

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Macroinvertebrados intermareales y su asociación con tres tipos de microhábitats en el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante – Chacocente, Carazo, Nicaragua

Intertidal macroinvertebrates and their association with three types of microhabitat at the Refugio de Vida Silvestre Río Escalante – Chacocente, Carazo, Nicaragua

Miguel Garmendia-Zapata, Rosa María Reyes P.

Docentes Investigadores, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9080-7670>, garmendiaz@ci.una.edu.ni
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Universidad Nacional Agraria.



RESUMEN

Las comunidades de macroinvertebrados son de mucha importancia, pues tienen un rol ecológico imprescindible como parte del engranaje biótico de las zonas intermareales. El presente estudio se realizó en el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante – Chacocente en Carazo, Nicaragua, donde se caracterizaron y compararon parámetros de biodiversidad (riqueza de especie y abundancia) y composición de especie entre tres tipos de microhábitats (aglomeraciones de rocas) definidos por la forma de las rocas que los conforman. Como resultado se contaron 1 808 individuos, 30 especies, 26 géneros, 24 familias y siete clases. Las especies más abundantes según el número de individuos fueron en principio: *Nerita scabricosta* (175 individuos), *Littorina aspera* (162), *Acar rostrata* (153), *Byssomera affinis* (117), *Eriphia squamata* (110) y *Anachis lyrata* (106). El microhábitat denominado Peñas, fue el significativamente más rico y donde se determinó mayor abundancia; sin embargo, la composición de especie comparada entre los microhábitat no difirió significativamente, pero sí entre las parcelas individuales, siendo la parcela denominada Peña 1, la que presentó tipos de especies diferentes y en mayores abundancias en comparación con el resto de las parcelas.

Palabras clave: biodiversidad, ecológico, composición de especies.

ABSTRACT

The macroinvertebrate communities are very important because they have an essential ecological role as part of the biotic gear of the intertidal zones. The present study was conducted at the Refugio de Vida Silvestre Río Escalante – Chacocente where biodiversity parameters (richness of species and abundance) and species composition were characterized and compared among three types of microhabitats (rock agglomerations) defined by the form of the rocks that make them up. As a result, 1 808 individuals, 30 species, 26 genera, 24 families and seven classes were observed. The most abundant species according to the number of individuals were: *Nerita scabricosta* (175 individuals), *Littorina aspera* (162), *Acar rostrata* (153), *Byssomera affinis* (117), *Eriphia squamata* (110) and *Anachis lyrata* (106). The microhabitat called Peñas, was significantly richer and where greater abundance was determined; however, the composition of the species compared among the microhabitat did not differ significantly, but differences were noted between the individual plots, the plot called Peña 1, presented different types of species and greater species abundances compared to the remaining plots.

Keywords: Biodiversity, ecological, species composition.

Recibido: 23 de mayo del 2019
Aceptado: 15 de junio del 2019



Copyright 2019. Universidad Nacional Agraria

Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Los hábitats en los litorales rocosos son importantes ecológicamente (Crowe, Thompson, Bray y Howkins, 2000), dado la diversidad de vidas que alberga, entre ellas la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados intermareales. Estos organismos viven entre los microhábitat que le ofrece las aglomeraciones rocosas a orilla de la playa, influenciados por diversos factores ambientales, incluyendo la influencia de actividades humanas.

Aunque en Nicaragua se han realizado trabajos relacionados a ciertos grupos macroinvertebrados, en especial relacionados con moluscos (Guevara, López y Pérez, 1997; Pérez y López, 2002; Pérez, Sotelo y Arana, 2004; Pérez, Sotelo, Gámez, Aburto y Siria, 2007), es muy poca (o casi ninguna) la información que se encuentra en la literatura (al menos en publicaciones formales) sobre análisis de comunidades intermareales y su relación con su hábitat; siendo meritorio aportar al conocimiento en esta temática, con el presente estudio se pretende determinar el cómo está constituida la diversidad de invertebrados epibentónicos dentro del área de muestreo, lo que incluye el conteo de las especies observadas, la estimación de las especies esperadas y una comparación entre la riqueza de especies y abundancia entre los microhábitats; y determinar diferencias en términos de composición de especies entre microhábitats y entre unidades de muestreo.

