

Estimación de la diversidad de macro-hongos como indicadores de la calidad del bosque de manglar en Bahía Las Minas, Panamá.

*Mariam Trejos^{1,2}, Francisco Ricardo Farnum Castro³

¹ Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón

² Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, E-mail: marelis9016@hotmail.com.

³ Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Profesor Tiempo Completo, Departamento de Botánica, tel: (507) 6675-1782. E-mail: frank0523@hotmail.com.

RESUMEN

El estudio se realizó entre 2013 y 2014 en Bahía Las Minas, provincia de Colón, república de Panamá, con coordenadas geográficas 09°23'00"N y 79°50'00"W un complejo de aguas poco profundas dominadas por bosques de manglar, pastos marinos y arrecifes de coral. El sitio es un hábitat característico de la costa caribeña próxima a las riberas del Canal de Panamá.

Se propuso evaluar el estado de conservación de estos bosques de manglar mediante un índice de integridad biológica, utilizando macrohongos como indicadores. Se seleccionaron dos sitios en Bahía Las Minas bajo diferentes condiciones de perturbación, Isla Largo Remo e Isla Galeta. El registro de especies de macrohongos fue de 12. Los macrohongos, en especial el grupo de los Polyporales, demostraron que podrían funcionar como indicadores biológicos de la calidad de los ecosistemas de manglares debido a su especificidad con las especies de árboles de mangle. El coeficiente de Pearson no indicó relación entre las variables tomadas, por lo que se procedió hacer un análisis de componentes principales, en donde sobresalieron los componentes de crecimiento, estructura del bosque y ambientales. Las áreas más impactadas por actividades antropogénicas exhibieron una relación con componentes de crecimientos pronunciándolo como un sitio en regeneración, mientras las áreas menos impactadas presentaron una gran variabilidad en la estructura del bosque, demostrando la relación de bosque de manglar joven y maduro.

Palabras Claves: Bosques, Manglar, Macrohongos, Conservación.

ABSTRACT

The study was conducted between 2013 and 2014 in Bahía Las Minas, Colon , Republic of Panama , at 09 ° 23'00 "N , 79 ° 50'00 " W a complex of shallow waters dominated by mangrove forests, seagrass beds and coral reefs. The site is a characteristic habitat along the Caribbean coast near the banks of the Panama Canal.

It was proposed to assess conservation status of these mangrove forests using an index of biological integrity, using macrofungi as indicators. Two sites were selected in Bahía Las Minas under different disturbance, Largo Remo and Isla Galeta. 12 macrofungi was recorded, especially Polyporales group showed that could act as biological indicators of the quality of mangrove ecosystems due to their specificity with species of mangrove trees. Pearson coefficient indicated no relationship between the variables taken, so we proceeded to do a main components analysis, where growth, forest structure and environmental factors were excelled. Most impacted areas by anthropogenic activities exhibited a relationship with growth components as a regeneration site,

Recibido: 11/11/14; Aceptado: 09/12/14

143

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://www.revistacentros.com>

indexada en http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave_pais=33

while less impacted areas showed large variability in forest structure, showing the relationship between young and mature forest of mangroves.

Keywords : Forests , Mangrove, Macrofungi Conservation.

INTRODUCCIÓN

Los manglares representan un tipo de vegetación especial, ya que se le reconoce como uno de los ecosistemas más ricos del planeta por su productividad (Díaz et al., 2004), tiene una gran importancia económica y ambiental, proporcionan ayuda en la protección, crianza y alimentación de diversas especies, tales como, cangrejos, erizos de mar, caracoles, algas, aves, entre otros (Keller y Jackson, 1991; Holgin et al., 2006).

Estos tipos de ecosistemas marinos han sido grandemente afectados por actividades humanas, componentes químicos y en algunas ocasiones por desastres naturales. Estos tipos de perturbaciones propician cambios dentro del ecosistema, afectando su integridad biótica (Calderon et al., 2009).

