

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT  
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIOLÓGICAS

**SALINIDAD DE SUELOS Y VEGETACIÓN ASOCIADA A  
MARISMAS DE NAYARIT, MÉXICO**

**Jesús Alberto Herrera Romero**

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de:  
Maestría en Ciencias en el Área de Ciencias Ambientales

Xalisco, Nayarit, Octubre 2015

Xalisco, Nayarit, 02 de Octubre de 2015

DR. JUAN DIEGO GARCÍA PAREDES  
COORDINADOR DEL PROGRAMA DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS  
P R E S E N T E

Los que suscribimos, integrantes del Comité Tutorial del Biol. Jesús Alberto Herrera Romero, decidimos que hemos revisado la tesis titulada: "Salinidad de suelos y vegetación asociada a marismas de Nayarit, México" y determinamos que la tesis puede ser presentada por el estudiante de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias, con opción terminal en Ciencias Ambientales.

ATENTAMENTE  
COMITÉ TUTORIAL

Director de tesis: Dr. José Irán Bojórquez Serrano



Co-Director de tesis: Dr. Jorge Batlle Sales



Asesor de tesis: Álvaro Can Chuim



Asesor de tesis: Alberto Madueño Molina



Asesor de tesis: Juan Diego García Paredes





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**

CBAP/219/15.

Xalisco, Nayarit; 21 de octubre de 2015.

**ING. ALFREDO GONZÁLEZ JÁUREGUI**  
**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**P R E S E N T E.**

Con base al oficio de fecha 02 de octubre del presente, enviado por los CC. **Dr. José Irán Bojórquez Serrano, Dr. Jorge Batlle Sales, Dr. Álvaro Can Chulim, Dr. Alberto Madueño Molina y Dr. Juan Diego García Paredes**, donde se indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que solicita el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias; dependiente de la Universidad Autónoma de Nayarit, se autoriza a el **C. Jesús Alberto Herrera Romero**, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestría en el Área de Ciencias Ambientales.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente  
"Por lo Nuestro a lo Universal"

Dr. J. Diego García Paredes  
Coordinador del Posgrado



C.c.p.- Expediente

kmfm

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE SÍMBOLOS O ABREVIATURAS.....	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 Objetivo general:.....	10
1.2 Objetivos Específicos:.....	10
1.3 Hipótesis:.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
2.1 Área en estudio.....	11
2.2 Diseño de Muestreo.....	12
2.3 Muestreo por transectos.....	12
2.4 Método de cuadrantes.....	12
2.5 Muestreo de suelos y plantas.....	13
2.6 Proceso de datos de suelos y plantas.....	14
RESULTADOS.....	16
3.1 Inventarios de suelos de las geoformas.....	16
3.2 Conductividad eléctrica (CEe).....	16
3.3 pH.....	17
3.4 Contenido de arena.....	17
3.5 Materia orgánica.....	18
3.6 Concentración iónica.....	18
3.7 Inventarios de plantas.....	20
3.8 Agrupamientos de plantas por geoformas.....	22
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIONES.....	28
CONSIDERACIONES PRINCIPALES.....	30
RECOMENDACIONES GENERALES.....	30
BIBLIOGRAFIA.....	31
APÉNDICE A.....	38
APÉNDICE B.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1. Escala de categorías Braun-Blanquet.

Cuadro 2. Valores de CEE ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

Cuadro 3. Valores de pH de los suelos, de las geoformas estudiadas.

Cuadro 4. Valores de contenido de arena (%) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

Cuadro 5. Valores de contenido de Materia orgánica (%) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

Cuadro 6. Listado de especies de los inventarios de plantas del área en estudio.

Apéndice A:

Cuadro A.1. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma playa

Cuadro A.2. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma Barra alta no inundable 1.

Cuadro A.3. Inventarios de plantas y suelos de la Barra alta no inundable 2.

Cuadro A.4. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma Barra alta no inundable 3.

Cuadro A.5. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma Barra media con inundación estacional 1.

Cuadro A.6. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma Barra media con inundación estacional 2.

Cuadro A.7. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma Barra media con inundación estacional 3.

Cuadro A.8. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma Barra media con inundación estacional 4.

Cuadro A.9. Especies de plantas exclusivas de las geoformas.

Apéndice B:

Cuadro 7. Valores de CEE ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

Cuadro 8. Valores de pH de los suelos, de las geoformas estudiadas.

Cuadro 9. Valores de contenido de arena (%) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

Cuadro 10. Valores de contenido de Materia orgánica (%) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio. Playa, BA<sub>ni1</sub>=Barra alta no inundable 1, BA<sub>ni2</sub>= Barra alta no inundable 2, BA<sub>ni3</sub>=Barra alta no inundable 3, BM<sub>cie1</sub>= Barra media con inundación estacional 1, BM<sub>cie2</sub>= Barra media con inundación estacional 2, BM<sub>cie3</sub>=

Barra media con inundación estacional 3 y BMcie4= Barra media con inundación estacional 4.

Figura 2. Diagrama de Piper. Composición iónica de los inventarios de suelo de las geoformas.

Figura 3. Diagrama de piper Hill Langelier.

## ÍNDICE DE SÍMBOLOS O ABREVIATURAS

LLCPM: La Llanura Costera del Pacífico Mexicano

CEe: Conductividad eléctrica del extracto de saturación

MO: Materia orgánica

IVI: Índice de valor de importancia

BAni1, 2 y 3: Barra alta no inundable 1, 2 y 3

BMcie1, 2, 3 y 4: Barra media con inundación estacional 1, 2, 3 y 4

DAP: Diámetro altura al pecho

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado durante la realización de este proyecto.

Al programa de Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, por el apoyo académico.

A mi director de tesis, Dr. José Irán Bojórquez Serrano, por sus conocimientos invaluable al llevar a cabo esta investigación.

A mi Co-director Dr. Jorge Battle Sales y asesores de tesis Dr. Álvaro Can Chulim, Dr. Alberto Madueño Molina y Dr. Juan Diego García Paredes por brindarme parte de su tiempo y valiosas contribuciones a este trabajo.

Agradezco a las personas involucradas que hacen posible el conocimiento dentro de las aulas. A mis compañeros y amigos de generación por todos los buenos y malos momentos que pasamos juntos, a todos aquellos que compartieron sus conocimientos.

A mis buenos amigos Hermes, Mario y Emanuel, por su gran apoyo y compañía en muestreo de campo.

A mi esposa Karen de quien siempre he recibido apoyo incondicional, amor y comprensión. Por estar a mi lado estos años inyectándome fuerza para poder llegar al final de esta etapa y sacrificar gran parte del tiempo que le corresponde.

A mis padres Angélica María y Fredy Clemente por sus consejos de gran validez, que en momentos difíciles y logros han estado a mi lado apoyando mis decisiones.

## RESUMEN

En esta investigación se realizó un inventario de plantas presentes en el sistema de barras costeras en marismas nacionales en el estado de Nayarit, México, con la finalidad de generar información para la conservación y restauración del ecosistema. El estudio se realizó en tres transectos del ecosistema de barras costeras. Se logró identificar 59 especies que, fueron agrupadas por su valor de importancia en cada una de ocho barras identificadas. Se hicieron agrupaciones de plantas para cada una de las geoformas establecidas. Los inventarios de plantas y suelos fueron realizados mediante el método de cuadrantes de Braun-Blanquet. Los inventarios de plantas y de propiedades del suelo se tabularon para cada geoforma y se asignó el nombre de la agrupación con las plantas que tuvieron el valor más alto de importancia ecológica. Se describieron ocho agrupaciones de plantas en tres ecosistemas costeros; 1- la playa y dunas costeras, con texturas arenosas no salinas, especies de plantas representativas como son *Cynodon dactylon* (zacate bermuda), *Spartina alterniflora* (Borraza) y *Scaevola plumieri* (Coralillo); 2- barras altas no inundables, con texturas arenosas no salinas, especies de plantas como son *Acalypha* sp. (rabo de gato), *Cenchrus echinatus* (huizapol o zacate cadillo), *Senna obtusifolia* (hediondilla), *Cynodon dactylon* (zacate bermuda), *Eleusine tristachya* (pasto ruso), *Senna occidentalis* (cafecillo) y *Crotalaria incana* (cascabelillo) y; 3- barras medias con inundación estacional, con suelos de texturas arenosas y franco arenosos e hipersalinos, con especies de plantas con alta resistencia a la sal, *Batis maritima* (vidrillo malo o saladilla) *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Sarcocornia pacifica* (vidrillo), *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa), *Pithecellobium calostachys* (guamuchilillo) y *Cynodon dactylon* (zacate bermuda).



## INTRODUCCIÓN

Debido a las diferencias regionales en el régimen hidrológico, el clima, los procesos de formación del suelo y los escenarios geomorfológicos, se forman amplias comunidades de plantas asociadas a humedales con altos regímenes hídricos, las cuales han evolucionado en todo el mundo (Tiner, 1999). Evolución que se expresa en la estructura y su relación con las características de los principales tipos de humedales (Fernández *et al.*, 2012; Hupp *et al.*, 2009).

Los ecosistemas costeros proporcionan conectividad con el continente, lo cual es crítico para el control de inundaciones y el almacenamiento de materia orgánica, la retención de sedimentos y la fertilidad del suelo, entre otras funciones (Ewel, 2010).

Las marismas son ecosistemas costeros de gran relevancia, corresponden a depresiones de zonas costeras, que se encuentran por debajo del nivel máximo de la marea alta, tienen comunicación permanente o efímera con el mar, pero protegida por barreras naturales y se encuentran en interacción a través del agua (Lankford, 1977).

Las especies de plantas de la zona de marismas se pueden clasificar en aquellas que toleran altas concentraciones de sal o halófitas, las que toleran bajas concentraciones de sal en los suelos o glicófitas y un grupo intermedio o pseudohalófitas. Las halófitas han desarrollado mecanismos adaptativos permitiéndoles absorber agua bajo condiciones de alta salinidad, acumular sodio en las partes aéreas; Las glicófitas, dirigen al sodio hacia las partes maduras de la planta en un intento de mantenerlo en las raíces, esto les resulta inútil para su establecimiento en zonas salinas (Barkla *et al.*, 2007; Barkla *et al.*, 2002; Adams *et al.*, 1998).

Las plantas halófitas tienen la capacidad de crecer en suelos sujetos a inundaciones periódicas, pueden crecer a diferentes salinidades de  $0 > 16 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , alcanzando su máximo desarrollo a  $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  (Verdugo *et al.*, 2007). Los suelos afectados por sales en los ecosistemas costeros condicionan la distribución de la vegetación y los usos del suelo (Zhang *et al.*, 2011).

En diversos estudios, que han trabajado la distribución de sales en marismas costeras (Huckelbridge *et al.*, 2010; He *et al.*, 2009; Amezketa, 2006; Gandullo, 2004; Piernik, 2003; Ukpong, 1994), se ha mencionado que entre los principales factores para conocer la

distribución de especies halófitas están las características del suelo, ya que por medio de muestras de suelo o descripción de perfiles de suelo, incorporando el análisis físico químico (incluidos aniones y cationes), sirven para describir la ecología de estos ambientes semiáridos.

Estudios sobre fitosociología en sistemas costeros, dan como resultado inventarios y catálogos florísticos de vegetación halófito, aportando un conocimiento significativo de estos ecosistemas, logrando distinguir especies con mecanismos adaptativos similares para lograr resistencia a la sal (Loidi *et al.*, 2014; Lendínez *et al.*, 2011, 2009; Salazar *et al.*, 2002).

