

SIMULACIÓN: ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN SISTEMAS ECOLÓGICOS MARINO-COSTEROS TROPICALES

Marcelo Mack P¹., Kathania Herrera²

Fecha de recepción: 3 de diciembre de 2017

Fecha de aceptación: 11 de mayo de 2018

¹ Centro para Investigaciones y Respuestas en Ofidología. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. Universidad de Panamá. marmack24@gmail.com (autor de correspondencia).

² Ministerio de Educación, Panamá.

RESUMEN

Se realizó un estudio Simulado para la fauna malacológica asociada a diferentes sustratos del ecosistema Marino-costero estos inventarios biológicos y el monitoreo en las zonas de manglar, permiten establecer con el tiempo comparaciones con una base de datos, que pueden ser utilizados en cualquier acción de manejo y/o investigación, Todos los sistemas ecológicos tienden a la estabilidad en la medida en que este es más diverso y más complejo. Se representaron áreas específicas en una comunidad biológica marino-costera en el distrito Aguadulce, Coclé, con tres diferentes tipos de sustrato y tres diferentes tipos de vegetación (especies de mangle: *Avicenia nítida*, *laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*). Colocaba en cada hábitat simulado (A= Sustrato arenoso, B= Sustrato fangoso, C= Complejo de raíces, D= complejo de manglares: *Avicenia nítida*/*Laguncularia racemosa*, E= *Rhizophora mangle*). los valores obtenidos de la colecta y el número de especies por sustrato y tipo de vegetación, se determinaba los índices de diversidad de Shannon -Weiner (H) y sus componentes: el índice de equitatividad o equidad (E- eveness o J). la Abundancia de las especies Arenoso 42 ind. Complejo de raíces 220 ind., Arenoso-Fangoso 177 ind., Complejo de manglares 203 ind., Fangoso 149 ind., *Rhizophora mangle* 127 y con valores de Simpson (D) Arenoso 0.519, Complejo de raíces 0.791, Arenoso-Fangoso 0.746, Complejo de manglares, 0.774, Fangoso 0.636, *Rhizophora mangle* 0.774. Concluimos que la simulación mostro buena distribución de individuos por especies y vemos que no existía predominio de moluscos bivalvos capturados.

Palabras clave: Simulación, Biodiversidad, Bivalvos, Sustratos, Ecológico.

SIMULATION: ANALYSIS OF BIOLOGICAL DIVERSITY IN TROPICAL MARINE-COASTAL ECOLOGICAL SYSTEMS

ABSTRACT

A simulated study was carried out for the malacological fauna associated to different substrates of the marine-coastal ecosystem. These biological inventories and the monitoring in the mangrove zones, allow to establish over time comparisons with a database, which can be used in any action of Management and / or research, All ecological systems tend to stability to the extent that it is more diverse and more complex. Specific areas were represented in a marine-coastal biological community in the Aguadulce, Coclé district, with three different types of substrate and three different types of vegetation (mangrove species: *Avicenia nítida*, *laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*). Placed in each simulated habitat (A = sandy substratum, B = muddy substratum, C = root complex, D = mangrove complex: clear *Avicenia* / *Laguncularia racemosa*, E = *Rhizophora mangle*). the values obtained from the collection and the number of species per substrate and vegetation type, the diversity indices of Shannon -Weiner (H) and its components were determined: the index of equity or equity (E-eveness or J). Abundance of the Sandy species 42 ind. Complex of roots 220 ind., Sandy-Muddy 177 ind., Mangrove complex 203 ind., Fangoso 149 ind., *Rhizophora mangle* 127 and with values of Simpson (D) Sandy 0.519, Complex of roots 0.791, Sandy-Muddy 0.746, Mangrove complex, 0.774, Fangoso 0.636, *Rhizophora mangle* 0.774, We conclude that the simulation showed good distribution of individuals by species and we see that there was no predominance of captured bivalve molluscs.

Keywords: Simulation, Biodiversity, Bivalves, Substrates, Ecological.

INTRODUCCIÓN

Los manglares representan uno de los ecosistemas tropicales y subtropicales más productivos del mundo, ya que conforman subsistemas importantes en estuarios, bahías, ensenadas y lagunas costeras, adaptados a las condiciones de salinidad e inundación propias de un humedal costero y donde además existen procesos biológicos fundamentales para la reproducción, cría y refugio de una gran variedad de invertebrados (FAO, 2007) La tala para producción de madera, carbón y taninos se practicó en el pasado, y en algunas zonas costeras aún se realiza a nivel artesanal (Solórzano et al. 1991, Pizarro y Angulo 1993, Bilio et al. 1999) .