Los resultados de este estudio servirán de base e inspiración para otros estudios que involucren análisis ecológico de la comunidad de macroinvertebrados intermareales, tomando en cuenta que estos pueden potencialmente ser utilizados como bioindicadores en programas de monitoreo de cambio ecológico por acción antropogénica (Ikomi, Arimoro y Odihirin, 2005). Ampliar los conocimientos en esta área se ha vuelto imperativo para la toma de decisiones ante efectos relacionados con la introducción de especies invasivas, el cambio climático global (Trott, s.f.) o local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio. El área de estudio corresponde a la zona costera del Refugio de Vida Silvestre Río Escalante – Chacocente, ubicado a 122 km de la ciudad de Managua, entre los departamentos de Carazo y Rivas entre las coordenadas 11°30'33" Norte y 86°14'43" Oeste (Figura 1). El refugio tiene una extensión territorial de 4 645 ha, (46.45 km²) que incluye la zona costera, zona de transición y un extenso bosque tropical seco (MARENA, 1999). El clima corresponde a un bosque tropical seco, según sistema de clasificación de Holdridge (1978). Se registran temperaturas promedio de 26°C; precipitaciones promedio de 1 000 mm anuales con un

período marcadamente seco desde febrero a abril, el periodo lluvioso está dado entre junio y octubre. Las zonas más altas alcanzan elevaciones de hasta 400 m.s.n.m. y pendientes entre 0-75 %. De manera general predominan los tipos de suelo vertisoles y coluviales (MARENA, 2002).

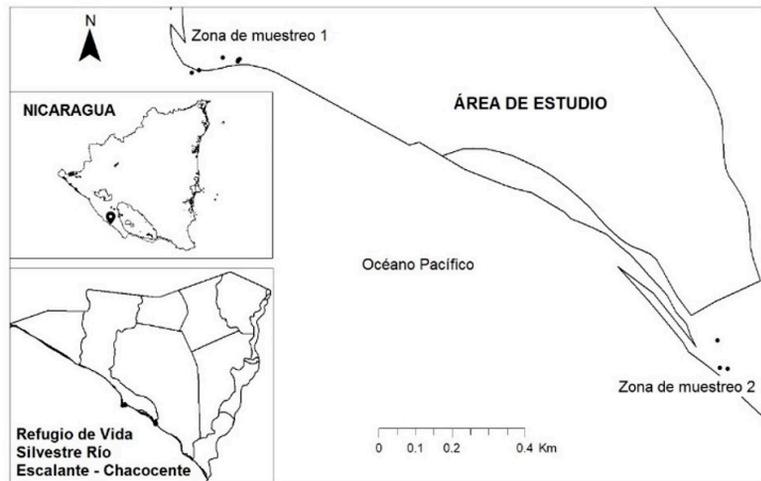


Figura 1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Río Escalante – Chacocente y zonas de muestreo con sus correspondientes puntos.

Proceso metodológico

Toma de datos. La información se registró en tres tipos de aglomeraciones rocosas (microhábitat) denominados, en este estudio, por los aspectos morfológicos de las rocas que los componen: 1) sistema formado por peñas (grupos de rocas grandes: de hasta 10 m de diámetro, amorfas y angulares); 2) sistema formado por grupos de rocas pequeñas (0.2 – 2 m) y redondas; y 3) sistema formado por grupos de rocas pequeñas (0.2 – 0.5 m) planas y dispuestas en forma laminar. En adelante denominaremos a estos microhábitats como: peñas, redondo y laminar respectivamente, como nombres abreviados. El tamaño de estos sistemas oscilaba entre 5 – 50 m.