Mediante estudios de abundancia, frecuencia, dominancia y cobertura se obtienen asociaciones de especies de plantas (Jiménez y Rangel, 2012; Gordo, 2009; Teillier y Becerra, 2003; Tamajón y Muñoz, 2001). Estos estudios se han realizado para la descripción dinámica, estructura y composición de zonas costeras, para elaborar planes de manejo y tener asociaciones con mayor valor de importancia.

Piemik (2003), menciona que las comunidades de halófitas son mejores indicadores de la salinidad del suelo que las especies individuales y estas; se pueden dividir o asociar por gradientes de salinidad, con distintos rangos de tolerancia.

Existen trabajos donde se demuestra que las plantas sirven como indicadores de suelos salinos (Angiolini *et al.*, 2013; Cañadas *et al.*, 2010; He *et al.*, 2009; Barreto, 2004; Piemik, 2003; Ukpong, 1994).

Angiolini *et al.*, (2013), afirman que las dunas costeras son entornos selectivos, donde solo prevalecen las especies de plantas adaptadas a condiciones extremas; la vegetación halófito en estos ambientes muestra reducción de comunidades ecológicas y de riqueza de especies, debido a la alta concentración salina en el suelo.

Barreto (2004), demostró que los cambios en los gradientes de salinidad e hipersalinidad en bosque mixtos y monoespecíficos de manglar provocan efectos negativos para la vegetación como son disminución de la densidad, el área basal y la altura.

Cañadas *et al.*, en 2010, mencionan que el conjunto florístico y edáfico confirman que el suelo determina principalmente el establecimiento de la vegetación.

El proceso de salinización de las llanuras costeras tiene su origen en cambios relacionados con transgresiones y regresiones marinas ocurridas en periodos del Pleistoceno y Holoceno

(Pierik *et al.*, 2014; Fritz *et al.*, 2012; Smith *et al.*, 2011; Hadley, 2009; Curray y Moore, 1964). La Llanura Costera del Pacífico Mexicano (LLCPM) se formó en periodos de tiempo que datan desde hace 4000 a 4500 años (Bojórquez *et al.*, 2007; Curray y Moore, 1964). La línea de costa de cordones litorales se dividen en: playa, dunas costeras y barras paralelas (González *et al.*, 2009), tal como corresponden con el área en estudio.

Como vegetación natural asociada en la zona de estudio se encuentra el mangle, representado por las especies *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus*, vegetación halófila, bosque tropical caducifolio y el matorral espinoso (González *et al.*, 2009).

Existen antecedentes de la zona en estudio donde se relacionan los tipos de suelos y algunas propiedades que presentan las barras costeras, los resultados se relacionan con las asociaciones de manglar y las geoformas (Valdés *et al.*, 2011), dando una representación general del ecosistema.

La falta de conocimiento en estas áreas ha llevado a cometer errores afectando al sistema, el caso más relevante de este ecosistema es el canal de Cuautla, este canal provoca erosión en gran parte del sistema costero debido al impacto que causan las olas provenientes del mar, deposita sales directas del mar y eleva la conductividad eléctrica del suelo y agua, provocando pérdida de espacios, a su vez muerte de vegetación por hipersalinidad.

El principal objetivo de este trabajo es realizar un inventario de la vegetación presente en el sistema de barras costeras y relacionar la salinidad de los suelos con las especies vegetales con mayor valor de importancia ecológica.

Esta investigación genera conocimiento del ecosistema costero, sobre la distribución de la vegetación por gradientes de salinidad y determinar asociaciones de plantas con mayor importancia biológica. La zona de barras paralelas son ecosistemas de alta productividad debido a que forma parte del sistema de marismas, es el hábitat de una gran variedad de especies de plantas así como de animales con un gran valor económico, turístico y ambiental; de aquí la importancia de conocer, conservar y reforestar estos ecosistemas.

En caso de desastre o muerte de la vegetación llevar a cabo una reforestación con asociaciones de especies más importantes. Asimismo apoyar las personas con interés en el entendimiento de este ecosistema y ayudar a resolver problemas prácticos en el manejo de uso de suelo. Debido a lo anterior se plantean los siguientes objetivos.

### **1.1 Objetivo general:**

Analizar la relación entre los gradientes de salinidad de los suelos y la vegetación asociada en marismas del estado de Nayarit.

### **1.2 Objetivos Específicos:**

- 1.- Caracterizar gradientes de salinidad de los suelos en marismas del estado de Nayarit.
2. Realizar un inventario de la vegetación.
- 3.- Relacionar la salinidad de los suelos con la vegetación presente en marismas de estado de Nayarit.

### **1.3 Hipótesis:**

Debido a la complejidad del sistema costero de Nayarit se espera encontrar asociaciones de plantas de importancia relativa con alta tolerancia a la salinidad, como son las plantas halófitas en las barras bajas, asociaciones de halófitas con pseudohalófitas en las barras medias y asociaciones de plantas pseudohalófitas y glicófitas en las barras altas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Área en estudio

La presente investigación se realizó en un paisaje de barras costeras en la subprovincia Delta del río Grande de Santiago en la Llanura Costera del Pacífico Mexicano, localizado entre las coordenadas  $21^{\circ}59'12.98''$  y  $21^{\circ}58'23.78''$  de latitud Norte y  $105^{\circ}34'30.22''$  y  $105^{\circ}38'29.48''$  de longitud Oeste (Figura 1). El área en estudio, acorde con los registros de la estación agroclimática de Santa Cruz de Las Haciendas, presenta clima tropical subhúmedo, con temperatura promedio anual de  $24.9^{\circ}\text{C}$ , máxima promedio de  $30^{\circ}\text{C}$  y mínima promedio de  $19.7^{\circ}\text{C}$ , y precipitación media anual de 1128 mm.

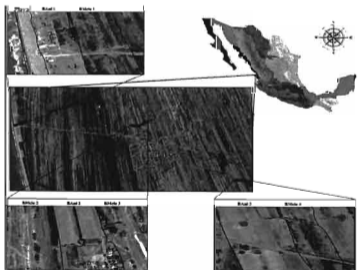


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Playa, BAni1=Barra alta no inundable 1, BAni2= Barra alta no inundable 2, BAni3=Barra alta no inundable 3, BMcle1= Barra media con inundación estacional 1, BMcle2= Barra media con inundación estacional 2, BMcle3= Barra media con inundación estacional 3 y BMcle4= Barra media con inundación estacional 4.

## 2.2 Diseño de Muestreo

En cada transecto se delimitaron las geofomas mediante reconocimiento de campo y apoyo de imágenes satelitales de acuerdo a la metodología de Zinck (2012). Se utilizó imágenes satelitales (Landsat y Google Earth), los criterios de discriminación fueron la dinámica de inundación de las geofomas, primero inundables y no inundables, y segundo, la influencia de la marea ordinaria, extraordinaria y estacional (periodo de lluvias).

## 2.3 Muestreo por transectos

Se seleccionaron tres transectos del ecosistema de barras costeras por su alta concentración de barras paralelas (altas, medias y bajas) a la línea de costa observadas en este territorio. El muestreo de suelo y colecta de vegetación se realizó en los meses de febrero y marzo de 2014, se realizó una selección de 102 puntos de muestreo, distribuidos en los tres transectos (38, 36 y 28 puntos de control respectivamente) en cada uno de ellos se involucran las distintas barras costeras o geofomas (Playa y duna costera, barra alta no inundable y barra media con inundación estacional). Se trazaron los transectos de aproximadamente 400 m de longitud, cada uno a una distancia de tres km entre sí, paralelos a la línea de costa, partiendo de la playa hacia el continente, cada uno de los puntos se localizaron a una distancia de aproximadamente 10 m entre ellos, los sitios se ubicaron con un GPS Garmin MAP 60, en coordenadas UTM.

## 2.4 Método de cuadrantes

El estudio se realizó de acuerdo al método de cuadrantes propuesto por Braun Blanquet (1979), que consistió en colocar un cuadrante de 25 m<sup>2</sup> dividido en cuatro parcelas, esto corresponde a 2550 m<sup>2</sup>, se colectaron muestras de vegetación de cada especie presente en el cuadrante y se estimó la cobertura que ocupaba. Este método es muy utilizado para el análisis de vegetación y asociación de especies vegetales en diversas partes del mundo incluidos los sistemas costeros (Leirana y Bautista, 2014; De la Fuente *et al.* 2013;

Lendínez *et al.*, 2012; López *et al.*, 2011; Barreto, 2004; Gandullo, 2004; Salazar *et al.*, 2002).

En cada cuadrante se estimó el porcentaje de superficie cubierta por cada especie vegetal, se determinó la densidad, abundancia y frecuencia de las especies de plantas encontradas, como lo propone Mostacedo y Fredericksen (2000).

## 2.5 Muestreo de suelos y plantas

Las muestras de suelo y de las especies de plantas, se colectaron en cada una de las parcelas. Para el caso de las cuatro muestras de suelo colectadas, se homogenizaron en un recipiente para integrar una muestra compuesta por cada sitio: las muestras de suelo se colectaron con una barrena manual de 6.5 cm de diámetro a una profundidad de 0 a 20 cm, con el criterio de que es la zona activa de las raíces para la mayoría de las plantas presentes en el ecosistema costero.

Las muestras de suelo se prepararon para el análisis de laboratorio mediante secado a 105 °C, se retiró el material vegetal y se tamizó con malla de 2 mm. El extracto de saturación se hizo con una pasta de 400 g de suelo y agua destilada, con la técnica de succión del embudo de Buchner. Previo al análisis de las partículas del suelo se realizó el lavado de sales de la pasta saturada con agua destilada, a cada 50 ml extraídos fueron valorados con nitrato de plata 0.05N hasta que la muestra dejó de presentar precipitados de color blanquecino.

El análisis de las muestras de suelo se efectuó por potenciometría (pH), conductimetría (CEe), volumetría (calcio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos y cloruros), flamometría (sodio y potasio), turbidimetría (sulfatos), volumetría y colorimetría (materia orgánica) e hidrometría (composición de partículas) (Semamat, 2002; Richards, 1990).

Las plantas colectadas contaron con flor o fruto para su identificación, fueron colocadas en papel de estraza, se prensaron, y se herborizaron en una estufa de secado (Sánchez y González, 2007). Mientras que las especies arbóreas presentes en los cuadrantes se les midió el diámetro a la altura del pecho a 130 cm (DAP).

La cubierta vegetal de cada una de las especies se estimó de manera cualitativa considerando que el 100 % equivale a la totalidad del cuadrante. La cobertura se categorizó con la escala de Braun-Blanquet, en la que se combina la abundancia, frecuencia y

dominancia (Cuadro 1); los dos índices inferiores (+, r) registran la abundancia, mientras que los restantes (1, 2, 3, 4 y 5) tienen en cuenta la cobertura o dominancia.

**Cuadro 1. Escala de categorías Braun-Blanquet.**

r	Un solo individuo, cobertura despreciable
+	Más individuos, cobertura muy baja
1	Cobertura menor del 5%
2	Cobertura del 5 al 25%
3	Cobertura del 25 al 50%
4	Cobertura del 50 al 75%
5	Cobertura igual o superior al 75%

La identificación taxonómica de las plantas se realizó con las nomenclaturas de Matteucci y Colma (1982), claves para diferentes familias (Carranza, 2007; Calderón *et al.*, 2005; Lira, 2001), guías de campo (Contreras *et al.*, 2013) e inventarios digitales (<http://www.thcplantlist.org> y <http://www.conabio.gob.mx>).