Los indicadores biológicos sirven como una herramienta para determinar la calidad de un bosque, dando como resultado probables cambios ambientales positivos o negativos (Díaz-Toribio, 2009), dichos indicadores pueden ser atributos de un ecosistema, como su diversidad, composición vegetal y procesos ecológicos existentes (Ruiz-Jaén y Mitchell, 2005).

Se han utilizados distintos indicadores biológicos en el bosque de manglar como la presencia de esponjas marinas (Díaz et al., 2004), materia orgánica del suelo (Lacerda et al., 1995), hongos específicos (Gilbert y Sousa, 2002), vegetación (Holgin et al., 2006), entre otros, con el objetivo de medir la calidad y salud del bosque.

En bosques tropicales con alta diversidad de especies los hongos saprofitos tienden a ser menos específicos a un adecuado hospedero; Sin embargo, en bosques de manglar, la baja diversidad de especies y la gran abundancia permite la especificidad de los macrohongos a un hospedero (Gilbert y Sousa, 2002). Los macrohongos incluyen principalmente el grupo de los Basidiomycetes, algunos Ascomycetes (e.g. Peziza) y Myxomycetes (e.g. Fuligo) (Brown et al., 2006).

La especificidad de estos hongos saprofitos en las especies de manglar nos permitirá utilizar la relación macrohongo-hospedero como un indicador biológico de este tipo de bosque.

Recibido: 11/11/14; Aceptado: 09/12/14

144

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://www.revistacentros.com>

indexada en http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave_pais=33

La finalidad de este proyecto, es compilar información biológica que permita establecer una relación entre la diversidad de macrohongos y la calidad de bosque de manglar en Bahía las Minas con el objetivo de adquirir una base para estudios posteriores del manejo de este importante ecosistema.

OBJETIVO GENERAL

Establecer relaciones entre la diversidad de macrohongos y la calidad del bosque de manglar en los sitios de estudio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar el bosque de manglar en los sitios de estudio.
- Medir la abundancia y diversidad de macrohongos en los diferentes segmentos de bosque de manglar en estudio.
- Elaborar un índice que permita conocer el grado de perturbación o el grado de conservación de un segmento de bosque de manglar.

METODOS

Sitio de Estudio

El estudio se realizó en los bosques de manglar de Bahía Las Minas, provincia de Colón, Panamá, categorizado como Bosques Tropicales Húmedos, según el sistema de zonas de vida de Holdridge, con las coordenadas geográficas 09°25'00"N y 79°50'00"O. La precipitación media en el sitio es de 2000 a 4000 mm anual.

Bahía Las Minas es un complejo de aguas poco profundas que son dominadas por bosques de manglar, pastos marinos y arrecifes de coral. Es un hábitat característico de la costa caribeña próxima a las riberas del Canal de Panamá.

Durante la época seca (aproximadamente Diciembre a Abril), los vientos de las costas son más fuertes y consistentes y los niveles del agua suben dentro del manglar. En la época lluviosa (Mayo a Junio y de Octubre a Noviembre), los vientos disminuyen, bajando los niveles del agua y disminuye el movimiento de las olas. Entre Julio y Octubre, los vientos de las costas son impredecibles, incrementando los niveles del agua en el manglar y las condiciones del mar. Los niveles de agua en esta área dependen mucho de la escorrentía del agua hacia la bahía (Keller y Jackson, 1993).

Recibido: 11/11/14; Aceptado: 09/12/14

145

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://www.revistacentros.com>

indexada en http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave_pais=33

Sus manglares están compuestos principalmente por tres especies, mangle rojo *Rhizophora mangle*, mangle blanco *Laguncularia racemosa* y el mangle negro *Avicennia germinans*. La distribución de estas especies se da mayormente formando zonas específicas debido a la gradiente mareal. En donde el manglar rojo (*Rhizophora mangle*) se encuentra cerca de la costa, seguido por una combinación de mangle rojo y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), dando paso a una extensa área de mangle negro (*Avicennia germinans*), en zonas donde la gradiente mareal es intermedia (Sousa et.al., 2007).