Los tres tipos de aglomeraciones rocosas se seleccionaron aleatoriamente y de igual forma se establecieron tres unidades de muestreo en cada una, las parcelas con números 1 y 2 se establecieron en la zona de muestreo 1 y las parcelas con números 3 se establecieron en la zona de muestreo 2. Estas parcelas consistían en parcelas circulares de un metro de radio, dentro de dicha parcela se contaron todos los individuos invertebrados ≥ 0.5 cm de longitud. Dos especímenes de cada especie fueron colectados e identificados en el Centro de Malacología y Diversidad Animal de la Universidad Centroamericana (UCA).

Análisis de la información. En principio se realizó una descripción general de la diversidad de macroinvertebrados dentro del área de muestreo, la cual consistió en hacer recuento de abundancia total; conteo del número de especies y su dis-

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

tribución taxonómica; y selección de las especies, familias y clases más representativas. Se elaboró una curva de acumulación de especies para toda el área de estudio, reflejando el número de muestras versus el número de especies. Este análisis se realizó a fin de determinar la representatividad del número de especies acumuladas en relación al esfuerzo de muestreo. Para soportar los resultados visualizados en la curva de acumulación de especie se calculó el Estimador Chao 1. Los procedimientos e interpretaciones de los resultados tanto de la curva de acumulación de especies como del Estimador Chao 1 se basaron en Magurran (2004); los análisis se realizaron en el programa PAST 3.12, la curva se elaboró en Microsoft Excel.

Seguidamente se realizó una comparación pareada de los tres microhábitat en términos de la riqueza y la abundancia. Las comparaciones de la riqueza se realizaron con permutación y las comparaciones de la abundancia con una prueba t con permutación en el programa PAST 3.12.

La relación de la composición de especies con los microhábitats fue explorada en una ordenación llamada Escalamiento Multidimensional No-Métrico (McCune y Grace, 2002; Borcard, Gillet y Legendre, 2011) o NMS por sus siglas en inglés. Para explorar diferencias significativas en términos de composición entre los microhábitats se utilizó el Procedimiento de Permutación Multirespuesta (MRPP por sus siglas en inglés) (McCune y Grace, 2002) con distancia Euclidiana.

El MRPP provee un valor A útil para determinar cuan similar son las unidades de muestreo entre cada grupo. Cuando la heterogeneidad entre grupos fue igual a lo esperado por chance $A = 0$; si las observaciones dentro de los grupos fueran idénticas, $A = 1$; cuando hay más heterogeneidad entre grupos que la esperada por chance, $A < 0$. Adicionalmente, un valor de p es proveído para evaluar la probabilidad de observar diferencias por chance. De las 30 especies, solamente 17 se seleccionaron para ser parte de los análisis multivariados, debido a la poca representatividad de las restantes 13 (observadas una vez y/o en una parcela), de tal forma que la matriz utilizada estaba conformada por nueve filas representando a las unidades de muestreo y 17 columnas en donde estaban los datos de abundancia de cada especie.

Las diferencias en la composición de especies entre parcelas, incluyendo tipos de especies y abundancia, se llevaron a cabo con un Mapa de Calor con doble análisis de conglomerado, distancia Euclidean y utilizando el método de Conglomerado de Varianza Mínima de Ward. El análisis de conglomerado del eje X agrupaba las parcelas etiquetadas con los nombres de los microhábitats más el número de cada parcela y el análisis de conglomerado del eje Y agrupaba las especies con sus nombres científicos codificados. El Mapa de Calor con los análisis de conglomerado y la ordenación NMS

se realizaron con el programa R 3.5.1 y los paquetes MASS (Ripley et al. 2018), Vegan (Oksanen et al. 2018) y Pheatmap (Kolde, 2018). El análisis MRPP se realizó en el programa PCORD 6.08.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripciones generales de diversidad de invertebrados.

En el área muestreada se contaron un total de 1 808 individuos, distribuidos en 30 especies, 26 géneros, 24 familias y siete clases. Las especies más abundantes según el número de individuos fueron en principio: *Nerita scabricosta* (175 individuos), *Littorina aspera* (162), *Acar rostrae* (153), *Bysosomera affinis* (117), *Eriphia squamata* (110) y *Anachis lyrata* (106); seguidos de: *Opeatostoma pseudodon* (93), *Thais melones* (90), *Leucozonia cerata* (83), *Cantharus ringens* (80), *Acanthina brevidentata* (71), *Jenneria pustulata* (68), *Pseudochama corrugata* (64), *Thais biserialis* (59) y *Agathistoma verrucosa* (55).