## 2.6 Proceso de datos de suelos y plantas

Una base de datos con los 102 inventarios de suelos y de plantas se integró en Excel y en el sistema de información geográfica QGIS 2.8-Vien. Un listado de plantas se generó con la suma de especies identificadas en el área en estudio. Cada especie se identificó por su nombre científico, nombre común, estatus de migración y distribución de acuerdo con la norma oficial mexicana ECOL-059 (Semarnat, 2010)

Los datos se agruparon para las ocho geoformas estudiadas (Beach, BAni1, BAni2, BAni3, BMcie1, BMcie2, BMcie3 y BMcie4) y se les realizó un análisis estadístico básico por cada una de las propiedades del suelo (CEe, pH, % Arena y % MO) mediante el software SPSS versión 15.0 para Windows. Por otra parte, se clasificaron las concentraciones iónicas con un análisis de diagramas de Piper, con el software Diagrammes 5.1.



La estructura de la vegetación de cada geoforma se obtuvo a través del Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies de cada inventario, que resulta de la suma de la abundancia, frecuencia y dominancia relativas ( $IVI = Ab\% + Fr\% + D\%$ ) (Gordo, 2009).

La abundancia absoluta se calculó con el número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio ( $n_i$ ), por lo que la Abundancia relativa ( $Ab\%$ ) =  $(n_i / N) \times 100$ .

Donde:

$n_i$  = Número de individuos de la  $i$ ésima especie

$N$  = Número de individuos totales en la muestra

La frecuencia absoluta se determinó por el número de parcelas en las que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas de una determinada especie en todas las parcelas, por lo que Frecuencia relativa ( $Fr\%$ ) =  $(Fr_{Ani}/Fr_{At}) \times 100$

Donde:

$Fr_{Ani}$  = Frecuencia absoluta de una especie

$Fr_{At}$  = Frecuencia absoluta total

La dominancia absoluta se logró con la sumatoria de las áreas basales de los individuos de una especie sobre el área especificada y expresada en metros cuadrados y la Dominancia relativa ( $D\%$ ) =  $(DaS/DaT) \times 100$

Donde:

$DaS$  = Dominancia absoluta de una especie

$DaT$  = Dominancia absoluta de todas las especies

Los inventarios de plantas y de propiedades del suelo se tabularon para cada geoforma. Las especies se ordenaron por el índice de valor de importancia ecológica (IVI) y el nombre de la agrupación de plantas se asignó con las que tienen el valor más alto.

La interpretación de las tablas se realizó con el número total de inventarios por geoforma, el número de especies, las propiedades del suelo, en particular la condición de salinidad y las plantas que sólo se identificaron en esa unidad. Se utilizaron las categorías del pH, CE, MO y composición mecánica de la NOM-021-RECNAT (Semarnat, 2002).

## RESULTADOS

### 3.1 Inventarios de suelos de las geoformas

Se reconocieron ocho geoformas en los tres transectos estudiados: Playa, Barra alta no inundable 1 (BA<sub>ni1</sub>), Barra alta no inundable 2 (BA<sub>ni2</sub>), Barra alta no inundable 3 (BA<sub>ni3</sub>), Barra media con inundación estacional 1 (BM<sub>cie1</sub>), Barra media con inundación estacional 2 (BM<sub>cie2</sub>), Barra media con inundación estacional 3 (BM<sub>cie3</sub>) y Barra media con inundación estacional 4 (BM<sub>cie4</sub>). Los resultados de los inventarios de suelos se muestran a continuación.

La playa es una zona arenosa con escasas de vegetación, con un porcentaje de humedad relativamente bajo y con presencia de sal debido al depósito que deja la brisa marina.

Las barras altas presentan bajo contenido en sales, ya que alcanzan la suficiente altura para mantener alejadas las sales de la cubierta vegetal, la captación de agua en la temporada de lluvias ayuda a que la sal no ascienda a la superficie del suelo, BM<sub>cie2</sub> es la que se encuentra a mayor altura por lo tanto la salinidad es casi nula.

Las barras medias con inundación estacional son bañadas en las avenidas de mareas y por acumulación de agua proveniente de los ríos por el efecto de las lluvias, acumulando las sales desde la parte superior.

### 3.2 Conductividad eléctrica (CEe)

Los datos de CEe en las muestras de suelo de las geoformas estudiadas muestran alta heterogeneidad (Cuadro 2). Los valores promedio más bajos están en las barras altas no inundables (0.33, 1.29 y 1.81 dS.m<sup>-1</sup>), seguido de la playa (5.15 dS.m<sup>-1</sup>) y los de la barra media con inundación estacional 1, 2, 3 y 4, que son los más altos (hipersalinos) y presentan la mayor variación entre ellos (35.30, 58.48, 42.58 y 25.59 dS.m<sup>-1</sup>, respectivamente).

Cuadro 2. Valores de C<sub>Ee</sub> (dS.m<sup>-1</sup>) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

	Playa	BAni1	BAni2	BAni3	BMcie1	BMcie2	BMcie3	BMcie4
N	6	10	7	17	22	16	13	11
Min	0.74	0.15	0.51	0.28	1.26	27.07	13.54	1.36
Max	12.36	0.64	4.60	10.93	88.60	87.70	55.50	41.90
Mean	5.15	0.33	1.29	1.81	35.30	58.48	42.58	25.59
Std. error	1.87	0.05	0.56	0.67	5.53	4.54	3.77	4.18

### 3.3 pH

Los valores promedio de pH en las muestras de suelo de las geoformas analizadas observan alta homogeneidad (Cuadro 3); sin embargo, las diferencias se destacan entre los relieves de barra media que tienden a ser moderadamente ácidos y los de barra alta en la que todos son neutros.

Cuadro 3. Valores de pH de los suelos, de las geoformas estudiadas.

	Playa	BAni1	BAni2	BAni3	BMcie1	BMcie2	BMcie3	BMcie4
N	6	10	7	17	22	16	13	11
Min	6.54	6.47	6.21	6.33	5.97	5.39	5.98	5.27
Max	6.98	7.17	7.15	7.66	6.94	7.56	6.90	6.68
Mean	6.76	6.93	6.68	6.88	6.40	6.84	6.57	5.99
Std. error	0.06	0.09	0.13	0.10	0.07	0.17	0.07	0.16

### 3.4 Contenido de arena

El contenido de arena de las muestras de suelo expone la textura gruesa de los relieves estudiados (Cuadro 4). Dado el origen del relieve costero por transgresión y regresión marina, los suelos con mayor contenido de arena son los más próximos al mar, mientras que los más heterogéneos están en las barras medias con inundación estacional.

Cuadro 4. Valores de contenido de arena (%) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

	Playa	BAni1	BAni2	BAni3	BMcie1	BMcie2	BMcie3	BMcie4
N	6	10	7	17	22	16	13	11
Min	94.96	82.96	73.68	68.60	71.18	63.61	59.68	60.67
Max	96.96	96.96	89.68	85.68	95.03	87.61	85.68	78.67
Mean	95.29	93.96	83.20	78.02	83.42	77.81	76.52	69.80
Std. error	0.33	1.24	2.11	1.35	1.29	1.98	2.42	1.52

### 3.5 Materia orgánica

Los datos del contenido de materia orgánica en los suelos de las geoformas analizadas presentan alta heterogeneidad y un patrón creciente de la playa hacia el continente (Cuadro 5), la mayor concentración promedio está en los relieves de barra media con inundación estacional (1.95, 1.93, 2.23 y 3.61%), y disminuye en la barra alta no inundable (1.37, 1.35 y 1.43%) y el de playa (0.67%).

Cuadro 5. Valores de contenido de Materia orgánica (%) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

	Playa	BAni1	BAni2	BAni3	BMcie1	BMcie2	BMcie3	BMcie4
N	6	10	7	17	22	16	13	11
Min	0.40	0.60	0.40	0.54	0.47	0.54	1.07	1.20
Max	0.81	3.26	2.35	2.88	6.10	3.69	4.33	8.33
Mean	0.67	1.37	1.35	1.43	1.95	1.93	2.23	3.61
Std. error	0.06	0.31	0.33	0.15	0.25	0.24	0.29	0.56

### 3.6 Concentración iónica

La predominancia iónica de las muestras de suelo de las ocho geoformas estudiadas se clasificó como tipo Cloruro de sodio, debido a la influencia de agua marina por infiltración directa o indirecta al sistema costero, con presencia mayoritaria de Calcio más Magnesio en las geoformas 1 y 2 de barra media con inundación estacional (Figura 4). La concentración iónica muestra claramente el compuesto salino NaCl, contrastado con los datos en los triángulos presentes en el diagrama de piper Hill Langelier (Figura 5).

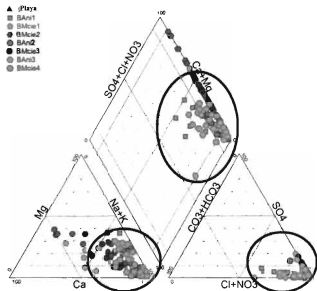


Figura 2. Diagrama de Piper. Composición iónica de los inventarios de suelo de las geoformas.

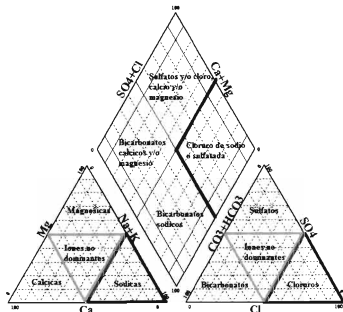


Figura 3. Diagrama de piper Hill Langellier.

### 3.7 Inventarios de plantas

El listado de plantas identificadas en el área en estudio presenta 59 especies, 51 géneros y 30 familias. De estas últimas, las más representadas son Poaceae, Solanaceae y Fabaceae con 13.56, 10.12 y 10.12%, respectivamente. Por el estatus migratorio 56 especies son nativas, dos exóticas y una introducida. De las especies nativas destacan *Sarcocornia pacifica* y *Physalis ampla* consideradas endémicas, y dos especies de mangle (*Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus*) con categoría de riesgo bajo protección especial (Tabla 5).

Cuadro 6. Listado de especies de los inventarios de plantas del área en estudio.