Sitios de Muestreo

Se seleccionaron dos sitios de estudios, en el área de Bahía Las Minas, los cuales representan el estado actual de estos manglares.

Los sitios seleccionados fueron:

Isla Largo Remo: zona compuesta por bosque de manglar y arrecifes de coral. Sitio cercano a la Refinería Bahía Las Minas y a comunidades pobladas.

Isla Galeta: cuenta con el Laboratorio Marino de Investigación Punta Galeta, STRI, su costa alberga arrecifes, pasto marinos, bosques de manglar y humedales. Es un área protegida por la ANAM y por el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.

En cada sitio de estudio se establecieron 2 áreas de muestreo. Se marcaron 200 metros partiendo desde la costa hacia el interior del manglar, estos fueron divididos en transeptos de 10 metros, obteniendo 20 parcelas de 10x10m (ver figura 1).

Figura 1. Sitios de estudios y sitios de muestreo o parcelas (marcados en rojo)



METODOLOGIA:

CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE

En cada parcela se anotó el número de especies de árboles de manglar, los cuales se les midió el diámetro del fuste a la altura del pecho (DAP) de los árboles existentes dentro de las parcelas.

En el centro de cada parcela se realizó una sub-parcela de 1x1 metros y se contaron plántulas de mangle existentes dentro del mismo.

IDENTIFICACIÓN DE MACROHONGOS

Se registraron las especies de macrohongos existentes, su abundancia y el estadio que presentaban (aparentemente sano, muerto caído o de pie).

Se colectaron algunas muestras de cada especie de macrohongo registrada. Se tomaron fotos de las muestras in situ para luego ser secadas e identificadas.

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

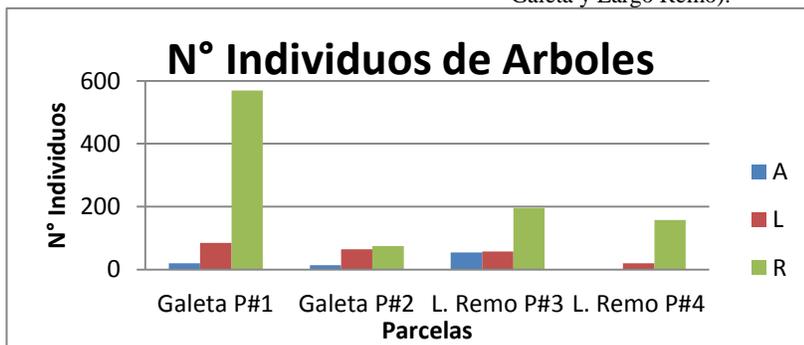
Etapa 1: Se formularon y clasificaron los factores que se encontraron relacionados con el crecimiento y desarrollo de los macrohongos en bosques de manglar.

Etapa 2: Mediante un análisis de componentes principales (ACP), se seleccionaron los factores que mejor explicaban las diferencias observadas.