Para el resto de las especies se registraron menos de 50 individuos. Las especies reportadas solamente una vez en el área de estudio fueron: *Euclidaris thouarsii*, *Hacelia attenuata*, *Phataria unifascialis* y *Tridachiella diomedea*.

Las familias más representadas según el número de especies fueron: Littorinidae (3 especies), Muricidae (3), Buccinidae (2), Fasciolaridae (2) y Ophidiasteridae (2). Las clases más representadas según el número de especies fueron: Gastropoda (20), Pelecypoda (3), Asteroidea (2) y Echinoidea (2). El resto de las familias y clases fueron representadas por una especie.

La comunidad de macroinvertebrados intermareales está bien representada en este muestreo, sin embargo, aún hay especies por encontrar en este ecosistema. En la figura 2 se observa la curva de acumulación de especies con una leve inclinación y con intervalos de confianza ampliándose hacia el final de la curva, indicando que no ha alcanzado su nivel asintótico, este hecho sugiere que más esfuerzo de muestreo es necesario para completar la lista de especies de este grupo de organismos en el refugio.

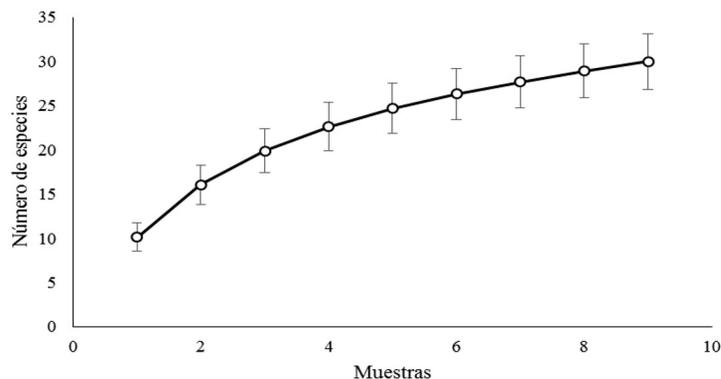


Figura 2. Curva de acumulación de especie para la comunidad de macroinvertebrados intermareales.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

De hecho, el Estimador Chao 1 sugiere que se deberían encontrar aproximadamente 39 especies, si se restan las especies observadas se concluye que probablemente seis especies aún restan por determinar. Básicamente se ha determinado el 84.6% de la riqueza existente en este ecosistema.

Comparación de la diversidad de especie entre microhábitats. La mayor cantidad de especies de macroinvertebrados fueron observadas en el microhábitat denominado Peñas con 28 especies, seguido del microhábitat denominado Redondo (18) y el microhábitat llamado Laminar (13), las diferencias de las comparaciones son significativas ($p=0.01$) (Cuadro 1).

En términos de abundancia, en el microhábitat Peñas se determinó la mayor cantidad de individuos (1 002), en relación a Redondo (498) y Laminar (308). Las diferencias entre la comparación de la abundancia de Peñas con Redondos y Laminar resultaron significativas ($p=0.006$ y $p=0.0006$ respectivamente); mientras que la comparación entre Redondo y Laminar no fue significativa ($p=0.12$). El Valor 1 y Valor 2 representan el valor de la riqueza y abundancia respectiva de cada par de microhábitat. El valor de p para la riqueza proviene de una prueba de permutación y el valor de p para la abundancia proviene de una prueba t con permutación.