ID	Familia	Genero / especie	Nombre común	Estatus migratorio
1	Acuminaceae	<i>Artemisa genivosa</i> (L.) J.L.	Mangle negro	Nativa
2	Acuminaceae	<i>Baccharis purpurascens</i> (Lam.) Urb	Cordoncillo	Nativo
3	Aizacaceae	<i>Setaria portulacastrum</i> (L.) J.L.	Verdolaga de playa	Nativa
4	Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Quiche	Nativa
5	Amaranthaceae	<i>Sarcocornia pacifica</i> (Standl) Al de Scah	Vahlillo	Endemica de Norte America
6	Aplacaeae	<i>Eryngium alpinum</i> L.	Cabeceño	Nativa
7	Asclepiadaceae	<i>Asclepias carolinensis</i> L.	Schorta	Nativa
8	Asteraceae	<i>Melampodium divaricatum</i> (Roth. ex Rich.) DC	Borra de oro	Nativa
9	Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	Vidillo malo o soladilla	Nativa
10	Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavense</i> L.	Alicancillo de playa	Nativa
11	Boraginaceae	<i>Cynophoran axillaris</i> S. Stapf & J.R. Drumet		Introducida
12	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguis</i> L.f. & S.	Pitusa	Nativa
13	Caprifoliaceae	<i>Cantua lapa</i> L.	Gusco	Nativa
14	Combretaceae	<i>Conocarpus araxus</i> L.	Mangle bononcillo	Nativa/Proteccion especial
15	Compositaceae	<i>Composita erecta</i> L.	Espueñas	Nativa
16	Compositaceae	<i>Cassia glabrior</i> (Engelm.) Yance		Exotica
17	Cucurbitaceae	<i>Citrullus vulgaris</i> Shrad	Sanda	Nativa
18	Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Eadi	Hierba	Nativa
19	Cyperaceae	<i>Cyperus tenuiflorus</i> L.	Juncu	Nativa
20	Cyperaceae	<i>Cyperus exaltatus</i> L.	Juncu avellanada	Nativa
21	Cyperaceae	<i>Cyperus polystachyus</i> (Roth)	Juncu de muchos espigas	Nativa
22	Euphorbiaceae	<i>Acalypha lucida</i> L.	Rabo de gato	Nativa
23	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia acyphoides</i> (Benth.) Milip	Hierba de la golondrina	Nativa
24	Fabaceae	<i>Desmodium sp.</i> (Aberc. & H.)	Pega	Nativa
25	Fabaceae	<i>Fabaceae calycotome</i> Standl	Canchil	Nativa
26	Fabaceae	<i>Fabaceae dalei</i> (Roth) Benth	Huamachil ó guamachil	Nativa
27	Fabaceae	<i>Rhynchosia americana</i> (Mill.) Metz	Americana	Exotica
28	Fabaceae	<i>Sesuvium obtusifolium</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	Hediondilla	Nativa
29	Fabaceae	<i>Sesuvium occidentale</i> (L.) Link	Calceolito	Nativa
30	Goodeniaceae	<i>Scoroparia flavescens</i> (L.) Vahl	Cenillo	Nativa
31	Leguminosae	<i>Calliandra leucostoma</i> (Mill.) Standl	Calceolito de ángel	Nativa
32	Leguminosae	<i>Crotalaria incana</i> L.	Cusuculillo	Nativa
33	Leguminosae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC	Mequite	Nativa
34	Malaconaceae	<i>Kantolobos flavicentrus</i> Fryxell & S.D. Koch	Altrate	Nativa
35	Malaconaceae	<i>Sida acuta</i> Burn f	Escobilla	Nativa
36	Mimosaaceae	<i>Acacia farnesiana</i> L. Willd	Huachaco	Nativa
37	Nyctaginaceae	<i>Boerhaavia caribaea</i> Mill.	Cordoncillo	Nativa
38	Nyctaginaceae	<i>Olana hypogaea</i> Schradl & Cham		Nativa
39	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Garabao	Nativa
40	Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	Chicalote amarillo	Nativa
41	Pasifloraceae	<i>Pasiflora foetida</i> L.	Mazayaya silvestre	Nativa
42	Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Huizapal	Nativa
43	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Zacate bermudo	Nativa
44	Poaceae	<i>Dyptaria bicolora</i> (Lam.) Reem. & Schult	Zacate	Nativa
45	Poaceae	<i>Eleusine tritachya</i> (Lam.) Lam	Pasto rojo	Nativa
46	Poaceae	<i>Panicum maximum</i> (Cav.) Trin ex Steud	Carrizo	Nativo
47	Poaceae	<i>Spartina alterniflora</i> Loosd.	Barrasa	Nativa
48	Poaceae	<i>Sporobolus grammifolius</i> (Lam.) C.L Hitchc		Nativa
49	Poaceae	<i>Urochloa mexicana</i> (Hitchc.) Monard & Zuloaga		Nativa
50	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Nativa
51	Rubiaceae	<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) R. Schum	Hierba caliente	Nativa
52	Solanaceae	<i>Datura innoxia</i> Mill	Tolobocho	Nativa
53	Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i> L.	Cucuzamate	Endemica
54	Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i> Brot ex Herem.	Tomatillo, tomate de boja	Nativa
55	Solanaceae	<i>Solanum carolinense</i> Lam.	Huevo de gato	Nativa
56	Solanaceae	<i>Physalis cordata</i> (Houtt. ex Mill)		Nativo
57	Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Dunal	Espina de manglar	Nativa
58	Sterculiaceae	<i>Cassia almyrica</i> Lam	Galeano	Nativa
59	Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Orzua	Nativa

### 3.8 Agrupamientos de plantas por geoformas

Ocho agrupamientos de plantas se establecieron acorde con los inventarios vegetales y el valor de importancia ecológica de la especie. A continuación se describen:

**3.8.1 Playa:** Agrupación de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Zacate bermuda), *Spartina alterniflora* Loisel. (Borraza) y *Scaevola plumieri* (L.) Vahl. (Coralillo).

En esta geoforma se realizaron seis inventarios de plantas, en estos se registró una riqueza de cuatro especies. Esta población se desarrolla en la parte no salina de la geoforma (inventarios 5 y 6), donde el suelo es de textura muy arenosa (cerca de la duna costera), el pH neutro y el contenido de materia orgánica es medio (Cuadro A. 1). En esta geoforma se registraron dos especies de plantas exclusivas *Scaevola plumieri* (L.) Vahl y *Citrullus vulgaris* Shard (Cuadro A. 9).

**3.8.2 Barra alta no inundable 1 (BAni1):** Agrupación de *Acalypha* sp. L. (rabo de gato), *Cenchrus echinatus* L. (huizapol o zacate cadillo) y *Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby (hediondilla).

La Barra alta no inundable 1 presenta una agrupación de rabo de gato, huizapol y hediondilla, definida a partir de 10 inventarios con un total de 21 especies de plantas; estas especies se desarrollan en suelos no salinos, con pH neutro, con el contenido de materia orgánica de bajo a medio y de carácter arenoso (Cuadro A. 2).

En esta geoforma se reportaron seis especies que no se encuentran en las otras geoformas, sólo están presentes en esta unidad *Desmodium* sp. (Aberode-lfe), *Euphorbia anychioides* (Boiss.) Mill, *Melampodium divericatum* (Rich. ex Rich.) DC, *Okenia hypogaea* Schldl. & Cham, y *Rhynchosia americana* (Mill.) Metz. y *Physalis ampla* Waterf, esta última además es endémica (Cuadro A. 9).

**3.8.3 Barra alta no inundable 2 (BAni2):** Agrupación de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (zacate bermuda) y *Eleusine tristachya* (Lam.) Lam. (pasto ruso).

La geoforma de Barra alta no inundable 2 tiene una agrupación de zacate bermuda y pasto ruso, definida en siete inventarios y 30 especies de plantas identificadas; crecen en suelos no salinos, arenosos y arenoso franco, con pH moderadamente ácido a neutro y el contenido



de materia orgánica bajo a medio (Apéndice A. 3). Existen 12 especies que sólo se encuentran en este relieve *Argemone mexicana* L., *Blechum pyramidatum* (Lam.) Urb., *Calliandra houstoniana* (Mill.) Standl., *Cynoglossum amabile* Stapf & J.R. Drumm., *Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult., *Eryngium alpinum* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Physalis ixocarpa* Brot. Ex Hornem., *Pisonia acuelata* L., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Sida acuta* Burm. F., *Urochloa meziana* (Hitchc.) Morrone & Zuloaga (Cuadro A. 9).

**3.8.4 Barra alta no inundable 3 (BAñi3):** Agrupación de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (zacate bermuda), *Senna occidentalis* (L.) Link. (cafecillo) y *Crotalaria incana* L. (cascabelillo).

En esta geoforma se estableció una agrupación de zacate bermuda, cafecillo y cascabelillo, a partir de 17 inventarios con un total de ocho especies de plantas identificadas; se desarrollan en suelo franco arenoso, la mayoría no salinos, dos inventarios (75, 89) son ligeramente salinos y uno fuertemente salino (76), el contenido de materia orgánica es de bajo a medio (Cuadro A. 4). Se identificó sólo una especie como exclusiva de este relieve *Cyperus polystachyos* (Rottb) (Cuadro A. 9).

**3.8.5 Barra media con inundación estacional 1 (BMcie1):** Agrupación de *Batis maritima* L. (vidrillo malo o saladilla) y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo).

La Barra media con inundación estacional 1 presenta una agrupación de vidrillo malo y mangle botoncillo, definida con 22 inventarios y un total de 25 especies de plantas que crecen en suelos arenosos, la mayoría son muy fuertemente salinos; el pH es ligeramente ácido a neutro y la materia orgánica en la mayor parte es de bajo a medio (Cuadro A. 5). En esta geoforma se localizaron cuatro especies exclusivas *Cyperus articulatus* L., *Cyperus esculentus* L., *Physalis cordata* Houst. Ex Mill., *Solanum tampicense* Dunal (Cuadro A. 9).

**3.8.6 Barra media con inundación estacional 2 (BMcie2):** Agrupación de *Batis maritima* L. (vidrillo malo o saladilla), *Sarcocornia pacifica* (Standl.) AJ de Scott. (vidrillo) y *Sesuvium portulacastrum* L. (verdolaga de playa).

En esta geoforma se definió una agrupación de vidrillo malo, vidrillo y verdolaga de playa con 16 inventarios y 16 especies de plantas que se desarrollan en suelos franco arenosos muy fuertemente salinos, con pH de moderadamente ácido a neutro y materia orgánica en su mayoría de nivel bajo a medio (Cuadro A. 6). Existen dos especies que sólo se identificaron en este relieve *Bromelia pinguin* Linneo y *Cuscuta glabrior* (Engelm.) Yunck. (Cuadro A. 9).

**3.8.7 Barra media con inundación estacional 3 (BMcie3):** Agrupación de *Batis maritima* L. (vidrillo malo o saladilla) y *Sesuvium portulacastrum* (L.) (verdolaga de playa).

La Barra media con inundación estacional 3 se caracterizó con una agrupación de vidrillo malo y verdolaga de playa, con 13 inventarios y nueve especies de plantas que crecen en suelos franco arenosos, de fuerte a muy fuertemente salinos, el pH de ligeramente ácido a neutro y la materia orgánica de bajo a medio en su mayoría (Cuadro A. 7). Asimismo, se identificó como especie exclusiva de esta geoforma y bajo la categoría de riesgo de protección especial *Avicennia germinans* (L.) L. (Cuadro A. 9).

**3.8.8 Barra media con inundación estacional 4 (BMcie4):** Agrupación de *Pithecellobium calostachys* Standl. (guamuchillo), *Batis maritima* L. (vidrillo malo o saladilla) y *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (zacate bermuda).

El relieve de Barra media con inundación estacional 4 tiene una agrupación de guamuchillo, vidrillo malo y zacate bermuda a partir de 11 inventarios con un total de nueve especies de plantas que crecen en suelos franco arenosos, de fuerte a muy fuertemente salino, el pH es moderado a neutro y la materia orgánica se expresa en niveles muy heterogéneos (Cuadro A. 8). van desde la categoría baja a alta (1.95, 1.93, 2.23 y 3.61%) según lo marca la Semarnat, 2002.