Un componente fundamental de los ecosistemas marinos es el conjunto de especies que constituyen el phylum *Mollusca*, que representa el mayor contingente en biomasa en lo que a invertebrados se refiere (Prieto, Sant, 2008). Dentro de este grupo hay gran variedad de organismos sésiles y sedentarios asociados a las raíces de los mangles, de manera que resulta importante conocer sus diferentes grupos taxonómicos, ya que estos pueden actuar como un buen parámetro indicador del ecosistema, considerando que proveen información de las condiciones ambientales de su hábitat tanto por su presencia como por su ausencia (Lee, 2008). En este sentido, el inventario biológico y el monitoreo en las zonas de manglar permiten establecer con el tiempo comparaciones con una base de datos, que pueden ser utilizados en cualquier acción de manejo y/o investigación. Todos los sistemas ecológicos tienden a la estabilidad en la medida en que este es más diverso y más complejo. De modo que cuando un sistema ecológico va alcanzando su máxima diversidad de especies, este se tornara más estable (Odum, 1995). Los patrones de diversidad de especies son un reflejo de la forma en que éstas se relacionan con el hábitat (MacArthur, 1965)

En el mundo, los manglares son lugares, de gran belleza su tasa ha disminuido en 1,7 % anual de 1980 a 1990 a 1,0 % anual entre 1990 y 2000 (FAO, 2003), alta biodiversidad, ellos sustentan gran número de aves locales y migratorias, manatíes, y muchas otras especies. Esto los hace muy atractivos para turistas y visitantes. Otros servicios importantes: tienen un alto nivel de producción de oxígeno, absorben y mitigan los ruidos, tienen usos medicinales, el néctar de sus flores es utilizado por las abejas para producir miel de calidad, su madera sirve para construcciones, artesanías, producir carbón, y extraer tinte para cueros, y otros. (Odum, 1995)

La proporcionalidad de individuos en estructura del ecosistema está definida en términos de la distribución o “prorateo” de individuos entre las especies del ecosistema en estudio consecuentemente, la estabilidad es una consecuencia de la diversidad de especies en un ecosistema (Krebs, 1985; Begon, 1999; Odum, 1995; Pielou, 1966; Sheldon, 1969)

El objetivo de esta simulación es analizar datos biológicos a través del uso de índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y sus componentes principales: el índice de equidad (J') y el índice de predominio de Simpson (D').

MATERIALES Y MÉTODOS

Simulando hábitats en el laboratorio, que representaron áreas específicas en una comunidad biológica marino-costera en el distrito Aguadulce, Provincia de Coclé, se delimitó el área con tres diferentes tipos de sustrato y tres diferentes tipos de vegetación (especies de mangle: *Avicenia nítida*, *laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*). Una vez establecida la zona se subdivide en hábitat para correr la simulación (A= Sustrato arenoso, B= Sustrato fangoso, C= Complejo de raíces, D= complejo de manglares: *Avicenia nítida/Laguncularia racemosa*, E= *Rhizophora mangle*).

Al ser una simulación en el laboratorio y para buscar que nuestro datos sean confiables se utiliza cierta cantidad de granos de frijoles de diferentes variedades cada variedad de grano o leguminosa (frijol, arroz etc) para representar cada especie de pelecípodo y el número de granos de cada variedad, representaba el número de individuos por especie.

La composición y representación para cada especie en el área general del estudio era la siguiente: *Anadara similis* (arvejas), *Anadara grandis* (habas), *Protothaca aspérrima* (porotos), *Corbula biradiata* (frijoles negros), *Corbula inflata* (arvejas pequeñas), *Mactra fonseca* (arroz), *Petricola cognata* (maíz).

Se tomaron 2 muestras en el área seleccionada al azar de cada sustrato de estudio para las cinco comunidades bióticas mostrando la estructura y composición de especie en particular. Con los valores obtenidos de la colecta y el número de especies por sustrato y tipo de vegetación, se determinaba los índices de diversidad de Shannon -Weiner (H) y su componente: el índice de equitatividad o equidad (E- evenness o J).

RESULTADOS

En los diferentes tipos de sustrato y tipos de vegetación, se observaron la abundancia de siete especies de moluscos bivalvos: *Corbula inflata*, *Anadara grandis*, *Protothaca aspérrima*, *Corbula biradiata*, *Petricola cognata*, *Anadara similis* y *Mactra fonsecana* (Cuadro 1). *Anadara similis* tenía el mayor número de individuos entre los diferentes sitios. *Protothaca aspérrima* tenía el menor número de individuos. Los moluscos bivalvos viven entre los sedimentos y raíces de las diferentes especies de mangles. En vida real, *Anadara similis* vive enterrada en el fango entre las raíces de los mangles. *Anadara grandis* habita en suelo areno-fangoso permanentemente húmedo y a poca profundidad, en zonas completamente desprovistas de vegetación de árboles de mangle. En este estudio, los moluscos bivalvos habitaron más en el complejo de raíces.