Cuadro 1. Comparaciones pareadas de la riqueza y abundancia entre los microhábitats Laminar, Redondo y Peñas

Comparación	Pares de microhábitats		Valor 1	Valor 2	p
Riqueza	Laminar	Peñas	13	28	0.0010
	Laminar	Redondo	13	18	0.0010
	Redondo	Peñas	18	28	0.0010
Abundancia	Laminar	Peñas	308	1002	0.0006
	Laminar	Redondo	308	498	0.1200
	Redondo	Peñas	498	1002	0.0060

Relación de la composición de especies con los microhábitats. Las relaciones entre la composición de especies entre los tres microhábitat fue explorada primeramente mediante la ordenación Escalamiento Multidimensional No-Métrico (NMS) con distancia Bray-Curtis. Para esta ordenación se obtuvo una solución bidimensional con 0.093 de estrés (ajuste aceptable) y 20 iteraciones.

En la ordenación se muestran tres componentes: 1) Las parcelas, representadas con puntos huecos; 2) Las especies, con las etiquetas de sus nombres científicos codificados; y 3) Los polígonos que encierran a las parcelas agrupadas por el nombre de los microhábitats (Figura 3).

En la figura 3 se presenta una ordenación NMS que incluye las parcelas por microhábitat; las especies con sus nombres científicos codificados (Cuadro 2); y los microhábitat representados por los polígonos; en la cual no se logra

evidenciar una clara separación de la composición de los tres microhábitats, esto es notorio ya que los tres polígonos se superponen, trayendo consigo la sospecha de que los tres

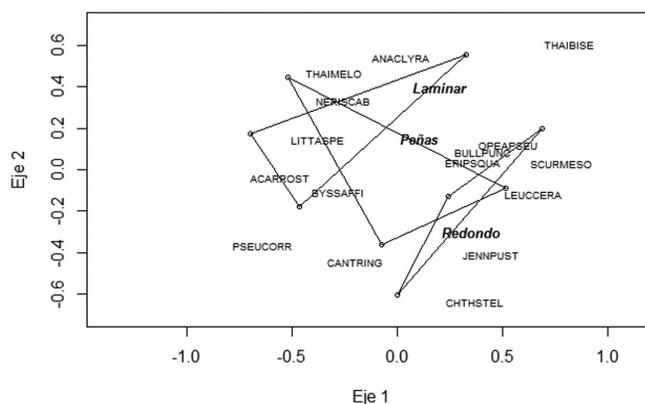


Figura 3. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (NMS por sus siglas en inglés).

microhábitats tienen composición similar. El NMS es un análisis exploratorio global para visualizar las relaciones, en términos de inferir diferencia entre los tres microhábitats y de evaluar la verdadera asociación de las especies a cada uno de ellos, se utilizó la prueba Procedimiento de Permutación Multirespuesta (MRPP).

Se comparó la composición de especies de los tres microhábitats utilizando el MRPP. Como resultado se obtuvo un valor de A de 0.026 y un valor de $p = 0.30$, por tal razón se falla en rechazar la hipótesis nula que denota igualdad composicional y se concluye que

no hay evidencias suficientes para probar que la composición de especies comparada entre los tres microhábitats es diferente.

Consecutivamente se realizó la prueba pareada entre los microhábitat, para los cuales se compararon Laminar versus Peñas, Laminar versus Redondo y Peñas versus Redondo. Como resultado, no se determinaron diferencias significativas para ninguna comparación ($p = 0.073$; $p = 0.47$; $p = 0.62$, respectivamente). A pesar que se determinaron diferencias significativas entre los tres microhábitats en términos de riqueza y abundancia (excepto para Laminar versus Redondo), la composición de especies resultó ser similar entre ellos. O sea que las comunidades de macroinvertebrados no tienen una especificidad en asociarse a alguno de los microhábitat; por consiguiente, no se pueden determinar especies asociadas a cada uno de ellos.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Cuadro 2. Codificación de especies determinadas según clase y familia taxonómica