## DISCUSIÓN

En este trabajo se definieron agrupaciones de plantas que se desarrollan en geoformas paralelas a la línea de costa, desde la playa, la duna y barras costeras con diferente altitud, y se profundiza en el conocimiento de las propiedades del suelo en las que se establecen. Existen antecedentes que explican el origen, las regularidades del relieve y los suelos que se desarrollan en la zona en estudio (Valdés *et al.*, 2011; González *et al.*, 2009; Bojórquez *et al.*, 2008; Bojórquez *et al.*, 2006; Curray y Moore, 1963), asimismo, para el ecosistema de marismas nacionales se delimitan humedales forestales estuarinos con listados de especies de plantas (Blanco y Correa *et al.*, 2011), sin embargo, este estudio constituye un primer esfuerzo en la región por asociar el relieve, propiedades del suelo y las especies de plantas, con fines de apoyar iniciativas de restauración y conservación del sistema.

Las ocho agrupaciones de plantas registradas en este estudio muestran por un lado, alta heterogeneidad en las especies, y por otro, un patrón debido al relieve y a las propiedades del suelo. La heterogeneidad de los agrupamientos de plantas es debida a la diversidad de hábitats de la zona y su nivel de alteración por actividades humanas; mientras que el patrón de distribución, lo condicionan las geoformas y sus propiedades tanto del suelo como del régimen de inundación a que están expuestos los relieves (mareal, fluvial y estación de lluvias).

Las barras de mayor altitud se caracterizaron por tener los suelos más arenosos, menor contenido de materia orgánica y salinidad, tienen un nivel freático más profundo y menos salino; presentaron también la mayor diversidad de especies de plantas y la menor abundancia, derivado del alto grado de antropización por las actividades agropecuarias. En contraste, las geoformas de menor altura son menos diversas pero tienen más abundancia de especies nativas de comunidades de manglar y vegetación halófila; presentaron suelos menos arenosos y contienen mayor concentración de materia orgánica y sales, incluso llegan a ser hipersalinos entre las depresiones de las barras, derivado del régimen de inundación estacional con agua de lluvia, freática y de marea, lo que explica que la mayor concentración de sales sea el cloruro de sodio.

Existe una diferenciación en la distribución de algunas especies que sólo crecen en las condiciones particulares de cada geoforma, lo que depende de varios factores, como son el

relieve, el régimen de lluvia y la inundación mareal que ocurre en este ecosistema de marismas; asimismo a las propiedades del suelo, en particular la salinidad, con presencia de especies halófitas indicadoras como *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo), *Batis maritima* L. (vidrillo malo o saladilla), *Sarcocornia pacifica* (Standl.) AJ de Scott. (vidrillo) y *Sesuvium portulacastrum* L. (verdolaga de playa).

Diversos estudios con gran parentesco a este trabajo y en sistemas costeros

Diversos estudios reportan agrupaciones o asociaciones de especies de plantas con propósitos similares a los de este trabajo realizaron inventarios en sistemas costeros con el método de Braun-Blanquet, en el caso de México González *et al.*, (2013) y Salas *et al.*, (2007); en América Latina, Cortés y Rangel (2011), Delfino *et al.*, (2011), Marcos y Mancini (2012), Martínez (2014), Villarreal *et al.*, (2014), y; en Europa, Cakan *et al.*, (2011), Donat y Martínez (2011), Olmos *et al.*, (2014), Sarika (2012), Tomaselli *et al.*, (2011). Entre ellos, existen trabajos que guardan similitud en los ecosistemas estudiados, como los de Cakan *et al.*, (2011), Donat y Martínez (2011), Marcos y Mancini (2012), Olmos *et al.*, (2014), Tomaselli *et al.*, (2011), pero no en las especies identificadas; otros, refieren alguna similitud en las especies reportadas como el de Sarika (2012) y, están los de Martínez (2014) y Villarreal *et al.*, (2014), que guardan gran similitud tanto en los ecosistemas estudiados como en las especies identificadas.

Villarreal *et al.*, (2014), determinaron la composición florística y los ambientes en una isla de Venezuela, identificaron cuatro geoformas de un ambiente costero (playa, dunas primarias, dunas secundarias y dunas activas) y tres de hondonadas (suelos húmedos, suelos inundados y manglar). Con base en el valor de importancia de las especies reportaron agrupamientos de plantas para cada ambiente estudiado, entre ellas, se comparten con el presente estudio las especies siguientes: *Cenchrus echinatus*, *Passiflora foetida*, *Avicennia germinans*, *Sesuvium portulacastrum*, *Conocarpus erectus*, *Heliotropium curassavicum* y *Batis maritima*.

Por su parte, Martínez (2014), en la costa este y sur de Cuba, reportó siete asociaciones de plantas para los ecosistemas: 1) Arenas calcáreas eólico-marinas, localizadas cerca de la playa y después del matorral xerófilo costero; 2) Áreas pantanosas de depósitos palustres-turbosos; 3) Suelos poco consolidados compuesto por biocalcarenitas de color crema; 4) 10 m del mar, sobre rocas que forman un acantilado rocoso de unos 3 m de altura, por lo

general con un relieve aplanado en su superficie; 5) Arenas calcáreas eólico-marinas de la playa; 6) Suelo fangoso, con costras de sedimentos y muy húmedo; 7) Suelo arenoso con desarrollo de mantillo. En cuatro de las cuales guardan mucha similitud con los resultados del presente estudio, en particular con la geofoma de barra media con inundación estacional, donde comparten las especies *Avicenia germinans*, *Sesuvium portulacastrum*, *Conocarpus erectus*, *Batis maritima*, *Sarcocornia perennis*, *Pithecellobium sp.*

Cabe señalar que los tres estudios analizados como más coincidentes comparten cuatro de las especies del sistema costero *Avicenia germinans*, *Sesuvium portulacastrum*, *Conocarpus erectus* y *Batis maritima*.

## CONCLUSIONES

En este estudio se describen ocho agrupaciones de plantas que caracterizan tres ecosistemas costeros de marismas nacionales de México: la playa y dunas costeras, arenosas, no salinas, con especies indicadoras como *Spartina alterniflora* Loisel. (borraza) y *Scaevola plumieri* (L.) Vahl. (coralillo). Las barras altas no inundables, con suelos arenosos, no salinos, con alto nivel de alteración por actividades agropecuarias y especies de plantas como *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (zacate bermuda), *Acalypha* sp. L. (rabo de gato), *Cenchrus echinatus* L. (huizapol o zacate cadillo), *Senna obtusifolia* (L.) H.S. Irwin & Barneby. (hediondilla), *Eleusine tristachya* (Lam.) Lam. (pasto ruso), *Senna occidentalis* (L.) Link. (cafecillo) y *Crotalaria incana* L. (cascabelillo). Finalmente, las barras medias con inundación estacional, con suelos arenosos y franco arenosos hipersalinos y vegetación acorde con el microrelieve, en las lomas presenta bosque de manglar de *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo), en las depresiones especies herbáceas *Batis maritima* L. (vidrillo malo o saladilla), *Sarcocornia pacifica* (Standl.) AJ de Scott. (vidrillo) y *Sesuvium portulacastrum* L. (verdolaga de playa) y, en la zona de transición hacia las barras altas, bosque de *Pithecellobium calostachys* Standl. (guamuchilillo).

Se confirma la hipótesis ya que se encontraron asociaciones de especies de plantas con valores de importancia relativa y alta tolerancia a la salinidad, en las barras más bajas estudiadas como son las barras medias con inundación estacional 1, 2, 3 y 4; se registró una asociación de especies de plantas consideradas halófitas, por soportar altos gradientes de salinidad en los suelos y especies vegetales que se encuentran presentes en ambientes salinos así como no salinos. En las partes de mayor altura como son las barras altas no inundables 1, 2 y 3 se registró una vegetación en su mayoría de especies glicófitas pero con algunas especies compartidas en ambientes salinos. En la geoforma de playa y duna costera debido al espacio reducido solo se registró las especies ahí presentes, siendo dos de ellas las de alto valor de importancia. La distribución de las especies de plantas de este ecosistema depende de varios factores, como son temperatura, la humedad, el relieve y la concentración salina, estas condicionan una variabilidad florística.

La presencia de estas especies de plantas se rigen por los valores de salinidad concentración iónica, MO, pH y textura, ya que los valores más elevados de salinidad, materia orgánica y

de arcilla se registran en las geoformas de menor altitud por la influencia de la inundación mareal y fluvial, sumado a esto la riqueza de especies es reducida pero presenta la mayor abundancia. Mientras que en la geoformas de mayor altitud como la barra alta no inundable tienen los valores más altos de arena y los más bajos en arcilla, materia orgánica y salinidad, se reconoció una riqueza de especies de plantas alta pero no su abundancia. Asimismo, la mayor concentración iónica ocurre en las geoformas de menor altitud (barra media con inundación estacional), mientras la menor concentración está en las geoformas más altas y arenosas (barras altas no inundables).

## CONSIDERACIONES PRINCIPALES

Se estudiaron las propiedades del suelo y las plantas asociadas en ocho geoformas de marismas nacionales de México. se encontraron diversos tipos de textura con predominio de arenas. la más arenosa y no salina se registró en las partes de mayor altura como son la playa y duna costera y; las barras altas no inundables. Asimismo las barras medias con inundación estacional presento suelos arenosos y francos hipersalinos. también se registró el menor contenido de materia orgánica en las partes altas, concentrándose los valores más altos en las barras de menor altitud como son las barras medias con inundación estacional.

La mayor diversidad florística se registró en las partes altas pero no la mayor abundancia, caso inverso a las barras medias con inundación estacional donde se aprecian plantas especializadas en ambientes altamente salinos.

En la geoforma barra alta no inundable tres y barra media con inundación estacional cuatro, se identificó la presencia de una planta que resulta toxica para el ganado vacuno, es la especie *Crotalaria incana*, el resultado del consumo de esta planta es una fiebre que en la mayoría de los casos termina con la vida de estos animales.

## RECOMENDACIONES GENERALES

Se recomienda extender investigaciones en estos ecosistemas de alta productividad y hábitats de una gran diversidad de especies de plantas y animales; en caso de intervenciones o desastres naturales, es necesario restaurar el ecosistema con los resultados de este estudio y las condiciones edáficas, para lograr la conservación de estos sistemas costeros.



## BIBLIOGRAFIA

- Adams, P., Nelson, D.E., Yamada, S., Chmara, W., Jensen, R.G., Bohnert, H.J., Griffiths, H. 1998. Growth and development of *Mesembryanthemum crystallinum* (Aizoaceae). *New Phytol.* 138, 171–190.
- Amezqueta, E. 2006. An integrated methodology for assessing soil salinization, a precondition for land desertification. *J. Arid Environ.* 67, 594–606.
- Angiolini, C., Landi, M., Pieroni, G., Frignani, F., Finoia, M.G., Gaggi, C. 2013. Soil chemical features as key predictors of plant community occurrence in a Mediterranean coastal ecosystem. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 119, 91–100.
- Barkla, B.J., Vera Estrella, R., Camacho-Emitterio, J. y Pantoja, O. 2002. Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> Exchange in the halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* is associated with cellular sites of Na<sup>+</sup> storage. *Functional Plant Biology*, 29 (9), 1017-1024.
- Barkla, B.J., Vera-Estrella, R., Balderas, E., Pantoja, O. 2007. Mecanismos de tolerancia a la salinidad en plantas. *Biotecnología* 14, 263–272.
- Barreto, M.B. 2004. Cambios espacio temporales de la salinidad y estructura del manglar en el golfete de Cuare, Venezuela. *Acta Biol. Venezuelica* 24, 63–79.
- Blanco y Correa, J.M., Flores, F., Ortiz, M.A., Lanza, G., López, J., Valdéz, I., Agraz, C., Czitrom, S., Rivera, A.E., Orozco, A., Jiménez, G.A., Benítez, D., Gómez, J., González, A.A., Soria, M., Otis, G., Jacobo, E.A., López, G., Blanco, H., Blanco, R. 2011. Diagnóstico funcional de marismas nacionales. Informe final de los convenios de coordinación entre la Universidad Autónoma de Nayarit y la Comisión Nacional Forestal con el patrocinio del Gobierno del Reino Unido. Tepic, Nayarit. 190 pp.
- Bojórquez, J.I., Hernández, A., García, D., Nájera, O., Flores, F., Madueño, A., Bugarín, R. 2008. Características de los suelos de las barras paralelas, playas y dunas de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultiv. Trop.* 29, 37–42.
- Bojórquez, J.I., Hernández, A., García, D., Nájera, O., Flores, F., Madueño, A., Bugarín, R. 2007. Características de los suelos cambisoles y fluvisoles de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México. *Cultiv. Trop.* 28, 19–24.

