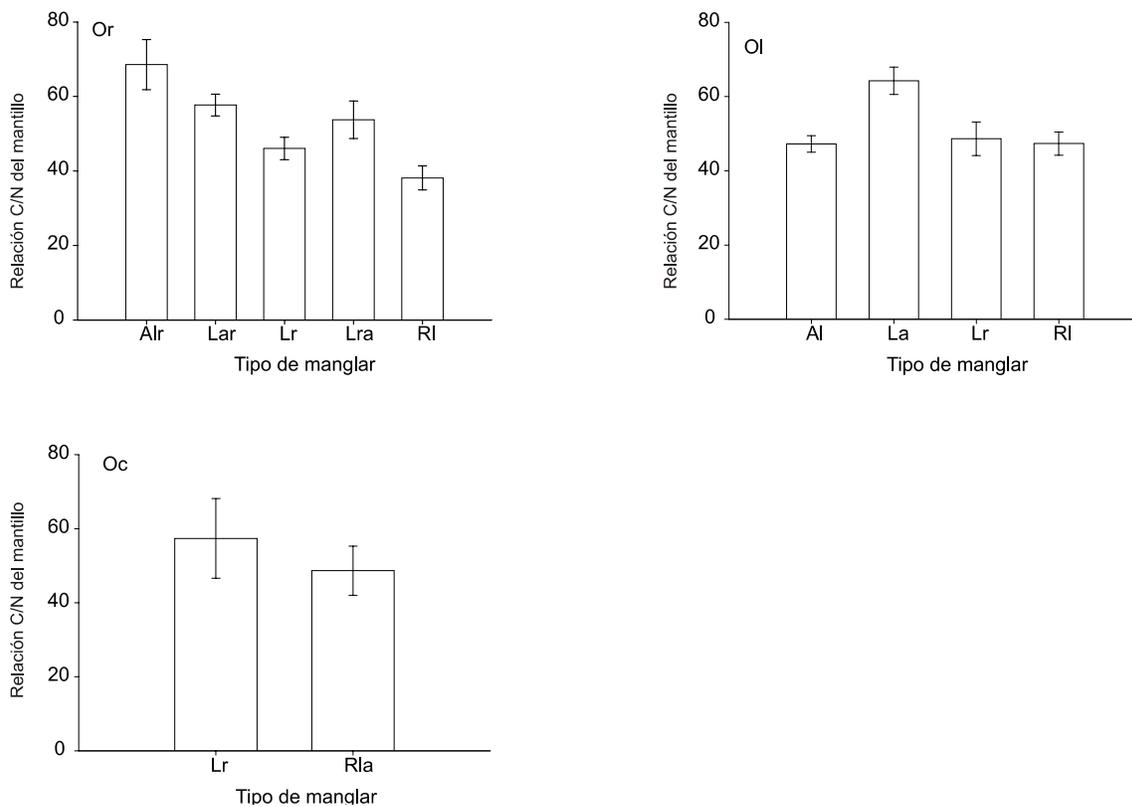


Figura 5.23. Relación C/N del mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.14 Relación con el contenido de nitrógeno en la biomasa subterránea

La Figura 5.24 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de nitrógeno en la biomasa subterránea (raicillas) dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Según Holguin *et al.* (1999), la fijación de N atmosférico (la conversión de  $N_2$  a  $NH_3$ ) por actividad biológica es abundante en ecosistemas de manglar, pues ésta se ha detectado asociada a las hojas y raíces en proceso de descomposición, a la corteza de árboles de mangle, a la rizosfera (volumen bajo la influencia de las raíces), sedimentos y raíces aéreas. Según estos autores, es probable que la fijación de nitrógeno, mediada por bacterias asociadas a las raíces, así como por cianobacterias colonizadoras de raíces aéreas, aporte nitrógeno a los mangles, desempeñando así un papel importante en el mantenimiento y desarrollo de este ecosistema. Asimismo, dichos investigadores consideran que las condiciones de anegación constante y la presencia de raíces aéreas que producen exudados favorecen la proliferación de bacterias y cianobacterias, que a su vez fijan el N a las raíces. Dado lo anterior, se esperaría que los mayores contenidos de N estuvieran en los tipos de manglar donde *R. racemosa* fue dominante, pero esto sólo se observó dentro de la geoforma Or. Sin embargo, el tipo de manglar Lr que se esperaría en segundo lugar de contenido de N en las raicillas, dada su posición siempre cercana al agua, sí tuvo el comportamiento esperado dentro de las tres geoformas.

Es probable que las condiciones que se dan en la segunda línea de árboles desde la orilla hacia tierra adentro reúna las condiciones biológicas y fisicoquímicas más favorables para la fijación de N en la biomasa subterránea.

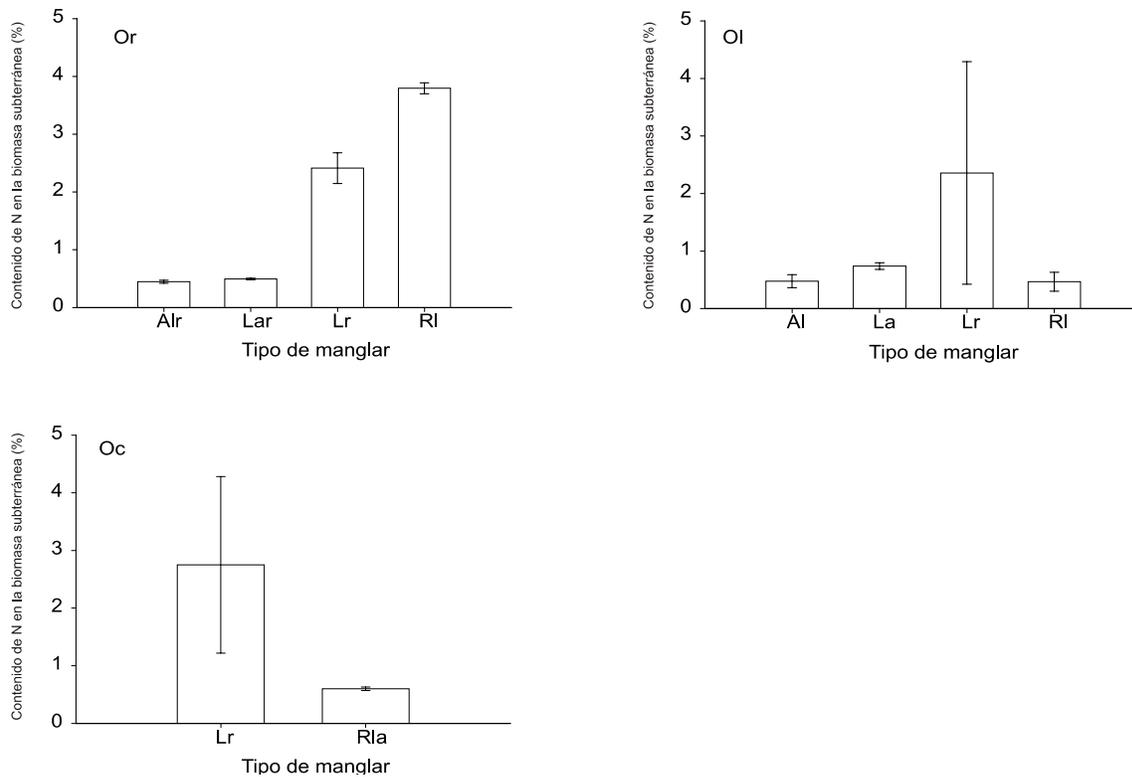


Figura 5.24. Contenido de nitrógeno en la biomasa subterránea de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geofoma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.15 Relación con el contenido de calcio en la biomasa subterránea

La Figura 5.25 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de calcio en la biomasa subterránea, dentro de las clases de geofomas de orilla en la época de sequía (año 2005). Von Prhal *et al.* (1990, citados por González *et al.*, 2006) clasifican a los suelos de manglar en dos categorías: orgánicos e inorgánicos. Los primeros, dicen ellos, se mantienen por procesos anaeróbicos y los nutrientes se liberan por la descomposición de la materia orgánica en las zonas aeróbicas, con una continua mineralización, y los suelos inorgánicos se caracterizan por ser generalmente ricos en nutrientes, tales como calcio, magnesio y potasio, los

cuales son retenidos temporalmente del lavado y se forman por depósitos de limo y arcillas en llanuras aluviales.

Según lo anterior se esperaría que el patrón de contenido de Ca en las raíces se comportara en todos los casos tal como se observó dentro de las geoformas Orilla de laguna (Ol) y Orilla de canal (Oc); no obstante, se observa que dentro de la geoforma Or este patrón no se cumple, incluso aparecen datos contradictorios, como el caso de la geoforma RI, la cual se encuentra normalmente en contacto con el agua bordeando las orillas, y en suelos netamente orgánicos.

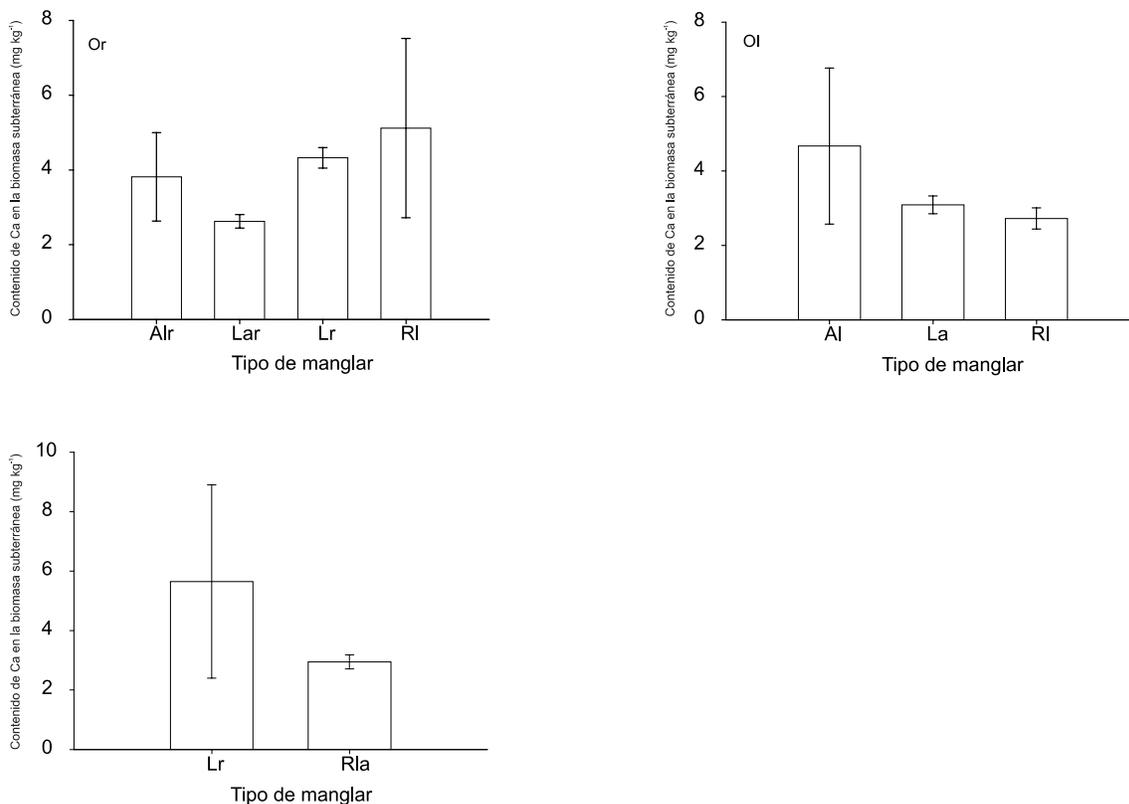


Figura 5.25. Contenido de Ca en la biomasa subterránea el mantillo de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

Una posible explicación de esta contradicción pueda encontrarse en el hecho de que algunos sitios de muestreo pudieran tener grandes cantidades de esqueletos de

cangrejos, ya se observaron densidades de estos crustáceos muy grandes en varios tipos de manglar (hasta dos o tres por metro cuadrado).

#### *5.4.16 Relación con el contenido de magnesio en la biomasa subterránea*

La Figura 5.26 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y el contenido de Mg en la biomasa subterránea, dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005).

Considerando los argumentos expuestos en el caso anterior, se esperaba encontrar los contenidos más altos de Mg en tipos de manglar ubicados en zonas más expuestas a la aireación y por lo tanto a la mineralización, dentro de llanuras aluviales. Los tipos de manglar que cumplieron con esta condición estaban ubicados en la geoforma de Orilla de canal (Oc). El patrón observado dentro de las geoformas Or y Ol para el caso del Mg debe ser motivo de estudio en futuras investigaciones, ya que en el presente trabajo los resultados obtenidos no fueron coherentes con lo reportado en la literatura.

#### *5.4.17 Relación con la relación carbono/nitrógeno en la biomasa subterránea*

La Figura 5.27 muestra la relación que se encontró entre el tipo de manglar y la relación C/N en la biomasa subterránea dentro de las clases de geoformas de orilla en la época de sequía (año 2005). Diversos factores pueden afectar la tasa de descomposición de desperdicios y, además, la tasa del ciclo de nutrientes, por ejemplo: la descomposición de desperdicios entre especies de mangle.

Las hojas de *Avicennia*, debido a que son más delgadas y tienen más pocos taninos, se descomponen más rápido que aquellas de otras especies (Sivakumar y Kathiresan, 1990; Steinke et al., 1990; Kristensen et al., 1995; citados por Kathiresan y Bingham, 2001).

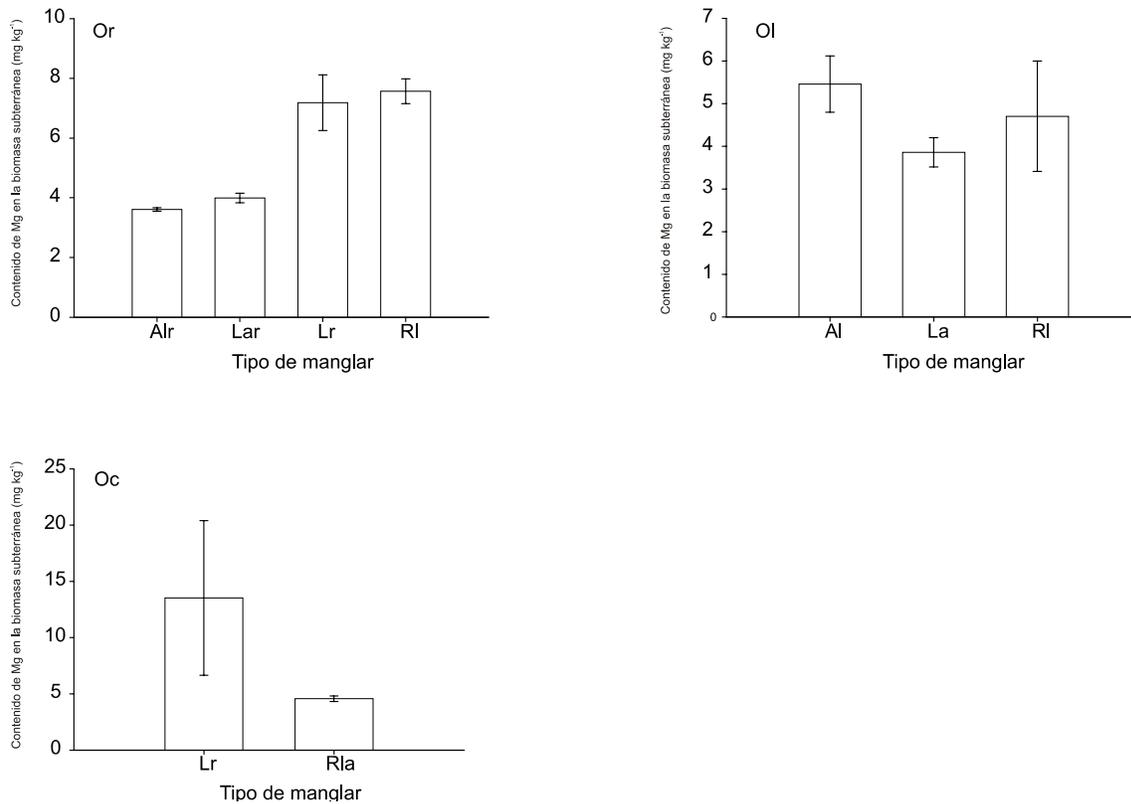


Figura 5.26. Contenido de magnesio en la biomasa subterránea de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

Las hojas de *Avicennia* también se hundren y empiezan a descomponerse inmediatamente mientras que las hojas de otras especies (por ejemplo, *Sonneratia* y *Rhizophora*) pueden flotar por varios días (Kathiresan y Bingham, 2001). Sin embargo, lo reportado por estos autores no coincide con lo hallado en el presente trabajo, pues en este caso pareciera que la presencia de *A. germinans* en los tipos de manglar disminuye las tasas de mineralización y provoca que se eleve el contenido de C, aumentando la relación C/N. Esto contradice el hecho de que las condiciones de aireación promueven la rápida descomposición de la MO.

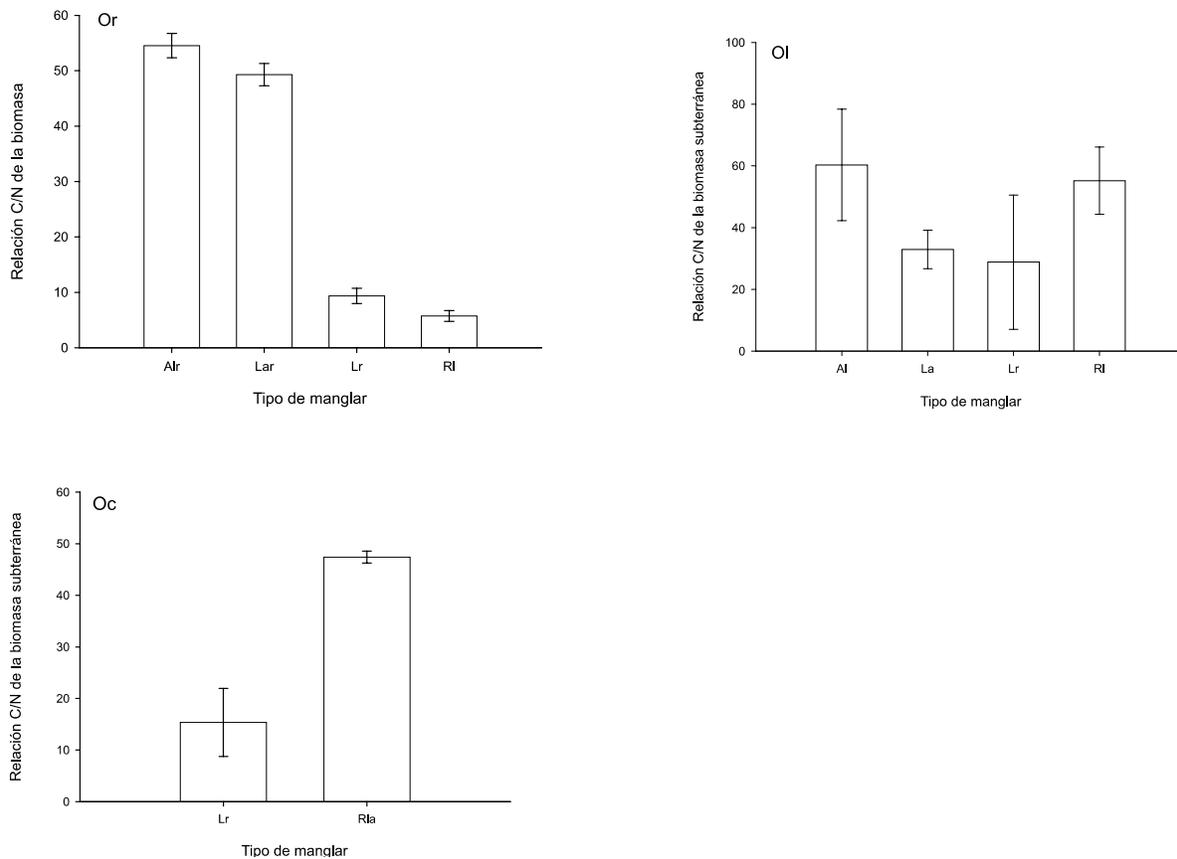


Figura 5.27. Relación C/N de la biomasa subterránea de los diferentes tipos de manglar en Marismas Nacionales, Nayarit, México, para la época de sequía (2005), en tres clases de geoforma: Orilla de laguna (Orl), Orilla de río (Orr), Orilla de cuenca (Orc). Las líneas en las barras indican el error estándar.

#### 5.4.18 Resumen de las relaciones entre el tipo de manglar y las variables asociadas al carbono edáfico dentro de la clase de geoforma

La relación entre el tipo de manglar y las variables asociadas al CS dentro de las clases de geoforma, mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) sólo entre las siguientes geoformas y tipos de manglar: dentro de la Orilla de río (Orr) se distinguieron Alr, Lar, Lr, Lra y RI; dentro de la geoforma Orilla de laguna (Orl) mostraron significancia Al, La, Lr y RI; y dentro de Orilla de canal (Orc) sólo mostraron diferencias significativas Lr y Rla. A su vez, las variables asociadas al CS

que mostraron significancia estadística para las clases de geoforma y tipos de manglar mencionados fueron las siguientes: en la fracción mineral del suelo limo, arena, CE, densidad aparente, S, y K; en el mantillo C, P, S, K y la relación C/N; y en la biomasa subterránea N, Ca, Mg y la relación C/N.

## 6. CONCLUSIONES

En manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México, los promedios más altos de CS se encontraron en las geoformas Isa e Ise (117.6 y 128.5 Mg C ha<sup>-1</sup>, respectivamente) para ambas temporadas (lluvias y sequía). Los menores, se encontraron en las clases de geoforma Bar y Bra (61.1 y 54.6 Mg C ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para ambas temporadas. En la temporada de lluvias (año 2004), las clases de geoforma agrupadas en “Islas” tuvieron significativamente ( $F = 2.26$ ,  $gl = 4$ ,  $p < 0.05$ ) mayores contenidos de CS que los grupos “Orillas”, “Cuencas” y “Barras”. En contraste, para la temporada de sequía (año 2005) no existieron diferencias significativas entre clases de geoformas agrupadas ( $F = 0.81$ ,  $gl = 3$ ,  $p > 0.5144$ ). Aunque las geoformas de Islas mostraron el mayor contenido de CS, debe dárseles mayor atención a las geoformas de Orillas y de Cuencas que siguieron en contenido de CS, debido a que es en ellas donde se lleva a cabo la mayor actividad de explotación forestal, y en el caso de las geoformas de Orilla, reciben además la influencia directa de las mareas y de los recambios de agua dulce y salada.

En lo referente a los tipos de manglar, en la temporada de lluvias el mayor contenido (106 Mg C ha<sup>-1</sup>) de CS se registró en la combinación Lr, mientras que el menor (73 Mg C ha<sup>-1</sup>), en la combinación Rla; por el contrario, en la temporada de sequía, el mayor contenido de CS (98 Mg C ha<sup>-1</sup>) se registró en el tipo de manglar Rla, mientras que el menor (58 Mg C ha<sup>-1</sup>), en la combinación Lr. Para la temporada de lluvias, Lr presentó un contenido de CS significativamente ( $F = 2.2$  Rla 8,  $gl = 9$ ,  $p < 0.0204$ ) mayor que los tipos Al y Rla, pero estadísticamente igual ( $p > 0.05$ ) que Lra y L. En contraste, para la temporada de sequía el mayor contenido estuvo en Rla y el menor en Lr, pero estas diferencias no fueron significativas ( $F = 2.90$ ,  $gl = 8$ ,  $p > 0.0524$ ). En general, los tipos de manglar donde predomina *L. racemosa* tuvieron un mayor contenido de CS. El contenido de CS estuvo relacionado con el tipo de manglar durante la época de lluvias. En la temporada de sequía esto no ocurrió, ya que los valores promedio de CS fueron estadísticamente iguales ( $p > 0.0524$ ) entre

tipos de manglar. Para los tipos de manglar Lr se presentó un contenido promedio de CS significativamente ( $F = 2.28$ ,  $gl = 9$ ,  $p < 0.0204$ ) mayor que los tipos Al y Rla, pero estadísticamente igual ( $p > 0.05$ ) que Lra y L. De acuerdo con los resultados presentados en este trabajo, los manglares de Marismas Nacionales que más contribuyeron al contenido de C en el suelo se encontraron en geoformas de clase orilla y predominio de *L. racemosa* y *A. germinans*.

Respecto a la Hipótesis 1, se acepta porque se demostró estadísticamente ( $p < 0.05$ ) que la clase de geoforma y el tipo de manglar sí influyeron en el contenido de CS. La Hipótesis 2, se acepta parcialmente, debido a que sí hubo diferencias ( $p < 0.05$ ) en los contenidos de CS entre temporadas pero sólo en los tipos de manglar no así en las clases de geoforma. En los primeros, también se observó mayor contenido de CS en temporada de lluvias.

En referencia a la Hipótesis 3, se acepta parcialmente porque sólo hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en las relaciones C/N de la fracción mineral del suelo, biomasa subterránea y mantillo entre clase de geoforma y tipo de manglar en temporada de sequía. Las relaciones C/P y C/S no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en ningún caso.

La Hipótesis 4 también se acepta, porque sí hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el contenido de K, Ca y Mg en la fracción mineral del suelo, la biomasa subterránea y el mantillo, y en la mayoría de los casos, una relación directa con el contenido de CS.

En comparación con manglares de otros países y de otras regiones del México, los manglares de Nayarit presentaron un mayor contenido de CS ( $89,7 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) que lo reportado en manglares de Japón ( $57 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ), pero menor que lo encontrado en otros manglares tropicales de México y del mundo, como en Tabasco, México ( $132 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ), Micronesia ( $97 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) y Senegal ( $91 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). En términos de porcentaje, los bosques de mangle nayaritas tuvieron más CS (7%) que lo

encontrado en Vietnam del Sur (3%), en Indonesia (4%), y en Sumatra (6%); pero menor que lo reportado por en manglares del Norte de Australia (8%), en Guyana Francesa (33%), y en Japón (47%).

No obstante que la biomasa aérea de cualquier bosque tiene un mayor potencial para la captura de C, el suelo posee un papel clave en la regulación de su balance y ciclo. La importancia de lo anterior se acentúa en el caso de los humedales, particularmente de los manglares, donde las condiciones de anaerobiosis por efecto de la inundación parcial o total, permanente o intermitente, retardan la descomposición de la MO, lo que a su vez evita la liberación del C a la atmósfera, y lo conserva atrapado en el suelo incluso por milenios. Es por ello que la deforestación de un manglar por cambio de uso de suelo con fines, por ejemplo, turísticos o de producción acuícola comercial, libera grandes cantidades de C a la atmósfera.

Por último, y con base en la evidencia obtenida, se confirmó la utilidad en distinguir por clases de geoforma y tipos de manglar para evaluar contenido de C edáfico y las variables asociadas a este elemento.

## 7. LITERATURA CITADA

- Abarca F., J. 2002. Definición e importancia de los humedales. *In: Manual para el manejo y conservación de los humedales en México.* Abarca F., J. y M. Herzing (eds.). INNE/PRONATURA/SEMARNAT/North American Wetlands Conservation Council/RAMSAR/The Nature Conservancy/Society of Wetlands Scientists/Comité Pigua/Ducqs Unlimited de Mexico/Arizona Game and Fish/WNCCWS, México.
- Abarca F., J. y M. Cervantes. 1996. Definición y clasificación de humedales. *In: Manual para el manejo y conservación de los humedales de México.* Abarca, F. J. y M. Cervantes (eds.). Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Ecología/U.S. Fish and Wildlife Service/Arizona Game and Fish Department/Wetlands International the Americas-Programa, México.
- Aceñolaza P., G., Zamboni L. P., Gallardo-Lancho J. F. 2008. Estimación de carbono en tres bosques de la llanura aluvial del Bajo Paraná (R. Argentina). *In: La Captura de Carbono en Ecosistemas Terrestres Iberoamericanos.* Gallardo-Lancho, J. F. (ed). Red Iberoamericana de Física y Química Ambiental. Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental. España. pp. 39-53.
- Acosta M.; J. D. Etchevers B.; C. Monreal; K. Quednow; C. Hidalgo M. 2001. Un método para la medición del carbono en los compartimentos subterráneos (raíces y suelo) de sistemas forestales y agrícolas de ladera en México. *In: Memorias del simposio internacional sobre medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales.* Valdivia, Chile.
- Agráz-Hernández, C., Noriega-Trejo, R., López-Portillo, J., Flores-Verdugo, F.J., Jiménez-Zacarías, J. J. 2006. Guía de campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 pp.
- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT Editor, S.A. México, 491 p.
- Al-Ghadban, A. N., P. G. Jacob and F. Abdali. 1994. Total organic carbon in the sediments of the Arabian Gulf and need for biological productivity Investigations. *Marine Pollution Bulletin* 28: 356-362.
- Alongi, D. M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation* 29: 331-349.
- Armentano, T. V. 1979. The role of organic soils in the world cycle. DOE Report No. DOE/ET/10040-2. The Institute of Ecology, Holcomb Research Institute, Butler University, IN. 37 pp.
- Armentano, T. V. 1981. The potential significance of tropical organic soils for the carbon balance of the terrestrial biosphere. *Proceedings of Tropical Ecology Jubilee*

Symposium, Bhopal, India. 22 pp. [http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti\\_id=5468757](http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti_id=5468757)

- Arshad, M. and Frankenberger, W. T. 2002. Ethylene. Agricultural sources and applications. Kluwer Academic. 342 pp.
- Baize, D. 1993. Soil science analyses, a guide to current use. Ed. John Wiley & Sons. Nueva York, EUA. 192 pp.
- Battle S., J.; A. Abad F.; V. Bordás and E. Pepiol. 1994. Soil transformations in salt-stressed lagoon ecosystems. *In: Memorias del XV Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo*. Etchevers, B. J. D. (ed.). Acapulco, México. pp: 262-269.
- Berlanga, R. C. A., A. Ruiz L., G. de la Lanza E. 2008. Esquema de clasificación de los humedales de México. *Investigaciones Geográficas*. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. 66: 25-46.
- Betoulle J. L, Fromard F., Fabre A., Puig H. 2001. Caractérisation des chutes de litière et des apports au sol en nutriments dans une mangrove de Guyane française. *Canadian Journal of Botany* 79: 238-249.
- Bird, E. 2003. Coastal geomorphology: An introduction. Wiley. West Sussex, UK. Wiley. 340 pp.
- Blackwell, L.A., Hogan, D., and Maltby, E. 2002. Wetlands as regulators of pollutant transport. CBA International. Agriculture, Hydrology and Water Quality. Eds P.M. Haygarth and S.C. Jarvis. pp: 321-339.
- Bojórquez, I. y J. López. 1997. Levantamiento de suelos del municipio de Tuxpan, Nayarit, México. *Investigaciones Geográficas*, Boletín núm. 35. Instituto de Geografía, UNAM. México. pp: 85-120.
- Bojórquez, I.; A. Hernández, D.García, O.Nájera, F. Flores, A. Madueño y R. Bugarín. 2008. Características de los suelos de las barras paralelas, playas y dunas de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales* 29(1): 37-42.
- Bojórquez, I.; O. Nájera, A. Hernández, F. Flores, A. González, D. García y A. Madueño. 2006. Particularidades de formación y principales suelos de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales* 27(4): 19-26.
- Boto, K. G. and Wellington, J. T. 1984. Soil characteristics and nutrient status in a Northern Australia Mangrove Forest. *Estuarine Research Federation*. *Estuaries* 7(1):61-69. <http://www.jstor.org/stable/1351957> Fecha de consulta: 06/08/2008.
- Brady, N. C. 1990. The nature and properties of soil. Cap. 10 (Soil Organic Matter and Organic Soils). 8<sup>th</sup> Edition. McMillan Publishing Co., Inc. New York, U. S. A. pp. 279-213.
- Brady, N. C. and R. R. Weil. 1999. The nature and properties of soils. 9<sup>a</sup> ed. Prentice-Hall. EUA. 881 pp.