RESULTADOS

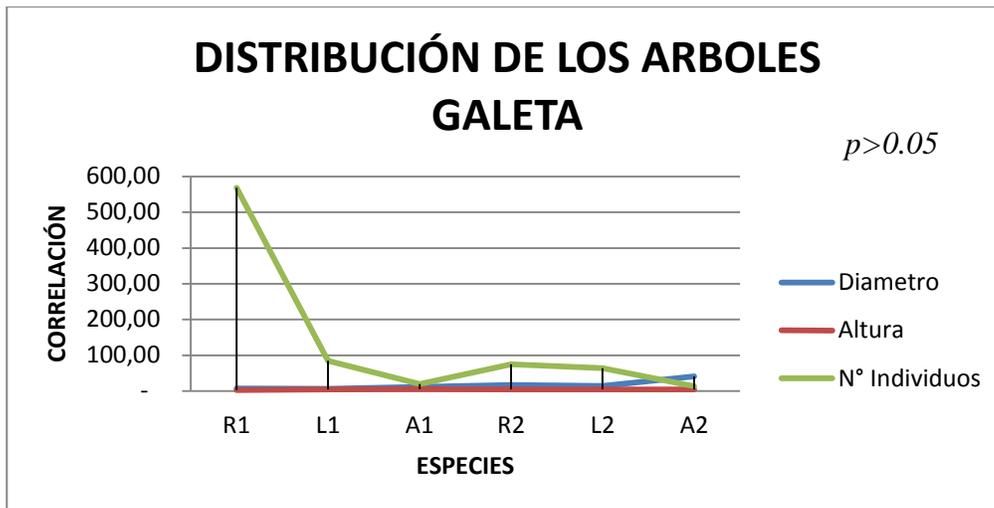
Caracterización del Bosque

Grafica 1. Comparación entre el número de individuos de cada especie de árbol por parcelas y sitio de estudio (Punta Galeta y Largo Remo).



En la **Gráfica 1** se observa que no hay relación significativa entre la cantidad de individuos existentes entre las Parcelas de Punta Galeta ($p: 0.48$), de igual forma, no se observa una fuerte

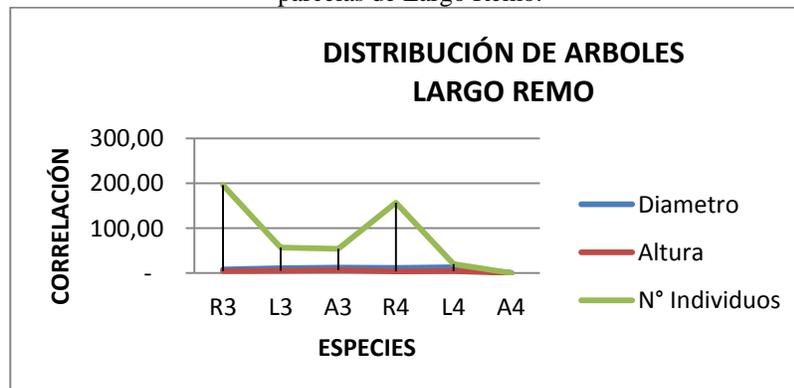
relación en los individuos de las parcelas en Largo Remo ($p: 0.06$); sin embargo, podemos encontrar una correlación significativa entre la parcela #1 en Punta Galeta y las parcelas #3 y #4 en Largo Remo ($p: 0.05$ y $p: 0.005$, respectivamente). Esta significancia nos muestra que hay una similitud en la distribución de los individuos entre las parcelas #1, #3 y #4.



Grafica 2. Comparación entre las especies de árboles de las parcelas de Punta Galeta, el diámetro y la altura de los mismos.

La grafica 2 muestra que hay una tendencia negativa entre el número de individuos y los diámetros de los árboles en las parcelas de Punta Galeta. Se encontró que entre mayor es la abundancia de individuos, menor es el diámetro. De igual forma, se puede notar una tendencia negativa, no significativa, entre el número de individuos y la altura de los árboles, en donde se muestra que entre mayor es la abundancia de árboles en las parcelas de Punta Galeta menor es la altura de sus individuos.

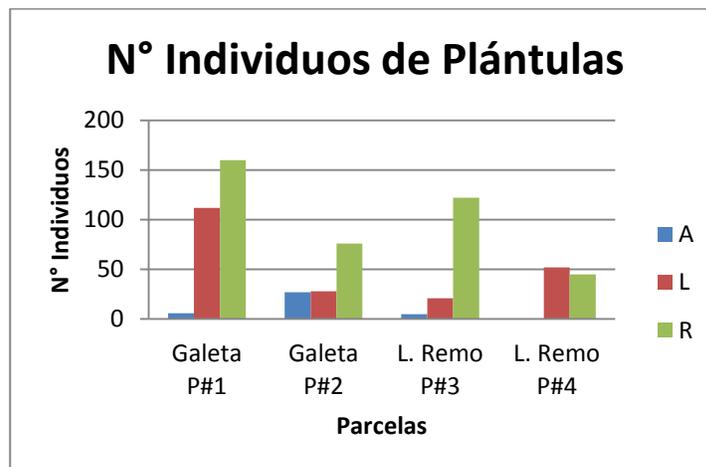
Grafica 3. Comparación del diámetro y la altura de los arboles con el números de individuos existentes en las parcelas de Largo Remo.