- Bojórquez, J.I., Nájera, O., Hernández, A., Flores, F., González, A., García, D., Madueño, A. 2006. Particularidades de formación y principales suelos de la llanura costera norte del estado de Nayarit. México. *Cultiv. Trop.* 27, 19–26.
- Braun-Blanquet, J., 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid. 820 pp.
- Cakan, H., Yilmaz, K.T., Alphan, H., Unlukaplan, Y. 2011. The classification and assessment of vegetation for monitoring coastal sand dune succession: the case of Tuzla in Adana, Turkey. *Turk. J. Bot.* 35 (6), 697–711.
- Calderón de R.G. y Rzedowski, J. y colaboradores. 2005. Flora fanerogámica del valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro Michoacán. 1406 pp.
- Cañadas, E.M., Jiménez, M.N., Valle, F., Fernández, O. E., Peinado, F. M., Navarro, F.B. 2010. Soil-vegetation relationships in semi-arid Mediterranean old fields: Implications for management. *J. Arid Environ.* 74, 1525–1533.
- Carranza, E. 2007. Flora del bajo y de regiones adyacentes. Instituto de ecología, centro regional del bajo. Pátzcuaro, Michoacán. 151, 131 pp.
- Contreras, R.S., Macías, R.M., Barba, C.G., González, C.S., Ávila, R.B. 2013. Guía de pastos de la cuenca de Sayula. Prometeo Editores S. A. de C. V. 126 pp.
- Cortés, D.V., Rangel, J.O. 2011. Los bosques de mangle en un gradiente de salinidad en la bahía de Cispatá Boca de Tinajones, Departamento de Córdoba, Colombia. *Caldasia* 33 (1), 155–176.
- Curry, J.R., Moore, D.G. 1964. Holocene Regressive Littoral Sand, Costa de Nayarit, Mexico. Deltaic and shallow marine deposits: Amsterdam, Elsevier, 76–82.
- Curry, J.R., Moore, D.G. 1963. Sedimentos e historia de la costa de Nayarit, México. *Soc. Geol. Mex.* 26 (2), 107–116.
- De la Fuente, V., Rufo, L., Teijeiro, A., Sánchez, D. 2013. *Arthrocnemo macrostachyi-Sarcocornietum hispanicae*, a new halophytic plant community from eastern Iberian Peninsula. *Lazaroa* 34, 267–272.
- Delfino, L., Piñeiro, V., Mai, P., Mourelle, D., Garay, A., Guido, A. 2011. Florística y fitosociología del bosque psamófilo en tres sectores de la costa de Uruguay a lo

- largo del gradiente fluvio-marino. *Iheringia Ser. Botánica*, Porto Alegre 66 (2), 175–188.
- Donat, M.P., Martínez, J.S., 2011. Evaluación de la vegetación en un área del litoral mediterráneo en Alicante (España). *Fitosociología* 48 (2), 55–66.
- Ewel, K.C. 2010. Appreciating tropical coastal wetlands from a landscape perspective. *Front. Ecol. Environ.* 8 (1), 20–26.
- Fernández, C.E., Roca, B.E., Cabrera, L., Hernández, C.L., Pérez, C.E. 2012. Estudio de la percepción social en el entorno del Parque Natural de las Dunas de Corralejo (Fuerteventura, Islas Canarias): aplicaciones para la gestión integrada de zonas costeras.
- Fritz, M., Wetterich, S., Schirmer, L., Meyer, H., Lantuit, H., Preusser, F., Pollard, W.H. 2012. Eastern Beringia and beyond: late Wisconsinan and Holocene landscape dynamics along the Yukon Coastal Plain, Canada. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 319, 28–45.
- Gandullo, R. 2004. Nueva asociación de ambientes salinos. *Multequina* 13, 33–37.
- González, A., Bojórquez, J.I., Nájera, O., García, J.D., Madueño, A., Flores, F. 2009. Regionalización ecológica de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Investig. Geográficas* 69, 21–32.
- González, P., Lluch, S.E., Nava, E.H. 2013. Relation between the structure of mangrove forests and geomorphic types of lagoons of the Baja California Peninsula. *J. Coast. Res.* 29 (1), 173–181.
- Gordo, J.F. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. *Biotechnol. Sect. Agropecu. Agroindustrial* 7 (1).
- Hadley, D. 2009. Land use and the coastal zone. *Land Use Policy.* 26, 198–203.
- He, Q; Cui, B., Cai, Y., Deng, J., Sun, T., Yang, T. 2009. What confines an annual plant to two separate zones along coastal topographic gradients? *Hydrobiologia* 630, 327–340.
- Huckelbridge, K.H., Stacey, M.T., Glenn, E.P., y Dracup, J.A. 2010. An integrated model for evaluating hydrology, hydrodynamics, salinity and vegetation cover in a coastal desert wetland. *Ecological Engineering*, 36 (7), 850–861.

- Hupp, C.R., Pierce, A.R., Noe, G.B., 2009. Floodplain geomorphic processes and environmental impacts of human alteration along coastal plain rivers, USA. *Wetlands*, 413–429.
- Jiménez, N.D., Rangel, C.J. 2012. La abundancia, dominancia y sus relaciones con el uso de la vegetación arbórea en la bahía de Cispatá, Caribe Colombiano. *Caldasia* 34 (2), 347–366.
- Lankford, R.R., 1977. Coastal lagoons of Mexico, their origin and classification. *Estuar. Process.* 2, 182–215.
- Leirana, J.L., Bautista, F. 2014. Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. *Ciencia UAT*, 8 (2), 44–53.
- Lendínez, M.L., Marchal, F.M., Salazar, C. 2012. Una nueva asociación de vegetación halófila en el sureste de la península ibérica (España): *Limonio Majoris-Sarcocornietum fruticosae*. *Lagascalia* 32 (1), 229–236.
- Lendínez, M.L., Marchal, F.M., Salazar, C. 2011. Estudio florístico de los medios húmedos salinos de Andalucía (S. España). Catálogo y análisis de la flora vascular halófila. *Lagascalia* 31 (1), 77–130.
- Lendínez, M.L., Marchal, F.M., Quesada, R.J., Salazar M.C. 2009. Aportaciones al conocimiento de la flora halófila de Andalucía (S. España). *Acta Bot. Malacit.* 34, 31–34.
- Lira, R.S. 2001. Flora del bajo y de regiones adyacentes. Unidad de biotecnología y prototipos Universidad Nacional Autónoma de México, campus Iztacala Tlalnepantla, Méx. Vol. 92, 120 pp.
- Loidí, J., Prieto, A.F., Herrera, M., Bueno, Á. 2014. La Vegetación de la comarca burgalesa de Espinosa de los Monteros. *Guineana-Rev. Botánica* (20) 1-139.
- López, B., Barreto, M.B., Conde, J.E. 2011. Caracterización de los manglares de zonas semiáridas en el noroccidente de Venezuela. *Interciencia* 36 (12), 888–893.
- Marcos, M.A., Mancini, M.V. 2012. Comunidades vegetales de la costa norte del Golfo San Matías, Río Negro, Argentina. *Ecol. Austral* 22 (3), 188–194.
- Martínez, E. 2014. Nuevos sintaxones del archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba. *Acta Botánica Malacit.* 39, 99–115.

- Matteucci, S.D., Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Ser. Biol. 22. 163 pp.
- Mostacedo, B., Fredericksen, T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, 1-87.
- Olmos, J.M., Durà, V.B., Rosique, F.C., Crespo, R.M., Caballer, A.M., Trenor, A.Q., Matarredona, A.V. 2014. Restauración de los hábitats dunares de la Devesa de la Albufera de Valencia. Eval. Ambient. Integral Ecosistemas Degradados Iberoam. Exp. Posit. Buenas Prácticas 99 pp.
- Pierik, H.J., Cohen, K.M., Stouthamer, E. 2014. Coastal plain dynamics: GIS-solutions to map and catalogue coastal marine architectural elements. Utrecht Univ. Repos. 63.
- Piernik, A. 2003. Inland halophilous vegetation as indicator of soil salinity. Basic Appl. Ecol. 4, 525-536.
- Richards, L.A. 1990. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos: Manual No. 60. Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América. Limusa. México, D. F. 172 pp.
- Salas, S.H., Schibli, L., Nava, A., Saynes, A. 2007. Flora de la costa de Oaxaca, México (2): Lista florística comentada del Parque Nacional Huatulco. Soc. Botánica México 81, 101-130.
- Salazar, C., Torres, J.A., Marchal, F.M., Carmona, E.C. 2002. La vegetación edafohigrófila del distrito Guadiciano-Bastetano (Granada-Jaén, sur de España). Lazaroa 23, 45-64.
- Sánchez, A.A., González, M. 2007. Técnicas de recolecta de plantas y herborización. Biodivers. 123-133 pp.
- Sarika, M. 2012. Flora and vegetation of some coastal ecosystems of Sterea Ellas and eastern continental Greece. Lazaroa 33, 65-99.
- Semamat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 78 pp.

- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estud. Muestreo Análisis México DF 7, 85 pp.
- Smith, D.E.; Harrison, S.; Firth, C.R., y Jordan, J.J. 2011. The early Holocene sea level rise. *Quaternary Science Reviews*. 30, 1846-1860.
- Tamajón, G.R., Muñoz, A.J. 2001. La vegetación de las marismas y lagunas de la hoja cartográfica de Lebrija (suroeste de España). *Stud. Bot.* (20), 93-114.
- Teillier, S., Becerra, P. 2003. Flora y vegetación del salar de Ascotán, Andes del norte de Chile. *Gayana Botánica* 60 (2), 114-122.
- Tiner, R.W. 1999. *Wetland indicators: A guide to wetland identification, delineation, classification, and mapping*. CRC Press, 99.
- Tomaselli, V., Di Pietro, R., Sciandrello, S. 2011. Plant communities structure and composition in three coastal wetlands in southern Apulia (Italy). *Biologia*. 66 (6), 1027-1043.
- Ukpong, I.E. 1994. Soil-vegetation interrelationships of mangrove swamps as revealed by multivariate analyses. *Geoderma* 64, 167-181.
- Valdés, E., Valdez, J.I., Ordaz, V.M., Gallardo, J.F., Pérez, J., Ayala, C. 2011. Evaluación del carbono orgánico en suelos de los manglares de Nayarit. *Rev. Mex. Cienc. For.* 2 (8), 47-58.
- Verdugo, J.F., Hernández, C.A., Pardo, D.B. 2007. Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. *Perspect. Sobre Conserv. Ecosistemas Acuáticos en México*, 147.
- Villarreal, Á., Gil, B., Bastidas, D., Winfield, R., Rodríguez, J., 2014. Composición florística, ambientes y vegetación de la isla Zapara, estado Zulia, Venezuela. *Cent. Investig. Biológicas* 48 (1).
- Zhang, C., Liu, J., Robinson, D., Liu, X., Wang, J., Tong, L. 2011. Factors influencing farmers' willingness to participate in the conversion of cultivated land to wetland program in Sanjiang National Nature Reserve, China. *Environ. Manage.* 47, 107-120.