- Bravo, F. (coordinador). 2007. El papel de los bosques en la mitigación del cambio climático. Fundación Gas Natural. Barcelona, España. 320 pp.
- Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and variable forms of phosphorus. *Soil Science* 59:39-45.
- Breemen, N. V. and P. Buurman. 1998. Soil formation. Kluwer Academic Publishers. Holanda. 377 pp.
- Calderón, C., O. Aburto, E. Ezcurra. 2009. El valor de los manglares. *CONABIO. Biodiversitas* 82:1-6
- Callo-Concha, D., Krishnamurthy L., Alegre J. 2001. Estimación del carbono secuestrado por algunos Sistemas Agroforestales y testigos en tres pisos de la Amazonia Peruana. *In: Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales*. Universidad Austral de Chile (UACH). Valdivia, Chile. Disco compacto.
- Campbell, D. S., Henshall J. K. 1991. Bulk density. *In: Soil analysis physical methods*. K. A. Smith y C. E. Mullis (editores). Books in soils, plants, and the environment. Chap. 7. Marcel Dekker, Inc. New York. pp:329-336.
- Chapman, H. D. y P. F. Pratt. 1979. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trillas, México. 195 pp.
- Cintrón, G. y Y. Sehafter-Novelli. 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur América. *Ciencia Interamericana* 25(1-4): 4-15.
- Clinton J., D. 1986. Botánica Marina. LIMUSA. México. 673 p.
- Clough, B. F. 1982. Mangrove Ecosystems in Australia: Structure, Function and Management. Australian Institute of Marine Science. 302 pp.
- CONABIO. 2008. 22. Río Baluarte – Marismas Nacionales. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_022.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_022.html) [consultado: 4 de julio de 2008].
- Curry, J. R. y D. G. Moore. 1963. Sedimentos e historia de la costa de Nayarit, México. *Bol. Soc. Geol. Mexicana*. 26(2): 107-116.
- Daniels, R. C. 1992. Sea-level rise on the South Carolina coast: two case studies for 2100. *J. Coastal Res* 8: 56-70.
- Dawes, C. J. 1986. Botánica marina. Editorial Limusa. México, D. F. 673 pp.
- De la Cruz, A. A. 1986. Tropical wetlands as a carbon source. *Aquatic Botany* 25 :109-115.
- Diop, E.S., Soumare, A., Diallo, N. and Guisse, A. 1997. Recent changes of the mangroves of the Saloum river estuary, Senegal. *Mangroves and Salt Marshes* 1, 163-172.

- Duque, F. 1970. Estudio químico de suelos y especies pratenses de la provincia de Salamanca. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca (USAL), España.
- Escobar C., S.; M. P. Mora F.; R. B. De los santos R.; P. S. Vásquez R.; C. Tovilla H. 2005. Degradación de hojas de manglar en un humedal costero. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Oaxaca. El Colegio de la Frontera Sur-Tapachula. [http://www.cio.mx/3\\_enc\\_mujer/files/extensos/Sesion%202/S2-BCA03.doc](http://www.cio.mx/3_enc_mujer/files/extensos/Sesion%202/S2-BCA03.doc) [consultado: 15 de agosto de 2009].
- Espinoza, M., P. Sánchez y E. Muñoz. 1981. Valor energético de los detritos y algunos aspectos sobre la productividad y degradación de *Rhizophora mangle*, en tres zonas de manglar de la Bahía de La Paz, B.C.S., Informe laboral CIB. pp: 137-179.
- ESRI. 1999. ArcView GIS 3.2. Environmental System Research Institute, Inc. Neuron Data, Inc. EUA. Sistema de Información Geográfica. Seattle, WA.
- Eswaran, H., E. Van Den Berg and P. Reich. 1993. Organic carbon in soils of the world. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57: 192-194.
- Etchevers B., J. D., Hidalgo C., Padilla J., López R. M., Monreal C., Iturralde C., Rapidez B., De León F., Acosta M., Vergara A., Quednow K., Fernández A., Figueroa C. 2002. Subproyecto II: Metodología de la medición de la captura de carbono. Proyecto Manejo Sostenible de Laderas (PMSL). Regiones Cuicateca, Mazateca y Mixe, Oaxaca, México. Colegio de Postgraduados de Montecillo. SAGARPA-GEF-Banco Mundial. pp:23-45.
- FAO. 2006. World Reference Base for Soil Resources 2006. IUSS Working Group WRB. E Michéli, P Schad and O Spaargaren (eds). Reports 103, Roma. <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/wsr103e.pdf> [consultado: 20 de junio de 2008].
- Ferreira, T.O., Vidal-Torrado, P., Otero, X.L., Macías, F. 2007. Are mangrove forest substrates sediments or soils? A case study in southeastern Brasil. *Catena* 70: 79-91.
- Finlayson, C. M., G. W. Begg, J. Howes, J. Davies, K. Tagi and J. Lowry. 2002. A Manual for an Inventory of Asian Wetlands. Version 1.0. Wetlands International Global Series 10, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Flores V., F., F. González F., O. Ramirez F., F. Amezcua L., A. Yañez A., M. Álvarez R. and J. W. Day Jr. 1990. Mangrove ecology, aquatic primary, and fish community dynamics in the Teacapan-Agua Brava Laagoon-estuary system. *Estuaries* 13(2): 219-230.
- Fujimoto, K. 2000. Below-ground carbon sequestration of mangrove forests in the Asia-Pacific Region. *In: International Workshop Asia-Pacific Cooperation. Research for Conservation of Mangroves.* 26 - 30 de marzo, 2000; Okinawa, Japón. LandBase. Environmental Monitoring and Governance in the East Asian Hydrosphere. <http://landbase.hq.unu.edu/Workshops/OkinawaMarch2000/Papers/Fujimotopapermar2000.htm> [Consultado: 22 de agosto de 2008].

- Fujimoto, K., Imaya A., Tabuchi R., Kuramoto S., Utsugi H., Murofushi T. 1999. Belowground carbon storage of Micronesian mangrove forests. *Ecological Research* 14:409-413.
- Gallardo, J. F., González M. I. 2004. Sequestration of C in a spanish chestnut coppice. *Investigación Agraria. Sistema de Recursos Forestales*: 108-113.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3 ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 252 p.
- González-Terreros E.; C. Sanchez-García; N. Trujillo T.; J. Amador-Hernández; L. Dendooven; E. Ramírez-Fuentes. 2006. Determinación de Biomasa Microbiana en Suelos de Manglar. En: V Congreso Internacional y XI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales; Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 7-9 junio 2006, Oaxtepec, Morelos. Extenso.
- Google. 2007. Imágenes de la República Mexicana y el estado de Nayarit. Google Earth ver. 4.2. <http://earth.google.com/intl/es/>
- Gore, A. 2007. Una verdad incómoda: La crisis planetaria del calentamiento global y cómo afrontarla. Gedisa. Barcelona. 325 pp.
- Gruber N.; P. Friedlingstein; C. B. Field; R. Valentini; M. Heimann; J. E. Richey; P. Romero L.; E. Detlef Schulze, and C.-T. A. Chen. 2004. The vulnerability of the Carbon Cycle in the 21<sup>st</sup> Century: an assessment of carbon-climate-human-interactions. *In: The Global Carbon Cycle* edited by Christopher B. Field and Michael R. Raupach. Chapter 3. Scientific Committee on Problems of Environment. Pp. 45-76. [http://www.islandpress.org/books/excerpt\\_SCOPE62.html?cart=7324606464758](http://www.islandpress.org/books/excerpt_SCOPE62.html?cart=7324606464758) [Consultado: 16 de enero de 2009].
- Hernández S., J. R., A. P. Méndez Linares y M. Figueroa Mah Eng. 2007. Caracterización del relieve plio-cuaternario del entorno costero del estado de Veracruz, México. *Rev. C & G.*, 21 (3-4), 113-131.
- Holguin, G.; Y. Bashan; R. A. Mendoza S.; E. Amador; G. Toledo; P. Vázquez A. Amador. 1999. La microbiología de los manglares. *Bosques en la frontera entre el mar y la tierra*. *Ciencia y Desarrollo* 144: 27-35.
- Holmer, M., Kristensen, E., Banta, G., Hansen, K., Jensen, M.H. and Bussawarit, N. 1994. Biogeochemical cycling of sulfur and iron in sediments of a South-East Asian mangrove, Phuket Island, Thailand. *Biogeochemistry* 26 (3): 145-161.
- Horwath, W. R. and Paul E. A. 1994. Microbial Biomass. *In: Methods of soil analysis. Part 2 Microbiological and Biochemical Properties*. SSSA. Wisconsin, USA.
- Hutchings, P. A. and Saenger P. 1987. *Ecology of mangroves*. University of Queensland Press. 432 pp.
- INEGI. 2002. Síntesis de información geográfica del estado de Nayarit. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

- INEGI. 2005. Ortofotos digitales de la región de Marismas Nacionales, Nayarit, esc. 1:20 000 F13A88(E), F13C18(E). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- Infante-Gil, S., G. P. Zárate de Lara. 2003. Métodos estadísticos; un enfoque interdisciplinario. 2ª edición. México. Trillas. 643 pp.
- Izaurrealde, R. C., Rosemberg N. J. and Lal R. 2001. Mitigation of climatic change by soil carbon sequestration: issues of science, monitoring and degraded lands. *Advances in Agronomy*. 70: 1-75.
- Jenkinson, D. S. and Powlson D. S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol & Biochem*. 8:209-213.
- Jiménez, J.A. 1990. The structure and function of dry weather mangroves on the Pacific coast of Central America, with emphasis on *Avicennia bicolor* forests *Estuaries* 13 (2), 182-192.
- Joshi, G. V., Jamale B. B. and Bhosal L. I. 1975. On regulation in mangroves. *In: Proc. International Symposium on Biology and Management of Mangroves*. G.E. Welsh, S.C. Snedaker and H.I. Teas (eds.) Gainesville, Estados Unidos, University of Florida Press.
- Karmarkar, S. M. 1982. Senescence in mangroves. *In. Contributions to the ecology of halophytes*. W. Junk (ed.). La Haya, Holanda. pp: 173.
- Kathiresan K. and B. L. Bingham. 2001. *Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems*. *Advances in Marine Biology* 40: 81-251.
- Kathiresan, K., Rajendran, N. and Thangadurai, G. 1996. Growth of mangrove seedlings in intertidal area of Vellar estuary southeast coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences* 25. pp. 240-243.
- Kennish, M. J. 1986. *Ecology of estuaries*. Vol. I. Physical and chemical aspects CRC. Press, INC. USA. 254 pp.
- Khan, M. N. I., Suwa S., Hagihara A. 2007. Carbon and nitrogen pools in a mangrove stand of *Kandelia obovata* (S., L.) Yong: distribution in the soil and vegetation system. *Wetlands Ecology and Management* 15(2): 141-153. <http://dx.doi.org/10.1007/s11273-006-9020-8>
- Kjerfve, B. 1994. *Coastal lagoon processes*. Elsevier Oceanography Series 60. 577 pp.
- Lacerda, L.D., Ittekkot, V. and Patchineelam, S.R. 1995. Biogeochemistry of mangrove soil organic matter: a comparison between *Rhizophora* and *Avicennia* soils in southeastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 40: 713-720.
- Lankford, R. R. 1977. Coastal lagoons of Mexico, their origin and classification. *In: Estuarine Processes II: Circulation, Sediment and Transfer of Material in Estuary*. Academic Press Inc., New York. pp. 182-215.

- Larcher, W. 1977. *Ecofisiología vegetal*. Omega, España.
- Lin, G.H. and Sternberg, L.D.S.L. 1993. Effects of salinity fluctuation on photosynthetic gas exchange and plant growth of the red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). *Journal of Experimental Botany* 44(258): 9-16.
- López-Portillo, J. and Ezcurra E. 1989a. Response of three mangroves to salinity in two geoforms. *Functional Ecology* 3: 355-361.
- López-Portillo, J. y Ezcurra E. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques* Número especial 1: 25-51.
- López-Portillo, J., Ezcurra E. and Maass J. M. 1989b. Los petenes de Sian Kaán, Quintana Roo, y su relación con gradientes de presión hídrica. *Acta Botánica Mexicana* 5: 19-29.
- Lot H., A. y A. Novelo R. 1990. Forested wetland of Mexico. Chap. 12. *In*: A.E. Lugo, M. Brison y S. Brown (eds.). *Forested Wetland of the World. Ecosystem of the World* 15: 287-298.
- Lucas, R. E. 1982. Organic soils (Histosols) formation, distribution, physical and chemical properties and management for crop production. Research report. The Michigan State University.
- Lugo, A. E. and S. C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64.
- Macnae, W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests of the Indo-West-Pacific region. *Advances in Marine Biology* 6: 73-270
- MacNae, W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests of the Indo-West-Pacific region. *Advances in Marine Biology* 6: 73-270.
- McKee, K.L. 1993. Soil physico-chemical patterns and mangrove species distribution: Reciprocal effects?. *Journal of Ecology* 81, 477-487.
- Medina, E., Lugo, A.E. and Novelo, A. 1995. Mineral content of foliar tissues of mangrove species in Laguna de Sontecomapan (Veracruz, Mexico) and its relation to salinity. *Biotropica* 27 (3): 317-323.
- Méndez-Linares, A.P. 2003. Fisonomía y estructura de diferentes asociaciones de manglar y su relación con la geomorfología del abanico deltaico de Arroyo Seco, Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias, UNAM, México, D. F. 72 pp.
- Méndez-Linares, A.P., López-Portillo, J., Hernández-Santana, J.R., Ortiz-Pérez, M.A. & Oropeza-Orozco, O. 2007. The mangrove communities in the Arroyo Seco deltaic fan, Jalisco, Mexico, and their relation with the geomorphic and physical-geographic zonation. *CATENA* 70: 127-142.
- MINITAB. 2003. Minitab Release Version 14.10. Statistical Software. USA. Disco Compacto.

- Miranda F. 1958. Rasgos fisiográficos de interés para los estudios biológicos. En: Beltrán E. Ed. Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento, pp. 161-173. Tomo II. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D. F.
- Mitra, S., R. Wassmann and L. G. Vlek. 2003. Global inventory of wetlands and their role in the carbon cycle. ZEF-Discussion Papers on Development Policy No. 64. Center for Development Research, Bonn.
- Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink. 2000. Wetlands. John Wiley and Sons Inc., Nueva York. 920 pp.
- Moreno, C. P., Rojas J. L., Zárate D., Ortiz M. A., Lara A. L., Saavedra T. 2002b. Diagnóstico de los manglares de Veracruz; distribución, vínculo con los recursos pesqueros y su problemática. Madera y Bosques Número especial 1: 61-88.
- Moreno, E., Guerrero A., Gutiérrez M. C., Ortiz C. A., Palma D. J. 2002<sup>a</sup>. Los manglares de Tabasco: una reserva natural de carbono. Madera y Bosques. Número especial 1: 115-128.
- Moreno-Casasola, P. 2006. Humedales costeros. En: P. Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa y A.C. Travieso-Bello. Editores. 2006. Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal. Instituto de Ecología A.C. - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. Xalapa, Ver., México. Volumen II.
- Olmsted, I. 1993. Wetlands of Mexico. *In*: Whigham, D. F., D. Dykjavá, and S. Hejný (eds.). Wetlands of the World 1. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. pp.637-677.
- Olsen, M.W.; R.J. Frye y E.P. Glenn. 1996. Effect of salinity and plant species on CO<sub>2</sub> flux and leaching of dissolved organic carbon during decomposition of plant residue. *Plant and soil*. 179: 183-188.
- Osnaya P. (coordinadora). 2003. Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002. A. Fernández y J. Martínez (coordinadores). INE-Semarnat. México. 104 pp.
- Palm, C. A., Woomer P. L., Alegre J., Arévalo L., Castilla C., Cordeiro D. G., Feigl B., Hairiah K., Kotto-Same J., Mendes A., Moukam A., Murdiyarso D., Njomgang R., Parton W. J., Ricse A., Rodrigues V., Sitompul S. M., Van Noordwijk M. 2000. Carbon sequestration and trace emissions in slash and burn and alternative land uses in the humid tropics. ASB Climatic Change Working Group Report. Final Report, Phase 2. 25 pp.
- Phleger, F.B. 1969. Some general features of coastal lagoons. 5-26. *In*: Lagunas Costeras, un Simposio. Ayala Catañares, A. (Ed.). UNAM, México, D.F.
- Ponce-Hernández, R. 1999. Assessing the carbon stock and carbon sequestration potential of current and potential land use systems and the economic rationality of land use conversions. *In*: Prevention of Land Degradation, Enhancement of Carbon

Sequestration and Conservation of Biodiversity Through Land Use Change and Sustainable Land Management with Focus in Latin America and the Caribbean. FAO World Soil Resources Reports 86. pp:79-94.

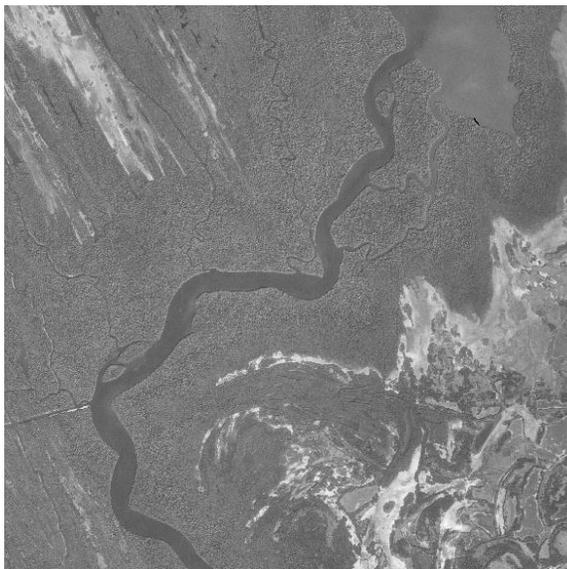
- Pool, D. J., Lugo A. E., Snedeker S. C. 1975. Litter production in mangrove forests of Southern Florida and Puerto Rico. *In: Proceedings International Symposium of Biology and Management of Mangroves*. G. E. Walsh, S. C. Snedeker and H. J. Teas (eds.). Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida, pp: 213-237.
- Pool, D. J., S. C. Snedaker and A. E. Lugo. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotropica* 9(3): 195-212.
- Porta J., López-Acevedo M., Roquero C. 2003. *Edafología para la Agricultura y el medio ambiente*. 3 edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 917 pp.
- Post, W. M., Peng T. H., Emanuel W. R., King A. W., Dale V. H., De Angelis D. L. 1990. The global carbon cycle. *American Scientist* 78: 310–326.
- Qasim, S. Z. 1998. Mangroves. *In: Glimpses of the Indian Ocean* (University Press, Hyderabad). pp: 123-129.
- Ramsar (s/f), ¿Qué son los humedales? Documento informativo Ramsar No. 1. <http://www.implancarmen.org/portal/humedales.pdf>. [Consultado: 21 de junio de 09].
- Rebolledo H., H. 1999. SAS (*Statistical Analysis System*) en Microcomputadora; Análisis Estadístico de Datos Experimentales. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). México. 176 pp.
- Reddy, K. R.; E. M. D'Angelico and W. G. Harris. 2000. Biogeochemistry of wetlands. G.89:G114 p. *In: Handbook of soil science*. Summer, M. E. (ed.). CRC PRESS. Nueva York, EUA.
- Rescht. 2008. Tamizado para un control de calidad perfecto. Rescht GmbH. Verder Company. Alemania. 12 p. PDF. [http://www.retsche.es/dltmp/www/2109-96c999ce1d12/brochure\\_sieving\\_es.pdf](http://www.retsche.es/dltmp/www/2109-96c999ce1d12/brochure_sieving_es.pdf) [Consultado: 1 de noviembre de 2009].
- RHARAP. 2008. Mapa de Marismas Nacionales. Galería de Fotos. Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras. [http://www.whsrn.org/data/Unsorted/mapa\\_grande-21919-1.jpg](http://www.whsrn.org/data/Unsorted/mapa_grande-21919-1.jpg) [Consultado: 1 de diciembre de 2008].
- Robertson, A. I. and N. C. Duke. 1987. Mangroves as Nursery Sites: Comparisons of the Abundance and Species Composition of Fish and Crustaceans in Mangroves and other Nearshore Habitats in Tropical Australia. *Marine Biology* 96: 193-205.
- Ruiz-Luna, A., J., Acosta V. and C. A. Berlanga-Robles. 2008. On the reliability of the data of extent of mangrove; a case study in Mexico. *Ocean and Coastal Management* 51: 342-351.
- Russell R., S. 1977. *Plant Root Systems*. Mc Graw-Hill Book Co., U.K. 298 pp.

- Sahagún C., J. 1994. Estadística descriptiva y probabilidad: una perspectiva biológica. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, pp. 323-327.
- SAS Institute Inc. 1999. The SAS System for Windows®; Versión 5.1. Cary, NC, EUA.
- Schimel D., Enting I. G., Heimann M., Wigley T. M. L, Raynaud D., Alves D., Siedenthaler U. 2000. CO<sub>2</sub> and the carbon cycle (extracted from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Report, "Climate Change, 1994"). *In: The Carbon Cycle*. T M L Wigley and D S Schimel (eds.). Chap. 1. Cambridge University Press. New York, U S A. pp. 7-36.
- Schlesinger, W. H., J. PalmerWinkler y J. P. Megonigal. 2000. Soils and the global carbon cycle. *In: The carbon cycle*. Editado por: T. M. L. Wigley y D. S. Schimel. Cambridge University Press. New York, U.S.A. pp. 93 – 101.
- Scholander, P. F. 1968. How mangroves desalinate sea water. *Physiologia Plantarum* 21: 25-26.
- Semeniuk, V. 1994. Predicting the effect of sea-level rise on mangroves in Northwestern Australia. *Journal of Coastal Research* 10 (4): 1050-1076.
- Semeniuk, V. and C. A. Semeniuk. 1997. A geomorphic approach to global classification for natural inland wetlands and rationalization of the system used by the Ramsar Convention – a discussion. *Wetlands Ecology and Management* 5: 145-158.
- Shumacher, B. A. 2002. Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments. United States Environmental Protection Agency Environmental Sciences. Division National Exposure Research Laboratory. Ecological Risk Assessment Support Center Office of Research and Development US. Environmental Protection Agency. 23 p.
- Shumacher, B. A. 2002. Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments. United States Environmental Protection Agency Environmental Sciences. Division National Exposure Research Laboratory. Ecological Risk Assessment Support Center Office of Research and Development US. Environmental Protection Agency. 23 p.
- Skoop, J. M. 2000. Physical properties of primary particles. *Handbook of soil science*. Summer, M. E. (ed.). CRC PRESS. Nueva York, EUA. P:A-1-16.
- Sonnenholzner, E. and Boyd C. E. 2000. Chemical and physical properties of shrimp pond botton soils in Ecuador. *Journal of the World Aquaculture Society* 31(3): 358-375.
- Stoddard, D.R. 1980. Mangroves and Succesional Stages, Inner Reefs of the Northern Great Barrier Reef. *Journal of Biogeography* 7: 269-284.
- Sukardjo, S. 1994 Soils in the mangrove forests of the Apar Nature Reserve, Tanah Grogot, East Kalimantan, Indonesia. *Southeast Asian Studies* 32(3): 385-398.

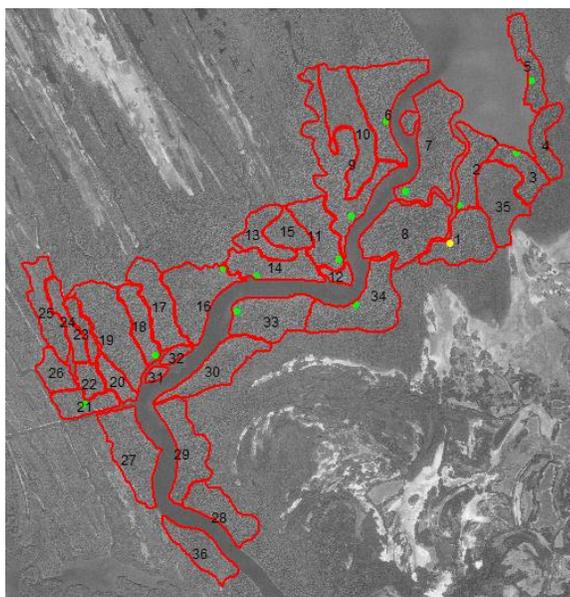
- Thom, B. G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, México. *Journal of Ecology* 55: 301-343.
- Thom, B. G. 1984. Coastal landforms and geomorphic processes. *In: The Mangrove Ecosystems: research methods* (Snedaker, S. C. and J. C. Snedaker (eds.). UNESCO. U. K. pp: 3-17.
- Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. London: Cambridge University Press.
- Tovilla, H.C. 1994. Manglares. *In: E.G. De la Lanza y C.M. Cáceres. Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. pp. 370-423.
- Travieso B., A. C. 2006. Manglares. *In: P. Moreno-Casasola, E, Peresbarbosa y A.C. Travieso-Bello. (edit.). Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal*. Instituto de Ecología A.C. - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. Xalapa, Ver., México. Volumen II.
- Twilley, R. R. 1995. Properties of mangrove ecosystems in relation to the energy signature of coastal environments, pp. 43-62. *In: Maximum Power*. C.A.S. Hall (ed.). University Press of Colorado, Niwot.
- Ukpong, I. E. 2000. Gradient analysis in mangrove swamp forests. *Tropical Ecology* 41(1): 25-32
- UNFCCC. 2000. Sexto periodo de sesiones de la conferencia de las partes en la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. *In: Carpeta de prensa. Convención - Marco sobre el Cambio Climático*. ONU. La Haya. 14 pp.
- USDA. 1973. Investigación de suelos; métodos de laboratorio y procedimientos para recoger muestras. Trad. por A. Contín. Soil Conservation Service. U. S. Department of Agriculture. Editorial Trillas. México. pp: 41 - 45.
- USDA-NRCS. 2006. The PLANTS Database National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA. <http://plants.usda.gov> [Consultado: 19 October 2006].
- Valdez-Hernández, J. I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. *Madera y Bosques*. Número especial 1: 129-145.
- Valdez-Hernández, J. I. 2004. Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. *Madera y Bosques* Número especial 2: 93-104.
- Van Noordwijk, M., Cerri C., Woomer P. L., Nugroho K. and Bemoux M. 1997. Soil carbon dynamics in the humid tropical forest zone. *Geoderma* 79: 187-225.
- Vázquez-Yáñez, C. 1975. La vegetación de la Laguna de Mandinga, Veracruz. *An.Inst. Biol. Univ. Nal. Autón.de México, Ser. Bot.* 42(1): 49-94.
- Von Prhal, H., Contreras J. y Contreras R. 1990. Manglares y hombres del Pacífico Colombiano. Editorial Presencia. Colombia pp. 31-184.
- Walker N. 1975. *Soil microbiology*. Butterworths, London.

- Walter, H. 1977. Climate. *In*: Chapman V. J. (ed.): Wet coastal ecosystems of the world. Cap. 3. Elsevier Pub. Co. Amsterdam. pp: 61-67
- Woomer, P. L., Tieszen L. L., Tappan G., Touré A., Sall M. 2004. Land use change and terrestrial carbon stocks in Senegal. *Journal of Arid Environments* 59(3):625-642.
- Yáñez Arancibia, A.; A. L. Lara Domínguez, J. L. Rojas Galavis, P. Sánchez Gil, J. W. Day and C. J. Madden. 1988. Seasonal biomass and diversity of estuarine fishes coupled with tropical habitat heterogeneity (southern Gulf of Mexico). *Journal of Fish Biology* 33:191-200 (suppl. A).
- Yáñez-Arancibia, A., Twillwy R. R., Lara-Domínguez A. L. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2): 3-19.
- Yefremova, T. G. 1993. Pedogenesis and diagnosis of peaty soils of marsh ecosystems. *Eurasian Soil Science* 25(5): 28-37.
- Zibilske, L. M. 1994. Carbon Mineralization. *En: Methods of soil analysis. Part 2 Microbiological and Biochemical Properties.* SSSA. Wisconsin, USA.