La gráfica 3 muestra una relación negativa entre el número de individuos, la altura y el diámetro de los árboles en la parcela #3 ($p: 0.45$ y $p: 0.23$, respectivamente) y la parcela #4 ($p: 0.68$ y $p: 0.65$, respectivamente). Se puede interpretar que entre mayor número de individuos menor será su diámetro y su altura.

También señala que en la Parcela #3 y la Parcela #4 hay una relación entre el diámetro y la altura de las especies de mangle en Largo Remo, en donde señala que entre mayor sea el diámetro de los individuos mayor será su altura; Sin embargo, la parcela #4 muestra una relación significativa ($p: 0.03$) en comparación de la parcela #3 ($p: 0.22$).

Plántulas



Grafica 4. Relación entre el número de individuos de plántulas de mangle por sitio de estudio (Punta Galeta y Largo Remo).

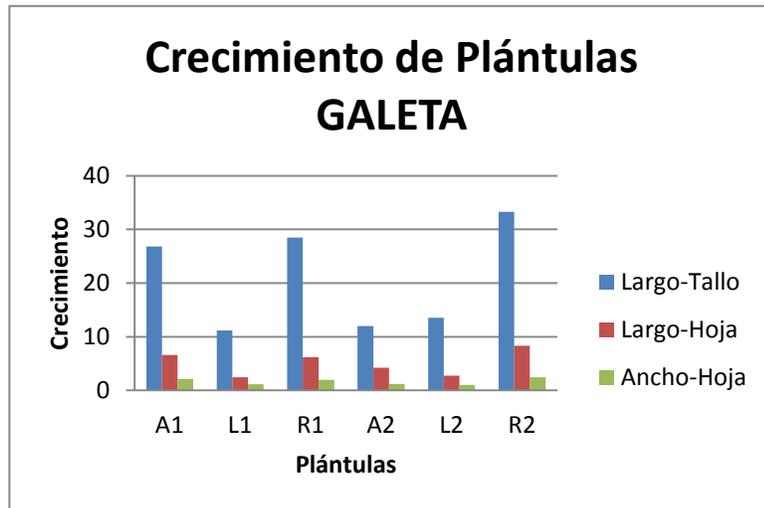
La gráfica 4 muestra la relación que hay entre el número de individuos de plántulas de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*) entre parcelas y a su vez, entre sitios de estudio (Punta Galeta y Largo Remo). Se puede observar que en las parcelas de Punta Galeta P#1 y P#2 ($p: 0.45$), no hay una relación en la presencia de individuos de cada especie, señalando una distribución distinta de árboles en cada parcela.

En las parcelas de Largo Remo (P#3, P#4) no se encontró relación entre la cantidad de individuos existentes ($p: 0.66$). En esta gráfica se puede observar que en la parcela #4 no hay presencia de

plántulas de *A. germinans* pero hay mayor cantidad de individuos de *L. racemosa* que plántulas de *R. mangle*; Sin embargo, en la P#3 podemos observar mayor cantidad de plántulas de *R. mangle* seguidos por una baja densidad de individuos de *L. racemosa* y *A. germinans*.

La **grafica 4** señala que la cantidad de individuos existentes en cada parcela es diferente en cada sitio de estudio, sin embargo, se puede observar una pequeña relación entre el número de individuos de la parcela #2 con la parcela #3 ($p: 0.06$), lo cual señala que la distribución de individuos entre estas dos parcelas podrían ser similares.

Galeta



A1-A2= $p: 0.06$

L1-L2= $p: 0.004$

R1-R2= $p: 0.01$

Grafico 5. Crecimiento de plántulas de mangle entre las Parcelas #1 y #2 en Punta Galeta.