Clase	Familia	Especie	Código
Arthropodos	Eriphiidae	<i>Eriphia squamata</i>	ERIPSQUA
Asteroidea	Ophidiasteridae	<i>Hacelia attenuata</i>	HACEATTE
Asteroidea	Ophidiasteridae	<i>Phataria unifascialis</i>	PHATUNIF
Echinoidea	Cidaridae	<i>Eucidaris thouarsii</i>	EUCITHOU
Echinoidea	Echinometridae	<i>Echinometra vanbrunti</i>	ECHIVANB
Gastropoda	Lottiidae	<i>Scurria mesoleuca</i>	SCURMESO
Gastropoda	Aplysiidae	<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	DOLADOLA
Gastropoda	Bullidae	<i>Bulla punctulata</i>	BULLPUNC
Gastropoda	Buccinidae	<i>Cantharus elegans</i>	CANTELEG
Gastropoda	Buccinidae	<i>Cantharus ringens</i>	CANTRING
Gastropoda	Turritellidae	<i>Vermicularia pellucida</i>	VERMPELL
Gastropoda	Columbellidae	<i>Anachis lyrata</i>	ANACLRYA
Gastropoda	Elysiidae	<i>Tridachiella diomedea</i>	TRIDDIOM
Gastropoda	Fascioliariidae	<i>Leucozonia cerata</i>	LEUCCERA
Gastropoda	Fascioliariidae	<i>Opeatostoma pseudodon</i>	OPEAPSEU
Gastropoda	Littorinidae	<i>Littorina aspera</i>	LITTASPE
Gastropoda	Littorinidae	<i>Littorina melones</i>	LITTMELO
Gastropoda	Littorinidae	<i>Littorina modesta</i>	LITTMODE
Gastropoda	Fissurellidae	<i>Notoacmea filosa</i>	NOTOFILO
Gastropoda	Neritidae	<i>Nerita scabricosta</i>	NERISCAB
Gastropoda	Ovulidae	<i>Jenneria pustulata</i>	JENNPUS
Gastropoda	Trochidae	<i>Tegula verrucosa</i>	TEGUVERR
Gastropoda	Muricidae	<i>Acanthina brevidentata</i>	ACANBREV
Gastropoda	Muricidae	<i>Thais biserialis</i>	THAIBISE
Gastropoda	Muricidae	<i>Thais melones</i>	THAIMELO
Maxillopoda	Chthamalidae	<i>Chthamalus stellatus</i>	CHTHSTEL
Ophiuroidea	Ophiocomidae	<i>Ophiocomina nigra</i>	OPHINIGR
Bivalvia	Carditidae	<i>Byssomera affinis</i>	BYSSAFFI
Bivalvia	Arcidae	<i>Acar rostrata</i>	ACARROST
Bivalvia	Chamidae	<i>Pseudochama corrugata</i>	PSEUCORR

A pesar que no se determinó diferencia alguna en términos de composición de especie de macroinvertebrados al ser comparada entre los tres microhábitats, se determinó cierta diferencia de la composición entre parcelas. Esto se visualiza en el Mapa de Calor con doble análisis de conglome-

merados con distancia Euclideana y el método de varianza mínima de Ward (Figura 4). Uno de los análisis de conglomerado aglomera a las parcelas que están etiquetadas por microhábitat y número de parcela (Eje X) y el otro análisis que aglomera las especies (Eje Y). En el Mapa de Calor los

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

valores de la abundancia están en función del tono de color gris, siendo los tonos más oscuros los más abundantes y los más claros los menos abundantes.

CANTRING, LITTASPE, BYSSAFFI y OPEAPSEU (47-64 individuos). Aunque ambas parcelas se diferencian por no compartir el 57% de las especies.