## 8. ANEXOS



Ejido Mexcaltitán antes de la zonificación

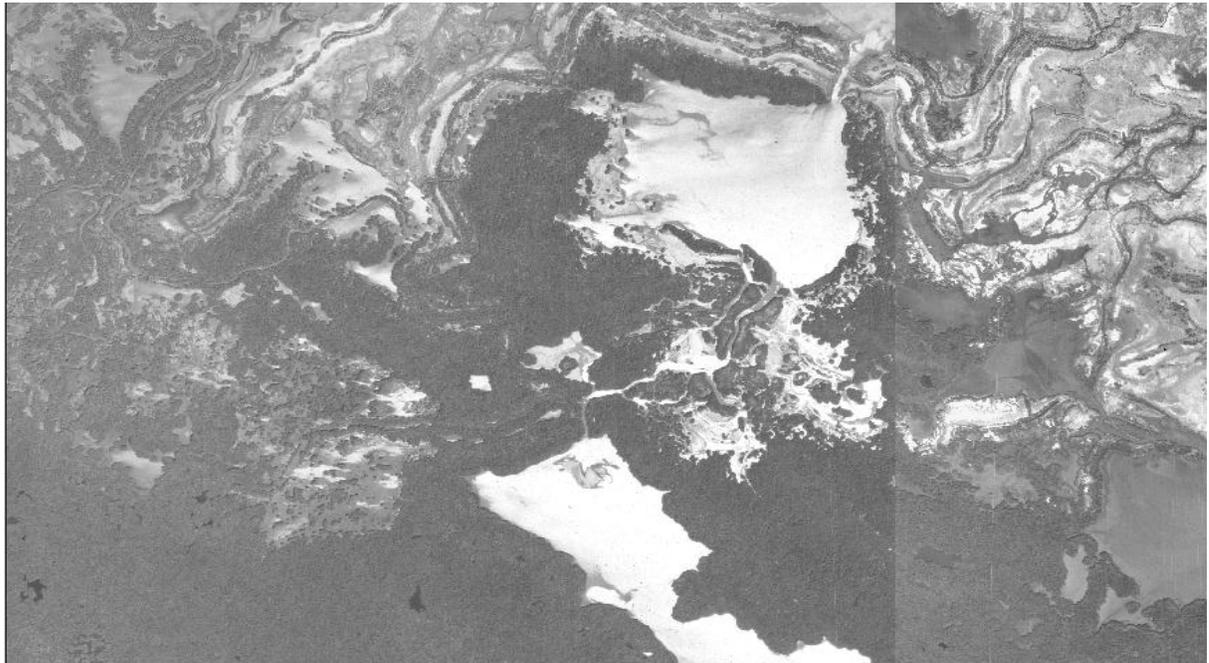


Ejido Mexcaltitán con tipos de manglar (en rojo) y sitios de muestreo (en verde)

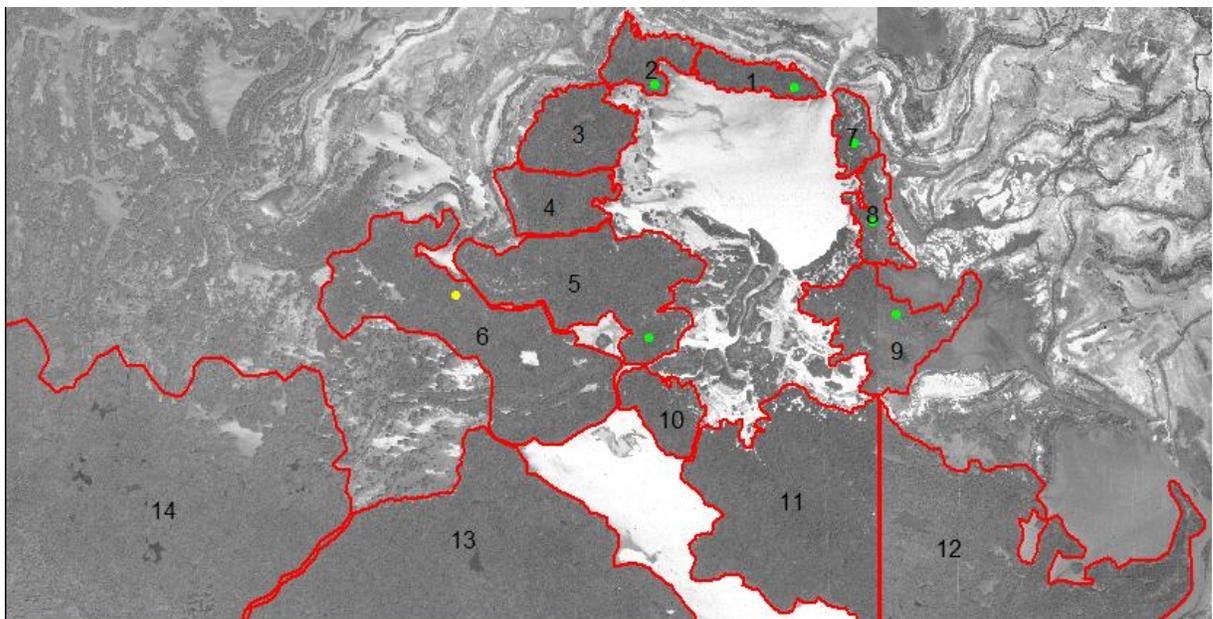
Figura A1. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Mexcaltitán, Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Cuadro A1. Datos de la zonificación del ejido de Mexcaltitán, Marismas Nacionales, Nayarit, México [clave de leyenda: ID = número de manglar en orden progresivo, *Sitio*: sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, *Especies*: combinaciones de spp considerando datos de Alfonso Solís, *Combinación*: combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, *Fusión*: fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, *Geoforma*: principal geoforma asociada al tipo de manglar].

<i>Shape</i>	<i>ID</i>	<i>Sitio</i>	<i>Especies</i>	<i>Combinación</i>	<i>Fusión</i>	<i>Geoforma</i>	<i>Area</i>	<i>Hectareas</i>	<i>Perimetro</i>
Polygon	1	1A	Lar	Ral	Ral	Orilla de canal/Marisma Intermedia	237031.988	23.703	2235.990
Polygon	2	2B	La	La	Lar	Orilla de canal	163306.665	16.331	2332.049
Polygon	3	3C	La	La + Lar	Lar	Orilla de laguna	133337.058	13.334	1942.488
Polygon	4	3C	Lra	La + Lar	Lar	Orilla de laguna	130854.124	13.085	1948.330
Polygon	5	4D	La	Lar + Rl	Lar	Orilla de laguna	149903.050	14.990	2304.411
Polygon	6	5E	La	La + Lra	Lar	Orilla de canal	327372.175	32.737	3241.451
Polygon	7	6F	La	Lar + Lra	Lra	Islotes	446117.980	44.612	4210.061
Polygon	8	7G	Lar	Rla + Lar	Rla	Islote	372438.581	37.244	2901.237
Polygon	9	1A, 7G	Lar	Ral + Rla + Lar	Ral	Marisma intermedia	439288.821	43.929	6776.883
Polygon	10	5E, 7G	La + Lar	La + Lra + Rla + Lar	L	Marisma intermedia	326298.772	32.630	3816.026
Polygon	11	8H	La	Lar	Lar	Marisma intermedia/Orilla de canal	195143.329	19.514	2262.931
Polygon	12	8H	La	Lar	Lar	Islote intercanal	37587.706	3.759	969.703
Polygon	13	9I	La	Rla	Rla	Marisma intermedia	139865.394	13.987	2181.396
Polygon	14	9I	Lar	Rla	Rla	Orilla de canal	197851.707	19.785	2584.783
Polygon	15	8H, 9I	L	Lar + Rla	Lra	Marisma intermedia	112020.258	11.202	1466.021
Polygon	16	10J	Lra	Rla	Rla	Marisma intermedia/Orilla de canal	297326.038	29.733	2725.552
Polygon	17	12L	La	La	La	Marisma intermedia	219503.905	21.950	2605.236
Polygon	18	12L	Lar	La	La	Marisma intermedia	135673.237	13.567	2017.332
Polygon	19	13M	Lra	Lar + La	Lar	Marisma intermedia	343087.827	34.309	3074.559
Polygon	20	13M	La	Lar + La	Lar	Marisma intermedia	76093.193	7.609	1363.146
Polygon	21	13M	La	Lar + La	Lar	Marisma intermedia	118511.809	11.851	1711.703
Polygon	22	13M	La	Lar + La	Lra	Marisma intermedia	67936.621	6.794	1123.972
Polygon	23	13M	Lr	Lar + La	Lar	Marisma intermedia	65610.395	6.561	1574.547
Polygon	24	13M	L	Lar + La	La	Marisma intermedia	103627.883	10.363	2091.328
Polygon	25	13M	La	Lar + La	Lar	Marisma intermedia	183184.221	18.318	2624.145
Polygon	26	13M	La	Lar + La	Lar	Marisma entre canal y laguneta	99823.809	9.982	1409.087
Polygon	27	13M	Lr	Lar + La	Lar	Orilla de canal	297968.170	29.797	2665.223
Polygon	28	11K	Lra	Lra	Lra	Orilla de canal	195626.395	19.563	2148.508
Polygon	29	11K	Lra	Lra	Lra	Orilla de canal	256329.636	25.633	2782.473
Polygon	30	11K	Lra	Lar	Lar	Orilla de canal	236556.747	23.656	2844.078
Polygon	31	14N	Rl	Ral + Lar	Rla	Islote	22093.028	2.209	585.160
Polygon	32	14N	Rl	Ral + Lar	Rla	Islote	31596.551	3.160	813.512
Polygon	33	11K	Lra	Lar	Lar	Orilla de canal	270949.281	27.095	2257.590
Polygon	34	14N	La	Ral + Lar	Lra	Orilla de canal	339253.035	33.925	3077.042
Polygon	35	1A, 2B, 3L		Ral + La + Lar	Lar	Marisma intermedia	258578.540	25.858	2352.917



Ejido Los Morillo antes de la zonificación



Ejido Los Morillo después de la zonificación  
(tipos de manglar en rojo y sitios de muestreo en verde).

Figura A2. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Los Morillo, Marismas Nacionales, Nayarit, México (Año 2004).

Cuadro A2. Datos de la zonificación del ejido Los Morillo, Marismas Nacionales, Nayarit, México. Datos de la zonificación (clave de leyenda: ID = número de tipo de manglar en orden progresivo, *Sitio*: sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, *Especies*: combinaciones de spp considerando datos de Alfonso Solís. *Combinación*: combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, *Fusión*: fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, *Geoforma*: principal geoforma asociada con el tipo de manglar).

Shape	ID	Sitios	Especies	Combinación	Fusión	Geoformas	Área	Hectáreas	Perímetro
Polygon	1	3A	La	La	La	Península interlagunar	178063.244	17.807	2768.291
Polygon	2	3E	La	La	La	Orilla de laguna	207927.930	20.793	3171.195
Polygon	3	3C	La	La	La	Marisma interpantanal	382434.230	38.243	3109.698
Polygon	4	3F	Lar	Lar	Lar	Marisma interpantanal	314483.561	31.448	3015.628
Polygon	5	3F	Lar	Lar	Lar	Marisma interpantanal	959880.253	95.988	5821.908
Polygon	6	3D	La	L + Lr	Lr	Marisma interpantanal	1412982.502	141.298	7572.434
Polygon	7	3B	La	La	La	Orilla de laguna	133782.709	13.378	1860.815
Polygon	8	3C	La	La	La	Orilla de laguna	179604.479	17.960	3025.205
Polygon	9	3G	La	La	La	Marisma interpantanal	558702.635	55.870	5174.886
Polygon	10	3F	La	Lar	Lar	Marisma interlagunar	239333.703	23.933	2407.541
Polygon	11	3F, 3G	L	Lar + La	Lar	Orilla de laguna	1691887.828	169.189	7002.719
Polygon	12	3G	L	La	La	Pantanal	1946628.563	194.663	10319.792
Polygon	13	3G	Lr	Lr	Lr	Pantanal	2289444.622	228.944	8002.746
Polygon	14	3D	L	L + Lr	Lr	Pantanal	4603203.804	460.320	10188.703



Ejido Palma Grande antes de la zonificación

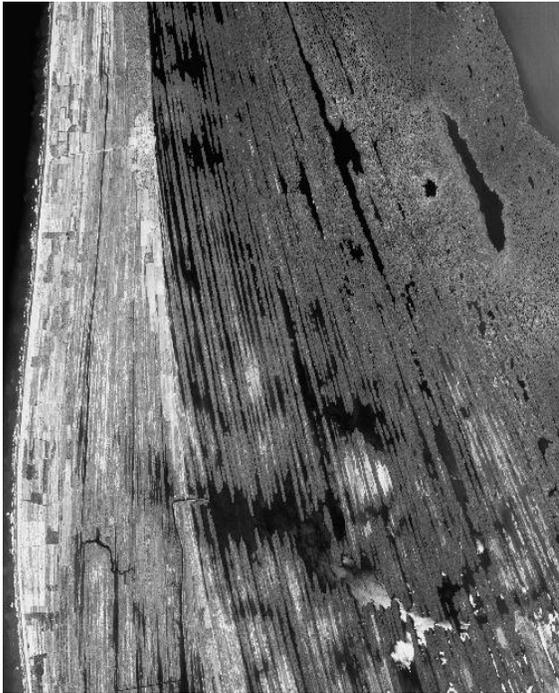


Ejido Palma Grande después de la zonificación  
(tipos de manglar en rojo y sitios de muestreo en verde)

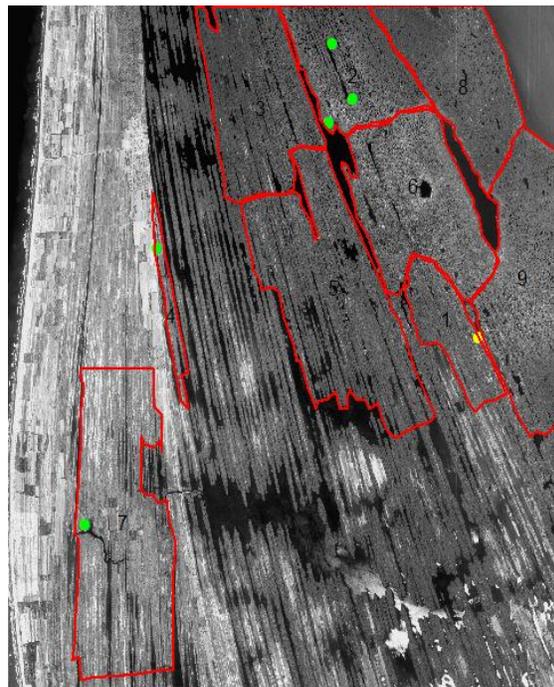
Figura A3. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Palma Grande, Marismas Nacionales, Nayarit, México (Año 2004).

Cuadro A3. Datos de zonificación del ejido de Palma Grande, Marismas Nacionales, Nayarit, México. Datos de la zonificación (clave de leyenda: ID = número de tipo de manglar en orden progresivo, *Sitio*: sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, *Especies*: combinaciones de spp considerando datos de Alfonso Solís, *Combinación*: combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, *Fusión*: fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, *Geoforma*: principal geoforma asociada al tipo de manglar).

<i>Shape</i>	<i>ID</i>	<i>Sitio</i>	<i>Especies</i>	<i>Combinación</i>	<i>Geoforma</i>	<i>Área</i>	<i>Hectáreas</i>	<i>Perímetro</i>
Polygon	1	4A	Lr	Lr	Orilla de canal	92310.716	9.231	1777.775
Polygon	2		Lr	Lr	Marisma intermedia	352308.364	35.231	2531.232
Polygon	3		Lr	Lr	Pantanal	519359.452	51.936	3174.113
Polygon	4		Lr	Lr	Orilla de canal	323213.480	32.321	2921.723
Polygon	5	4B	Lr	Lr	Orilla de canal	112961.631	11.296	1690.957
Polygon	6		Lr	Lr	Marisma intermedia	174801.738	17.480	1737.526
Polygon	7		L	Lr	Pantanal	233606.980	23.361	1987.061
Polygon	8		Lr	Lr	Orilla de canal	153944.157	15.394	1761.957
Polygon	9	4C	RI	RI	Orilla de canal	137502.471	13.750	1804.224
Polygon	10		Lr	Lr	Marisma intermedia	138561.283	13.856	1715.389
Polygon	11		L	Lr	Pantanal	135344.704	13.534	1699.538
Polygon	12		Lr	Lr	Orilla de canal	125240.833	12.524	1730.630
Polygon	13	4D	Lr	Lr	Orilla de canal	841336.080	84.134	4683.443
Polygon	14	4E	L	RI	Orilla de canal	157890.088	15.789	2097.283
Polygon	15		L	Lr	Marisma intermedia	359887.737	35.989	2791.355
Polygon	16		L	Lr	Orilla de canal	80048.045	8.005	1353.638
Polygon	17	4F, 4G, 4H	L	Lr	Orilla de canal	344360.591	34.436	3504.050
Polygon	18	4H	Lr	Lr	Orilla del Canal	364674.339	36.467	3437.380
Polygon	19		L	Lr	Orilla de canal	345820.399	34.582	3972.327
Polygon	20		Lr	Lr	Orilla de canal	246511.439	24.651	2515.234
Polygon	21		L	L	Marisma intermedia	846524.549	84.652	4267.535
Polygon	22		L	Lr	Orilla de canal	225058.727	22.506	2645.409
Polygon	23		L	Lr	Orilla de canal	493695.144	49.370	5456.292
Polygon	24		RI	RI	Pantanal	2916261.346	291.626	7519.993



Ejido Santa Cruz antes de la zonificación.

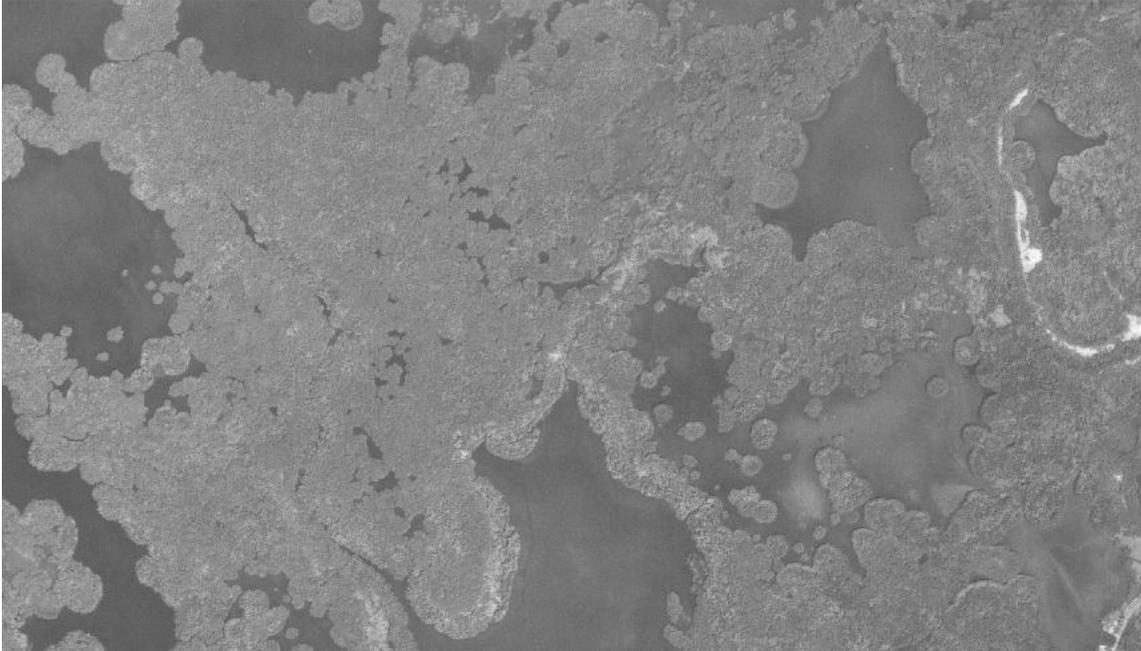


Ejido Santa Cruz después de la zonificación (tipos de manglar en rojo y sitios de muestreo en verde)

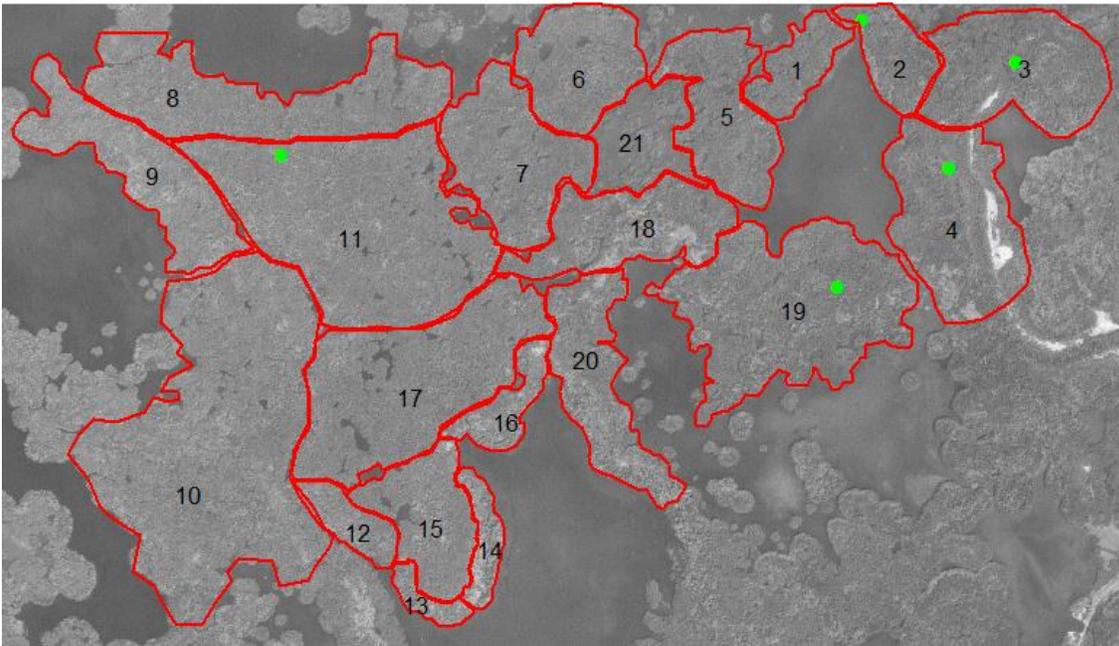
Figura A4. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Santa Cruz, Marismas Nacionales, Nayarit, México (Año 2004).

Cuadro A4. Datos de zonificación de ejido de Santa Cruz (clave de leyenda: ID = número de tipo de manglar en orden progresivo, *Sitio*: sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, *Especies*: combinaciones de spp considerando datos de Alfonso Solís, *Combinación*: combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, *Fusión*: fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, *Geoforma*: principal geoforma asociada al tipo de manglar).

Shape	ID	Sitio	Especies	Combinación	Fusión	Geoforma	Área	Hectáreas	Perímetro
Polygon	1	5A	La	A + Ar	Ar	Pantanal	2070297.121	207.030	7098.856
Polygon	2	5B, 5C, 6F	La	Al + La + A + La	Al	Pantanal	3747155.728	374.716	8618.453
Polygon	3		Lr	Lr	Lr	Pantanal	5264301.247	526.430	10966.758
Polygon	4	5D	La	La	La	Marisma intermedia	618915.703	61.892	7713.967
Polygon	5		Lra	Lra	Lra	Pantanal	8315403.166	831.540	16847.535
Polygon	6		Al	Al	Al	Pantanal	5648594.575	564.859	11391.335
Polygon	7	5E	La	La	Al	Pantanal	8297896.261	829.790	15199.792
Polygon	8		L	L	L	Pantanal	4517968.671	451.797	9794.906
Polygon	9	5A	Ar	Ar	Ar	Pantanal	5742898.181	574.290	12120.691



Ejido Unión de Corrientes antes de la zonificación



Ejido

Unión de Corrientes después de la zonificación (tipos de manglar en rojo y sitios de muestreo en verde).

Figura A5. Delimitación de los tipos de manglar y sitios de muestreo en el ejido de Unión de Corrientes, Marismas Nacionales, Nayarit, México (Año 2004).

Cuadro A5. Datos de zonificación de ejido de Unión de Corrientes (clave de leyenda: ID = número de tipo de manglar en orden progresivo, *Sitio*: sitio(s) asociado(s) con el tipo de manglar, *Especies*: combinaciones de spp considerando datos de Alfonso Solís, *Combinación*: combinación(es) de especies considerando observaciones en campo, *Fusión*: fusión de combinaciones considerando la dominancia de cada una de ellas, *Geoforma*: principal geoforma asociada al tipo de manglar).

<i>Shape</i>	<i>ID</i>	<i>Geoforma</i>	<i>Especies</i>		<i>Fusión</i>	<i>Area</i>	<i>Hectareas</i>	<i>Perimetro</i>
Polygon	1	Marisma interlagunar	RI	RI		81863.385	8.186	1510.228
Polygon	2	Orilla de laguna	RI	Rla		90065.596	9.007	1512.270
Polygon	3	Marisma interlagunar	Lr	Lra		261164.031	26.116	2287.520
Polygon	4	Marisma interlagunar	La	Lar		295729.381	29.573	2355.395
Polygon	5	Orilla de laguna	Lr	Lr		191912.227	19.191	2411.153
Polygon	6	Marisma intermedia	Lr	Lr		181368.812	18.137	1717.354
Polygon	7	Marisma intermedia	La	La		234634.772	23.463	2420.963
Polygon	8	Orilla de laguna	Lr	Lr		342804.206	34.280	3904.280
Polygon	9	Orilla de Laguna	La	La		232471.379	23.247	3021.910
Polygon	10	Marisma interlagunar	La	La		808226.836	80.823	4595.199
Polygon	11	Maeisma intermedia	La	La		579313.235	57.931	3733.766
Polygon	12	Marisma intermedia	La	La		59265.090	5.927	1139.792
Polygon	13	Orilla de laguna	Lr	Rla		29899.785	2.990	946.680
Polygon	14	Orilla de laguna	La	Ral		49976.460	4.998	1312.500
Polygon	15	Marisma intermedia	La	La		161888.242	16.189	1913.566
Polygon	16	Orilla de laguna	La	Ral		68577.431	6.858	1512.740
Polygon	17	Marisma intermedia	La	La		412821.790	41.282	3115.915
Polygon	18	Pantanal	La	La		210550.224	21.055	2593.244
Polygon	19	Península interlagunar	La	La		460807.148	46.081	3901.770
Polygon	20	Barra interlagunar	La	Ral		199415.741	19.942	2764.719
Polygon	21	Marisma intermedia	Lr	Lr		125999.049	12.600	1915.504

Cuadro A6. Ubicación geográfica de las unidades de muestreo.

Nombre del sitio	Unidad de muestreo	Latitud			Longitud		
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos
<b>Ejido Mexcaltitán</b>							
Entrada Cuisillos	1	21	49	38.7	105	29	55.2
	2	21	49	38	105	29	45
Cuisillos	1	21	49	6.96	105	30	4.98
	2	21	49	6.96	105	30	4.98
Borrega	1	21	49	6.96	105	30	4.98
	2	21	48	56.46	105	30	17.28
Algodones	1	21	50	6.24	105	28	6.36
	2	21	50	4.62	105	28	7.02
	3	21	50	43.8	105	28	3.9
	4	21	50	43.8	105	28	3.9
Puerta Toluca	1	21	50	18.06	105	28	25.56
	2	21	50	18.06	105	28	25.56
Puerta del Chiquihuite	1	21	49	52.86	105	28	21.06
	2	21	49	53.52	105	28	21.12
Estero de Chaguilita	1	21	49	43.56	105	28	46.52
	2	21	49	43.56	105	28	46
Zapote	1	21	50	21.96	105	28	47.34
	2	21	50	22.92	105	28	48.06
El Baile	1	21	50	6.24	105	28	34.14
	2	21	50	6.48	105	28	34.02
El Arrastradero	1	21	49	45.18	105	29	0.3
	2	21	49	46.5	105	29	0.42
El Tiburón	1	21	49	34.68	105	29	4.92
	2	21	49	34.86	105	29	4.98
	3	21	49	34.86	105	29	4.98
	4	21	49	34.92	105	29	4.86
Playa de los Caimanes	1	21	49	19.68	105	29	31.62
	2	21	49	19.5	105	29	31.02
<b>Ejido Palma Grande</b>							
La Mojonera del Bule (El Mogote del Bule)	1	21	49	19.5	105	28	47.34
	2	21	50	21.96	105	28	47.34
Frente al Mogote del Bule	1	22	3	41.64	105	29	59.1
	2	21	49	19.5	105	29	30.9
Salida al Agua Brava	1	22	4	16.92	105	29	14.4

	2	22	4	16.8	105	28	14.82
Salida al Agua Brava	1	22	4	16.98	105	28	53.4
(Margen derecha frente							
al Mogote del Bule)	2	22	4	15.96	105	29	53.82
Frente al Agua Brava	1	22	4	31.74	105	29	36.12
(El Mogote Cortado)							
	2	22	4	32.22	105	29	35.7
	3	22	4	50.34	105	29	42
	4	22	4	50.16	105	29	42.48
	5	22	5	7.2	105	30	31.68
	6	22	5	7.08	105	30	31.32
	7	22	4	53.04	105	29	55.32
	8	22	4	52.98	105	29	55.38
<b>Ejido Los Morillos</b>							
Laguna El Bonche	1	22	17	17.4	105	33	49.32
	2	22	16	53.28	105	33	33.06
	3	22	16	49.8	105	33	32.16
Loma del Aguacate	1	22	16	40.56	105	35	7.02
Estero de Las Viejitas	1	22	17	5.58	105	34	33.36
Estero de la Moloya	1	22	16	28.8	105	33	59.76
Estero del Pantano	1	22	16	18.84	105	33	4.92
(Lagunita de En medio)							
<b>Ejido Unión de Corrientes</b>							
Barra las Mojarras	1	22	0	22.86	105	28	45.12
El Quemado	1	22	0	4.74	105	28	39.72
	2	22	0	2.1	105	28	42.72
Los Cajones	1	21	59	33.36	105	29	12.72
Julio	1	21	59	50.94	105	28	33
<b>Ejido Santa Cruz</b>							
Cajala	1	22	3	4.32	105	37	23.04
	2	21	59	25.2	105	33	6.06
	3	21	59	25.2	105	33	6.06
Potrillo	1	22	3	52.08	105	35	59.64
	2	22	3	52.08	105	35	59.64
El Caimanero	1	22	2	15.06	105	35	49.68
	2	22	2	15.06	105	35	49.68
La Presa	1	22	3	4.32	105	37	23.04
	2	22	3	4.32	105	37	23.03
El Zanjón	1	22	2	39	105	35	49.62
	2	22	2	39	105	35	49.62

El Guayabo	1	22	0	35.64	105	37	15.12
	2	22	0	35.64	105	37	15.12
<b>Ejido Campo de los Limones</b>							
La Vuelta de la Cañada (El Garzal)	1	21	48	6.3	105	26	49.5
	2	21	48	10	105	26	49.5
Las Alazanas	1	21	47	19.86	105	28	11.04
	2	21	47	19.86	105	28	11.04
La Vuelta de las Alazanas (Las Conchitas)	1	21	46	59.28	105	28	11.16
	2	21	46	59.28	105	28	11.16
La Vena de Chicho	1	21	47	9.9	105	28	40.56
	2	21	47	9.9	105	28	40.56
La Vena de las Azores	1	21	47	9.9	105	28	40.56
	2	21	47	9.9	105	28	40.56
Los Jiotes	1	21	47	50.1	105	26	57.36

---

Cuadro A7. Parámetros fisicoquímicos edáficos de los manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México, pertenecientes a la temporada de sequía (Año 2005), y obtenidos en el Laboratorio de Física de Suelos, del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

Número de muestra	Tipo de manglar	Clase de geoforma	pH	Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )	Fracción mineral		
					Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
1	A	Ba	5,42	69,6	68	17	15
2	A	Cp	6,43	106,6	72	9	19
3	A	Cp	6,24	51	40	21	39
4	Al	Br	5,68	51,7	68	17	15
5	Al	Cp	4,94	47,2	58	17	25
6	Al	Cu	5,33	32,6	10	12	78
7	Al	Oc	5,35	59,9	22	13	65
8	Al	Ol	5,72	44,1	8	17	75
9	Al	Ol	7,78	55,8	68	15	17
10	Alr	Cp	6,71	146,8	56	21	23
11	Alr	Cp	6,56	64,3	60	15	25
12	Alr	Cu	5,38	40,9	12	13	75
13	Alr	Ol	5,12	52,6	16	19	65
14	Alr	Or	6,02	39	54	9	37
15	Alr	Or	5,52	42,4	12	17	71
16	L	Ol	5,08	135,2	11	30	59
17	La	Cp	6,06	61,2	10	11	79
18	La	Cu	5,75	35,7	62	10	27
19	La	Cu	5,14	43,1	13	14	73
20	La	Oc	4,85	79,5	26	15	59
21	La	Ol	4,8	23,5	2	21	77
22	La	Ol	4,86	28,6	6	19	75
23	La	Ol	4,63	42,4	6	22	72
24	La	Ol	4,58	39,9	6	25	69
25	La	Ol	5,19	14,7	6	19	75
26	La	Or	5,52	79,3	12	17	71
27	Lar	la	5,14	72,8	12	23	65
28	Lar	Ol	5,11	39,2	4	23	73
29	Lar	Or	5,6	49,4	14	15	71
30	Lar	Or	5,43	42,3	10	13	77
31	Lar	Or	4,93	49,6	18	29	53
32	Lar	Or	5,64	56,6	12	13	75
33	Lr	Oc	5,4	95,1	14	49	37
34	Lr	Oc	5,01	113,8	9	24	67
35	Lr	Oc	5,33	109,7	17	28	55
36	Lr	Ol	5,26	98,9	15	30	55
37	Lr	Or	5,54	108,4	11	22	67
38	Lr	Or	5,82	61,8	7	19	74
39	Lr	Or	5,6	111	12	48	40
40	Lr	Or	4,93	120,3	11	22	67
41	Lr	Or	4,89	110,8	15	30	55

Cuadro A7. Continuación.