La gráfica 5 muestra que hay una relación significativa en el crecimiento de plántulas de *Rizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* ($p: 0.01$ y $p: 0.004$, respectivamente) entre las parcelas establecidas en Punta Galeta; De igual manera, se puede ver una diferencia en el crecimiento de las plántulas de *Avicennia germinans* entre parcelas. Se observa que hay mayor crecimiento de plántulas de *A. germinans* en la parcela #1 en comparación a las plántulas de la parcela #2.

Recibido: 11/11/14; Aceptado: 09/12/14

150

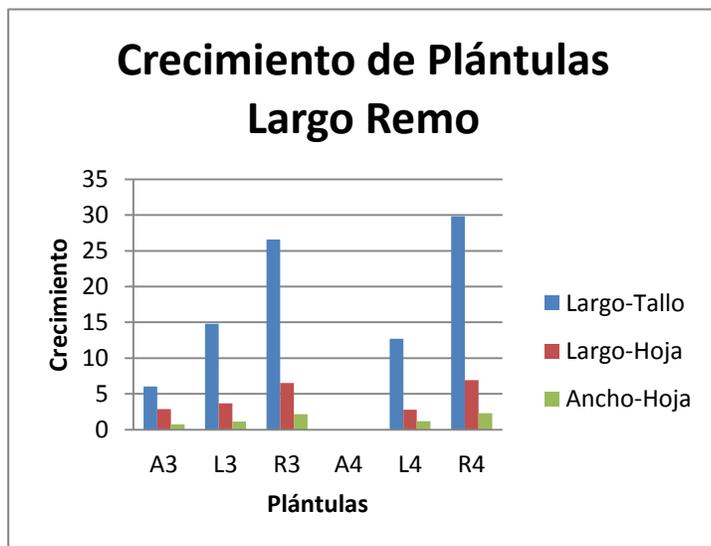
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://www.revistacentros.com>

indexada en http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave_pais=33

El crecimiento de las plántulas de mangle en Punta Galeta demuestra que este bosque tiene individuos en regeneración que pueden representar su función ecológica al pasar de los años, obteniendo mayor crecimiento de individuos de *R. mangle*, seguidos de *L. racemosa* y luego de *A. germinans*.

Largo Remo



A1-A2= $p: 0.99$

LI-L2= $p: 0.03$

R1-R2= $p: 0.007$

Gráfico 6. Crecimiento de plántulas de mangle entre las Parcelas #3 y #4 en Isla Largo Remo.

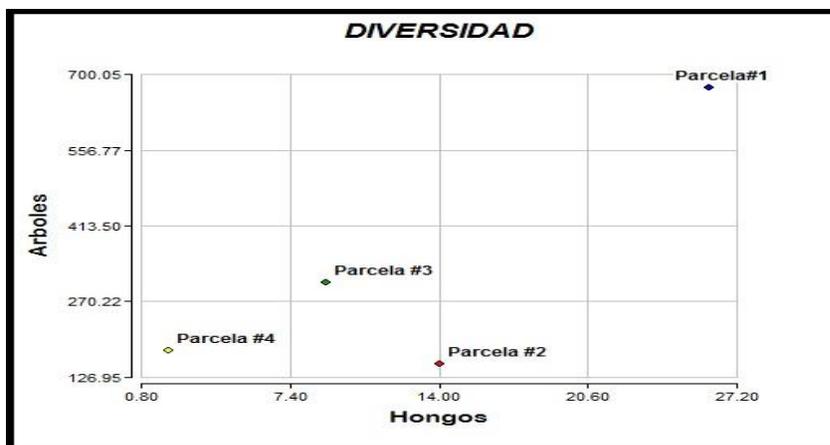
La Gráfica 6 demuestra que hay una relación significativa en las plántulas de *R. mangle* y *L. racemosa* ($p: 0.007$ y $p: 0.03$, respectivamente) entre la parcela #3 y la parcela #4. También se observa una relación negativa en el crecimiento de las plántulas de *A. germinans* ($p: 0.99$) en donde se encontró un bajo crecimiento en las plántulas existentes en la parcela #3 y la no presencia de individuos en la parcela #4.