Zinck, J.A. 2012. Geopedologia: Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales., Faculty Geo-Information Science and Earth observation Enschede, the Netherlands. 123 pp.

## APÉNDICE A.

Cuadro A.1. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma playa

	Nº inventario						Nº de individuos	DAP (cm)	Cobertura total (%)	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (IVI)
	1	2	3	4	5	6							
Cobertura (%)	0	0	0	0	1	5							
Superficie (m <sup>2</sup> )	25	25	25	25	25	25							
Nº especies	0	0	0	0	1	3							
CEe ds m <sup>-1</sup> suelo (20 cm)	12.36	8.15	6.12	2.21	1.34	0.74							
pH suelo (20 cm)	6.54	6.69	6.71	6.82	6.82	6.98							
% Arena (20 cm)	96.96	94.96	94.96	94.96	94.96	94.96							
% Materia orgánica (20 cm)	0.40	0.74	0.67	0.81	0.67	0.74							
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	-	-	-	-	-	+	3		33.3	43	42.9	33.33	76.6
<i>Spartina alterniflora</i> Loisel.	-	-	-	-	-	r	1		33.3	14	14.3	33.33	47.8
<i>Scaevola phaneris</i> (L.) Vahl	-	-	-	-	r	-	2		16.7	29	28.6	16.67	45.5
<i>Citrullus vulgaris</i> Shard	-	-	-	-	-	r	1		16.7	14	14.3	16.67	31.1





## Cuadro A2. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma Barra alta no inundable I.

	Nº inventario																Nº de individuos	DAP (cm)	Cobertura total (%)	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (IVI)	
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16														
	CFe (5 m <sup>2</sup> suelo (20 cm))																							
	pH suelo (20 cm)																							
	% Arena (20 cm)																							
	0.60	0.73	0.80	0.73	1.28	0.80	3.26	1.21	3.06	1.27														
	% Materia orgánica (20 cm)																							
<i>Asplenium</i> sp. L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	3	11	10.1	8.1	8.09	20.11	46.3		
<i>Crocus ochroleucus</i> L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	20	5.4	15	14.7	5.398	34.8		
<i>Sonchus oleraceifolia</i> (L.) H.S. Gova & Ramirez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	2	11	14.2	8.1	8.09	14.2	30.4		
<i>Spergularia obtusiflora</i> Loisel.	r	+	+	1	r	r	-	2	2	-	2	-	-	2	-	14	7.95	10	10.3	7.953	28.5			
<i>Suaeda occidentalis</i> (L.) Link.	-	-	-	-	-	-	r	r	r	2	2	-	-	2	-	11	10.2	8.1	8.09	10.23	26.4			
<i>Dryasmonia</i> sp. (Aberdein-Isle)	-	-	-	-	-	-	-	r	r	2	2	-	-	2	-	8	6.25	5.9	5.88	6.25	18			
<i>Phytolacca multiflora</i> (L.) Greene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	r	r	-	-	8	3.41	5.9	5.88	3.409	15.2			
<i>Eriogonum verticillatum</i> (Lam.) Lam.	-	-	-	-	-	-	r	r	r	-	-	-	-	2	-	7	3.98	5.1	5.15	3.977	14.3			
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (Aitch.) K. Schum.	-	-	-	1	r	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	7	2.27	5.1	5.15	2.275	12.6			
<i>Oxalis hypnoides</i> Schindl. & Chian	+	+	-	r	+	-	r	r	r	-	-	-	-	r	-	7	2.27	5.1	5.15	2.275	12.6			
<i>Physalis amplexicaulis</i> W. Walp.	-	-	-	-	-	-	+	2	-	-	-	-	-	-	-	5	3.41	5.7	5.68	3.409	10.8			
<i>Prunella juliflora</i> (Sw.) DC.	-	-	-	r	r	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	6	1.42	4.4	4.41	1.42	10.2			
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5.98	2.9	2.94	3.977	9.86			
<i>Alcea formicosa</i> L. Willd.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	4	0.85	2.9	2.94	0.852	6.73			
<i>Rhynchosia aurea</i> (Mill.) Metz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	r	-	-	-	3	1.42	2.2	2.21	1.42	5.83			
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	3	0.85	2.2	2.21	0.852	5.26			
<i>Euphorbia urticuloides</i> (Balsam.) Millsp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	3	0.85	2.2	2.21	0.852	5.26			
<i>Rorippa coccinea</i> Mill.	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.28	0.7	0.74	0.284	1.75			
<i>Koenigia fonticarpa</i> Fernald & S.D. Koch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.28	0.7	0.74	0.284	1.75			
<i>Aklavogonum diversatum</i> (Rich. ex Reel.) DC.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.28	0.7	0.74	0.284	1.75			
<i>Senecio auriculocarpus</i> (L.) L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.28	0.7	0.74	0.284	1.75			

Cuadro A.3. Inventarios de plantas y suelos de la Barra alta no inundable 2.

	% Muestra orgánica (>20 cm)										DAP (cm)	Cobertura total (%)	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (IVI)
	% Acumul (>20 cm)	0-24	0-40	2-35	2-35	2-15	0-67	0-80	0-80	2-35						
<i>Chenopodium dioecium</i> (L.) Pers.	0-24	0-40	2-35	2-35	2-15	0-67	0-80	0-80	2-35	16-10	15-09	15-09	10-10	40-28		
<i>Eleusine reindachii</i> (Lam.) Lam.	3	2	2	2	2	2	2	2	2	12-02	8-81	8-81	12-02	29-63		
<i>Crotalaria</i> sp. L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18-03	1-26	1-26	18-03	20-54		
<i>Physalis peruviana</i> Lam. ex Lipsom.	-	-	-	-	2	2	2	2	2	4-81	7-55	7-55	4-81	19-90		
<i>Polypodium hololepis</i> subsp. nov. Standl.	-	3	4	-	-	-	-	-	2	8-05	5-03	5-03	8-05	18-72		
<i>Baccharis pruriatilis</i> (Lam.) Urb.	-	2	2	2	2	-	-	-	2	5-53	5-66	5-66	5-53	16-85		
<i>Dryopteris lucida</i> (Lam.) Rosen. & Schult.	-	-	2	2	2	2	2	2	2	4-81	5-03	5-03	4-81	14-87		
<i>Eleocharis maculata</i> (Hillebr.) Morrone & Zaluzka	-	-	-	2	2	2	2	2	2	4-81	5-03	5-03	4-81	14-87		
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2-64	5-66	5-66	2-64	13-96		
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3-61	5-03	5-03	3-61	13-67		
<i>Convolvulus amabilis</i> S. Supt. & J.R. Drizana.	+	2	2	2	2	2	2	2	2	1-80	4-40	4-40	1-80	10-61		
<i>Eryngium spinescens</i> L.	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2-88	3-77	3-77	2-88	10-43		
<i>Corchorus amurensis</i> L. Willd.	2	-	-	-	-	-	-	-	2	4-81	2-52	2-52	4-81	9-84		
<i>Convolvulus eriocha</i> L.	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2-40	3-14	3-14	2-40	8-69		
<i>Kaulfussia sp.</i>	-	2	2	2	2	2	2	2	2	1-32	3-14	3-14	1-32	7-61		
<i>Guzmania abajobabu</i> Lam.	-	2	2	2	2	2	2	2	2	4-81	1-26	1-26	4-81	7-32	103	
<i>Persea sp.</i>	-	1	1	1	1	1	1	1	1	0-48	7-52	7-52	0-48	5-58		
<i>Argemone mexicana</i> L.	-	2	2	2	2	2	2	2	2	1-20	1-89	1-89	1-20	4-98		
<i>Arctostaphylos</i> sp. L.	-	1	1	1	1	1	1	1	1	0-48	1-89	1-89	0-48	4-35		
<i>Spermatocladia</i> sp. Lohrei.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0-48	1-89	1-89	0-48	4-35		
<i>Datura aurea</i> Mill.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0-72	1-26	1-26	0-72	3-24		
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) Link.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0-24	1-26	1-26	0-24	2-76		
<i>Solanum curranianum</i> Lam.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0-24	1-26	1-26	0-24	2-76		
<i>Alopecurus curvatus</i> L.	-	-	-	-	2	2	2	2	2	0-12	1-26	1-26	0-12	2-64		
<i>Purpurea ovata</i> L.	-	-	-	-	2	2	2	2	2	1-20	0-63	0-63	1-20	2-86		
<i>Carludersia korupiana</i> (Muhl.) Steud.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	0-48	0-63	0-63	0-48	1-74		
<i>Paspalum foenicula</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-24	0-63	0-63	0-24	1-50		
<i>gymnocladia</i> sp. L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-24	0-63	0-63	0-24	1-50	3	
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) H.S. Gentry & Barnaby	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-24	0-63	0-63	0-24	1-50		
<i>Panicum debeneri</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-12	0-63	0-63	0-12	1-38		





Cuadro A.6. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma Barra media con inundación estacional 2.

Especie	Código de m <sup>2</sup> (suelo 20 cm)		pH suelo (% cm)		% Azúcar (2% cm)		% Materia orgánica (10 cm)		N <sup>o</sup> de individuos	DAP (cm)	Cobertura total (%)	Abundancia relativa (%)	Frecuencia phyt (%)	Diversidad relativa (%)	Índice de valor de importancia (IVI)	
	1	2	1	2	1	2	1	2								
<i>N<sup>o</sup> inventario</i>	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
<i>Cobertura (%)</i>	63	80	56	65	59	50	46	70	45	29	71	65	5	40	40	40
<i>Diversidad (m<sup>2</sup>)</i>	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
<i>N<sup>o</sup> especies</i>	4	6	4	2	2	3	2	4	5	3	2	2	6	7	6	6
<i>Código de m<sup>2</sup> (suelo 20 cm)</i>	87	529	648	716	793	693	773	693	58	2911	713	463	405	467	457	2747
<i>pH suelo (% cm)</i>	7.92	7.75	6.4	6.27	5.98	7.1	7.13	7.27	7.22	7.48	7.56	7.25	6.98	7.02	7.02	7.02
<i>% Azúcar (2% cm)</i>	81.61	87.61	75.40	82.57	84.67	64.47	81.61	85.86	83.68	83.61	73.68	73.61	73.61	63.81	63.61	83.66
<i>% Materia orgánica (10 cm)</i>	1.66	1.68	3.49	1.69	2.42	1.28	0.78	1.24	2.37	1.41	0.54	1.24	2.48	1.68	1.79	1.34
<i>Datos de inventario</i>	1	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Sonchum oleraceum (Small) J.N. &amp; Scaev</i>	2	2	2	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sonchum perfoliatus (L.) L.</i>	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Alopecurus pratensis L. Willd</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Cirsium arvense L.</i>	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Spergularia prostrata (Lam.) C.L. Hitchc</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alopecurus pratensis (Lam.) J.N. &amp; Scaev</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyperus albugosus (L.) Pers.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyperus glaberrimus (Engelm.) York</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solidago canadensis Lam.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Helianthus annuus L.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achillea millefolium Lam.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Datura metel Mill</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psidium cattleianum (L.) Spreng</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
<b>N<sup>o</sup> de individuos</b>	48	2735	2743	2743	2743	2743	2743	2743	2743	2743	2743	2743	2743	2743	2743	2743
<b>DAP (cm)</b>	14	18	13.61	4.96	4.80	13.61	21.61	14	14	14	14	14	14	14	14	14
<b>Cobertura total (%)</b>	8	9.5	10.37	8.67	4.67	30.37	19.51	8	9.5	10.37	8.67	4.67	30.37	19.51	8	9.5
<b>Abundancia relativa (%)</b>	2	2.59	2.29	2.59	2.59	2.59	2.59	2	4	0.53	2.29	2.29	0.66	5.22	0.29	2.29
<b>Frecuencia phyt (%)</b>	4	0.29	2.29	2.29	0.29	4.80	4.80	4	0.29	2.29	2.29	0.29	4.80	4.80	4	0.29
<b>Diversidad relativa (%)</b>	3	0.52	1.71	1.71	0.52	3.96	3.96	3	0.52	1.71	1.71	0.52	3.96	3.96	3	0.52
<b>Índice de valor de importancia (IVI)</b>	2	0.13	0.14	0.14	0.13	2.62	2.62	2	0.13	0.14	0.14	0.13	2.62	2.62	2	0.13
	1	0.26	0.26	0.26	0.26	5.40	5.40	1	0.26	0.26	0.26	0.26	5.40	5.40	1	0.26
	4	0.13	0.57	0.57	0.13	1.27	1.27	4	0.13	0.57	0.57	0.13	1.27	1.27	4	0.13
	1	0.96	0.57	0.57	0.96	1.71	1.71	1	0.96	0.57	0.57	0.96	1.71	1.71	1	0.96