Número de muestra	Tipo de manglar	Clase de geoforma	pH	Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )	Fracción Mineral		
					Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
42	Lr	Ol	3,83	93,5	9	14	77
43	Lra	le	4,77	78,5	14	23	63
44	Lra	Ol	5,19	53,6	44	17	39
45	Lra	Or	5,49	57,3	12	11	77
46	Lra	Or	5,19	71,6	23	38	39
47	Ral	Or	5,58	49,8	15	19	66
48	Rl	Ol	4,85	84,4	13	14	73
49	Rl	Or	5,59	113,7	17	16	67
50	Rl	Or	5,41	95,3	15	26	59
51	Rl	Ol	5,19	49,8	56	14	30
52	Rla	Cu	5,61	68,7	19	28	53
53	Rla	Oc	5,4	48,2	15	16	69
54	Rla	Oc	5,32	47	12	17	71
55	Rla	Or	5,6	44,6	8	15	77

Cuadro A8. Contenidos de carbono, nitrógeno y azufre (%) en fracción mineral del suelo, biomasa subterránea (raicillas) y mantillo, del muestreo de sequía (año 2005) en manglares de Marismas Nacionales, Nayarit, México, obtenidos en el analizador LECO CNS-2000.

FRACCIÓN MINERAL				
Número muestra	Peso (g)	Carbono (%)	Nitrógeno (%)	Azufre (%)
su1	0.5714	10.18	0.4610	0.3979
su2	0.5752	8.652	0.4353	0.3144
su3	0.5415	8.794	0.4102	0.4410
su4	0.5091	9.864	0.3859	0.6977
su5	0.5301	7.230	0.3309	0.3156
su6	0.5081	6.021	0.2777	0.2161
su7	0.5803	6.849	0.3699	0.2046
su8	0.5349	11.40	0.5354	0.3738
su9	0.5288	8.631	0.4477	0.3371
su10	0.5101	14.43	0.6253	0.6411
su11	0.5146	16.54	0.7058	0.7386
su12	0.5714	14.65	0.6965	0.6147
su13	0.5216	10.61	0.4808	0.3330
su14	0.5050	11.91	0.5176	0.5897
su15	0.5734	5.900	0.3123	0.1866
su16	0.5381	6.732	0.3059	0.3497
su17	0.5662	3.458	0.1591	0.1028
su18	0.5475	7.759	0.3571	0.2778
su19	0.5774	3.294	0.1402	0.1383
su20	0.5263	8.502	0.3968	0.2687
su21	0.5204	5.212	0.2198	0.2419
su22	0.5367	4.707	0.1913	0.2974
su23	0.5279	6.306	0.3262	0.2123
su24	0.5109	3.962	0.2032	0.2347
su25	0.5185	6.697	0.3468	0.2991
su26	0.5658	3.440	0.2292	0.1523
su27	0.5138	4.989	0.2575	0.1492
su28	0.5225	4.197	0.2358	0.1792
su29	0.5185	6.271	0.3242	0.2568
su30	0.5507	5.495	0.2976	0.2547
su31	0.5156	4.388	0.2648	0.1014
su32	0.5460	0.8271	0.05153	0.1135
su33	0.5671	3.238	0.1789	0.1756
su34	0.5036	4.602	0.2664	0.5630
su35	0.5061	3.230	0.1987	0.2004
su36	0.5078	2.481	0.1847	0.06623
su37	0.5258	1.607	0.1106	0.09123
su38	0.5421	0.9291	0.06584	0.05247
su39	0.5253	9.048	0.4855	0.4915
su40	0.5235	10.56	0.6441	0.4560
su44	0.5276	6.002	0.3388	0.9276
su45	0.5274	4.829	0.2555	0.5416

FRACCIÓN MINERAL (continuación)				
Número muestra	Peso (g)	Carbono (%)	Nitrógeno (%)	Azufre (%)
su40	0.5235	10.56	0.6441	0.4560
su44	0.5276	6.002	0.3388	0.9276
su45	0.5274	4.829	0.2555	0.5416
su46	0.5317	7.792	0.3722	0.8774
su47	0.5176	8.780	0.4250	0.7397
su48	0.5177	9.130	0.4405	0.9647
su49	0.5722	11.71	0.4575	1.003
su50	0.4168	12.94	0.5561	1.115
su51	0.4508	10.18	0.4570	1.055
su52	0.4262	14.90	0.6782	1.192

#### BIOMASA SUBTERRÁNEA (RAICILLAS)

Número muestra	Peso (g)	Carbono (%)	Nitrógeno (%)	Azufre (%)
bs1	0.1926	25.96	0.4301	0.4575
bs2	0.1955	18.28	0.3377	0.1759
bs3	0.1987	23.78	0.3487	0.4132
bs4	0.2098	22.79	0.3774	0.4914
bs5	0.1983	25.27	0.3417	0.3383
bs6	0.1959	30.86	0.4450	0.3475
bs7	0.1937	25.06	0.5083	0.4241
bs8	0.1917	24.38	0.5163	0.4850
bs9	0.2065	26.21	0.4771	0.4889
bs10	0.2004	23.10	0.5099	0.5618
bs11	0.2061	27.57	0.5676	0.5207
bs12	0.1986	29.16	0.6305	0.6302
bs13	0.2069	24.85	0.5879	0.3672
bs14	0.1982	30.70	0.3915	0.5232
bs15	0.2006	22.18	0.4238	0.1663
bs16	0.2070	20.87	0.4565	0.4393
bs17	0.2067	21.93	0.4767	0.2972
bs18	0.1984	27.98	0.5936	0.4551
bs19	0.2078	21.91	0.2813	0.5158
bs20	0.2056	19.83	0.3001	0.3725
bs21	0.2145	28.48	0.5237	0.6022
bs22	0.2020	26.88	0.4738	0.4175
bs23	0.2045	14.88	6.156	0.2384
bs24	0.2030	15.24	0.5283	0.3343
bs25	0.1921	20.81	0.6537	0.5728
bs26	0.2032	28.74	0.5992	0.2693
bs27	0.1912	15.75	0.6862	0.2926
bs28	0.1982	31.21	0.8132	0.3969
bs29	0.2052	19.15	0.8530	0.3107
bs30	0.2154	22.39	0.8760	0.1174
bs31	0.2042	19.07	1.184	0.8472

BIOMASA SUBTERRÁNEA (continuación)

Número muestra	Peso (g)	Carbono (%)	Nitrógeno (%)	Azufre (%)
bs34	0.1975	30.15	2.359	0.3678
bs35	0.2038	35.41	0.8816	0.9558
bs36	0.1951	30.61	0.8570	0.4339
bs37	0.2035	28.54	0.6980	0.6565
bs38	0.2079	28.00	0.3574	0.2364
bs39	0.1990	21.29	0.4210	0.5769
bs40	0.1970	27.68	0.6252	0.4679
bs41	0.1976	22.25	0.8288	0.3353
bs42	0.1990	28.79	1.043	0.7891
bs43	0.2112	18.88	1.401	1.140
bs44	0.2024	23.07	1.809	0.8892
bs45	0.2092	23.13	1.948	0.9788
bs46	0.2098	20.46	2.287	0.8321
bs47	0.2050	22.35	2.747	0.8360
bs48	0.2035	16.58	3.258	0.9705
bs49	0.2001	24.83	3.704	1.115
bs50	0.2004	18.57	3.893	0.8497
bs51	0.2005	30.45	4.286	0.8841
bs52	0.2025	17.43	5.117	1.012

MANTILLO

Número muestra	Peso (g)	Carbono (%)	Nitrógeno (%)	Azufre (%)
ma1	0.2145	36.03	0.8913	0.5343
ma2	0.2065	36.30	0.6176	0.6409
ma3	0.2106	33.80	0.5107	0.4536
ma4	0.2089	34.61	0.5188	0.5179
ma5	0.2202	31.12	0.5843	0.7475
ma6	0.2090	33.30	0.4560	0.4467
ma7	0.2097	38.35	0.5588	0.3782
ma8	0.2120	35.67	0.5608	0.5582
ma9	0.2026	32.14	0.6317	0.5325
ma10	0.1996	33.88	0.5511	0.4806
ma11	0.1979	38.55	0.7919	0.3619
ma12	0.1991	30.91	0.6878	0.6898
ma13	0.2123	32.93	0.5958	0.5212
ma14	0.2124	30.68	0.7300	0.4786
ma15	0.2012	29.29	0.6510	0.4247
ma16	0.2005	35.52	0.8998	0.5826
ma17	0.1936	38.35	0.5093	0.4188
ma18	0.1983	35.76	0.6519	0.2897
ma19	0.2007	33.60	0.6699	0.5147
ma20	0.2068	37.54	0.7983	0.3773
ma21	0.2098	39.59	0.6046	0.4013
ma22	0.2146	27.33	0.5419	0.4202

## MANTILLO (continuación)

<b>Número muestra</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Carbono (%)</b>	<b>Nitrógeno (%)</b>	<b>Azufre (%)</b>
ma25	0.2018	32.71	0.7049	0.5763
ma26	0.2151	25.36	0.6251	0.5723
ma27	0.2008	26.26	0.4934	0.3711
ma28	0.1993	36.05	0.5390	0.3234
ma29	0.1996	37.65	0.5204	0.4318
ma30	0.2083	34.95	0.4820	0.3629
ma31	0.2027	29.82	0.4805	0.4537
ma32	0.2124	39.34	0.6436	0.2373
ma33	0.1965	24.50	0.4821	0.5736
ma34	0.2073	34.09	0.7834	0.4047
ma35	0.2027	31.42	0.7960	1.004
ma36	0.2043	34.46	0.7988	0.7707
ma37	0.2065	34.64	0.7110	0.5907
ma38	0.1979	38.69	0.9548	0.3193
ma39	0.1918	35.86	1.319	0.3848
ma40	0.2066	36.53	0.7389	0.3014
ma41	0.2093	36.45	0.6857	0.5930
ma42	0.1986	35.62	0.8055	0.3553
ma43	0.2001	38.09	0.5860	0.2787
ma44	0.2072	28.46	0.5526	0.5041
ma45	0.2042	25.76	0.6087	0.5546
ma46	0.2056	20.92	0.5741	0.5534
ma47	0.2030	27.58	0.5674	0.5145
ma48	0.2060	27.51	0.5015	0.6051
ma49	0.1993	27.35	0.5879	0.6614
ma50	0.2018	22.17	0.5064	0.7941
ma51	0.2096	18.71	0.5359	0.6765
ma52	0.1925	24.52	0.5932	0.7707

Cuadro A9. Valores de fósforo asimilable de la fracción mineral del suelo para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Número muestra	Peso (g)	Fósforo (mg/L)	Fósforo (mg/g)	Fósforo (mg/kg)	Clase de geoforma	Tipo de manglar
1	1,0096	0,5166	3,58	3581,81	Orr	La
2	0,9991	0,3118	2,18	2184,57	Orr	Lra
3	1,0557	0,6427	4,26	4261,53	Isa	Lar
4	0,9942	0,6338	4,46	4462,48	Ise	Lra
5	0,9930	0,3989	2,81	2811,98	Orc	La
6	0,9944	0,5376	3,78	3784,39	Orc	Al
7	1,0770	0,3391	2,20	2203,99	Orr	Rla
8	1,0094	1,3526	9,38	9380,03	Orr	Lar
9	1,0685	0,8741	5,73	5726,44	Orr	Lar
10	1,0014	0,6973	4,87	4874,28	Orr	Lar
11	1,0060	0,8005	5,57	5570,08	Orr	Lra
12	1,0074	0,6259	4,35	4349,12	Cnp	Rla
13	0,9991	0,6833	4,79	4787,41	Orc	Rla
14	1,0266	1,4557	9,93	9925,87	Orc	Rla
15	1,0002	-0,2700	0,00	0,00	Orl	Al
16	1,0396	-0,2840	0,00	0,00	Orl	Alr
17	1,0263	-0,2770	0,00	0,00	Orr	Alr
18	0,9965	0,1650	1,16	1159,06	Orr	Lar
19	1,0245	0,1900	1,30	1298,19	Cnp	La
20	1,0150	-0,1430	0,00	0,00	Cnp	La
21	0,9950	-0,2170	0,00	0,00	Orl	Lra
22	0,9995	0,2410	1,69	1687,84	Orl	RI
23	1,0159	-0,0070	0,00	0,00	Orr	Ral
24	1,0320	-0,3230	0,00	0,00	Orr	Alr
25	1,0154	-0,3430	0,00	0,00	Cnp	Alr
26	1,0234	0,0100	0,00	0,00	Cnp	Al
27	1,0403	-0,3720	0,00	0,00	Orl	La
28	1,0264	-0,3500	0,00	0,00	Orl	Lar
29	1,0168	0,1510	1,04	1039,54	Orl	La
30	1,0024	-0,0620	0,00	0,00	Orl	La
31	1,0110	-0,3010	0,00	0,00	Orl	La
32	1,0846	-0,0920	0,00	0,00	Cpt	A
33	0,9961	-0,4320	0,00	0,00	Cpt	Al
34	1,0812	-0,3040	0,00	0,00	Cpt	Alr
35	1,0377	2,6210	17,68	17680,45	Cp	A
36	0,9911	0,6550	4,63	4626,17	Bar	A
37	1,0027	1,4620	10,21	10206,44	Orl	Al
38	0,9936	0,7600	5,35	5354,27	Orl	Lr
39	1,0246	0,7700	5,26	5260,59	Orl	RI
40	0,9927	0,8930	6,30	6296,97	Cpt	La
41	1,0148	0,2820	1,95	1945,21	Orc	Lr
42	0,9995	1,0650	7,46	7458,73	Orc	Lr
43	1,0074	0,6430	4,47	4467,94	Orr	Lr
46	1,0998	0,5180	3,30	3296,96	Orr	Lr
47	1,0399	1,2430	8,37	8367,15	Orr	Lr
48	1,0236	0,5620	3,84	3843,30	Orr	RI
49	1,0022	0,4980	3,48	3478,35	Orr	RI
50	1,0182	0,5090	3,50	3499,31	Orl	Lr
51	1,0070	0,8910	6,19	6193,64	Orl	L
52	0,9403	1,8360	13,67	13667,98	Orc	Lr

Cuadro A10. Valores de fósforo total de la biomasa subterránea (raicillas) para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Número muestra	Peso (g)	Fósforo (mg/L)	Fósforo (mg/g)	Fósforo (mg/kg)	Clase de geoforma	Tipo de manglar
1	0,4883	0,2377	0,12	121,70	La	Or
2	s/d	s/d	s/d	s/d	Lra	Or
3	0,4939	0,1867	0,09	94,50	Lar	la
4	0,4941	0,1813	0,09	91,73	Lra	le
5	0,5025	0,2947	0,15	146,62	La	Oc
6	0,5036	0,308	0,15	152,90	Al	Oc
7	0,4881	0,2155	0,11	110,38	Rla	Or
8	0,4898	0,2525	0,13	128,88	Lar	Or
9	0,4941	0,2408	0,12	121,84	Lar	Or
10	0,5019	0,2718	0,14	135,39	Lar	Or
11	0,5028	0,2751	0,14	136,78	Lra	Or
12	0,4964	0,9716	0,49	489,32	Rla	Cu
13	0,4983	0,231	0,12	115,89	Rla	Oc
14	0,4919	0,2045	0,10	103,93	Rla	Oc
15	0,4933	0,3665	0,19	185,74	Al	Ol
16	0,4994	0,2779	0,14	139,12	Alr	Ol
17	0,4926	0,1503	0,08	76,28	Alr	Or
18	0,4953	0,2473	0,12	124,82	Lar	Or
19	0,4991	0,2243	0,11	112,35	La	Cu
20	0,4976	0,1891	0,10	95,01	La	Cu
21	0,4987	0,2130	0,11	106,78	Lra	Ol
22	0,4994	0,3286	0,16	164,50	RI	Ol
23	0,5003	0,2601	0,13	129,97	Ral	Or
24	0,5072	0,2414	0,12	118,99	Alr	Or
25	0,4944	0,1906	0,10	96,38	Alr	Cu
26	0,4914	0,2011	0,10	102,31	Al	Cu
27	0,4403	0,1594	0,09	90,51	La	Ol
28	0,5085	0,3998	0,20	196,56	Lar	Ol
29	0,4945	0,3114	0,16	157,43	La	Ol
30	0,5030	0,4724	0,23	234,79	La	Ol
31	0,5005	0,5007	0,25	250,10	La	Ol
32	0,4960	0,4949	0,25	249,45	La	Ol
33	0,5004	0,3530	0,18	176,36	Al	Cp
34	0,5069	0,7731	0,38	381,29	Alr	Cp
35	0,4852	0,3525	0,18	181,63	A	Cp
36	0,4923	0,4622	0,23	234,71	A	Ba
37	0,4955	0,5244	0,26	264,58	Al	Ol
38	0,492	0,4468	0,23	227,03	Lr	Ol
39	0,5066	0,3082	0,15	152,09	RI	Ol
40	0,497	0,4057	0,20	204,07	La	Cp
41	0,4935	0,3395	0,17	171,99	Lr	Oc
42	0,4938	0,3118	0,16	157,86	Lr	Oc
43	s/d	s/d	s/d	s/d	Lr	Or
46	0,5032	0,3519	0,17	174,83	Lr	Or
47	0,5086	0,4840	0,24	237,91	Lr	Or
48	0,4947	0,2291	0,12	115,78	RI	Or
49	0,4904	0,4285	0,22	218,44	RI	Or
50	0,4930	0,3643	0,18	184,74	Lr	Ol
51	0,5043	0,3162	0,16	156,75	L	Ol
52	0,4935	0,6193	0,31	313,73	Lr	Oc

Cuadro A11. Valores de fósforo total del mantillo para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Número muestra	Peso (g)	Fósforo (mg/L)	Fósforo (mg/g)	Fósforo (mg/kg)	Clase de geoforma	Tipo de manglar
1	0,5007	1,089	0,54	543,74	La	Or
2	0,4909	1,005	0,51	511,82	Lra	Or
3	0,5154	0,636	0,31	308,50	Lar	la
4	0,4909	0,604	0,31	307,60	Lra	le
5	0,4908	0,844	0,43	429,91	La	Oc
6	0,5073	0,381	0,19	187,76	Al	Oc
7	0,5165	0,620	0,30	300,10	Rla	Or
8	0,5012	0,546	0,27	272,35	Lar	Or
9	0,5025	0,580	0,29	288,56	Lar	Or
10	0,4982	0,534	0,27	267,96	Lar	Or
11	0,4961	0,629	0,32	316,97	Lra	Or
12	0,4985	0,766	0,38	384,15	Rla	Cu
13	0,4837	0,699	0,36	361,28	Rla	Oc
14	0,4846	0,792	0,41	408,58	Rla	Oc
15	0,4940	0,839	0,42	424,60	Al	OI
16	0,4965	0,995	0,50	501,01	Alr	OI
17	0,5058	0,496	0,25	245,16	Alr	Or
18	0,4953	0,606	0,31	305,88	Lar	Or
19	0,4907	0,882	0,45	449,36	La	Cu
20	0,4894	0,615	0,31	314,16	La	Cu
21	0,4933	0,443	0,22	224,51	Lra	OI
22	0,4905	0,567	0,29	288,99	RI	OI
23	0,5079	0,493	0,24	242,67	Ral	Or
24	0,5045	0,556	0,28	275,52	Alr	Or
25	0,5053	0,521	0,26	257,77	Alr	Cu
26	0,4923	0,434	0,22	220,39	Al	Cu
27	0,5002	0,508	0,25	253,90	La	OI
28	0,5000	0,474	0,24	237,00	Lar	OI
29	0,4993	0,503	0,25	251,85	La	OI
30	0,4938	0,431	0,22	218,21	La	OI
31	0,5031	0,444	0,22	220,63	La	OI
32	0,4991	0,569	0,29	285,01	La	OI
33	0,4962	0,504	0,25	253,93	Al	Cp
34	0,5016	0,610	0,30	304,03	Alr	Cp
35	0,5023	1,034	0,51	514,63	A	Cp
36	0,5062	0,999	0,49	493,38	A	Ba
37	0,5047	0,951	0,47	471,07	Al	OI
38	0,4922	0,547	0,28	277,83	Lr	OI
39	0,5035	0,453	0,22	224,93	RI	OI
40	0,4948	0,448	0,23	226,35	La	Cp
41	0,4936	0,612	0,31	309,97	Lr	Oc
42	0,4983	0,500	0,25	250,85	Lr	Oc
43	0,4956	0,466	0,24	235,07	Lr	Or
46	0,4927	0,467	0,24	236,96	Lr	Or
47	0,4990	0,455	0,23	227,96	Lr	Or
48	0,4973	0,402	0,20	202,09	RI	Or

49	0,4845	0,496	0,26	255,93	Rl	Or
50	0,4925	0,401	0,20	203,55	Lr	OI
51	0,4964	0,353	0,18	177,78	L	OI
52	0,4987	0,387	0,19	194,00	Lr	Oc

Cuadro A12. Valores de calcio, magnesio y potasio asimilables de la fracción mineral del suelo para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Número muestra	Peso (g)	Ca (ppm) <sup>c</sup>	Mg (ppm) <sup>c</sup>	K (ppm) <sup>c</sup>
1	2,5152	2038,80	5175,25	2106,79
2	2,5033	1814,80	3141,13	2067,27
3	2,4922	2239,38	4826,57	2760,61
4	2,5281	3002,65	3439,73	1898,65
5	2,4757	1573,29	3840,52	2100,41
6	2,4776	1794,07	2626,73	2100,41
7	2,5386	1916,41	2621,28	1953,83
8	2,4826	2090,55	3447,35	1953,83
9	2,4776	1828,38	5249,91	3293,51
10	2,4864	2781,12	7034,42	3764,47
11	2,5015	3952,82	5022,26	2366,58
12	2,4555	3361,84	8786,47	3714,11
13	2,5156	2385,11	5989,18	3714,11
14	2,5439	2833,05	6087,03	3239,12
15	2,4956	2595,76	5100,49	2917,13
16	2,5139	2593,18	4860,65	2673,13
17	2,4984	1755,92	2281,13	1569,00
18	2,4868	3814,54	5834,32	2917,13
19	2,4686	1469,25	1890,30	1328,68
20	2,4840	1811,59	3687,92	2576,48
21	2,5626	1313,89	2529,15	1748,22
22	2,5106	1090,57	1836,05	1194,93
23	2,4867	2488,43	3582,09	1721,15
24	2,5128	2138,25	3174,90	1830,62
25	2,5081	1260,32	2242,33	669,82
26	2,5113	1523,11	2751,56	1895,43
27	2,5013	1289,33	1952,98	1103,42
28	2,4856	1479,72	2619,89	1255,23
29	2,5064	1548,44	2450,92	1228,85
30	2,5123	1833,78	2971,77	1194,12
31	2,4979	1922,81	2698,66	1104,93
32	2,4800	1695,96	1420,96	725,80
33	2,4851	1019,67	2502,91	643,83
34	2,5114	1134,82	1632,55	764,51
35	2,4914	2004,32	5500,12	1396,80
36	2,5019	1528,83	2259,08	1181,10
37	2,4965	2095,73	1838,97	826,80
38	2,5009	1070,41	2119,23	661,36
39	2,4882	1168,71	1291,29	594,80
40	2,5101	3691,08	5024,89	1752,91
41	2,4907	2396,91	4225,71	2039,58
42	2,500	2282,4	3656,00	1984,00
45	2,5053	3101,82	4686,06	2410,88
46	2,5043	1727,65	3354,23	2411,85

47	2,5103	3123,13	4991,84	2437,95
48	2,5074	3249,98	6038,12	2376,96
49	2,4931	3269,02	6080,78	2631,66
50	2,4904	2210,48	6826,21	2533,72
51	2,4990	2687,87	5386,15	2334,53
52	2,4822	2571,91	4548,38	2300,37

<sup>c</sup>Lectura del espectrofotómetro de absorción atómica en partes por mil.

Cuadro A13. Valores de calcio, magnesio y potasio asimilables de la biomasa subterránea (raicillas) y mantillo para la época de sequía (2005) en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

BIOMASA SUBTERRÁNEA				MANTILLO			
Número	Ca	Mg	K	Número	Ca	Mg	K
muestra	(ppm) <sup>c</sup>	(ppm) <sup>c</sup>	(ppm) <sup>c</sup>	muestra	(ppm) <sup>c</sup>	(ppm) <sup>c</sup>	(ppm) <sup>c</sup>
1	3,68	5,35	2,60	1	7,54	6,31	3,26
2	s/d	s/d	s/d	2	6,46	9,58	3,36
3	143,20	3,18	1,76	3	6,38	5,25	3,28
4	26,01	4,23	2,26	4	6,53	5,99	2,98
5	2,61	4,83	2,58	5	4,14	8,64	2,63
6	2,60	3,22	1,96	6	3,97	5,84	2,32
7	2,21	2,67	2,22	7	5,11	5,56	2,70
8	3,14	4,44	2,54	8	5,21	8,95	1,97
9	2,30	3,74	2,73	9	5,04	6,86	2,53
10	2,56	3,78	2,65	10	7,78	6,01	2,61
11	3,89	5,90	2,94	11	5,14	4,57	2,06
12	18,63	5,62	2,14	12	5,31	10,34	2,34
13	2,71	4,33	2,27	13	4,99	5,32	2,35
14	3,18	4,82	2,15	14	5,33	7,26	2,82
15	2,57	4,80	3,04	15	3,26	5,99	2,64
16	2,49	4,40	1,85	16	5,29	5,07	3,15
17	57,00	3,55	2,09	17	4,24	5,83	1,58
18	2,50	4,01	3,24	18	5,10	4,56	2,19
19	2,66	2,92	2,04	19	5,48	7,27	2,40
20	3,14	4,26	3,13	20	7,20	4,81	2,78
21	2,60	3,85	2,29	21	9,88	5,08	3,99
22	2,44	3,41	2,46	22	4,87	5,07	2,20
23	2,77	4,52	2,63	23	4,46	7,43	2,83
24	2,63	3,67	2,85	24	8,12	6,25	2,78
25	2,31	4,14	4,44	25	4,43	7,30	1,76
26	2,41	4,35	3,20	26	3,00	4,47	2,25
27	s/d	s/d	s/d	27	4,52	4,65	2,03
28	5,15	3,67	4,38	28	6,60	3,58	1,93
29	2,78	3,99	3,59	29	14,62	5,45	1,63
30	3,74	4,29	2,85	30	6,74	4,17	1,76
31	2,68	4,30	3,56	31	5,30	3,94	1,98
32	3,16	2,86	2,04	32	5,66	2,25	1,84
33	2,67	11,61	2,10	33	5,80	9,25	2,44
34	3,10	5,75	2,16	34	5,71	6,40	3,20
35	3,94	13,20	2,81	35	6,62	11,15	2,40
36	s/d	s/d	s/d	36	4,30	10,36	1,80
37	4,67	5,94	1,68	37	4,53	7,45	2,39
38	8,02	9,89	3,41	38	9,97	4,03	1,38
39	4,48	8,61	3,28	39	5,74	4,29	1,70
40	6,77	6,12	2,07	40	7,81	5,69	2,12
41	2,48	5,93	2,64	41	11,56	5,64	4,39
44	2,40	6,65	2,05	44	8,50	4,88	3,38
45	8,90	20,40	5,60	45	8,61	6,55	2,97
46	s/d	s/d	s/d	46	74,10	5,73	3,55
47	s/d	s/d	s/d	47	6,37	5,38	3,48
48	42,60	6,25	19,45	48	6,07	5,89	3,26
49	4,05	8,12	4,45	49	11,17	6,23	3,06
50	2,72	7,98	2,46	50	6,26	7,81	2,95
51	7,52	17,15	7,09	51	5,23	7,05	3,54
52	8,95	28,51	10,40	52	8,47	7,14	4,07

<sup>c</sup>Lectura del espectrofotómetro de absorción atómica en partes por mil.