El crecimiento significativo de las plántulas de *R. mangle* y *L. racemosa* frente a la baja presencia y crecimiento de *A. germinans* en las parcelas de Isla Largo Remo demuestra que probablemente este es un bosque intervenido en proceso de regeneración.

MACROHONGOS

Pearson: 0.83

p: 0.16



Grafica 7. Relación entre número de individuos de árboles con la diversidad de macrohongos existentes en cada parcela.

La Gráfica 7 muestra que hay una fuerte tendencia entre el número de árboles y las especies de macrohongos existentes, obteniendo que entre mayor sea la cantidad de árboles en un bosque de manglar mayor será su diversidad de macrohongos.

HOSPEDERO ESPECÍFICO

HONGOS	PUNTA GALETA			LARGO REMO		
	R	L	A	R	L	A
<i>Phellinus sp.1</i>			1			1
<i>Phellinus sp.2</i>	1					
<i>Phellinus sp.3</i>		1				
<i>Phellinus sp.4</i>	1					
<i>Oudemansiella sp.</i>					1	
<i>Hypoxyylon sp.</i>	1			1		
<i>Datronia sp. (Corioloropsis sp.)</i>				1		
<i>Trametes sp.</i>	1					
<i>Mycena sp.</i>	1			1		
<i>Trichaptum sp.</i>	1			1		
<i>Lentinus sp.</i>	1					
<i>Hexagonia sp.</i>	1					

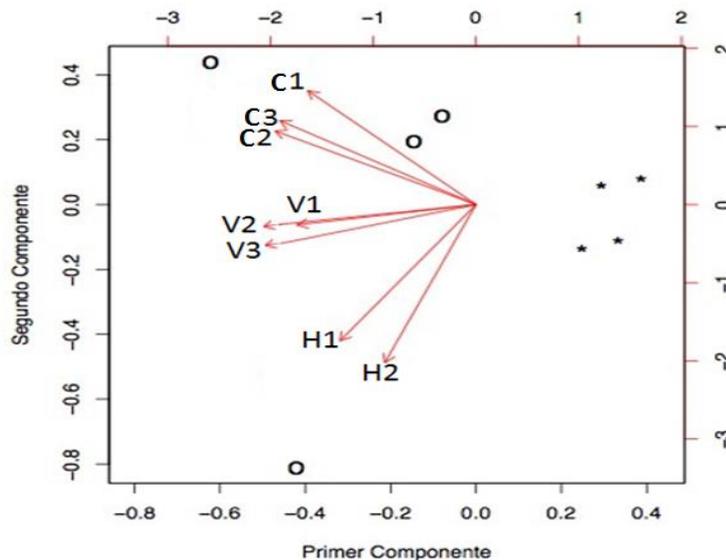
Tabla 1. Especificidad de las especies de macrohongos en relación con las especies de mangle (macrohongos **Poliporales** resaltados con negrita).

(R) *R. mangle*, (L) *L. racemosa*, (A) *A. germinans*

La **Tabla 1** muestra la diversidad de especies de macrohongos en los dos sitios de estudios y la especificidad que tienen estos hongos en cada especie de mangle. Se encontró que estos macrohongos son muy específicos (sean o no hongos poliporales) a las especies de mangles, en donde no comparten hospederos dentro de un bosque de manglar.

INDICE DE INTEGRIDAD BIOTICA

Análisis de Componentes Principales



Grafica 8. Componentes principales relacionados con cada sitio de estudio, Punta Galeta (los asteriscos) y Largo Remo (los círculos).

Se obtuvieron tres componentes principales para describir los sitios de estudio analizados. Resultaron de las variables tomadas los componentes de Crecimiento, Estructura del Bosque (estructura vertical y horizontal) y Ambiental.

La gráfica 8 muestra la relación que hay entre Largo Remo (círculos abiertos) y los componentes de crecimiento, en donde se puede interpretar que en este sitio de estudio se está dando una regeneración del bosque a pesar de ser un sitio perturbado por comunidades aledañas y desastres químicos. También se encuentra que hay una gran relación de Punta Galeta (asteriscos) con el componente de estructura del bosque, en donde nos muestra que en los bosques de este sitio de

estudio hay una gran variación porque podemos encontrar sitios pocos intervenidos con bosques relativamente maduros.