Cuadro A.8. Inventarios de plantas y suelos de la geoforma Barra media con inundación estacional 4.

N° inventario	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	N° de individuos	DAP (cm)	Cobertura total (%)	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de valor de importancia (IVI)
Cobertura (%)	35	65	65	80	80	80	65	60	90	75	90							
Superficie (m <sup>2</sup> )	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25							
N° especies	3	5	3	3	2	1	2	1	2	1	2							
CE dS m <sup>-1</sup> suelo (20 cm)	1,36	33,27	33,6	33,1	41,9	40,3	34,5	14,3	11,61	9,36	28,38							
pH suelo (20 cm)	6,68	6,32	6,62	5,74	6,17	5,97	5,84	6,55	5,27	5,38	5,36							
% Arena (20 cm)	78,67	71,64	60,67	64,60	66,60	68,60	66,60	72,60	70,60	74,60	72,60							
% Materia orgánica (20 cm)	1,20	3,58	2,21	3,89	4,52	4,35	8,33	2,20	2,99	2,48	3,88							
<i>Bario murdannii</i> L.	-	2	4	5	5	5	4	-	-	-	-	22	44,1	30	30,1	44,05	104	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	3	2	-	-	-	-	-	-	4	-	1	12	14,2	16	16,4	14,22	47,1	
<i>Pubertychloa carolinensis</i> Standl	-	-	-	-	-	-	2	4	2	4	-	9	22	21,4	12	12,3	21,4	46,1
<i>Elysiene arivacheni</i> (Lam.) Lam.	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	5	10	16,4	14	13,7	16,36	43,8	
<i>Heteropogon cymosorum</i> Lam.	-	+	1	1	+	-	-	-	-	-	-	10	0,94	14	13,7	0,944	28,3	
<i>-fasciculata</i> L.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,13	5,5	5,48	0,126	11,1	
<i>Crotalaria nigra</i> L.	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	3	20	0,63	4,1	4,11	0,629	8,84	
<i>Crotalaria jacoca</i> L.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,38	2,7	2,74	0,378	5,86		
<i>Sporium foeniculicarium</i> (L.) L.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1,89	1,4	1,37	1,888	4,63	

## Cuadro A.9. Especies de plantas exclusivas de las geoformas.

Plantas exclusivas			
Baich	Baoli	Baiz2	Baiz3
<i>Carallum vulgare</i> Stand	<i>Arundinaria sp.</i> (Abundante)	<i>Argemone mexicana</i> L.	<i>Cyperus polyanthus</i> (Rott.)
<i>Syntherisma chinensis</i> (L.) Vahl	<i>Euphorbia amygdaloides</i> (L.) Millip <i>Leluthochloa chinensis</i> (Rostk. ex Richt.) DC (Bambusa nana) Schall. & Cham. <i>Euphorbia corollata</i> L. <i>Abutilon indicum</i> (Mill.) Moench	<i>Aletris chinensis</i> (L.) Link <i>Cudrania chinensis</i> (Mill.) Standl. <i>Caryophyllus amabilis</i> S. Sieber & J. R. Dornier <i>Albizia chinensis</i> (L.) Rose & Schott <i>Erythronium chinensis</i> L. <i>Galearia chinensis</i> Lam <i>Pyrus chinensis</i> Rott. ex Hieronim <i>Prunus chinensis</i> L. <i>Prunella chinensis</i> (Rostk.) Benth <i>Stellaria chinensis</i> Dunn f	
<b>Baich1</b>	<b>Baich2</b>	<b>Baich3</b>	<b>Baich4</b>
<i>Cyperus chinensis</i> L. <i>Cyperus chinensis</i> L. <i>Phytolacca chinensis</i> Hout. ex Mill. <i>Sida chinensis</i> Standl.	<i>Arundinaria chinensis</i> (L.) Link <i>Cyperus chinensis</i> (Rostk.) DC	<i>Arundinaria chinensis</i> (L.) Link	



## APÉNDICE B.

Cuadro 7. Valores de CEE (dS.m-1) de los suelos, de las geoformas estudiadas.

	Beach	BAni1	BAni2	BAni3	BMcie1	BMcie2	BMcie3	BMcie4
N	6	10	7	17	22	16	13	11
Min	0.74	0.15	0.51	0.28	1.26	27.07	13.54	1.36
Max	12.36	0.64	4.60	10.93	88.60	87.70	55.50	41.90
Sum	30.92	3.28	9.02	30.77	776.55	935.68	553.51	281.48
Mean	5.15	0.33	1.29	1.81	35.30	58.48	42.58	25.59
Std. error	1.87	0.05	0.56	0.67	5.53	4.54	3.77	4.18
Variance	20.91	0.02	2.17	7.52	671.56	329.31	185.14	191.90
Stand. dev	4.57	0.14	1.47	2.74	25.91	18.15	13.61	13.85
Modian	4.17	0.28	0.71	0.69	39.30	61.40	45.80	33.10
25 prcntil	1.19	0.25	0.58	0.45	9.13	45.20	38.60	11.61
75 prcntil	9.20	0.41	1.13	2.01	58.95	71.70	52.40	34.30
Skewness	0.74	1.32	2.54	2.73	0.28	-0.27	-1.43	-0.60
Kurtosis	-0.73	1.55	6.57	7.89	-1.09	-0.93	1.29	-1.17
Geom. mean	3.32	0.30	0.93	0.94	22.72	55.47	39.49	19.17

Cuadro 8. Valores de pH de los suelos, de las geoformas estudiadas.

	Beach	BAni1	BAni2	BAni3	BMeie1	BMcie2	BMcie3	BMeie4
N	6	10	7	17	22	16	13	11
Min	6.54	6.47	6.21	6.33	5.97	5.39	5.98	5.27
Max	6.98	7.17	7.15	7.66	6.94	7.56	6.90	6.68
Sum	40.56	69.26	46.75	116.91	140.78	109.40	85.37	65.90
Mean	6.76	6.93	6.68	6.88	6.40	6.84	6.57	5.99
Std. error	0.06	0.09	0.13	0.10	0.07	0.17	0.07	0.16
Variance	0.02	0.07	0.11	0.18	0.10	0.45	0.06	0.27
Stand. dev	0.15	0.27	0.33	0.43	0.32	0.67	0.25	0.52
Median	6.77	7.05	6.64	6.73	6.42	7.11	6.51	5.97
25 prntil	6.65	6.70	6.49	6.58	6.07	6.33	6.45	5.38
75 prntil	6.86	7.16	7.07	7.30	6.58	7.31	6.77	6.55
Skewness	0.00	-0.59	0.33	0.61	0.18	-1.09	-0.78	-0.07
Kurtosis	0.44	-1.40	-0.62	-0.82	-0.96	-0.05	1.00	-1.49
Geom. mean	6.76	6.92	6.67	6.86	6.39	6.80	6.56	5.97

**Cuadro 9. Valores de contenido de arena (%) de los suelos, de las geoformas estudiadas.**

	Beach	BAni1	BAni2	BAni3	BMcie1	BMcie2	BMcie3	BMcie4
N	6	10	7	17	22	16	13	11
Min	94.96	82.96	73.68	68.60	71.18	63.61	59.68	60.67
Max	96.96	96.96	89.68	85.68	95.03	87.61	83.68	78.67
Sum	571.76	939.60	582.39	1326.41	1835.30	1245.00	994.80	767.78
Mean	95.29	93.96	83.20	78.02	83.42	77.81	76.32	69.80
Std. error	0.33	1.24	2.11	1.35	1.29	1.98	2.42	1.52
Variance	0.67	15.33	31.18	30.97	36.42	62.52	76.33	25.37
Stand. dev	0.82	3.92	5.58	5.56	6.04	7.91	8.74	5.04
Median	94.96	94.96	81.46	80.67	84.07	81.61	77.46	70.60
25 percentil	94.96	94.96	81.18	72.68	80.52	73.61	70.57	66.60
75 percentil	95.46	94.96	89.46	81.68	85.18	83.66	84.21	72.60
Skewness	2.45	-3.00	-0.47	-0.20	0.16	-0.71	-0.91	-0.10
Kurtosis	6.00	9.33	0.16	-1.35	0.34	-0.82	-0.19	0.03
Geom. mean	95.29	93.88	83.04	77.84	83.21	77.42	76.03	69.63

**Cuadro 10. Valores de contenido de Materia orgánica (%) de los suelos, de las geoformas estudiadas.**

	Beach	BAni1	BAni2	BAni3	BMcie1	BMcie2	BMcie3	BMcie4
N	6	10	7	17	22	16	13	11
Min	0.40	0.60	0.40	0.54	0.47	0.54	1.07	1.20
Max	0.81	3.26	2.35	2.88	6.10	3.69	4.33	8.33
Sum	4.03	13.74	9.46	24.29	42.99	30.94	29.04	39.72
Mean	0.67	1.37	1.35	1.43	1.95	1.93	2.23	3.61
Std. error	0.06	0.31	0.33	0.15	0.25	0.24	0.29	0.56
Variance	0.02	0.95	0.78	0.40	1.34	0.94	1.09	3.50
Stand. dev	0.14	0.97	0.88	0.63	1.16	0.97	1.04	1.87
Median	0.71	1.01	0.80	1.27	1.68	1.68	2.01	3.58
25 percentil	0.60	0.73	0.67	0.97	1.32	1.34	1.44	2.29
75 percentil	0.76	1.73	2.35	1.97	2.18	2.47	2.67	4.35
Skewness	-1.72	1.52	0.31	0.76	2.29	0.69	0.97	1.60
Kurtosis	3.55	0.92	-2.59	0.08	7.47	-0.41	0.19	3.92
Geom. mean	0.66	1.15	1.09	1.30	1.70	1.71	2.03	3.23