Cuadro A14. Resultados de las pruebas de t, obtenidas con el programa SAS V8 (SAS, 1999), para las épocas de sequía y de lluvia. Análisis estadístico con la prueba de "t" de student para poblaciones independientes.

```
***** GEOFC=Cnp *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al        7 126.6000000  27.75650074  10.49097117  97.10000000  177.1000000
Alr       6  70.5666667  19.25415972   7.86047779  51.40000000  97.1000000
```

```

          Variances          T          DF      Prob>|T|
-----
          Unequal          4.2744          10.6      0.0014
          Equal           4.1509          11.0      0.0016
```

For H0: Variances are equal, F' = 2.08 DF = (6,5) Prob>F' = 0.4395

```
***** GEOFC=Cpt *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al        12  75.1833333  48.38912036  13.96873583  32.50000000  197.8000000
Alr       5 114.1400000  51.79703659  23.16433897  60.90000000  200.1000000
```

```

          Variances          T          DF      Prob>|T|
-----
          Unequal          -1.4402           7.1      0.1925
          Equal           -1.4839          15.0      0.1585
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.15 DF = (4,11) Prob>F' = 0.7709

```
***** GEOF=Or1 *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al        13  69.29230769  42.13722546  11.68676361  25.30000000  164.70000000
Alr       7   72.25714286  15.83254635   5.98414004  38.40000000  84.80000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -0.2258     16.8     0.8241
Equal      -0.1777     18.0     0.8610
```

For H0: Variances are equal, F' = 7.08 DF = (12,6) Prob>F' = 0.0250

```
***** GEOF=Cpt *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al        12  75.18333333  48.38912036  13.96873583  32.50000000  197.80000000
L         2  122.20000000  0.14142136   0.10000000  122.10000000  122.30000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -3.3658     11.0     0.0063
Equal      -1.3287     12.0     0.2086
```

For H0: Variances are equal, F' = 9999.99 DF = (11,1) Prob>F' = 0.0001

```
***** GEOF=Orc *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al         7  92.31428571  19.01450574   7.18680764  71.00000000  114.50000000
L          3  59.53333333  50.51191279  29.16306644   8.40000000  109.40000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal     1.0914      2.2     0.3806
Equal       1.5756      8.0     0.1538
```

For H0: Variances are equal, F' = 7.06 DF = (2,6) Prob>F' = 0.0531

```
***** GEOF=Or1 *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al        13  69.2923077  42.13722546  11.68676361  25.30000000  164.70000000
L         4  100.8750000  34.52085119  17.26042559  59.70000000  139.40000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -1.5151      6.1     0.1801
Equal      -1.3562     15.0     0.1951
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.49 DF = (12,3) Prob>F' = 0.8281

```
***** GEOF=Cnp *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al         7  126.6000000  27.75650074  10.49097117  97.10000000  177.10000000
La        13   76.3692308  26.36896486   7.31343499  31.70000000  106.10000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal     3.9278     11.8     0.0021
Equal       3.9921     18.0     0.0009
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.11 DF = (6,12) Prob>F' = 0.8248

```
***** GEOF=Cpt *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al        12  75.18333333  48.38912036  13.96873583  32.50000000  197.8000000
La        10  75.77000000  22.15049786   7.00460246  43.80000000  118.3000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -0.0375     16.0     0.9705
Equal      -0.0353     20.0     0.9722
```

For H0: Variances are equal, F' = 4.77 DF = (11,9) Prob>F' = 0.0263

```
***** GEOF=Orc *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al         7  92.3142857  19.01450574   7.18680764  71.00000000  114.5000000
La         7  116.6000000  15.87513779   6.00023809  95.40000000  139.0000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -2.5940     11.6     0.0240
Equal      -2.5940     12.0     0.0235
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.43 DF = (6,6) Prob>F' = 0.6723

```
***** GEOF=Orl *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al        13  69.2923077  42.13722546  11.68676361  25.30000000  164.7000000
La        20  105.7100000  26.04437307   5.82369886  67.70000000  167.1000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -2.7890     18.0     0.0121
Equal      -3.0778     31.0     0.0043
```

For H0: Variances are equal, F' = 2.62 DF = (12,19) Prob>F' = 0.0592

```
***** GEOF=Orl *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al        13  69.2923077  42.13722546  11.68676361  25.30000000  164.7000000
Lar       4  101.2500000  8.85757679   4.42878840  92.80000000  108.9000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -2.5571     14.5     0.0223
Equal      -1.4749     15.0     0.1609
```

For H0: Variances are equal, F' = 22.63 DF = (12,3) Prob>F' = 0.0259

```
***** GEOF=Cpt *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Al        12  75.1833333  4.83891E+01  1.39687E+01  32.5000000  197.8000000
Lr         1  122.3000000  .              .              122.3000000  122.3000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    .              .              .              .
Equal      -0.9355     11.0     0.3696
```

NOTE: All values are the same for one CLASS level.

```
***** GEOF=Orc *****
MANG      N      Mean      Std Dev  Std Error  Minimum  Maximum
-----
Al        7  92.31428571  19.01450574  7.18680764  71.00000000  114.50000000
Lr        6  98.25000000  26.35501850  10.75939125  55.40000000  118.50000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -0.4588      9.0      0.6573
Equal      -0.4711     11.0      0.6468
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.92 DF = (5,6) Prob>F' = 0.4496

```
***** GEOF=Orl *****
MANG      N      Mean      Std Dev  Std Error  Minimum  Maximum
-----
Al        13  69.29230769  42.13722546  11.68676361  25.30000000  164.70000000
Lr        7  74.48571429  37.71296985  14.25416278  9.80000000  128.10000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -0.2818     13.7      0.7824
Equal      -0.2721     18.0      0.7887
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.25 DF = (12,6) Prob>F' = 0.8250

```
***** GEOF=Orl *****
MANG      N      Mean      Std Dev  Std Error  Minimum  Maximum
-----
Al        13  69.29230769  42.13722546  11.68676361  25.30000000  164.70000000
Lra       13  88.06923077  33.87310596  9.39470926  29.90000000  142.40000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -1.2522     22.9      0.2231
Equal      -1.2522     24.0      0.2225
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.55 DF = (12,12) Prob>F' = 0.4606

```
***** GEOF=Orl *****
MANG      N      Mean      Std Dev  Std Error  Minimum  Maximum
-----
Al        13  69.29230769  42.13722546  11.68676361  25.30000000  164.70000000
Rl        12  78.31666667  22.99291722  6.63748347  39.50000000  111.00000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    -0.6714     18.9      0.5101
Equal      -0.6565     23.0      0.5180
```

For H0: Variances are equal, F' = 3.36 DF = (12,11) Prob>F' = 0.0538

```
***** GEOF=Cnp *****
MANG      N      Mean      Std Dev  Std Error  Minimum  Maximum
-----
Al        7  126.6000000  27.75650074  10.49097117  97.10000000  177.10000000
Rla       10  94.7600000  55.02961223  17.40189134  47.40000000  185.40000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal    1.5670     14.0      0.1395
Equal      1.4015     15.0      0.1814
```

For H0: Variances are equal, F' = 3.93 DF = (9,6) Prob>F' = 0.1098

\*\*\*\*\* GEOF=Orc \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Al	7	92.31428571	19.01450574	7.18680764	71.00000000	114.50000000
Rla	13	35.38461538	30.74304382	8.52658622	10.10000000	102.40000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	5.1052	17.5	0.0001
Equal	4.4324	18.0	0.0003

For H0: Variances are equal, F' = 2.61 DF = (12,6) Prob>F' = 0.2472

\*\*\*\*\* GEOF=Cpt \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	5	114.14000000	51.79703659	23.16433897	60.90000000	200.10000000
L	2	122.20000000	0.14142136	0.10000000	122.10000000	122.30000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-0.3479	4.0	0.7454
Equal	-0.2079	5.0	0.8435

For H0: Variances are equal, F' = 9999.99 DF = (4,1) Prob>F' = 0.0001

\*\*\*\*\* GEOF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	7	72.2571429	15.83254635	5.98414004	38.40000000	84.80000000
L	4	100.87500000	34.52085119	17.26042559	59.70000000	139.40000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-1.5665	3.7	0.1983
Equal	-1.9220	9.0	0.0868

For H0: Variances are equal, F' = 4.75 DF = (3,6) Prob>F' = 0.1001

\*\*\*\*\* GEOF=Cnp \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	6	70.56666667	19.25415972	7.86047779	51.40000000	97.10000000
La	13	76.36923077	26.36896486	7.31343499	31.70000000	106.10000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-0.5404	13.3	0.5979
Equal	-0.4800	17.0	0.6373

For H0: Variances are equal, F' = 1.88 DF = (12,5) Prob>F' = 0.5048

\*\*\*\*\* GEOF=Cpt \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	5	114.14000000	51.79703659	23.16433897	60.90000000	200.10000000
La	10	75.77000000	22.15049786	7.00460246	43.80000000	118.30000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	1.5855	4.7	0.1773
Equal	2.0523	13.0	0.0608

For H0: Variances are equal, F' = 5.47 DF = (4,9) Prob>F' = 0.0327

\*\*\*\*\* GEOFF=Orl \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	7	72.2571429	15.83254635	5.98414004	38.40000000	84.80000000
La	20	105.7100000	26.04437307	5.82369886	67.70000000	167.10000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-4.0062	17.7	0.0009
Equal	-3.1749	25.0	0.0040

For H0: Variances are equal, F' = 2.71 DF = (19,6) Prob>F' = 0.2216

\*\*\*\*\* GEOFF=Orr \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	13	85.39230769	18.16151891	5.03709905	59.50000000	112.30000000
La	7	99.47142857	18.93266263	7.15587385	70.60000000	119.00000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-1.6089	12.0	0.1337
Equal	-1.6302	18.0	0.1204

For H0: Variances are equal, F' = 1.09 DF = (6,12) Prob>F' = 0.8458

\*\*\*\*\* GEOFF=Orl \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	7	72.2571429	15.83254635	5.98414004	38.40000000	84.80000000
Lar	4	101.2500000	8.85757679	4.42878840	92.80000000	108.90000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-3.8944	9.0	0.0037
Equal	-3.3273	9.0	0.0088

For H0: Variances are equal, F' = 3.20 DF = (6,3) Prob>F' = 0.3682

\*\*\*\*\* GEOFF=Orr \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	13	85.39230769	18.16151891	5.03709905	59.50000000	112.30000000
Lar	28	82.81785714	38.67334285	7.30857482	16.80000000	159.50000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	0.2900	39.0	0.7733
Equal	0.2275	39.0	0.8212

For H0: Variances are equal, F' = 4.53 DF = (27,12) Prob>F' = 0.0085

\*\*\*\*\* GEOFF=Cpt \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	5	114.1400000	5.17970E+01	2.31643E+01	60.90000000	200.10000000
Lr	1	122.3000000	.	.	122.30000000	122.30000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	.	.	.

Equal -0.1438 4.0 0.8926

NOTE: All values are the same for one CLASS level.

\*\*\*\*\* GEOFF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	7	72.25714286	15.83254635	5.98414004	38.40000000	84.80000000
Lr	7	74.48571429	37.71296985	14.25416278	9.80000000	128.10000000

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	-0.1442	8.1	0.8889
Equal	-0.1442	12.0	0.8878

For H0: Variances are equal, F' = 5.67 DF = (6,6) Prob>F' = 0.0531

\*\*\*\*\* GEOFF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	13	85.3923077	18.16151891	5.03709905	59.50000000	112.30000000
Lr	12	100.0500000	35.42730072	10.22698080	42.50000000	160.70000000

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	-1.2857	16.1	0.2167
Equal	-1.3175	23.0	0.2006

For H0: Variances are equal, F' = 3.81 DF = (11,12) Prob>F' = 0.0301

\*\*\*\*\* GEOFF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	7	72.25714286	15.83254635	5.98414004	38.40000000	84.80000000
Lra	13	88.06923077	33.87310596	9.39470926	29.90000000	142.40000000

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	-1.4196	17.8	0.1730
Equal	-1.1579	18.0	0.2620

For H0: Variances are equal, F' = 4.58 DF = (12,6) Prob>F' = 0.0732

\*\*\*\*\* GEOFF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	13	85.3923077	18.16151891	5.03709905	59.50000000	112.30000000
Lra	14	101.5357143	40.85738060	10.91959428	55.10000000	195.50000000

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	-1.3424	18.2	0.1959
Equal	-1.3083	25.0	0.2027

For H0: Variances are equal, F' = 5.06 DF = (13,12) Prob>F' = 0.0082

\*\*\*\*\* GEOFF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Alr	13	85.39230769	18.16151891	5.03709905	59.50000000	112.30000000
Ral	6	94.43333333	29.62874730	12.09588543	36.90000000	117.30000000

Variations	T	DF	Prob> T
------------	---	----	---------

```

-----
Unequal  -0.6900    6.8    0.5131
Equal    -0.8267    17.0    0.4199

```

For H0: Variances are equal, F' = 2.66 DF = (5,12) Prob>F' = 0.1530

\*\*\*\*\* GEOF=Or1 \*\*\*\*\*

```

MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Alr       7  72.25714286  15.83254635  5.98414004  38.40000000  84.80000000
Rl       12  78.31666667  22.99291722  6.63748347  39.50000000  111.00000000

```

```

-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal  -0.6780    16.3    0.5072
Equal    -0.6140    17.0    0.5473

```

For H0: Variances are equal, F' = 2.11 DF = (11,6) Prob>F' = 0.3717

\*\*\*\*\* GEOF=Orr \*\*\*\*\*

```

MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Alr      13  85.39230769  18.16151891  5.03709905  59.50000000  112.30000000
Rl       7  97.11428571  10.96546527  4.14455630  80.80000000  113.20000000

```

```

-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal  -1.7970    17.6    0.0895
Equal    -1.5507    18.0    0.1384

```

For H0: Variances are equal, F' = 2.74 DF = (12,6) Prob>F' = 0.2246

\*\*\*\*\* GEOF=Cnp \*\*\*\*\*

```

MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Alr       6  70.56666667  19.25415972  7.86047779  51.40000000  97.10000000
Rla      10  94.76000000  55.02961223  17.40189134  47.40000000  185.40000000

```

```

-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal  -1.2670    12.1    0.2289
Equal    -1.0275    14.0    0.3216

```

For H0: Variances are equal, F' = 8.17 DF = (9,5) Prob>F' = 0.0324

\*\*\*\*\* GEOF=Orr \*\*\*\*\*

```

MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Alr      13  85.3923077  18.16151891  5.03709905  59.50000000  112.30000000
Rla       7  128.8428571  35.81209559  13.53569984  84.90000000  184.80000000

```

```

-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal  -3.0085     7.7    0.0177
Equal    -3.6426    18.0    0.0019

```

For H0: Variances are equal, F' = 3.89 DF = (6,12) Prob>F' = 0.0434

\*\*\*\*\* GEOF=Cpt \*\*\*\*\*

```

MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
L         2  122.2000000  0.14142136  0.10000000  122.1000000  122.3000000
La       10  75.7700000  22.15049786  7.00460246  43.8000000  118.3000000

```

	Variations	T	DF	Prob> T
	Unequal	6.6278	9.0	0.0001
	Equal	2.8524	10.0	0.0172

For H0: Variances are equal, F' = 9999.99 DF = (9,1) Prob>F' = 0.0001

\*\*\*\*\* GEOF=Orc \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
L	3	59.5333333	50.51191279	29.16306644	8.40000000	109.4000000
La	7	116.6000000	15.87513779	6.00023809	95.40000000	139.0000000

	Variations	T	DF	Prob> T
	Unequal	-1.9167	2.2	0.1877
	Equal	-2.8759	8.0	0.0206

For H0: Variances are equal, F' = 10.12 DF = (2,6) Prob>F' = 0.0239

\*\*\*\*\* GEOF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
L	4	100.8750000	34.52085119	17.26042559	59.70000000	139.4000000
La	20	105.7100000	26.04437307	5.82369886	67.70000000	167.1000000

	Variations	T	DF	Prob> T
	Unequal	-0.2654	3.7	0.8050
	Equal	-0.3227	22.0	0.7500

For H0: Variances are equal, F' = 1.76 DF = (3,19) Prob>F' = 0.3790

\*\*\*\*\* GEOF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
L	4	100.8750000	34.52085119	17.26042559	59.70000000	139.4000000
Lar	4	101.2500000	8.85757679	4.42878840	92.80000000	108.9000000

	Variations	T	DF	Prob> T
	Unequal	-0.0210	3.4	0.9844
	Equal	-0.0210	6.0	0.9839

For H0: Variances are equal, F' = 15.19 DF = (3,3) Prob>F' = 0.0511

\*\*\*\*\* GEOF=Cpt \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
L	2	122.2000000	1.41421E-01	1.00000E-01	122.1000000	122.3000000
Lr	1	122.3000000	.	.	122.3000000	122.3000000

	Variations	T	DF	Prob> T
	Unequal	.	.	.
	Equal	-0.5774	1.0	0.6667

NOTE: All values are the same for one CLASS level.

\*\*\*\*\* GEOF=Orc \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
L	3	59.53333333	50.51191279	29.16306644	8.40000000	109.4000000
Lr	6	98.25000000	26.35501850	10.75939125	55.40000000	118.5000000

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	-1.2455	2.6	0.3179
Equal	-1.5643	7.0	0.1617

For H0: Variances are equal, F' = 3.67 DF = (2,5) Prob>F' = 0.2087

\*\*\*\*\* GEOFF=Orl \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
L	4	100.8750000	34.52085119	17.26042559	59.70000000	139.4000000
Lr	7	74.4857143	37.71296985	14.25416278	9.80000000	128.1000000

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	1.1789	6.9	0.2777
Equal	1.1478	9.0	0.2806

For H0: Variances are equal, F' = 1.19 DF = (6,3) Prob>F' = 0.9588

\*\*\*\*\* GEOFF=Orl \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
L	4	100.8750000	34.52085119	17.26042559	59.70000000	139.4000000
Ll	12	78.3166667	22.99291722	6.63748347	39.50000000	111.0000000

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	1.2199	3.9	0.2909
Equal	1.5086	14.0	0.1536

For H0: Variances are equal, F' = 2.25 DF = (3,11) Prob>F' = 0.2782

\*\*\*\*\* GEOFF=Orl \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
La	20	105.7100000	26.04437307	5.82369886	67.70000000	167.1000000
Lar	4	101.2500000	8.85757679	4.42878840	92.80000000	108.9000000

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	0.6096	15.2	0.5512
Equal	0.3334	22.0	0.7420

For H0: Variances are equal, F' = 8.65 DF = (19,3) Prob>F' = 0.1003

\*\*\*\*\* GEOFF=Orl \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
La	7	99.47142857	18.93266263	7.15587385	70.60000000	119.0000000
Lar	28	82.81785714	38.67334285	7.30857482	16.80000000	159.5000000

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	1.6282	20.2	0.1190
Equal	1.0977	33.0	0.2803

For H0: Variances are equal, F' = 4.17 DF = (27,6) Prob>F' = 0.0813

\*\*\*\*\* GEOFF=Cpt \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
La	10	75.7700000	2.21505E+01	7.00460E+00	43.8000000	118.3000000

Lr	1	122.3000000	.	.	122.3000000	122.3000000
-----						
		Variances	T	DF	Prob> T	
		-----				
		Unequal	.	.	.	
		Equal	-2.0029	9.0	0.0762	

NOTE: All values are the same for one CLASS level.

\*\*\*\*\* GEOF=Orc \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
La	7	116.6000000	15.87513779	6.00023809	95.40000000	139.0000000
Lr	6	98.2500000	26.35501850	10.75939125	55.40000000	118.5000000

		Variances	T	DF	Prob> T	
		-----				
		Unequal	1.4895	8.0	0.1749	
		Equal	1.5494	11.0	0.1496	

For H0: Variances are equal, F' = 2.76 DF = (5,6) Prob>F' = 0.2492

\*\*\*\*\* GEOF=Orl \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
La	20	105.7100000	26.04437307	5.82369886	67.70000000	167.1000000
Lr	7	74.4857143	37.71296985	14.25416278	9.80000000	128.1000000

		Variances	T	DF	Prob> T	
		-----				
		Unequal	2.0278	8.1	0.0767	
		Equal	2.4290	25.0	0.0227	

For H0: Variances are equal, F' = 2.10 DF = (6,19) Prob>F' = 0.2035

\*\*\*\*\* GEOF=Orp \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
La	7	99.4714286	18.93266263	7.15587385	70.60000000	119.0000000
Lr	12	100.0500000	35.42730072	10.22698080	42.50000000	160.7000000

		Variances	T	DF	Prob> T	
		-----				
		Unequal	-0.0464	17.0	0.9636	
		Equal	-0.0397	17.0	0.9688	

For H0: Variances are equal, F' = 3.50 DF = (11,6) Prob>F' = 0.1364

\*\*\*\*\* GEOF=Orl \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
La	20	105.7100000	26.04437307	5.82369886	67.70000000	167.1000000
Lra	13	88.0692308	33.87310596	9.39470926	29.90000000	142.4000000

		Variances	T	DF	Prob> T	
		-----				
		Unequal	1.5960	21.0	0.1254	
		Equal	1.6886	31.0	0.1013	

For H0: Variances are equal, F' = 1.69 DF = (12,19) Prob>F' = 0.2959

\*\*\*\*\* GEOF=Orp \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
------	---	------	---------	-----------	---------	---------

```

La      7  99.4714286  18.93266263  7.15587385  70.60000000  119.0000000
Lra     14 101.5357143  40.85738060  10.91959428  55.10000000  195.5000000

```

```

          Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal  -0.1581      19.0      0.8760
Equal    -0.1259      19.0      0.9012

```

For H0: Variances are equal, F' = 4.66 DF = (13,6) Prob>F' = 0.0692

```

***** GEOF=Orr *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
La        7  99.47142857  18.93266263  7.15587385  70.60000000  119.0000000
Ral      6  94.43333333  29.62874730  12.09588543  36.90000000  117.3000000

```

```

          Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal   0.3585       8.3      0.7290
Equal     0.3714      11.0      0.7174

```

For H0: Variances are equal, F' = 2.45 DF = (5,6) Prob>F' = 0.3060

```

***** GEOF=Orl *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
La        20 105.7100000  26.04437307  5.82369886  67.70000000  167.1000000
Rl        12  78.3166667  22.99291722  6.63748347  39.50000000  111.0000000

```

```

          Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal   3.1022      25.7      0.0046
Equal     3.0045      30.0      0.0053

```

For H0: Variances are equal, F' = 1.28 DF = (19,11) Prob>F' = 0.6865

```

***** GEOF=Orp *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
La        7  99.47142857  18.93266263  7.15587385  70.60000000  119.0000000
Rl        7  97.11428571  10.96546527  4.14455630  80.80000000  113.2000000

```

```

          Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal   0.2850       9.6      0.7817
Equal     0.2850      12.0      0.7805

```

For H0: Variances are equal, F' = 2.98 DF = (6,6) Prob>F' = 0.2095

```

***** GEOF=Cnp *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
La        13  76.36923077  26.36896486  7.31343499  31.70000000  106.1000000
Rla      10  94.76000000  55.02961223  17.40189134  47.40000000  185.4000000

```

```

          Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal  -0.9743      12.2      0.3489
Equal    -1.0619      21.0      0.3003

```

For H0: Variances are equal, F' = 4.36 DF = (9,12) Prob>F' = 0.0206

```

***** GEOF=Orc *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum

```

```
-----
La      7  116.6000000  15.87513779  6.00023809  95.40000000  139.0000000
Rla     13  35.3846154  30.74304382  8.52658622  10.10000000  102.4000000
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal        7.7896    18.0     0.0001
Equal          6.4828    18.0     0.0000
```

For H0: Variances are equal, F' = 3.75 DF = (12,6) Prob>F' = 0.1156

\*\*\*\*\* GEOF=Orp \*\*\*\*\*

```
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
La         7  99.4714286  18.93266263  7.15587385  70.60000000  119.0000000
Rla        7  128.8428571  35.81209559  13.53569984  84.90000000  184.8000000
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal       -1.9183     9.1     0.0869
Equal         -1.9183    12.0     0.0792
```

For H0: Variances are equal, F' = 3.58 DF = (6,6) Prob>F' = 0.1461

\*\*\*\*\* GEOF=Orl \*\*\*\*\*

```
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lar        4  101.2500000  8.85757679  4.42878840  92.80000000  108.9000000
Lr         7  74.4857143  37.71296985  14.25416278  9.80000000  128.1000000
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal        1.7931     7.1     0.1156
Equal          1.3680     9.0     0.2045
```

For H0: Variances are equal, F' = 18.13 DF = (6,3) Prob>F' = 0.0373

\*\*\*\*\* GEOF=Orp \*\*\*\*\*

```
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lar       28  82.8178571  38.67334285  7.30857482  16.80000000  159.5000000
Lr        12  100.0500000  35.42730072  10.22698080  42.50000000  160.7000000
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal       -1.3709    22.7     0.1838
Equal         -1.3226    38.0     0.1939
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.19 DF = (27,11) Prob>F' = 0.7904

\*\*\*\*\* GEOF=Orl \*\*\*\*\*

```
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lar        4  101.2500000  8.85757679  4.42878840  92.80000000  108.9000000
Lra       13  88.0692308  33.87310596  9.39470926  29.90000000  142.4000000
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal        1.2691    15.0     0.2238
Equal          0.7545    15.0     0.4623
```

For H0: Variances are equal, F' = 14.62 DF = (12,3) Prob>F' = 0.0486

\*\*\*\*\* GEOF=Orp \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Lar	28	82.8178571	38.67334285	7.30857482	16.80000000	159.5000000
Lra	14	101.5357143	40.85738060	10.91959428	55.10000000	195.5000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-1.4245	24.9	0.1667
Equal	-1.4515	40.0	0.1544

For H0: Variances are equal, F' = 1.12 DF = (13,27) Prob>F' = 0.7759

\*\*\*\*\* GEOF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Lar	28	82.81785714	38.67334285	7.30857482	16.80000000	159.5000000
Ra1	6	94.43333333	29.62874730	12.09588543	36.90000000	117.3000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-0.8219	9.1	0.4322
Equal	-0.6903	32.0	0.4950

For H0: Variances are equal, F' = 1.70 DF = (27,5) Prob>F' = 0.5804

\*\*\*\*\* GEOF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Lar	4	101.2500000	8.85757679	4.42878840	92.80000000	108.9000000
R1	12	78.3166667	22.99291722	6.63748347	39.50000000	111.0000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	2.8741	13.3	0.0128
Equal	1.9107	14.0	0.0767

For H0: Variances are equal, F' = 6.74 DF = (11,3) Prob>F' = 0.1429

\*\*\*\*\* GEOF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Lar	28	82.81785714	38.67334285	7.30857482	16.80000000	159.5000000
R1	7	97.11428571	10.96546527	4.14455630	80.80000000	113.2000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-1.7016	32.2	0.0985
Equal	-0.9586	33.0	0.3447

For H0: Variances are equal, F' = 12.44 DF = (27,6) Prob>F' = 0.0046

\*\*\*\*\* GEOF=Or1 \*\*\*\*\*

MANG	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
Lar	28	82.8178571	38.67334285	7.30857482	16.80000000	159.5000000
R1a	7	128.8428571	35.81209559	13.53569984	84.90000000	184.8000000

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-2.9920	9.8	0.0138
Equal	-2.8535	33.0	0.0074

For H0: Variances are equal, F' = 1.17 DF = (27,6) Prob>F' = 0.9239

```
***** GEOF=Orl *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lr         7  74.48571429  37.71296985  14.25416278   9.80000000  128.1000000
Lra        13  88.06923077  33.87310596   9.39470926  29.90000000  142.4000000

          Variances      T      DF      Prob>|T|
          -----
          Unequal      -0.7957      11.3      0.4427
          Equal        -0.8232      18.0      0.4212
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.24 DF = (6,12) Prob>F' = 0.7054

```
***** GEOF=Orp *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lr         12 100.05000000  35.42730072  10.22698080  42.50000000  160.7000000
Lra        14 101.5357143  40.85738060  10.91959428  55.10000000  195.5000000

          Variances      T      DF      Prob>|T|
          -----
          Unequal      -0.0993      24.0      0.9217
          Equal        -0.0982      24.0      0.9226
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.33 DF = (13,11) Prob>F' = 0.6432

```
***** GEOF=Orr *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lr         12 100.05000000  35.42730072  10.22698080  42.50000000  160.7000000
Ral        6   94.43333333  29.62874730  12.09588543  36.90000000  117.3000000

          Variances      T      DF      Prob>|T|
          -----
          Unequal       0.3546      11.9      0.7291
          Equal         0.3331      16.0      0.7434
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.43 DF = (11,5) Prob>F' = 0.7295

```
***** GEOF=Orl *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lr         7  74.48571429  37.71296985  14.25416278   9.80000000  128.1000000
Rl         12  78.31666667  22.99291722   6.63748347  39.50000000  111.0000000

          Variances      T      DF      Prob>|T|
          -----
          Unequal      -0.2436       8.7      0.8132
          Equal        -0.2773      17.0      0.7849
```

For H0: Variances are equal, F' = 2.69 DF = (6,11) Prob>F' = 0.1475

```
***** GEOF=Orp *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lr         12 100.05000000  35.42730072  10.22698080  42.50000000  160.7000000
Rl         7   97.1142857  10.96546527   4.14455630  80.80000000  113.2000000

          Variances      T      DF      Prob>|T|
          -----
          Unequal       0.2660      14.2      0.7940
          Equal         0.2112      17.0      0.8353
```

For H0: Variances are equal, F' = 10.44 DF = (11,6) Prob>F' = 0.0092