	Arenoso	Complejo de raíces	Arenoso-Fangoso	Complejo de manglares	Fangoso	Rhizophora mangle
N	42	220	177	203	149	127
Simpson (D)	0.519	0.791	0.746	0.774	0.636	0.774
Shannon (H)	1.08	1.74	1.83	1.72	1.40	1.31
Equidad (J)	0.56	0.89	0.94	0.88	0.72	0.67

Cuadro 1. Abundancia de las especies en Aguadulce, Coclé, 2017

De acuerdo con el índice de Shannon y Simpson, la diversidad y dominancia de las especies en diferentes lugares fueron identificados (Cuadro 2). Analizando cada sustrato/vegetación por separado, los números para la diversidad no varían notablemente entre los siguientes sustratos/vegetación: complejo de raíces, arenoso-fangoso y complejo de manglares. La diversidad más alta se presentó en el sustrato arenoso-fangoso que además fue el sustrato con mayor equidad. En segundo lugar, se ubicó complejo de raíces y complejo de manglares Coclé, 2017. que también demostraron alta equidad. En tercer lugar, se ubicó *Rhizophora mangle* y el sustrato fangoso, sin embargo, la estimación de la uniformidad en *Rhizophora mangle* es inferior al sustrato fangoso. El sustrato arenoso mostró la diversidad más baja y también presentó un valor de equidad menor. Aunque el predominio más alto se presentó en el sustrato arenoso, vemos que los otros lugares se acercan a 1, indicando que no existe predominio por parte de ninguna de las especies de moluscos bivalvos.

Cuadro 2. Índices de diversidad alfa en diferentes tipos de sustratos y vegetación en Aguadulce, Coclé.

Especie	Arenoso	Complejo de raíces	Arenoso-Fangoso	Complejo de manglares	Fangoso	Rhizophora mangle	Total
Corbula inflata	0	35	14	23	17	41	130
Anadara grandis	3	16	19	34	5	15	92
Protothaca asperrima	1	17	9	16	5	5	53
Corbula biradiata	2	21	13	14	8	6	64
Petricola cognata	1	12	9	19	11	11	63
Anadara similis	7	41	75	81	85	38	327
Macra fonsecana	28	78	38	16	18	11	189
Total	42	220	177	203	149	127	918

En general existe una buena distribución de individuos por especies y también vemos que la mayoría de los lugares indicaron que no existe predominio por parte de ninguna de las especies de moluscos bivalvos capturados

DISCUSION

Los resultados de la simulación realizados sobre diferentes comunidades de moluscos en la zona indican la importancia de estos organismos en dichos ecosistemas (Buitrago & Capelo, 1993; Jiménez, 1994; Márquez & Jiménez, 2002). La condición y el tipo de sustrato en los cuales habitan los moluscos caracterizan a dichas comunidades, haciéndolas diferentes dentro de una misma región. Mostrando buena distribución para individuos por especies y también vemos que la mayoría de los lugares indicaron que no existía predominio por parte de ninguna de las especies de moluscos bivalvos capturados

El número de especies de moluscos asociados a las raíces de mangle en isla Larga fue elevado con respecto a otros trabajos realizados en el Nororiente de Venezuela (Morao, 1983; Odrosogetti, 1985;

Márquez y Jiménez, 2002; Cedeño, Jiménez, Pereda y Allen, 2010) así como en otras zonas del Caribe (Murillo, 2004; Portocarrero, 2004; Pomareda & Zanella, 2006; Moreno-Ríos, 2007; Valle, 2007). Los altos valores reportados en este estudio pueden deberse a que existen características en la simulación que no fueron contempladas debido a que presenta una mezcla de diferentes ambientes que proporcionan la existencia de una cantidad de nichos que actúan como zonas de refugio y protección para el establecimiento de muchos organismos. Los resultados obtenidos en los valores de la diversidad también son superiores a los señalados para otras regiones del Caribe. (Lalana, 1986) encontró diversidades de 2,30 bits/ind en un estudio en la laguna costera "El Ciego" (Cuba), atribuyendo este bajo valor al fuerte estrés al que están sometidos los organismos en esa laguna.

AGRADECIMIENTOS

A todos los que colaboraron de una u otra forma para que esta Simulación de Biodiversidad pudiera ser posible.