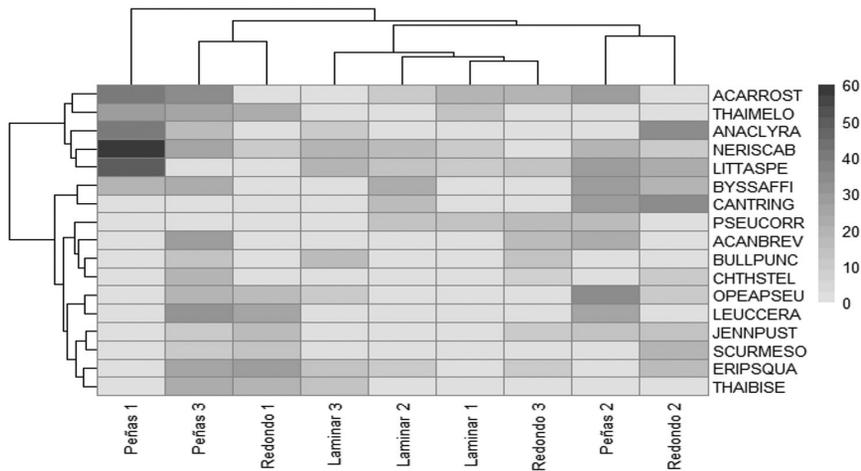


Figura 4. Mapa de Calor comparando la abundancia entre 17 especies de macroinvertebrados y entre parcelas.

La composición de especies de macroinvertebrados al ser comparada entre unidades de muestreo dejan clara una diferencia en composición de especie que no obedece a los tipos de microhábitats (a como concluimos anteriormente) sino que, a las parcelas en sí, pudiendo estar siendo influenciada la composición de especies por efecto bióticos o abióticos localizado. La parcela más diferente fue la llamada Peñas 1, pues en ella se aglomera la abundancia de cinco especies: ACARROST, THAIMELO, ANACLYRA, NERISCAB y LITTASPE; especialmente para estas dos últimas los valores de abundancia son extraordinariamente altos (50-60 individuos) en esta parcela (ver tonos de grises en la rejilla del Mapa de Calor) en comparación con el resto. Estas características hacen de la parcela Peñas 1 una unidad de muestreo con considerable diferencia en términos de composición.

Consecutivamente se observa la agrupación de las parcelas Peñas 3 y Redondo 1, las cuales se caracterizan específicamente por la ausencia de las especies LITTASPE, CANTRING y PSEUCORR, de las cuales LITTASPE fue una de las especies más abundantes en la parcela Peñas 1. Las parcelas Peñas 3 y Redondo 1 presentaron mayor abundancia de ERIPSQUA, LEUCCERA, THAIMELO y THAIBISE (44-56 individuos). Aunque ambas parcelas se diferencian por no compartir el 43% de las especies.

Otra agrupación la conforman las parcelas Peñas 2 y Redondo 2, las cuales se caracterizan por la ausencia de THAIMELO, BULLPUNC y THAIBESE, de los cuales THAIMELO y THAIBISE fueron de los más abundantes en el conglomerado de las parcelas Peñas 3 y Redondo 1. En las parcelas Peñas 2 y Redondo 2 fueron más abundantes

El resto de las parcelas (Laminar 1, Laminar 2, Laminar 3 y Redondo 3) están agrupadas en el centro del análisis de conglomerado del eje X (Figura 4), caracterizándose por la ausencia de las especies LEUCCERA y SCURMESO, de las cuales la primera era una de las especies más abundantes en el conglomerado Peñas 3 y Redondo 1. Las especies más abundantes en estas cuatro parcelas fueron LITTASPE, ACARROST, NERISCAB y PSEUCORR (46-58 individuos), aunque las parcelas se diferencian por no compartir el 60% de las especies. Las especies LITTASPE, ACARROST, NERISCAB también fueron abundantes en la parcela Peñas 1, pudiendo considerarse cierta similitud composicional entre Peñas 1 y este último grupo de parcelas.

Con lo anterior se demuestra que la composición de las especies de macroinvertebrado no depende del tipo de microhábitat formados por las rocas; más bien, podría depender de otros factores no medidos en este estudio, como por ejemplo la distancia a la costa a la que se encuentre el cúmulo de rocas, distribución en tiempo y espacio (Oigman-Pszczol, Figueiredo y Creed, 2004), influencia de perturbaciones (Ricklefs, 2003), calidad del agua (Vaghela, Bhadja, Ramoliya, Patel y Kundu, 2010); tomando en cuenta que los factores que influyen la estructura de la comunidad de macroinvertebrados intermareales son varios y están interrelacionados (Gray, 2000).

CONCLUSIONES

La diversidad de macroinvertebrados intermareales dentro del área de muestreo está conformada por 30 especies y se espera que se agreguen seis especies más a la lista al aumentarse el esfuerzo de muestreo. La diversidad desde el punto de vista de riqueza de especie y abundancia fue muy diferente entre los microhábitats, siendo las Peñas el más rico y abundante.