```
***** GEOF=Orc *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lr         6  98.2500000  26.35501850  10.75939125  55.40000000  118.5000000
Rla        13  35.38461538  30.74304382  8.52658622  10.10000000  102.4000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal      4.5792      11.4      0.0007
Equal        4.3148      17.0      0.0005
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.36 DF = (12,5) Prob>F' = 0.7774

```
***** GEOF=Orp *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lr         12 100.0500000  35.42730072  10.22698080  42.50000000  160.7000000
Rla         7 128.8428571  35.81209559  13.53569984  84.90000000  184.8000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal     -1.6972      12.6      0.1143
Equal       -1.7023      17.0      0.1069
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.02 DF = (6,11) Prob>F' = 0.9198

```
***** GEOF=Orq *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lra        14 101.5357143  40.85738060  10.91959428  55.10000000  195.5000000
Ral         6  94.4333333  29.62874730  12.09588543  36.90000000  117.3000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal      0.4358      13.1      0.6700
Equal        0.3823      18.0      0.7067
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.90 DF = (13,5) Prob>F' = 0.4942

```
***** GEOF=Orl *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lra        13  88.06923077  33.87310596  9.39470926  29.90000000  142.4000000
Rl         12  78.31666667  22.99291722  6.63748347  39.50000000  111.0000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal      0.8478      21.2      0.4060
Equal        0.8349      23.0      0.4124
```

For H0: Variances are equal, F' = 2.17 DF = (12,11) Prob>F' = 0.2099

```
***** GEOF=Orp *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lra        14 101.5357143  40.85738060  10.91959428  55.10000000  195.5000000
Rl         7  97.1142857  10.96546527  4.14455630  80.80000000  113.2000000
```

```

      Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal      0.3786      16.3      0.7099
Equal        0.2780      19.0      0.7840
```

For H0: Variances are equal, F' = 13.88 DF = (13,6) Prob>F' = 0.0040

```
***** GEOF=Orr *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Lra       14  101.5357143  40.85738060  10.91959428  55.10000000  195.5000000
Rla       7   128.8428571  35.81209559  13.53569984  84.90000000  184.8000000
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal      -1.5702      13.7      0.1392
Equal        -1.4997      19.0      0.1501
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.30 DF = (13,6) Prob>F' = 0.7840

```
***** GEOF=Orr *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Ral       6   94.43333333  29.62874730  12.09588543  36.90000000  117.3000000
Rl        7   97.11428571  10.96546527  4.14455630   80.80000000  113.2000000
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal      -0.2097      6.2      0.8407
Equal        -0.2236     11.0     0.8272
```

For H0: Variances are equal, F' = 7.30 DF = (5,6) Prob>F' = 0.0312

```
***** GEOF=Orr *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Ral       6   94.43333333  29.62874730  12.09588543  36.90000000  117.3000000
Rla       7   128.8428571  35.81209559  13.53569984  84.90000000  184.8000000
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal      -1.8955     11.0     0.0846
Equal        -1.8660     11.0     0.0889
```

For H0: Variances are equal, F' = 1.46 DF = (6,5) Prob>F' = 0.6943

```
***** GEOF=Orr *****
MANG      N      Mean      Std Dev      Std Error      Minimum      Maximum
-----
Rl        7   97.11428571  10.96546527  4.14455630   80.80000000  113.2000000
Rla       7   128.8428571  35.81209559  13.53569984  84.90000000  184.8000000
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal      -2.2414      7.1      0.0594
Equal        -2.2414     12.0     0.0447
```

For H0: Variances are equal, F' = 10.67 DF = (6,6) Prob>F' = 0.0110

### POR ÉPOCA DEL AÑO

```
***** GEOF=Cnp *****
CONDIC    N      Mean      Std Dev      Std Error
-----
L         31     91.81935484  41.98445283  7.54063033
s         5     80.72000000  27.13442463  12.13488360
```

```
-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
```

Unequal	0.7769	7.5	0.4610
Equal	0.5684	34.0	0.5735

For H0: Variances are equal, F' = 2.39 DF = (30,4) Prob>F' = 0.4109

\*\*\*\*\* GEOF=Cpt \*\*\*\*\*

CONDIC	N	Mean	Std Dev	Std Error
L	27	85.67777778	43.60563948	8.39190923
s	3	94.66666667	28.16599605	16.26164540

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	-0.4912	3.2	0.6555
Equal	-0.3460	28.0	0.7319

For H0: Variances are equal, F' = 2.40 DF = (26,2) Prob>F' = 0.6736

\*\*\*\*\* GEOF=Orc \*\*\*\*\*

CONDIC	N	Mean	Std Dev	Std Error
L	29	75.31379310	44.58401158	8.27904311
s	7	72.34285714	32.82635410	12.40719563

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	0.1992	12.0	0.8455
Equal	0.1650	34.0	0.8699

For H0: Variances are equal, F' = 1.84 DF = (28,6) Prob>F' = 0.4567

\*\*\*\*\* GEOF=Orl \*\*\*\*\*

CONDIC	N	Mean	Std Dev	Std Error
L	65	88.04153846	33.78115642	4.19003677
s	15	80.84666667	26.92677549	6.95246354

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	0.8863	25.3	0.3838
Equal	0.7691	78.0	0.4441

For H0: Variances are equal, F' = 1.57 DF = (64,14) Prob>F' = 0.3490

\*\*\*\*\* GEOF=Orr \*\*\*\*\*

CONDIC	N	Mean	Std Dev	Std Error
L	78	96.66282051	36.21645643	4.10070619
s	16	84.75000000	20.59349412	5.14837353

Variances	T	DF	Prob> T
Unequal	1.8099	37.2	0.0784
Equal	1.2707	92.0	0.2070

For H0: Variances are equal, F' = 3.09 DF = (77,15) Prob>F' = 0.0174

\*\*\*\*\* MANG=A1 \*\*\*\*\*

CONDIC	N	Mean	Std Dev	Std Error
L	46	79.89565217	42.47515329	6.26261969
s	5	70.10000000	16.96805823	7.58834633

Variances	T	DF	Prob> T
-----------	---	----	---------

```

-----
Unequal    0.9956    10.9    0.3411
Equal     0.5075    49.0    0.6141

```

For H0: Variances are equal, F' = 6.27 DF = (45,4) Prob>F' = 0.0848

\*\*\*\*\* MANG=Alr \*\*\*\*\*

```

CONDIC      N          Mean          Std Dev          Std Error
-----
L           27          85.39629630      29.73700727      5.72288972
s           4           76.07500000      21.34906321      10.67453161

```

```

-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal        0.7696    4.9    0.4769
Equal          0.6003    29.0   0.5530

```

For H0: Variances are equal, F' = 1.94 DF = (26,3) Prob>F' = 0.6494

\*\*\*\*\* MANG=L \*\*\*\*\*

```

CONDIC      N          Mean          Std Dev          Std Error
-----
L           7           100.27142857     31.42683112     11.87822566
s           2           62.30000000      76.22611101     53.90000000

```

```

-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal        0.6880    1.1    0.6110
Equal          1.1566    7.0    0.2854

```

For H0: Variances are equal, F' = 5.88 DF = (1,6) Prob>F' = 0.1030

\*\*\*\*\* MANG=La \*\*\*\*\*

```

CONDIC      N          Mean          Std Dev          Std Error
-----
L           47          94.38723404     29.20938367     4.26062650
s           10         94.10000000     20.94490126     6.62335934

```

```

-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal        0.0365    17.4   0.9713
Equal          0.0294    55.0   0.9766

```

For H0: Variances are equal, F' = 1.94 DF = (46,9) Prob>F' = 0.2866

\*\*\*\*\* MANG=Lar \*\*\*\*\*

```

CONDIC      N          Mean          Std Dev          Std Error
-----
L           33          89.52727273     38.33507918     6.67328072
s           5           95.08000000     20.84579094     9.32252112

```

```

-----
Variances      T      DF      Prob>|T|
-----
Unequal       -0.4843    8.9    0.6399
Equal        -0.3144    36.0   0.7550

```

For H0: Variances are equal, F' = 3.38 DF = (32,4) Prob>F' = 0.2428

\*\*\*\*\* MANG=Lr \*\*\*\*\*