REFERENCIA

- Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. (1999). *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. 3ª edición. Barcelona: Ed. Omega.
- Bilio, M., Saborío Coze, A., Hernández Potocarrero, A. (1999). Los manglares, los camarones y el desarrollo de las áreas costeras en el Istmo Centroamericano. *EC Fish. Coop. Bull.* 12: 18-20.
- Buitrago, J., Capelo, J. (1993). Los Moluscos bentónicos de la Región Sur Oriental de la Bahía de Pozuelos, Puerto la Cruz, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 53 (140): 27- 37.
- Cedeño, J., Jiménez, M., Pereda, L., & Allen, T. (2010). Abundancia y riqueza de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la laguna Bocaripo, Sucre, Venezuela. *Revista Biología Tropical*, 58(3), 213-226.
- FAO. (2007). *The world's mangroves 1980-2005*. FAO Forestry Paper No. 153. Roma, Lazio, Italia.
- Fundación de Almanaque Azul. (2013). *Guía de viajes de Panamá*. 2ª edición.
- Jiménez, J.A. (2004). Mangrove forests under dry seasonal climates in Costa Rica: p. 136-143. *In* G.W. Frankie, A. Mata & S.B. Vinson (eds.). *Biodiversity Conservation in Costa Rica: Learning the Lesson in a Seasonal Dry Forest*. Univ. California Press, Berkely, California.
- Jiménez, P.M. (1994). Comunidad de moluscos asociada a *Thalassia testudinum* en la Ensenada de Reyes, Bahía de Mochima. Estado Sucre. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente* 33 (1&2): 67-76.
- Krebs, Ch. (1985). *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. Segunda edición. Ed. Harla. México. 753 pp.

- Lee, S. (2008). Mangrove macrobenthos: Assemblages, services and linkages. *Journal Sea Research* 59, 16-29.
- Lodeiros, C., Marín, B., & Prieto, A. (1999). Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia. Cumaná, Sucre, Venezuela: Edición APUDONS.
- Márquez, B., & Jiménez, M. (2002). Moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle*, en el Golfo de Santa Fe, Estado de Sucre, Venezuela. *Revista Biología Tropical*, 50(3-4), 1101-1112.
- Márquez, B., Jiménez, M. (2002). Comunidad de moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle* en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 50 (3/4): 1101-1112.
- Morao, A. (1983). Diversidad y fauna de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo, *Rhizophora mangle* en la Laguna de la Restinga. (Tesis de pregrado). Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela.
- Moreno-Ríos, C. (2007). Moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo, *Rhizophora mangle* (L.1753) y su relación frente a la calidad del agua en dos aéreas de la Bahía de Cispata "Ciénagas del Ostional y Navío y Ciénaga de la Soledad" (Córdoba), Caribe Colombiano. (Trabajo de grado). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Murillo, P. (2004). Composición taxonómica y proceso sucesional de la fauna asociada a las raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* (Mangle rojo) de San Andrés isla. (Trabajo de pregrado en Biología Marina). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Ordosgoitti, R. (1985). Estudio ecológico de la epifauna en raíces sumergidas del mangle *Rhizophora mangle* en la bahía de Mochima (Tesis de pregrado en Biología Marina). Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela.
- Pizarro, F., Angulo, H. (1993). Diagnóstico de los manglares de la costa Pacífica de Costa Rica: Informe para la Comisión Nacional de Manglares. UICN, Costa Rica.
- Pomareda, E., Zanella, I. (2006). Diversidad de moluscos asociados a manglares en isla San Lucas. *Revista Ambiente*, 30, 11-13.
- Portocarrero, M. (2004). Estudio de la comunidad de moluscos epibiontes sobre las raíces sumergidas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en Isla Barú. (Trabajo de pregrado). Caribe colombiano. Universidad de Nacional Colombia, Colombia.

- Prieto, A., Sant, S., Méndez, E., Lodeiros, C. (2003). Diversidad y abundancia de moluscos en las praderas de *Thalassia testudinum* de la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Revista Biología Tropical*, 51(2), 413-426
- Solórzano, R., de Camino, R., Woodward, J., Tosi, V., Watson, A., Vásquez, C., Villalobos, J., Jiménez, R., Repetto-Cruz, W. (1991). *Accounts overdue: natural resource depreciation in Costa Rica*. Tropical Science Center, San José, Costa Rica and World Resources Institute, Washington D.C.
- Valle, A. (2007). Estructura del bosque de manglar y algunos aspectos sobre la fauna asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* (L.,1773) en la ciénaga de Cholón, Isla Barú, municipio de Cartagena, Caribe colombiano. In *Informe del Estado de Los Recursos Marinos y Costeros Año 2006* (pp. 237-240). Series de Poblaciones Especies.