A pesar de las diferencias en los parámetros de diversidad (riqueza y abundancia), la composición de especies comparada entre los tres microhábitats no mostró diferencias significativas, por lo que se descartó una asociación entre los microhábitats y la composición de especie.

Las diferencias más bien estriban de parcela a parcela, sugiriendo que otros factores (bióticos o abióticos) no tomados en cuenta en este estudio pueden estar influyendo de una forma localizada en las diferencias composicionales.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borcard, D., Gillet, F. y Legendre, P. (2011). *Numerical Ecology with R*. New York, USA. Springer.
- Crowe, T., Thompson, R. C., Bray, S., y Hawkins, S. J. (2000). *Impacts of anthropogenic stress on rocky intertidal communities*. Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery. 7 (4). p. 273-297.
- Gray, J. (2000). *Themeasuremen to marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 250 (1). p. 23-49.
- Guevara, Z., López, A. y Pérez, M. (1997). Gran Reserva Biológica de Bosawas: Inventario preliminar de la fauna malacológica. Revista *Encuentro*. 3 (43). p. 61-66.
- Holdridge, L.R. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano. Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica. p. 216.
- Ikomi, R. B., Arimoro, F. O., y Odihirin, O. K. (2005). Composition, distribution and abundance of macroinvertebrates of the upper reaches of River Ethiope Delta State Nigeria. *The Zoologist*. 3. p. 68–81.
- Kolde, R. (2018). Pretty Heatmaps. Version 1.0.12. Available at CRAN repository, R.
- Magurran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing.
- MARENA (Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente, NI). (2002). *Plan de Manejo Reserva de Vida Silvestre Río Escalante Chacocente*. Managua, Nicaragua. p. 89.
- MARENA (Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente, NI). (1999). *Lista de un estudio de país*. Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales. Programa Ambiental de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- McCune, B. y Grace, J. B. (2002). *Analysis of Ecological Assemblages*. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.
- Oigman-Pszczol, S., Figueiredo, M. y Creed, J. (2004). Distribution of benthic communities on the tropical rocky subtidal of Armação dos Búzios, Southeastern Brazil, *Marine Ecology*, 25 (3), 173-190. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1439-0485.2004.00018.x>
- Oksanen, J., Guillaume, F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D.,...Wagner, H. (2018). Community Ecology Package “vegan”. Version 2.5-2. Available at CRAN repository, R.
- Pérez, A. M y López, A. (2002). *Atlas de moluscos Gasterópodos Continentales del pacífico de Nicaragua*. Centro de Malacología y Diversidad Animal, UCA. Managua, Nicaragua.
- Pérez, A. M., Sotelo, M. y Arana, I. (2004). *Variación altitudinal de la diversidad en comunidades de gasterópodos del Volcán Maderas, Isla de Ometepe, Nicaragua*.
- Pérez, A. M., Sotelo, M., Gámez, J., Aburto, L. y Siria, I. (2007). *Informe final de biodiversidad: Composición y riqueza de aves, moluscos y plantas asociadas con sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco*, Departamento de Matagalpa, Nicaragua.
- Ricklefs, R. E. (2003). *A Economia da Natureza*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.
- Ripley B., Venables, B., Bates, D., Hornik, K., Gebhardt, A. y Firth, D. (2018). *Support Functions and Datasets for Venables and Ripley's MASS*. Version 7.3-50. Available at CRAN repository, R.
- Trott, T. J. s.f. *Intertidal biodiversity in the Gulf of Maine: Detecting Patterns of diversity and change*. Census of Marine Life, Gulf of Maine Area Program, Final Report.
- Vaghela, A., Bhadja, P., Ramoliya, J., Patel, N, y Kundu, R. (2010). Seasonal variations in the water quality, diversity and population ecology of intertidal macrofauna at an industrially influenced coast. *Water Science and Technology*, 61 (6). p. 1505–1514.