```

CONDIC      N          Mean          Std Dev          Std Error
-----
L           19          106.66315789     27.83469479     6.38571693
s           7           58.17142857     25.32552825     9.57214994

```

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	4.2142	11.8	0.0013
Equal	4.0279	24.0	0.0005

For H0: Variances are equal, F' = 1.21 DF = (18,6) Prob>F' = 0.8730

\*\*\*\*\* MANG=Lra \*\*\*\*\*

CONDIC	N	Mean	Std Dev	Std Error
L	30	102.73000000	38.16998415	6.96885378
s	3	85.23333333	18.14754345	10.47748910

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	1.3905	4.1	0.2353
Equal	0.7766	31.0	0.4433

For H0: Variances are equal, F' = 4.42 DF = (29,2) Prob>F' = 0.4018

\*\*\*\*\* MANG=Rl \*\*\*\*\*

CONDIC	N	Mean	Std Dev	Std Error
L	13	85.30000000	24.49904760	6.79481326
s	6	85.11666667	13.39005850	5.46646849

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	0.0210	16.2	0.9835
Equal	0.0170	17.0	0.9866

For H0: Variances are equal, F' = 3.35 DF = (12,5) Prob>F' = 0.1913

\*\*\*\*\* MANG=Rla \*\*\*\*\*

CONDIC	N	Mean	Std Dev	Std Error
L	26	73.70000000	59.45479627	11.66004486
s	4	98.32500000	9.98110715	4.99055358

Variations	T	DF	Prob> T
Unequal	-1.9416	27.3	0.0626
Equal	-0.8147	28.0	0.4221

For H0: Variances are equal, F' = 35.48 DF = (25,3) Prob>F' = 0.0131

Cuadro A15. Análisis estadístico por matriz de correlación para las variables de suelo, biomasa subterránea y mantillo de las muestras obtenidas en las clases de geoforma y tipos de manglar en temporada de Lluvias (2004) y Sequía (2005), en Marismas Nacionales, Nayarit, México.

### SIGNIFICADO DE CLAVES

OBS = número progresivo de muestra o de observación  
CONDIC = s = sequía  
MANG = tipo de manglar  
GEOF = clase de geoforma  
PH = pH del suelo  
CE = conductividad eléctrica ( $\text{dS m}^{-1}$ )  
A = arena (%)  
L = limo (%)  
ARC = arcilla (%)  
CS = carbono del suelo (%)  
SS = azufre del suelo (%)  
NS = nitrógeno del suelo (%)  
PS = fósforo del suelo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
CNS = relación carbono/nitrógeno del suelo (adimensional)  
CM = carbono del mantillo (%)  
SM = azufre del mantillo (%)  
NM = nitrógeno del mantillo (%)  
PM = fósforo del mantillo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
CNM = relación carbono/nitrógeno del mantillo (adimensional)  
CB = carbono de la biomasa subterránea (%)  
SB = azufre de la biomasa subterránea (%)  
NB = nitrógeno de la biomasa subterránea (%)  
CNB = relación carbono/nitrógeno de la biomasa subterránea (adimensional)  
PB = fósforo de la biomasa subterránea ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
CAS = calcio del suelo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
MGS = magnesio del suelo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
KS = potasio del suelo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
CAM = calcio del mantillo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
MGM = magnesio del mantillo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
KM = potasio del mantillo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
CAB = calcio de la biomasa subterránea ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
MGB = magnesio de la biomasa subterránea ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
KB = potasio de la biomasa subterránea ( $\text{mg kg}^{-1}$ )  
DAP = densidad aparente ( $\text{g cm}^{-3}$ )

	PH	CE	A	L	ARC	CS
PH	1.00000	0.02378	-0.23509	0.43854	0.07529	0.37981
	8	0.9554	0.5752	0.2771	0.8594	0.3534
	8	8	8	8	8	8
CE	0.02378	1.00000	-0.17674	0.26657	0.07956	0.43475
	8	0.9554	0.6755	0.5233	0.8515	0.2817
	8	8	8	8	8	8
A	-0.23509	-0.17674	1.00000	-0.17867	-0.93377	-0.53797
	8	0.5752	0.6755	0.6720	0.0007	0.1690
	8	8	8	8	8	8
L	0.43854	0.26657	-0.17867	1.00000	-0.18527	0.76727
	8	0.2771	0.6720	0.6605	0.6605	<b>0.0263</b>
	8	8	8	8	8	8
ARC	0.07529	0.07956	-0.93377	-0.18527	1.00000	0.25823
	8	0.8594	0.0007	0.6605	8	0.5369
	8	8	8	8	8	8
CS	0.37981	0.43475	-0.53797	0.76727	0.25823	1.00000
	8	0.3534	0.2817	0.1690	0.0263	0.5369
	8	8	8	8	8	8
SS	0.20621	0.84584	-0.22007	0.54004	0.02338	0.66997
	8	0.6242	<b>0.0081</b>	0.6005	0.1671	0.9562
	8	8	8	8	8	0.0691
	8	8	8	8	8	8
NS	0.26760	0.32011	-0.64550	0.75493	0.37012	0.94234
	8	0.5217	0.4395	0.0839	<b>0.0304</b>	0.3668
	8	8	8	8	8	<b>0.0005</b>
	8	8	8	8	8	8
PS	-0.19716	-0.12895	-0.43558	0.00860	0.43191	0.46926
	8	0.6398	0.7609	0.2807	0.9839	0.2852
	8	8	8	8	8	0.2408
	8	8	8	8	8	8
CNS	0.22232	0.32512	0.49282	0.05372	-0.51174	0.12602
	8	0.5967	0.4320	0.2147	0.8995	0.1948
	8	8	8	8	8	0.7662
	8	8	8	8	8	8
CM	-0.26015	-0.68700	-0.29418	-0.22799	0.37674	-0.31464
	8	0.5338	0.0598	0.4794	0.5871	0.3576
	8	8	8	8	8	0.4478
	8	8	8	8	8	8
	SS	NS	PS	CNS	CM	SM
PH	0.20621	0.26760	-0.19716	0.22232	-0.26015	0.55457
	8	0.6242	0.5217	0.6398	0.5967	0.5338
	8	8	8	8	8	0.1537
	8	8	8	8	8	8
CE	0.84584	0.32011	-0.12895	0.32512	-0.68700	0.60739
	8	SS	NS	PS	CNS	CM
	8	0.0081	0.4395	0.7609	0.4320	0.0598
	8	8	8	8	8	0.1102
	8	8	8	8	8	8
A	-0.22007	-0.64550	-0.43558	0.49282	-0.29418	-0.13803
	8	0.6005	0.0839	0.2807	0.2147	0.4794
	8	8	8	8	8	0.7445
	8	8	8	8	8	8
L	0.54004	0.75493	0.00860	0.05372	-0.22799	0.80104
	8	0.1671	<b>0.0304</b>	0.9839	0.8995	0.5871
	8	8	8	8	8	<b>0.0169</b>
	8	8	8	8	8	8
ARC	0.02338	0.37012	0.43191	-0.51174	0.37674	-0.15349
	8	0.9562	0.3668	0.2852	0.1948	0.3576
	8	8	8	8	8	0.7167
	8	8	8	8	8	8
CS	0.66997	0.94234	0.46926	0.12602	-0.31464	0.78021
	8	0.0691	<b>0.0005</b>	0.2408	0.7662	0.4478
	8	8	8	8	8	<b>0.0224</b>
	8	8	8	8	8	8
SS	1.00000	0.48070	0.12699	0.51215	-0.78154	0.83694
	8	0.2279	0.7644	0.1944	<b>0.0220</b>	<b>0.0096</b>
	8	8	8	8	8	8
	8	8	8	8	8	8
NS	0.48070	1.00000	0.45434	-0.20410	-0.01257	0.59776
	8	0.2279	0.2581	0.6278	0.9764	0.1176
	8	8	8	8	8	8
	8	8	8	8	8	8
PS	0.12699	0.45434	1.00000	0.00269	0.08970	-0.04121
	8	0.7644	0.2581	0.9950	0.8327	0.9228
	8	8	8	8	8	8
	8	8	8	8	8	8
CNS	0.51215	-0.20410	0.00269	1.00000	-0.90278	0.50876

	0.1944	0.6278	0.9950		<b>0.0021</b>	0.1979
	8	8	8	8	8	8
CM	-0.78154	-0.01257	0.08970	-0.90278	1.00000	-0.70324
	<b>0.0220</b>	0.9764	0.8327	<b>0.0021</b>		0.0517
	8	8	8	8	8	8
	NM	PM	CNM	CB	SB	NB
PH	-0.59072	0.25167	0.15475	0.07895	0.40391	0.40590
	0.1231	0.5477	0.7145	0.8664	0.3688	0.3663
	8	8	8	7	7	7
CE	-0.02517	-0.73500	-0.72651	-0.40722	0.82686	0.86184
	0.9528	0.0378	<b>0.0412</b>	0.3646	0.0218	<b>0.0126</b>
	8	8	8	7	7	7
A	-0.36739	-0.07504	-0.04341	-0.62241	-0.25273	-0.20057
	0.3706	0.8598	0.9187	0.1355	0.5845	0.6663
	8	8	8	7	7	7
L	0.06877	0.27131	-0.30363	-0.54461	0.48473	0.70797
	0.8715	0.5157	0.4647	0.2062	0.2703	0.0751
	8	8	8	7	7	7
ARC	0.34192	-0.02373	0.15379	0.78525	0.13305	0.02050
	0.4071	0.9555	0.7162	0.0364	0.7761	0.9652
	8	8	8	7	7	7
CS	0.30580	0.26590	-0.57211	-0.02648	0.75489	0.65732
	0.4614	0.5244	0.1384	0.9551	<b>0.0498</b>	0.1086
	8	8	8	7	7	7
SS	-0.05863	-0.38352	-0.80008	-0.51412	0.91077	0.94744
	0.8903	0.3483	<b>0.0171</b>	0.2378	<b>0.0044</b>	<b>0.0012</b>
	8	8	8	7	7	7
NS	0.50081	0.30730	-0.39180	0.19511	0.51826	0.46245
	0.2062	0.4591	0.3371	0.6750	0.2334	0.2961
	8	8	8	7	7	7
PS	0.66701	0.50824	-0.38881	0.43328	0.14592	-0.14318
	0.0708	0.1984	0.3411	0.3315	0.7549	0.7594
	8	8	8	7	7	7
CNS	-0.51729	-0.11398	-0.58808	-0.62255	0.62600	0.51110
	0.1892	0.7881	0.1252	0.1354	0.1326	0.2411
	8	8	8	7	7	7
CM	0.44299	0.38879	0.74997	0.66376	-0.84712	-0.79512
	0.2717	0.3411	<b>0.0321</b>	0.1040	<b>0.0161</b>	<b>0.0326</b>
	8	8	8	7	7	7
	CNB	PB	CAS	MGS	KS	CAM
PH	-0.21806	0.27731	0.25088	0.42144	0.39306	0.09169
	0.6385	0.5061	0.5490	0.2984	0.3354	0.8290
	7	8	8	8	8	8
CE	-0.88333	0.11060	0.21454	0.36869	-0.08116	0.44665
	<b>0.0084</b>	0.7943	0.6099	0.3688	0.8485	0.2672
	7	8	8	8	8	8
A	0.29234	0.08105	-0.65448	-0.43147	-0.51518	-0.20176
	0.5246	0.8487	0.0783	0.2858	0.1913	0.6318
	7	8	8	8	8	8
L	-0.67984	0.82226	0.71822	0.64782	0.46275	0.62042
	0.0929	0.0122	<b>0.0448</b>	0.0824	0.2482	0.1008
	7	8	8	8	8	8
ARC	-0.12255	-0.38002	0.39244	0.19531	0.34623	-0.02415
	0.7935	0.3531	0.3362	0.6430	0.4008	0.9547
	7	8	8	8	8	8
CS	-0.80943	0.53110	0.93010	0.94258	0.78458	0.42132
	0.0274	0.1756	0.0008	<b>0.0005</b>	<b>0.0211</b>	0.2985
	7	8	8	8	8	8
SS	-0.97468	0.17295	0.42695	0.51869	0.13442	0.71701
	0.0002	0.6821	0.2914	0.1878	0.7510	0.0453
	7	8	8	8	8	8
NS	-0.64278	0.61040	0.98687	0.87992	0.77753	0.34376
	0.1194	0.1080	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0039</b>	<b>0.0231</b>	0.4044
	7	8	8	8	8	8
PS	-0.10137	-0.12720	0.57137	0.44653	0.56111	-0.06887

	0.8288	0.7641	0.1390	0.2674	0.1479	0.8713
	7	8	8	8	8	8
CNS	-0.48617	-0.11598	-0.20622	0.17147	-0.02837	0.16419
	0.2686	0.7845	0.6242	0.6847	0.9468	0.6976
	7	8	8	8	8	8
CM	0.76128	-0.02411	0.03691	-0.31386	0.05345	-0.35182
	0.0468	0.9548	0.9309	0.4490	0.9000	0.3928
	7	8	8	8	8	8
	MGM	KM	CAB	MGB	KB	DAP
PH	0.59987	0.30523	-0.02443	0.03281	0.00720	-0.17432
	0.1159	0.4622	0.9542	0.9385	0.9865	0.6797
	8	8	8	8	8	8
CE	0.20713	0.68849	0.43721	0.93655	0.44967	-0.46643
	0.6226	0.0590	0.2787	<b>0.0006</b>	0.2636	0.2440
	8	8	8	8	8	8
A	-0.18344	-0.33789	-0.16665	-0.26371	-0.08196	0.69916
	0.6637	0.4130	0.6933	0.5280	0.8470	0.0536
	8	8	8	8	8	8
L	0.84050	0.35585	0.55875	0.39836	0.52022	-0.64818
	<b>0.0090</b>	0.3870	0.1500	0.3283	0.1863	0.0822
	8	8	8	8	8	8
ARC	-0.12249	0.20804	-0.03679	0.11849	-0.10736	-0.46254
	0.7726	0.6210	0.9311	0.7799	0.8002	0.2485
	8	8	8	8	8	8
CS	0.79387	0.42342	0.40178	0.66920	0.28294	-0.94522
	<b>0.0187</b>	0.2959	0.3238	0.0695	0.4971	<b>0.0004</b>
	8	8	8	8	8	8
SS	0.45076	0.87084	0.71094	0.91971	0.66963	-0.64279
	0.2623	0.0049	0.0480	0.0012	0.0693	0.0856
	8	8	8	8	8	8
NS	0.74519	0.24528	0.31518	0.52856	0.19806	-0.94353
	<b>0.0339</b>	0.5582	0.4470	0.1781	0.6382	<b>0.0004</b>
	8	8	8	8	8	8
PS	0.21421	-0.00822	0.00168	0.16517	-0.18694	-0.52147
	0.6105	0.9846	0.9969	0.6959	0.6576	0.1850
	8	8	8	8	8	8
CNS	0.16429	0.39456	0.20073	0.39944	0.20000	0.06378
	0.6975	0.3334	0.6336	0.3269	0.6349	0.8807
	8	8	8	8	8	8
CM	-0.29091	-0.62936	-0.36078	-0.70959	-0.37110	0.16252
	0.4845	0.0945	0.3800	<b>0.0487</b>	0.3654	0.7006
	8	8	8	8	8	8
	PH	CE	A	L	ARC	CS
SM	0.55457	0.60739	-0.13803	0.80104	-0.15349	0.78021
	0.1537	0.1102	0.7445	<b>0.0169</b>	0.7167	<b>0.0224</b>
	8	8	8	8	8	8
NM	-0.59072	-0.02517	-0.36739	0.06877	0.34192	0.30580
	0.1231	0.9528	0.3706	0.8715	0.4071	0.4614
	8	8	8	8	8	8
PM	0.25167	-0.73500	-0.07504	0.27131	-0.02373	0.26590
	0.5477	<b>0.0378</b>	0.8598	0.5157	0.9555	0.5244
	8	8	8	8	8	8
CNM	0.15475	-0.72651	-0.04341	-0.30363	0.15379	-0.57211
	0.7145	<b>0.0412</b>	0.9187	0.4647	0.7162	0.1384
	8	8	8	8	8	8
CB	0.07895	-0.40722	-0.62241	-0.54461	0.78525	-0.02648
	0.8664	0.3646	0.1355	0.2062	0.0364	0.9551
	7	7	7	7	7	7
SB	0.40391	0.82686	-0.25273	0.48473	0.13305	0.75489
	0.3688	0.0218	0.5845	0.2703	0.7761	<b>0.0498</b>
	7	7	7	7	7	7
NB	0.40590	0.86184	-0.20057	0.70797	0.02050	0.65732
	0.3663	<b>0.0126</b>	0.6663	0.0751	0.9652	0.1086
	7	7	7	7	7	7
CNB	-0.21806	-0.88333	0.29234	-0.67984	-0.12255	-0.80943

	0.6385	<b>0.0084</b>	0.5246	0.0929	0.7935	<b>0.0274</b>
	7	7	7	7	7	7
PB	0.27731	0.11060	0.08105	0.82226	-0.38002	0.53110
	0.5061	0.7943	0.8487	<b>0.0122</b>	0.3531	0.1756
	8	8	8	8	8	8
CAS	0.25088	0.21454	-0.65448	0.71822	0.39244	0.93010
	0.5490	0.6099	0.0783	0.0448	0.3362	<b>0.0008</b>
	8	8	8	8	8	8
MGS	0.42144	0.36869	-0.43147	0.64782	0.19531	0.94258
	0.2984	0.3688	0.2858	0.0824	0.6430	<b>0.0005</b>
	8	8	8	8	8	8
	SS	NS	PS	CNS	CM	SM
SM	0.83694	0.59776	-0.04121	0.50876	-0.70324	1.00000
	<b>0.0096</b>	0.1176	0.9228	0.1979	0.0517	
	8	8	8	8	8	8
NM	-0.05863	0.50081	0.66701	-0.51729	0.44299	-0.26153
	0.8903	0.2062	0.0708	0.1892	0.2717	0.5315
	8	8	8	8	8	8
PM	-0.38352	0.30730	0.50824	-0.11398	0.38879	-0.04937
	0.3483	0.4591	0.1984	0.7881	0.3411	0.9076
	8	8	8	8	8	8
CNM	-0.80008	-0.39180	-0.38881	-0.58808	0.74997	-0.57254
	<b>0.0171</b>	0.3371	0.3411	0.1252	0.0321	0.1380
	8	8	8	8	8	8
CB	-0.51412	0.19511	0.43328	-0.62255	0.66376	-0.57654
	0.2378	0.6750	0.3315	0.1354	0.1040	0.1754
	7	7	7	7	7	7
SB	0.91077	0.51826	0.14592	0.62600	-0.84712	0.85715
	<b>0.0044</b>	0.2334	0.7549	0.1326	<b>0.0161</b>	<b>0.0137</b>
	7	7	7	7	7	7
NB	0.94744	0.46245	-0.14318	0.51110	-0.79512	0.92857
	<b>0.0012</b>	0.2961	0.7594	0.2411	<b>0.0326</b>	<b>0.0025</b>
	7	7	7	7	7	7
CNB	-0.97468	-0.64278	-0.10137	-0.48617	0.76128	-0.90231
	<b>0.0002</b>	0.1194	0.8288	0.2686	0.0468	<b>0.0054</b>
	7	7	7	7	7	7
PB	0.17295	0.61040	-0.12720	-0.11598	-0.02411	0.49590
	0.6821	0.1080	0.7641	0.7845	0.9548	0.2114
	8	8	8	8	8	8
CAS	0.42695	0.98687	0.57137	-0.20622	0.03691	0.53282
	0.2914	<.0001	0.1390	0.6242	0.9309	0.1739
	8	8	8	8	8	8
MGS	0.51869	0.87992	0.44653	0.17147	-0.31386	0.69848
	0.1878	0.0039	0.2674	0.6847	0.4490	0.0540
	8	8	8	8	8	8
	NM	PM	CNM	CB	SB	NB
SM	-0.26153	-0.04937	-0.57254	-0.57654	0.85715	0.92857
	0.5315	0.9076	0.1380	0.1754	0.0137	0.0025
	8	8	8	7	7	7
NM	1.00000	0.22895	-0.26043	0.39703	-0.20442	-0.32697
		0.5855	0.5333	0.3778	0.6602	0.4741
	8	8	8	7	7	7
PM	0.22895	1.00000	0.25127	0.38483	-0.40839	-0.56073
	0.5855		0.5483	0.3940	0.3630	0.1904
	8	8	8	7	7	7
CNM	-0.26043	0.25127	1.00000	0.43479	-0.77016	-0.62725
	0.5333	0.5483		0.3296	0.0428	0.1316
	8	8	8	7	7	7
CB	0.39703	0.38483	0.43479	1.00000	-0.31181	-0.52879
	0.3778	0.3940	0.3296		0.4960	0.2223
	7	7	7	7	7	7
SB	-0.20442	-0.40839	-0.77016	-0.31181	1.00000	0.90695
	0.6602	0.3630	0.0428	0.4960		0.0048
	7	7	7	7	7	7

NB	-0.32697	-0.56073	-0.62725	-0.52879	0.90695	1.00000
	0.4741	0.1904	0.1316	0.2223	0.0048	
	7	7	7	7	7	7
CNB	0.07230	0.47912	0.77638	0.44780	-0.93375	-0.94871
	0.8776	0.2767	0.0401	0.3137	0.0021	0.0011
	7	7	7	7	7	7
PB	0.20278	0.30179	-0.18408	-0.84391	0.11584	0.45035
	0.6301	0.4676	0.6626	0.0170	0.8047	0.3106
	8	8	8	7	7	7
CAS	0.55169	0.41825	-0.37348	0.27644	0.44102	0.34524
	0.1563	0.3024	0.3621	0.5484	0.3219	0.4482
	8	8	8	7	7	7
MGS	0.27473	0.32503	-0.54988	0.10616	0.77469	0.54789
	0.5102	0.4321	0.1580	0.8208	0.0408	0.2029
	8	8	8	7	7	7
	CNB	PB	CAS	MGS	KS	CAM
SM	-0.90231	0.49590	0.53282	0.69848	0.41473	0.64229
	0.0054	0.2114	0.1739	0.0540	0.3069	0.0859
	7	8	8	8	8	8
NM	0.07230	0.20278	0.55169	0.27473	0.29446	-0.09963
	0.8776	0.6301	0.1563	0.5102	0.4790	0.8144
	7	8	8	8	8	8
PM	0.47912	0.30179	0.41825	0.32503	0.64668	-0.22496
	0.2767	0.4676	0.3024	0.4321	0.0831	0.5922
	7	8	8	8	8	8
CNM	0.77638	-0.18408	-0.37348	-0.54988	-0.16979	-0.30770
	0.0401	0.6626	0.3621	0.1580	0.6877	0.4584
	7	8	8	8	8	8
CB	0.44780	-0.84391	0.27644	0.10616	0.41564	-0.59352
	0.3137	0.0170	0.5484	0.8208	0.3537	0.1601
	7	7	7	7	7	7
SB	-0.93375	0.11584	0.44102	0.77469	0.28740	0.42488
	0.0021	0.8047	0.3219	0.0408	0.5320	0.3420
	7	7	7	7	7	7
NB	-0.94871	0.45035	0.34524	0.54789	0.05239	0.70007
	0.0011	0.3106	0.4482	0.2029	0.9112	0.0799
	7	7	7	7	7	7
CNB	1.00000	-0.40038	-0.53841	-0.72790	-0.24463	-0.66080
		0.3734	0.2125	0.0637	0.5970	0.1061
	7	7	7	7	7	7
PB	-0.40038	1.00000	0.56526	0.56270	0.37003	0.15136
	0.3734		0.1443	0.1465	0.3669	0.7205
	7	8	8	8	8	8
CAS	-0.53841	0.56526	1.00000	0.86586	0.80669	0.30297
	0.2125	0.1443		0.0054	0.0155	0.4657
	7	8	8	8	8	8
MGS	-0.72790	0.56270	0.86586	1.00000	0.85723	0.12277
	0.0637	0.1465	0.0054		0.0065	0.7721
	7	8	8	8	8	8
	MGM	KM	CAB	MGB	KB	DAP
SM	0.71079	0.67325	0.60024	0.71657	0.57914	-0.64199
	0.0481	0.0672	0.1157	0.0455	0.1325	0.0861
	8	8	8	8	8	8
NM	0.09897	-0.29209	-0.04111	0.13200	-0.17720	-0.45898
	0.8156	0.4827	0.9230	0.7554	0.6746	0.2526
	8	8	8	8	8	8
PM	0.41588	-0.45194	-0.22290	-0.48151	-0.32811	-0.14619
	0.3055	0.2609	0.5957	0.2270	0.4275	0.7298
	8	8	8	8	8	8
CNM	-0.38799	-0.45987	-0.36082	-0.86745	-0.27214	0.52228
	0.3422	0.2516	0.3799	0.0053	0.5144	0.1842
	8	8	8	8	8	8
CB	-0.17461	-0.41898	-0.61861	-0.37016	-0.68736	-0.08102
	0.7081	0.3495	0.1386	0.4138	0.0879	0.8629

	7	7	7	7	7	7
SB	0.76525 0.0450	0.81565 0.0253	0.41708 0.3519	0.89740 0.0061	0.38130 0.3987	-0.60975 0.1460
	7	7	7	7	7	7
NB	0.68808 0.0875	0.94222 0.0015	0.67065 0.0992	0.85580 0.0140	0.68675 0.0883	-0.55008 0.2008
	7	7	7	7	7	7
CNB	-0.67619 0.0954	-0.87844 0.0093	-0.66780 0.1011	-0.95615 0.0008	-0.63350 0.1266	0.73282 0.0610
	7	7	7	7	7	7
PB	0.79954 0.0172	-0.14537 0.7312	0.08712 0.8375	0.17817 0.6729	0.07552 0.8589	-0.37137 0.3651
	8	8	8	8	8	8
CAS	0.74562 0.0337	0.20340 0.6290	0.28126 0.4998	0.45467 0.2577	0.14473 0.7324	-0.92745 0.0009
	8	8	8	8	8	8
MGS	0.80702 0.0155	0.19865 0.6372	0.10406 0.8063	0.59841 0.1171	-0.00864 0.9838	-0.83752 0.0095
	8	8	8	8	8	8
	PH	CE	A	L	ARC	CS
KS	0.39306 0.3354	-0.08116 0.8485	-0.51518 0.1913	0.46275 0.2482	0.34623 0.4008	0.78458 0.0211
	8	8	8	8	8	8
CAM	0.09169 0.8290	0.44665 0.2672	-0.20176 0.6318	0.62042 0.1008	-0.02415 0.9547	0.42132 0.2985
	8	8	8	8	8	8
MGM	0.59987 0.1159	0.20713 0.6226	-0.18344 0.6637	0.84050 0.0090	-0.12249 0.7726	0.79387 0.0187
	8	8	8	8	8	8
KM	0.30523 0.4622	0.68849 0.0590	-0.33789 0.4130	0.35585 0.3870	0.20804 0.6210	0.42342 0.2959
	8	8	8	8	8	8
CAB	-0.02443 0.9542	0.43721 0.2787	-0.16665 0.6933	0.55875 0.1500	-0.03679 0.9311	0.40178 0.3238
	8	8	8	8	8	8
MGB	0.03281 0.9385	0.93655 0.0006	-0.26371 0.5280	0.39836 0.3283	0.11849 0.7799	0.66920 0.0695
	8	8	8	8	8	8
KB	0.00720 0.9865	0.44967 0.2636	-0.08196 0.8470	0.52022 0.1863	-0.10736 0.8002	0.28294 0.4971
	8	8	8	8	8	8
DAP	-0.17432 0.6797	-0.46643 0.2440	0.69916 0.0536	-0.64818 0.0822	-0.46254 0.2485	-0.94522 0.0004
	8	8	8	8	8	8
	SS	NS	PS	CNS	CM	SM
KS	0.13442 0.7510	0.77753 0.0231	0.56111 0.1479	-0.02837 0.9468	0.05345 0.9000	0.41473 0.3069
	8	8	8	8	8	8
CAM	0.71701 0.0453	0.34376 0.4044	-0.06887 0.8713	0.16419 0.6976	-0.35182 0.3928	0.64229 0.0859
	8	8	8	8	8	8
	SS	NS	PS	CNS	CM	SM
MGM	0.45076 0.2623	0.74519 0.0339	0.21421 0.6105	0.16429 0.6975	-0.29091 0.4845	0.71079 0.0481
	8	8	8	8	8	8
KM	0.87084 0.0049	0.24528 0.5582	-0.00822 0.9846	0.39456 0.3334	-0.62936 0.0945	0.67325 0.0672
	8	8	8	8	8	8
CAB	0.71094 0.0480	0.31518 0.4470	0.00168 0.9969	0.20073 0.6336	-0.36078 0.3800	0.60024 0.1157
	8	8	8	8	8	8
MGB	0.91971 0.0012	0.52856 0.1781	0.16517 0.6959	0.39944 0.3269	-0.70959 0.0487	0.71657 0.0455
	8	8	8	8	8	8

KB	0.66963 0.0693 8	0.19806 0.6382 8	-0.18694 0.6576 8	0.20000 0.6349 8	-0.37110 0.3654 8	0.57914 0.1325 8
DAP	-0.64279 0.0856 8	-0.94353 0.0004 8	-0.52147 0.1850 8	0.06378 0.8807 8	0.16252 0.7006 8	-0.64199 0.0861 8
	NM	PM	CNM	CB	SB	NB
KS	0.29446 0.4790 8	0.64668 0.0831 8	-0.16979 0.6877 8	0.41564 0.3537 7	0.28740 0.5320 7	0.05239 0.9112 7
CAM	-0.09963 0.8144 8	-0.22496 0.5922 8	-0.30770 0.4584 8	-0.59352 0.1601 7	0.42488 0.3420 7	0.70007 0.0799 7
MGM	0.09897 0.8156 8	0.41588 0.3055 8	-0.38799 0.3422 8	-0.17461 0.7081 7	0.76525 0.0450 7	0.68808 0.0875 7
KM	-0.29209 0.4827 8	-0.45194 0.2609 8	-0.45987 0.2516 8	-0.41898 0.3495 7	0.81565 0.0253 7	0.94222 0.0015 7
CAB	-0.04111 0.9230 8	-0.22290 0.5957 8	-0.36082 0.3799 8	-0.61861 0.1386 7	0.41708 0.3519 7	0.67065 0.0992 7
MGB	0.13200 0.7554 8	-0.48151 0.2270 8	-0.86745 0.0053 8	-0.37016 0.4138 7	0.89740 0.0061 7	0.85580 0.0140 7
KB	-0.17720 0.6746 8	-0.32811 0.4275 8	-0.27214 0.5144 8	-0.68736 0.0879 7	0.38130 0.3987 7	0.68675 0.0883 7
DAP	-0.45898 0.2526 8	-0.14619 0.7298 8	0.52228 0.1842 8	-0.08102 0.8629 7	-0.60975 0.1460 7	-0.55008 0.2008 7
	CNB	PB	CAS	MGS	KS	CAM
KS	-0.24463 0.5970 7	0.37003 0.3669 8	0.80669 0.0155 8	0.85723 0.0065 8	1.00000 8	-0.04524 0.9153 8
CAM	-0.66080 0.1061 7	0.15136 0.7205 8	0.30297 0.4657 8	0.12277 0.7721 8	-0.04524 0.9153 8	1.00000 8
MGM	-0.67619 0.0954 7	0.79954 0.0172 8	0.74562 0.0337 8	0.80702 0.0155 8	0.59443 0.1202 8	0.21784 0.6043 8
KM	-0.87844 0.0093 7	-0.14537 0.7312 8	0.20340 0.6290 8	0.19865 0.6372 8	-0.06502 0.8784 8	0.80228 0.0166 8
CAB	-0.66780 0.1011 7	0.08712 0.8375 8	0.28126 0.4998 8	0.10406 0.8063 8	-0.04466 0.9164 8	0.98836 <.0001 8
MGB	-0.95615 0.0008 7	0.17817 0.6729 8	0.45467 0.2577 8	0.59841 0.1171 8	0.19852 0.6374 8	0.48728 0.2207 8
KB	-0.63350 0.1266 7	0.07552 0.8589 8	0.14473 0.7324 8	-0.00864 0.9838 8	-0.17291 0.6822 8	0.98248 <.0001 8
DAP	0.73282 0.0610 7	-0.37137 0.3651 8	-0.92745 0.0009 8	-0.83752 0.0095 8	-0.72513 0.0418 8	-0.47906 0.2297 8
	MGM	KM	CAB	MGB	KB	DAP
KS	0.59443 0.1202 8	-0.06502 0.8784 8	-0.04466 0.9164 8	0.19852 0.6374 8	-0.17291 0.6822 8	-0.72513 0.0418 8
CAM	0.21784 0.6043	0.80228 0.0166	0.98836 <.0001	0.48728 0.2207	0.98248 <.0001	-0.47906 0.2297

	8	8	8	8	8	8
MGM	1.00000	0.19092	0.14354	0.36779	0.07516	-0.58433
		0.6506	0.7345	0.3701	0.8596	0.1282
	8	8	8	8	8	8
KM	0.19092	1.00000	0.77549	0.68581	0.77321	-0.45281
	0.6506		0.0237	0.0604	0.0244	0.2599
	8	8	8	8	8	8
CAB	0.14354	0.77549	1.00000	0.50079	0.98131	-0.47909
	0.7345	0.0237		0.2062	<.0001	0.2297
	8	8	8	8	8	8
MGB	0.36779	0.68581	0.50079	1.00000	0.45149	-0.68483
	0.3701	0.0604	0.2062		0.2615	0.0609
	8	8	8	8	8	8
KB	0.07516	0.77321	0.98131	0.45149	1.00000	-0.35328
	0.8596	0.0244	<.0001	0.2615		0.3907
	8	8	8	8	8	8
DAP	-0.58433	-0.45281	-0.47909	-0.68483	-0.35328	1.00000
	0.1282	0.2599	0.2297	0.0609	0.3907	
	8	8	8	8	8	8

Cuadro A16. Resultados de la comparación de medias de la prueba de “t”, para la época de sequía (2005); Marismas Nacionales, Nayarit, México.

Clase de Geoforma	Variable	Tipo de manglar	N	Promedio	Error estándar	Pr >  t
Oc	PH	Lr	3	5.247	0.120	0.4508
Oc	PH	Rla	2	5.360	0.040	
Oc	CE	Lr	3	106.200	5.675	0.0087
Oc	CE	Rla	2	47.600	0.600	
Oc	A	Lr	3	13.333	2.333	0.9559
Oc	A	Rla	2	13.500	1.500	
Oc	L	Lr	3	33.667	7.753	0.1567
Oc	L	Rla	2	16.500	0.500	
Oc	ARC	Lr	3	53.000	8.718	0.1891
Oc	ARC	Rla	2	70.000	1.000	
Oc	CS	Lr	3	4.577	1.846	0.0568
Oc	CS	Rla	2	11.260	0.650	
Oc	SS	Lr	3	0.340	0.239	0.6900
Oc	SS	Rla	2	0.460	0.130	
Oc	NS	Lr	3	0.267	0.088	0.1124
Oc	NS	Rla	2	0.500	0.020	
Oc	PS	Lr	3	435.730	162.850	0.4368
Oc	PS	Rla	2	735.670	256.930	
Oc	CNS	Lr	3	16.213	2.543	0.1264
Oc	CNS	Rla	2	22.540	0.470	
Oc	CM	Lr	3	29.073	2.112	0.3408
Oc	CM	Rla	2	31.805	1.125	
Oc	SM	Lr	3	0.523	0.015	0.4428
Oc	SM	Rla	2	0.500	0.020	
Oc	NM	Lr	3	0.527	0.056	0.2283
Oc	NM	Rla	2	0.665	0.065	
Oc	PM	Lr	3	251.610	33.480	0.0474
Oc	PM	Rla	2	384.930	23.650	
Oc	CNM	Lr	3	57.347	10.768	0.5416
Oc	CNM	Rla	2	48.650	6.620	
Oc	CB	Lr	3	25.537	3.329	0.4879
Oc	CB	Rla	2	28.365	0.795	
Oc	SB	Lr	3	0.880	0.132	0.1366
Oc	SB	Rla	2	0.575	0.055	
Oc	NB	Lr	3	2.750	1.534	0.2959

Oc	NB	Rla	2	0.600	0.030	
Oc	CNB	Lr	3	15.353	6.597	0.0365
Oc	CNB	Rla	2	47.410	1.160	
Oc	PB	Lr	3	214.530	49.769	0.1686
Oc	PB	Rla	2	109.910	5.980	
Oc	CAS	Lr	3	304.940	4.681	0.2892
Oc	CAS	Rla	2	260.910	22.400	
Oc	MGS	Lr	3	515.020	58.241	0.2664
Oc	MGS	Rla	2	603.810	4.890	
Oc	KS	Lr	3	243.930	5.415	0.1286
Oc	KS	Rla	2	347.660	23.750	
Oc	CAM	Lr	3	8.513	0.052	0.0201
Oc	CAM	Rla	2	5.160	0.170	
Oc	MGM	Lr	3	6.113	0.625	0.8934
Oc	MGM	Rla	2	6.290	0.970	
Oc	KM	Lr	3	3.037	0.182	0.2585
Oc	KM	Rla	2	2.585	0.235	
Oc	CAB	Lr	2	5.650	3.250	0.5578
Oc	CAB	Rla	2	2.945	0.235	
Oc	MGB	Lr	2	13.525	6.875	0.4168
Oc	MGB	Rla	2	4.575	0.245	
Oc	KB	Lr	2	3.825	1.775	0.5299
Oc	KB	Rla	2	2.210	0.060	
Oc	DAP	Lr	3	0.477	0.043	0.5498
Oc	DAP	Rla	2	0.445	0.015	
OI	PH	Al	2	6.750	1.030	0.3083
OI	PH	La	5	4.812	0.108	
OI	CE	Al	2	49.950	5.850	0.0895
OI	CE	La	5	29.820	5.147	
OI	A	Al	2	38.000	30.000	0.4715
OI	A	La	5	5.200	0.800	
OI	L	Al	2	16.000	1.000	0.0298
OI	L	La	5	21.200	1.114	
OI	ARC	Al	2	46.000	29.000	0.5155
OI	ARC	La	5	73.600	1.400	
OI	CS	Al	2	3.755	2.145	0.7213
OI	CS	La	5	4.760	0.501	
OI	SS	Al	2	0.140	0.050	0.5057
OI	SS	La	5	0.188	0.030	
OI	NS	Al	2	0.210	0.100	0.6555

OI	NS	La	5	0.270	0.017	
OI	CNS	Al	2	16.710	2.180	0.7974
OI	CNS	La	5	17.436	0.756	
OI	CM	Al	2	32.910	3.620	0.8882
OI	CM	La	5	33.604	2.443	
OI	SM	Al	2	0.360	0.060	0.9011
OI	SM	La	5	0.370	0.037	