Estos componentes no fueron suficientes para elaborar un índice de integridad biótica pero si dan una luz para saber dónde dirigirse o enfocarse en cada sitio de estudio.

CONCLUSIÓN

Se encontró una alta especificidad entre los macrohongos y las especies de árboles de mangle, demostrando el Sistema de Hospedero Especifico mencionado por Gilbert y Sousa, 2002.

Estos bosques de manglar al tener baja diversidad de especies de macrohongos y una alta especificidad entre las especies de mangle, demuestran llevar una ecología normal a estos tipos de bosques, por lo tanto los macrohongos son una buena fuente para analizar la calidad de bosque de manglar.

Los parámetros para la caracterización del bosque no mostraron diferencia ni relación entre ellos; Sin embargo, el conjunto de estas variables señalaron relación entre Largo Remo y Punta Galeta con componentes de crecimiento y estructura del bosque, respectivamente.

Largo Remo es un sitio perturbado por desastres químicos y comunidades aledañas pero es un bosque en regeneración, por lo tanto debe ser considerado un sitio en conservación.

Punta Galeta es un sitio con bosques maduros y bosque joven que demuestran ciertas intervenciones en el área.

El componente ambiental no mostró variación lo que señala que estos parámetros son relativamente similares entre los dos sitios de estudio debido a su cercanía.

No se realizó un índice de integridad biótica por la cantidad de componentes sobresalientes, influyendo a tomar más parámetros para su obtención y comparación con otros bosques de manglar.

RECOMENDACIONES

Debido a la poca información adquirida en obtener mayores componentes principales para realizar un índice de integridad biótica, se recomienda aumentar el número de parcelas y tomar más en cuenta las especies asociadas al manglar. También se recomienda analizar profundamente los resultados obtenidos para el sitio de Largo Remo los cuales pueden influir en considerar esta área como sitio en conservación.

BIBLIOGRAFÍA:

- Brown N., S. Bhagwat, S. Watkinson, 2006. Macrofungal diversity in fragmented and disturbed forests of the Western Ghats of India. *Journal of Applied Ecology* 43, 11-17.
- Calderón, C., O. Aburto, E. Ezcurra. 2009. El valor de los manglares. CONABIO. *Biodiversitas* 82:1-6
- Díaz M.C., K. P. Smith y K. Rutzler, 2004. Sponge species richness and abundance as indicators of mangrove epibenthic community health. *Atoll Research Bulletin* 518.
- Díaz-Toribio M., 2009. Orquídeas terrestres como indicadoras de calidad ambiental en fragmentos de bosque mesófilo de montaña. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A.C, Mexico.
- Gilbert G. y W. Sousa, 2002. Host Specialization among Wood-Decay Polypore Fungi in a Caribbean Mangrove Forest. *Biotropica* 34(3), 396–404.
- Holguin G., P. Gonzalez-Zamorano, L. E. de-Bashan, R. Mendoza, E. Amador e Y. Bashan, 2006. Mangrove health in an arid environment encroached by urban development—a case study. *Science of the Total Environment* 363, 260– 274.
- Keller B. D. y J.B.C. Jackson, eds. 1991. Long-term assessment of the oil spill at Bahia Las Minas, Panama. Volume I: executive summary. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region New Orleans, La. 129 pp.
- Lacerda L. D., V. Ittekkot y S. R. Patchineelam, 1995. Biogeochemistry of Mangrove Soil Organic Matter: a Comparison between Rhizophora and Avicennia Soils in South-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 40, 713–720.
- Ruiz-Jaen M. C. y T. Mitchell Aide, 2005. Restoration Success: How Is It Being Measured?. *Restoration Ecology* 13(3), 569–577.

Recibido: 11/11/14; Aceptado: 09/12/14

155

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://www.revistacentros.com>

indexada en http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave_pais=33