OI	NM	Al	2	0.695	0.045	0.0851
OI	NM	La	5	0.522	0.030	
OI	PM	Al	2	447.840	23.235	0.0295
OI	PM	La	5	245.920	12.317	
OI	CNM	Al	2	47.215	2.225	0.0113
OI	CNM	La	5	64.252	3.675	
OI	CB	Al	2	26.425	1.575	0.5401
OI	CB	La	4	23.713	3.716	
OI	SB	Al	2	0.305	0.065	0.8822
OI	SB	La	4	0.318	0.029	
OI	NB	Al	2	0.475	0.115	0.2160
OI	NB	La	4	0.738	0.057	
OI	CNB	Al	2	60.305	18.035	0.3518
OI	CNB	La	4	32.935	6.225	
OI	PB	Al	2	225.160	39.420	0.6177
OI	PB	La	5	196.460	31.546	
OI	CAS	Al	2	188.230	71.355	0.8065
OI	CAS	La	5	165.810	11.190	
OI	MGS	Al	2	319.590	190.460	0.7199
OI	MGS	La	5	229.910	27.623	
OI	KS	Al	2	175.600	116.120	0.6608
OI	KS	La	5	107.140	8.985	
OI	CAM	Al	2	5.535	2.275	0.5844
OI	CAM	La	5	7.368	1.848	
OI	MGM	Al	2	5.840	0.150	0.0278
OI	MGM	La	5	4.092	0.528	
OI	KM	Al	2	2.380	0.260	0.2711
OI	KM	La	5	1.848	0.073	
OI	CAB	Al	2	4.670	2.100	0.5887
OI	CAB	La	4	3.090	0.240	
OI	MGB	Al	2	5.460	0.660	0.1981
OI	MGB	La	4	3.860	0.341	
OI	KB	Al	2	2.555	0.485	0.5251

OI	KB	La	4	3.010	0.366	
OI	DAP	Al	2	1.090	0.530	0.9521
OI	DAP	La	5	1.050	0.066	
OI	PH	Al	2	6.750	1.030	0.2358
OI	PH	Lr	2	4.545	0.715	
OI	CE	Al	2	49.950	5.850	0.0446
OI	CE	Lr	2	96.200	2.700	
OI	A	Al	2	38.000	30.000	0.5447
OI	A	Lr	2	12.000	3.000	
OI	L	Al	2	16.000	1.000	0.5896
OI	L	Lr	2	22.000	8.000	
OI	ARC	Al	2	46.000	29.000	0.6150
OI	ARC	Lr	2	66.000	11.000	
OI	CS	Al	2	3.755	2.145	0.7696
OI	CS	Lr	2	5.555	4.625	
OI	SS	Al	2	0.140	0.050	0.5615
OI	SS	Lr	2	0.555	0.505	
OI	NS	Al	2	0.210	0.100	0.8320
OI	NS	Lr	2	0.265	0.195	
OI	CNS	Al	2	16.710	2.180	0.7868
OI	CNS	Lr	2	18.195	4.085	
OI	CM	Al	2	32.910	3.620	0.7773
OI	CM	Lr	2	30.645	5.805	
OI	SM	Al	2	0.360	0.060	0.0966
OI	SM	Lr	2	0.620	0.030	
OI	NM	Al	2	0.695	0.045	0.4791
OI	NM	Lr	2	0.625	0.065	
OI	PM	Al	2	447.840	23.235	0.0582
OI	PM	Lr	2	240.690	37.140	
OI	CNM	Al	2	47.215	2.225	0.8130
OI	CNM	Lr	2	48.635	4.525	
OI	CB	Al	2	26.425	1.575	0.9245
OI	CB	Lr	2	25.870	4.580	
OI	SB	Al	2	0.305	0.065	0.1768
OI	SB	Lr	2	0.730	0.150	
OI	NB	Al	2	0.475	0.115	0.5088
OI	NB	Lr	2	2.355	1.935	
OI	CNB	Al	2	60.305	18.035	0.3845
OI	CNB	Lr	2	28.835	21.735	
OI	PB	Al	2	225.160	39.420	0.7194

OI	PB	Lr	2	205.890	21.145	
OI	CAS	Al	2	188.230	71.355	0.3086
OI	CAS	Lr	2	313.150	55.960	
OI	MGS	Al	2	319.590	190.460	0.5560
OI	MGS	Lr	2	478.670	23.825	
OI	KS	Al	2	175.600	116.120	0.8550
OI	KS	Lr	2	202.670	27.375	
OI	CAM	Al	2	5.535	2.275	0.4420
OI	CAM	Lr	2	8.890	2.670	
OI	MGM	Al	2	5.840	0.150	0.6661
OI	MGM	Lr	2	6.115	0.475	
OI	KM	Al	2	2.380	0.260	0.3080
OI	KM	Lr	2	3.660	0.730	
OI	DAP	Al	2	1.090	0.530	0.4343
OI	DAP	Lr	2	0.445	0.085	
OI	PH	Al	2	6.750	1.030	0.3361
OI	PH	RI	2	5.020	0.170	
OI	CE	Al	2	49.950	5.850	0.4956
OI	CE	RI	2	67.100	17.300	
OI	A	Al	2	38.000	30.000	0.9339
OI	A	RI	2	34.500	21.500	
OI	L	Al	2	16.000	1.000	0.2952
OI	L	RI	2	14.000	0.000	
OI	ARC	Al	2	46.000	29.000	0.8939
OI	ARC	RI	2	51.500	21.500	
OI	CS	Al	2	3.755	2.145	0.4135
OI	CS	RI	2	6.880	2.170	
OI	SS	Al	2	0.140	0.050	0.1798
OI	SS	RI	2	0.395	0.095	
OI	NS	Al	2	0.210	0.100	0.5552
OI	NS	RI	2	0.340	0.150	
OI	CNS	Al	2	16.710	2.180	0.3252
OI	CNS	RI	2	21.625	2.985	
OI	CM	Al	2	32.910	3.620	0.8191
OI	CM	RI	2	31.475	4.145	
OI	SM	Al	2	0.360	0.060	0.7117
OI	SM	RI	2	0.390	0.030	
OI	NM	Al	2	0.695	0.045	0.9078
OI	NM	RI	2	0.675	0.135	
OI	PM	Al	2	447.840	23.235	0.0483

OI	PM	RI	2	256.960	32.030	
OI	CNM	AI	2	47.215	2.225	0.9799
OI	CNM	RI	2	47.325	3.105	
OI	CB	AI	2	26.425	1.575	0.6197
OI	CB	RI	2	23.755	3.925	
OI	SB	AI	2	0.305	0.065	0.3034
OI	SB	RI	2	0.420	0.050	
OI	NB	AI	2	0.475	0.115	0.9653
OI	NB	RI	2	0.465	0.165	
OI	CNB	AI	2	60.305	18.035	0.8346
OI	CNB	RI	2	55.175	10.905	
OI	PB	AI	2	225.160	39.420	0.3338
OI	PB	RI	2	158.300	6.205	
OI	CAS	AI	2	188.230	71.355	0.8994
OI	CAS	RI	2	174.380	65.315	
OI	MGS	AI	2	319.590	190.460	0.9493
OI	MGS	RI	2	303.090	119.480	
OI	KS	AI	2	175.600	116.120	0.9258
OI	KS	RI	2	161.730	42.235	
OI	CAM	AI	2	5.535	2.275	0.8597
OI	CAM	RI	2	5.025	0.155	
OI	MGM	AI	2	5.840	0.150	0.0734
OI	MGM	RI	2	4.860	0.210	
OI	KM	AI	2	2.380	0.260	0.8484
OI	KM	RI	2	2.315	0.115	
OI	CAB	AI	2	4.670	2.100	0.5229
OI	CAB	RI	2	2.725	0.285	
OI	MGB	AI	2	5.460	0.660	0.6702
OI	MGB	RI	2	4.705	1.295	
OI	KB	AI	2	2.555	0.485	0.9217
OI	KB	RI	2	2.495	0.035	
OI	DAP	AI	2	1.090	0.530	0.5302
OI	DAP	RI	2	0.615	0.155	
OI	PH	La	5	4.812	0.108	0.7727
OI	PH	Lr	2	4.545	0.715	
OI	CE	La	5	29.820	5.147	<.0001
OI	CE	Lr	2	96.200	2.700	
OI	A	La	5	5.200	0.800	0.2467
OI	A	Lr	2	12.000	3.000	
OI	L	La	5	21.200	1.114	0.9367

OI	L	Lr	2	22.000	8.000	
OI	ARC	La	5	73.600	1.400	0.6145
OI	ARC	Lr	2	66.000	11.000	
OI	CS	La	5	4.760	0.501	0.8918
OI	CS	Lr	2	5.555	4.625	
OI	SS	La	5	0.188	0.030	0.5998
OI	SS	Lr	2	0.555	0.505	
OI	NS	La	5	0.270	0.017	0.9837
OI	NS	Lr	2	0.265	0.195	
OI	CNS	La	5	17.436	0.756	0.8835
OI	CNS	Lr	2	18.195	4.085	
OI	CM	La	5	33.604	2.443	0.7021
OI	CM	Lr	2	30.645	5.805	
OI	SM	La	5	0.370	0.037	0.0062
OI	SM	Lr	2	0.620	0.030	
OI	NM	La	5	0.522	0.030	0.3275
OI	NM	Lr	2	0.625	0.065	
OI	PM	La	5	245.920	12.317	0.9122
OI	PM	Lr	2	240.690	37.140	
OI	CNM	La	5	64.252	3.675	0.0919
OI	CNM	Lr	2	48.635	4.525	
OI	CB	La	4	23.713	3.716	0.7443
OI	CB	Lr	2	25.870	4.580	
OI	SB	La	4	0.318	0.029	0.2116
OI	SB	Lr	2	0.730	0.150	
OI	NB	La	4	0.738	0.057	0.5567
OI	NB	Lr	2	2.355	1.935	
OI	CNB	La	4	32.935	6.225	0.8824
OI	CNB	Lr	2	28.835	21.735	
OI	PB	La	5	196.460	31.546	0.8145
OI	PB	Lr	2	205.890	21.145	
OI	CAS	La	5	165.810	11.190	0.2199
OI	CAS	Lr	2	313.150	55.960	
OI	MGS	La	5	229.910	27.623	0.0029
OI	MGS	Lr	2	478.670	23.825	
OI	KS	La	5	107.140	8.985	0.1490
OI	KS	Lr	2	202.670	27.375	
OI	CAM	La	5	7.368	1.848	0.6840
OI	CAM	Lr	2	8.890	2.670	
OI	MGM	La	5	4.092	0.528	0.0523

OI	MGM	Lr	2	6.115	0.475	
OI	KM	La	5	1.848	0.073	0.2410
OI	KM	Lr	2	3.660	0.730	
OI	DAP	La	5	1.050	0.066	0.0206
OI	DAP	Lr	2	0.445	0.085	
OI	PH	La	5	4.812	0.108	0.4154
OI	PH	RI	2	5.020	0.170	
OI	CE	La	5	29.820	5.147	0.2556
OI	CE	RI	2	67.100	17.300	
OI	A	La	5	5.200	0.800	0.4028
OI	A	RI	2	34.500	21.500	
OI	L	La	5	21.200	1.114	0.0029
OI	L	RI	2	14.000	0.000	
OI	ARC	La	5	73.600	1.400	0.4908
OI	ARC	RI	2	51.500	21.500	
OI	CS	La	5	4.760	0.501	0.5029
OI	CS	RI	2	6.880	2.170	
OI	SS	La	5	0.188	0.030	0.2502
OI	SS	RI	2	0.395	0.095	
OI	NS	La	5	0.270	0.017	0.7220
OI	NS	RI	2	0.340	0.150	
OI	CNS	La	5	17.436	0.756	0.3837
OI	CNS	RI	2	21.625	2.985	
OI	CM	La	5	33.604	2.443	0.7064
OI	CM	RI	2	31.475	4.145	
OI	SM	La	5	0.370	0.037	0.6950
OI	SM	RI	2	0.390	0.030	
OI	NM	La	5	0.522	0.030	0.4543
OI	NM	RI	2	0.675	0.135	
OI	PM	La	5	245.920	12.317	0.7914
OI	PM	RI	2	256.960	32.030	
OI	CNM	La	5	64.252	3.675	0.0259
OI	CNM	RI	2	47.325	3.105	
OI	CB	La	4	23.713	3.716	0.9942
OI	CB	RI	2	23.755	3.925	
OI	SB	La	4	0.318	0.029	0.2386
OI	SB	RI	2	0.420	0.050	
OI	NB	La	4	0.738	0.057	0.3254
OI	NB	RI	2	0.465	0.165	
OI	CNB	La	4	32.935	6.225	0.2403

OI	CNB	RI	2	55.175	10.905	
OI	PB	La	5	196.460	31.546	0.2968
OI	PB	RI	2	158.300	6.205	
OI	CAS	La	5	165.810	11.190	0.9172
OI	CAS	RI	2	174.380	65.315	
OI	MGS	La	5	229.910	27.623	0.6494
OI	MGS	RI	2	303.090	119.480	
OI	KS	La	5	107.140	8.985	0.4125
OI	KS	RI	2	161.730	42.235	
OI	CAM	La	5	7.368	1.848	0.2742
OI	CAM	RI	2	5.025	0.155	
OI	MGM	La	5	4.092	0.528	0.2359
OI	MGM	RI	2	4.860	0.210	
OI	KM	La	5	1.848	0.073	0.0819
OI	KM	RI	2	2.315	0.115	
OI	CAB	La	4	3.090	0.240	0.4123
OI	CAB	RI	2	2.725	0.285	
OI	MGB	La	4	3.860	0.341	0.6307
OI	MGB	RI	2	4.705	1.295	
OI	KB	La	4	3.010	0.366	0.2541
OI	KB	RI	2	2.495	0.035	
OI	DAP	La	5	1.050	0.066	0.1757
OI	DAP	RI	2	0.615	0.155	
OI	PH	Lr	2	4.545	0.715	0.6256
OI	PH	RI	2	5.020	0.170	
OI	CE	Lr	2	96.200	2.700	0.3363
OI	CE	RI	2	67.100	17.300	
OI	A	Lr	2	12.000	3.000	0.4834
OI	A	RI	2	34.500	21.500	
OI	L	Lr	2	22.000	8.000	0.5000
OI	L	RI	2	14.000	0.000	
OI	ARC	Lr	2	66.000	11.000	0.6266
OI	ARC	RI	2	51.500	21.500	
OI	CS	Lr	2	5.555	4.625	0.8279
OI	CS	RI	2	6.880	2.170	
OI	SS	Lr	2	0.555	0.505	0.8052
OI	SS	RI	2	0.395	0.095	
OI	NS	Lr	2	0.265	0.195	0.7909
OI	NS	RI	2	0.340	0.150	
OI	PS	Lr	2	442.680	92.750	0.6956

OI	PS	RI	2	347.420	178.640	
OI	CNS	Lr	2	18.195	4.085	0.5733
OI	CNS	RI	2	21.625	2.985	
OI	CM	Lr	2	30.645	5.805	0.9190
OI	CM	RI	2	31.475	4.145	
OI	SM	Lr	2	0.620	0.030	0.0324
OI	SM	RI	2	0.390	0.030	
OI	NM	Lr	2	0.625	0.065	0.7807
OI	NM	RI	2	0.675	0.135	
OI	PM	Lr	2	240.690	37.140	0.7722
OI	PM	RI	2	256.960	32.030	
OI	CNM	Lr	2	48.635	4.525	0.8361
OI	CNM	RI	2	47.325	3.105	
OI	CB	Lr	2	25.870	4.580	0.7600
OI	CB	RI	2	23.755	3.925	
OI	SB	Lr	2	0.730	0.150	0.2638
OI	SB	RI	2	0.420	0.050	
OI	NB	Lr	2	2.355	1.935	0.5068
OI	NB	RI	2	0.465	0.165	
OI	CNB	Lr	2	28.835	21.735	0.4245
OI	CNB	RI	2	55.175	10.905	
OI	PB	Lr	2	205.890	21.145	0.2462
OI	PB	RI	2	158.300	6.205	
OI	CAS	Lr	2	313.150	55.960	0.2508
OI	CAS	RI	2	174.380	65.315	
OI	MGS	Lr	2	478.670	23.825	0.3734
OI	MGS	RI	2	303.090	119.480	
OI	KS	Lr	2	202.670	27.375	0.5134
OI	KS	RI	2	161.730	42.235	
OI	CAM	Lr	2	8.890	2.670	0.3842
OI	CAM	RI	2	5.025	0.155	
OI	MGM	Lr	2	6.115	0.475	0.1912
OI	MGM	RI	2	4.860	0.210	
OI	KM	Lr	2	3.660	0.730	0.3108
OI	KM	RI	2	2.315	0.115	
OI	DAP	Lr	2	0.445	0.085	0.4617
OI	DAP	RI	2	0.615	0.155	
Or	PH	Alr	2	5.770	0.250	0.3455
Or	PH	Lar	4	5.400	0.163	
Or	CE	Alr	2	40.700	1.700	0.0602

Or	CE	Lar	4	49.475	2.919	
Or	A	Alr	2	33.000	21.000	0.5230
Or	A	Lar	4	13.500	1.708	
Or	L	Alr	2	13.000	4.000	0.4795
Or	L	Lar	4	17.500	3.862	
Or	ARC	Alr	2	54.000	17.000	0.5342
Or	ARC	Lar	4	69.000	5.477	
Or	CM	Alr	2	37.880	0.470	0.0229
Or	CM	Lar	4	34.363	0.858	
Or	SM	Alr	2	0.430	0.010	0.6069
Or	SM	Lar	4	0.465	0.061	
Or	NM	Alr	2	0.560	0.050	0.5891
Or	NM	Lar	4	0.598	0.025	
Or	PM	Alr	2	260.340	15.180	0.3328
Or	PM	Lar	4	283.690	8.622	
Or	CNM	Alr	2	68.560	6.740	0.3252
Or	CNM	Lar	4	57.708	2.941	
Or	CB	Alr	2	24.530	2.350	0.8964
Or	CB	Lar	4	24.130	1.150	
Or	SB	Alr	2	0.295	0.125	0.4094
Or	SB	Lar	4	0.460	0.018	
Or	NB	Alr	2	0.445	0.025	0.2635
Or	NB	Lar	4	0.493	0.014	
Or	CNB	Alr	2	54.535	2.195	0.1854
Or	CNB	Lar	4	49.295	2.020	
Or	PB	Alr	2	97.635	21.355	0.3895
Or	PB	Lar	4	127.730	2.932	
Or	CAS	Alr	2	194.710	19.120	0.2341
Or	CAS	Lar	4	262.870	44.341	
Or	MGS	Alr	2	272.800	44.690	0.0377
Or	MGS	Lar	4	539.150	74.693	
Or	KS	Alr	2	169.980	13.080	0.0397
Or	KS	Lar	4	298.220	38.414	
Or	CAM	Alr	2	6.180	1.940	0.8731
Or	CAM	Lar	4	5.783	0.667	
Or	MGM	Alr	2	6.040	0.210	0.5934
Or	MGM	Lar	4	6.595	0.917	
Or	KM	Alr	2	2.180	0.600	0.8499
Or	KM	Lar	4	2.325	0.149	
Or	CAB	Alr	2	3.815	1.185	0.4964

Or	CAB	Lar	4	2.625	0.180	
Or	MGB	Alr	2	3.610	0.060	0.0953
Or	MGB	Lar	4	3.993	0.161	
Or	KB	Alr	2	2.470	0.380	0.5490
Or	KB	Lar	4	2.790	0.155	
Or	DAP	Alr	2	0.645	0.215	0.5449
Or	DAP	Lar	4	0.460	0.045	
Or	PH	Alr	2	5.770	0.250	0.3032
Or	PH	Lr	5	5.356	0.188	
Or	CE	Alr	2	40.700	1.700	0.0036
Or	CE	Lr	5	102.460	10.366	
Or	A	Alr	2	33.000	21.000	0.4877
Or	A	Lr	5	11.200	1.281	
Or	L	Alr	2	13.000	4.000	0.0791
Or	L	Lr	5	28.200	5.276	
Or	ARC	Alr	2	54.000	17.000	0.7662
Or	ARC	Lr	5	60.600	5.988	
Or	CM	Alr	2	37.880	0.470	0.0006
Or	CM	Lr	5	25.106	1.468	
Or	SM	Alr	2	0.430	0.010	0.0152
Or	SM	Lr	5	0.624	0.049	
Or	NM	Alr	2	0.560	0.050	0.8522
Or	NM	Lr	5	0.548	0.018	
Or	PM	Alr	2	260.340	15.180	0.2807
Or	PM	Lr	5	229.850	3.597	
Or	CNM	Alr	2	68.560	6.740	0.1383
Or	CNM	Lr	5	46.042	3.016	
Or	CB	Alr	2	24.530	2.350	0.3539
Or	CB	Lr	5	21.118	1.233	
Or	SB	Alr	2	0.295	0.125	0.1118
Or	SB	Lr	5	0.902	0.032	
Or	NB	Alr	2	0.445	0.025	0.0017
Or	NB	Lr	5	2.412	0.267	
Or	CNB	Alr	2	54.535	2.195	0.0044
Or	CNB	Lr	5	9.360	1.373	
Or	PB	Alr	2	97.635	21.355	0.0579
Or	PB	Lr	3	194.560	21.706	
Or	CAS	Alr	2	194.710	19.120	0.0452
Or	CAS	Lr	5	289.430	29.354	
Or	MGS	Alr	2	272.800	44.690	0.0306

Or	MGS	Lr	5	503.020	50.242	
Or	KS	Alr	2	169.980	13.080	0.0802
Or	KS	Lr	5	245.390	4.549	
Or	CAM	Alr	2	6.180	1.940	0.3377
Or	CAM	Lr	5	20.794	13.361	
Or	MGM	Alr	2	6.040	0.210	0.7367
Or	MGM	Lr	5	6.208	0.423	
Or	KM	Alr	2	2.180	0.600	0.3144
Or	KM	Lr	5	3.260	0.116	
Or	CAB	Alr	2	3.815	1.185	0.7418
Or	CAB	Lr	2	4.325	0.275	
Or	MGB	Alr	2	3.610	0.060	0.1616
Or	MGB	Lr	2	7.185	0.935	
Or	KB	Alr	2	2.470	0.380	0.1207
Or	KB	Lr	2	4.450	0.000	
Or	DAP	Alr	2	0.645	0.215	0.6298
Or	DAP	Lr	5	0.504	0.035	
Or	PH	Alr	2	5.770	0.250	0.3034
Or	PH	Lra	2	5.340	0.150	
Or	CE	Alr	2	40.700	1.700	0.1704
Or	CE	Lra	2	64.450	7.150	
Or	A	Alr	2	33.000	21.000	0.5932
Or	A	Lra	2	17.500	5.500	
Or	L	Alr	2	13.000	4.000	0.5469
Or	L	Lra	2	24.500	13.500	
Or	ARC	Alr	2	54.000	17.000	0.8899
Or	ARC	Lra	2	58.000	19.000	
Or	CM	Alr	2	37.880	0.470	0.7595
Or	CM	Lra	2	37.425	1.125	
Or	SM	Alr	2	0.430	0.010	0.7048
Or	SM	Lra	2	0.500	0.140	
Or	NM	Alr	2	0.560	0.050	0.3061
Or	NM	Lra	2	0.705	0.085	
Or	PM	Alr	2	260.340	15.180	0.3541
Or	PM	Lra	2	414.400	97.425	
Or	CNM	Alr	2	68.560	6.740	0.2301
Or	CNM	Lra	2	53.730	5.050	
Or	CAS	Alr	2	194.710	19.120	0.5398
Or	CAS	Lra	2	288.380	106.900	
Or	MGS	Alr	2	272.800	44.690	0.3645

Or	MGS	Lra	2	408.170	94.060	
Or	KS	Alr	2	169.980	13.080	0.1236
Or	KS	Lra	2	221.700	14.965	
Or	CAM	Alr	2	6.180	1.940	0.8787
Or	CAM	Lra	2	5.800	0.660	
Or	MGM	Alr	2	6.040	0.210	0.7506
Or	MGM	Lra	2	7.075	2.505	
Or	KM	Alr	2	2.180	0.600	0.6102
Or	KM	Lra	2	2.710	0.650	
Or	DAP	Alr	2	0.645	0.215	0.4297
Or	DAP	Lra	2	0.385	0.065	
Or	PH	Alr	2	5.770	0.250	0.4659
Or	PH	RI	2	5.500	0.090	
Or	CE	Alr	2	40.700	1.700	0.0824
Or	CE	RI	2	104.500	9.200	
Or	A	Alr	2	33.000	21.000	0.5666
Or	A	RI	2	16.000	1.000	
Or	L	Alr	2	13.000	4.000	0.3430
Or	L	RI	2	21.000	5.000	
Or	ARC	Alr	2	54.000	17.000	0.6901
Or	ARC	RI	2	63.000	4.000	
Or	CM	Alr	2	37.880	0.470	0.1052
Or	CM	RI	2	21.615	2.905	
Or	SM	Alr	2	0.430	0.010	0.0839
Or	SM	RI	2	0.725	0.045	
Or	NM	Alr	2	0.560	0.050	0.9394
Or	NM	RI	2	0.565	0.025	
Or	PM	Alr	2	260.340	15.180	0.4408
Or	PM	RI	2	229.010	26.920	
Or	CNM	Alr	2	68.560	6.740	0.0937
Or	CNM	RI	2	38.125	3.215	
Or	CB	Alr	2	24.530	2.350	0.5498
Or	CB	RI	2	21.700	3.130	
Or	SB	Alr	2	0.295	0.125	0.0649
Or	SB	RI	2	0.985	0.135	
Or	NB	Alr	2	0.445	0.025	0.0119
Or	NB	RI	2	3.795	0.095	
Or	CNB	Alr	2	54.535	2.195	0.0114
Or	CNB	RI	2	5.735	0.965	
Or	PB	Alr	2	97.635	21.355	0.3871

Or	PB	RI	2	167.110	51.330	
Or	CAS	Alr	2	194.710	19.120	0.2482
Or	CAS	RI	2	244.920	23.870	
Or	MGS	Alr	2	272.800	44.690	0.0767
Or	MGS	RI	2	610.620	72.000	
Or	KS	Alr	2	169.980	13.080	0.0528
Or	KS	RI	2	243.410	9.960	
Or	CAM	Alr	2	6.180	1.940	0.8165
Or	CAM	RI	2	6.850	1.620	
Or	MGM	Alr	2	6.040	0.210	0.1125
Or	MGM	RI	2	7.095	0.045	
Or	KM	Alr	2	2.180	0.600	0.1857
Or	KM	RI	2	3.805	0.265	
Or	CAB	Alr	2	3.815	1.185	0.6890
Or	CAB	RI	2	5.120	2.400	
Or	MGB	Alr	2	3.610	0.060	0.0617
Or	MGB	RI	2	7.565	0.415	
Or	KB	Alr	2	2.470	0.380	0.4988
Or	KB	RI	2	4.775	2.315	
Or	DAP	Alr	2	0.645	0.215	0.4661
Or	DAP	RI	2	0.410	0.050	
Or	PH	Lar	4	5.400	0.163	0.8647
Or	PH	Lr	5	5.356	0.188	
Or	CE	Lar	4	49.475	2.919	0.0054
Or	CE	Lr	5	102.460	10.366	
Or	A	Lar	4	13.500	1.708	0.3232
Or	A	Lr	5	11.200	1.281	
Or	L	Lar	4	17.500	3.862	0.1469
Or	L	Lr	5	28.200	5.276	
Or	ARC	Lar	4	69.000	5.477	0.3352
Or	ARC	Lr	5	60.600	5.988	
Or	CS	Lar	4	10.555	1.507	0.0882
Or	CS	Lr	5	6.902	0.688	
Or	SS	Lar	4	0.408	0.080	0.0089
Or	SS	Lr	5	0.812	0.078	
Or	NS	Lar	4	0.495	0.058	0.0881
Or	NS	Lr	5	0.354	0.028	
Or	PS	Lar	4	528.500	168.710	0.6664
Or	PS	Lr	5	437.580	105.850	
Or	CNS	Lar	4	21.345	0.787	0.1113

Or	CNS	Lr	5	19.506	0.590	
Or	CM	Lar	4	34.363	0.858	0.0014
Or	CM	Lr	5	25.106	1.468	
Or	SM	Lar	4	0.465	0.061	0.0855
Or	SM	Lr	5	0.624	0.049	
Or	NM	Lar	4	0.598	0.025	0.1609
Or	NM	Lr	5	0.548	0.018	
Or	PM	Lar	4	283.690	8.622	0.0044
Or	PM	Lr	5	229.850	3.597	
Or	CNM	Lar	4	57.708	2.941	0.0281
Or	CNM	Lr	5	46.042	3.016	
Or	CB	Lar	4	24.130	1.150	0.1175
Or	CB	Lr	5	21.118	1.233	
Or	SB	Lar	4	0.460	0.018	<.0001
Or	SB	Lr	5	0.902	0.032	
Or	NB	Lar	4	0.493	0.014	0.0019
Or	NB	Lr	5	2.412	0.267	
Or	CNB	Lar	4	49.295	2.020	<.0001
Or	CNB	Lr	5	9.360	1.373	
Or	PB	Lar	4	127.730	2.932	0.0887
Or	PB	Lr	3	194.560	21.706	
Or	CAS	Lar	4	262.870	44.341	0.6370
Or	CAS	Lr	5	289.430	29.354	
Or	MGS	Lar	4	539.150	74.693	0.7033
Or	MGS	Lr	5	503.020	50.242	
Or	KS	Lar	4	298.220	38.414	0.2631
Or	KS	Lr	5	245.390	4.549	
Or	CAM	Lar	4	5.783	0.667	0.3243
Or	CAM	Lr	5	20.794	13.361	
Or	MGM	Lar	4	6.595	0.917	0.7200
Or	MGM	Lr	5	6.208	0.423	
Or	KM	Lar	4	2.325	0.149	0.0025
Or	KM	Lr	5	3.260	0.116	
Or	CAB	Lar	4	2.625	0.180	0.0383
Or	CAB	Lr	2	4.325	0.275	
Or	MGB	Lar	4	3.993	0.161	0.1726
Or	MGB	Lr	2	7.185	0.935	
Or	KB	Lar	4	2.790	0.155	0.0017
Or	KB	Lr	2	4.450	0.000	
Or	DAP	Lar	4	0.460	0.045	0.4722

Or	DAP	Lr	5	0.504	0.035	
Or	PH	Lar	4	5.400	0.163	0.8029
Or	PH	Lra	2	5.340	0.150	
Or	CE	Lar	4	49.475	2.919	0.2496
Or	CE	Lra	2	64.450	7.150	
Or	A	Lar	4	13.500	1.708	0.5972
Or	A	Lra	2	17.500	5.500	
Or	L	Lar	4	17.500	3.862	0.6957
Or	L	Lra	2	24.500	13.500	
Or	ARC	Lar	4	69.000	5.477	0.6655
Or	ARC	Lra	2	58.000	19.000	
Or	CS	Lar	4	10.555	1.507	0.6976
Or	CS	Lra	2	12.595	3.945	
Or	SS	Lar	4	0.408	0.080	0.6824
Or	SS	Lra	2	0.525	0.215	
Or	NS	Lar	4	0.495	0.058	0.6606
Or	NS	Lra	2	0.575	0.135	
Or	PS	Lar	4	528.500	168.710	0.5974
Or	PS	Lra	2	387.740	169.280	
Or	CNS	Lar	4	21.345	0.787	0.8929
Or	CNS	Lra	2	21.655	1.775	
Or	CM	Lar	4	34.363	0.858	0.1486
Or	CM	Lra	2	37.425	1.125	
Or	SM	Lar	4	0.465	0.061	0.8476
Or	SM	Lra	2	0.500	0.140	
Or	NM	Lar	4	0.598	0.025	0.4146
Or	NM	Lra	2	0.705	0.085	
Or	PM	Lar	4	283.690	8.622	0.4064
Or	PM	Lra	2	414.400	97.425	
Or	CNM	Lar	4	57.708	2.941	0.5758
Or	CNM	Lra	2	53.730	5.050	
Or	CAS	Lar	4	262.870	44.341	0.8540
Or	CAS	Lra	2	288.380	106.900	
Or	MGS	Lar	4	539.150	74.693	0.3747
Or	MGS	Lra	2	408.170	94.060	
Or	KS	Lar	4	298.220	38.414	0.1423
Or	KS	Lra	2	221.700	14.965	
Or	CAM	Lar	4	5.783	0.667	0.9863
Or	CAM	Lra	2	5.800	0.660	
Or	MGM	Lar	4	6.595	0.917	0.8815

Or	MGM	Lra	2	7.075	2.505	
Or	KM	Lar	4	2.325	0.149	0.6590
Or	KM	Lra	2	2.710	0.650	
Or	DAP	Lar	4	0.460	0.045	0.4418
Or	DAP	Lra	2	0.385	0.065	
Or	PH	Lar	4	5.400	0.163	0.6200
Or	PH	RI	2	5.500	0.090	
Or	CE	Lar	4	49.475	2.919	0.0809
Or	CE	RI	2	104.500	9.200	
Or	A	Lar	4	13.500	1.708	0.2751
Or	A	RI	2	16.000	1.000	
Or	L	Lar	4	17.500	3.862	0.6292
Or	L	RI	2	21.000	5.000	
Or	ARC	Lar	4	69.000	5.477	0.4287
Or	ARC	RI	2	63.000	4.000	
Or	CS	Lar	4	10.555	1.507	0.3414
Or	CS	RI	2	12.325	0.615	
Or	SS	Lar	4	0.408	0.080	0.0035
Or	SS	RI	2	1.060	0.060	
Or	NS	Lar	4	0.495	0.058	0.8559
Or	NS	RI	2	0.510	0.050	
Or	PS	Lar	4	528.500	168.710	0.4077
Or	PS	RI	2	366.080	18.250	
Or	CNS	Lar	4	21.345	0.787	0.1601
Or	CNS	RI	2	24.435	1.165	
Or	CM	Lar	4	34.363	0.858	0.1192
Or	CM	RI	2	21.615	2.905	
Or	SM	Lar	4	0.465	0.061	0.0287
Or	SM	RI	2	0.725	0.045	
Or	NM	Lar	4	0.598	0.025	0.4255
Or	NM	RI	2	0.565	0.025	
Or	PM	Lar	4	283.690	8.622	0.2685
Or	PM	RI	2	229.010	26.920	
Or	CNM	Lar	4	57.708	2.941	0.0250
Or	CNM	RI	2	38.125	3.215	
Or	CB	Lar	4	24.130	1.150	0.5761
Or	CB	RI	2	21.700	3.130	
Or	SB	Lar	4	0.460	0.018	0.1550
Or	SB	RI	2	0.985	0.135	
Or	NB	Lar	4	0.493	0.014	0.0161

Or	NB	RI	2	3.795	0.095	
Or	CNB	Lar	4	49.295	2.020	<.0001
Or	CNB	RI	2	5.735	0.965	
Or	PB	Lar	4	127.730	2.932	0.5832
Or	PB	RI	2	167.110	51.330	
Or	CAS	Lar	4	262.870	44.341	0.7396
Or	CAS	RI	2	244.920	23.870	
Or	MGS	Lar	4	539.150	74.693	0.5388
Or	MGS	RI	2	610.620	72.000	
Or	KS	Lar	4	298.220	38.414	0.2517
Or	KS	RI	2	243.410	9.960	
Or	CAM	Lar	4	5.783	0.667	0.6285
Or	CAM	RI	2	6.850	1.620	
Or	MGM	Lar	4	6.595	0.917	0.6239
Or	MGM	RI	2	7.095	0.045	
Or	KM	Lar	4	2.325	0.149	0.0555
Or	KM	RI	2	3.805	0.265	
Or	CAB	Lar	4	2.625	0.180	0.4870
Or	CAB	RI	2	5.120	2.400	
Or	MGB	Lar	4	3.993	0.161	0.0449
Or	MGB	RI	2	7.565	0.415	
Or	KB	Lar	4	2.790	0.155	0.5484
Or	KB	RI	2	4.775	2.315	
Or	DAP	Lar	4	0.460	0.045	0.5176
Or	DAP	RI	2	0.410	0.050	
Or	PH	Lr	5	5.356	0.188	0.9501
Or	PH	Lra	2	5.340	0.150	
Or	CE	Lr	5	102.460	10.366	0.0330
Or	CE	Lra	2	64.450	7.150	
Or	A	Lr	5	11.200	1.281	0.4504
Or	A	Lra	2	17.500	5.500	
Or	L	Lr	5	28.200	5.276	0.8325
Or	L	Lra	2	24.500	13.500	
Or	ARC	Lr	5	60.600	5.988	0.9145
Or	ARC	Lra	2	58.000	19.000	
Or	CS	Lr	5	6.902	0.688	0.3803
Or	CS	Lra	2	12.595	3.945	
Or	SS	Lr	5	0.812	0.078	0.3921
Or	SS	Lra	2	0.525	0.215	
Or	NS	Lr	5	0.354	0.028	0.3405

Or	NS	Lra	2	0.575	0.135	
Or	PS	Lr	5	437.580	105.850	0.8276
Or	PS	Lra	2	387.740	169.280	
Or	CNS	Lr	5	19.506	0.590	0.4268
Or	CNS	Lra	2	21.655	1.775	
Or	CM	Lr	5	25.106	1.468	0.0021
Or	CM	Lra	2	37.425	1.125	
Or	SM	Lr	5	0.624	0.049	0.5324
Or	SM	Lra	2	0.500	0.140	
Or	NM	Lr	5	0.548	0.018	0.3057
Or	NM	Lra	2	0.705	0.085	
Or	PM	Lr	5	229.850	3.597	0.3089
Or	PM	Lra	2	414.400	97.425	
Or	CNM	Lr	5	46.042	3.016	0.3344
Or	CNM	Lra	2	53.730	5.050	
Or	CAS	Lr	5	289.430	29.354	0.9938
Or	CAS	Lra	2	288.380	106.900	
Or	MGS	Lr	5	503.020	50.242	0.4859
Or	MGS	Lra	2	408.170	94.060	
Or	KS	Lr	5	245.390	4.549	0.3420
Or	KS	Lra	2	221.700	14.965	
Or	CAM	Lr	5	20.794	13.361	0.3248
Or	CAM	Lra	2	5.800	0.660	
Or	MGM	Lr	5	6.208	0.423	0.7882
Or	MGM	Lra	2	7.075	2.505	
Or	KM	Lr	5	3.260	0.116	0.5509
Or	KM	Lra	2	2.710	0.650	
Or	DAP	Lr	5	0.504	0.035	0.2748
Or	DAP	Lra	2	0.385	0.065	
Or	PH	Lr	5	5.356	0.188	0.5205
Or	PH	RI	2	5.500	0.090	
Or	CE	Lr	5	102.460	10.366	0.8907
Or	CE	RI	2	104.500	9.200	
Or	A	Lr	5	11.200	1.281	0.0397
Or	A	RI	2	16.000	1.000	
Or	L	Lr	5	28.200	5.276	0.3869
Or	L	RI	2	21.000	5.000	
Or	ARC	Lr	5	60.600	5.988	0.7534
Or	ARC	RI	2	63.000	4.000	
Or	CS	Lr	5	6.902	0.688	0.0056

Or	CS	RI	2	12.325	0.615	
Or	SS	Lr	5	0.812	0.078	0.0624
Or	SS	RI	2	1.060	0.060	
Or	NS	Lr	5	0.354	0.028	0.1358
Or	NS	RI	2	0.510	0.050	
Or	PS	Lr	5	437.580	105.850	0.5402
Or	PS	RI	2	366.080	18.250	
Or	CNS	Lr	5	19.506	0.590	0.0928
Or	CNS	RI	2	24.435	1.165	
Or	CM	Lr	5	25.106	1.468	0.4222
Or	CM	RI	2	21.615	2.905	
Or	SM	Lr	5	0.624	0.049	0.2121
Or	SM	RI	2	0.725	0.045	
Or	NM	Lr	5	0.548	0.018	0.6328
Or	NM	RI	2	0.565	0.025	
Or	PM	Lr	5	229.850	3.597	0.9802
Or	PM	RI	2	229.010	26.920	
Or	CNM	Lr	5	46.042	3.016	0.1716
Or	CNM	RI	2	38.125	3.215	
Or	CB	Lr	5	21.118	1.233	0.8853
Or	CB	RI	2	21.700	3.130	
Or	SB	Lr	5	0.902	0.032	0.6483
Or	SB	RI	2	0.985	0.135	
Or	NB	Lr	5	2.412	0.267	0.0051
Or	NB	RI	2	3.795	0.095	
Or	CNB	Lr	5	9.360	1.373	0.0890
Or	CNB	RI	2	5.735	0.965	
Or	PB	Lr	3	194.560	21.706	0.6898
Or	PB	RI	2	167.110	51.330	
Or	CAS	Lr	5	289.430	29.354	0.3044
Or	CAS	RI	2	244.920	23.870	
Or	MGS	Lr	5	503.020	50.242	0.3406
Or	MGS	RI	2	610.620	72.000	
Or	KS	Lr	5	245.390	4.549	0.8786
Or	KS	RI	2	243.410	9.960	
Or	CAM	Lr	5	20.794	13.361	0.3572
Or	CAM	RI	2	6.850	1.620	
Or	MGM	Lr	5	6.208	0.423	0.1040
Or	MGM	RI	2	7.095	0.045	
Or	KM	Lr	5	3.260	0.116	0.2507

Or	KM	RI	2	3.805	0.265	
Or	CAB	Lr	2	4.325	0.275	0.7965
Or	CAB	RI	2	5.120	2.400	
Or	MGB	Lr	2	7.185	0.935	0.7593
Or	MGB	RI	2	7.565	0.415	
Or	KB	Lr	2	4.450	0.000	0.9112
Or	KB	RI	2	4.775	2.315	
Or	DAP	Lr	5	0.504	0.035	0.2578
Or	DAP	RI	2	0.410	0.050	
Or	PH	Lra	2	5.340	0.150	0.4747
Or	PH	RI	2	5.500	0.090	
Or	CE	Lra	2	64.450	7.150	0.0817
Or	CE	RI	2	104.500	9.200	
Or	A	Lra	2	17.500	5.500	0.8310
Or	A	RI	2	16.000	1.000	
Or	L	Lra	2	24.500	13.500	0.8413
Or	L	RI	2	21.000	5.000	
Or	ARC	Lra	2	58.000	19.000	0.8368
Or	ARC	RI	2	63.000	4.000	
Or	CS	Lra	2	12.595	3.945	0.9566
Or	CS	RI	2	12.325	0.615	
Or	SS	Lra	2	0.525	0.215	0.2239
Or	SS	RI	2	1.060	0.060	
Or	NS	Lra	2	0.575	0.135	0.7166
Or	NS	RI	2	0.510	0.050	
Or	PS	Lra	2	387.740	169.280	0.9191
Or	PS	RI	2	366.080	18.250	
Or	CNS	Lra	2	21.655	1.775	0.3377
Or	CNS	RI	2	24.435	1.165	
Or	CM	Lra	2	37.425	1.125	0.0828
Or	CM	RI	2	21.615	2.905	
Or	SM	Lra	2	0.500	0.140	0.3371
Or	SM	RI	2	0.725	0.045	
Or	NM	Lra	2	0.705	0.085	0.3319
Or	NM	RI	2	0.565	0.025	
Or	PM	Lra	2	414.400	97.425	0.2919
Or	PM	RI	2	229.010	26.920	
Or	CNM	Lra	2	53.730	5.050	0.1427
Or	CNM	RI	2	38.125	3.215	
Or	CAS	Lra	2	288.380	106.900	0.7547

Or	CAS	RI	2	244.920	23.870	
Or	MGS	Lra	2	408.170	94.060	0.2380
Or	MGS	RI	2	610.620	72.000	
Or	KS	Lra	2	221.700	14.965	0.3658
Or	KS	RI	2	243.410	9.960	
Or	CAM	Lra	2	5.800	0.660	0.6347
Or	CAM	RI	2	6.850	1.620	
Or	MGM	Lra	2	7.075	2.505	0.9949
Or	MGM	RI	2	7.095	0.045	
Or	KM	Lra	2	2.710	0.650	0.3162
Or	KM	RI	2	3.805	0.265	
Or	DAP	Lra	2	0.385	0.065	0.7909
Or	DAP	RI	2	0.410	0.050	