



Variabilidad semanal en la estructura del zoobentos presente en el Humedal Parque Ecológico La Isla, Concón

Patricia Salazar Barrios

Biología Marina

Universidad de Valparaíso

Tutor: Marcelo Baeza Sequeira

1. Introducción

El humedal del río Aconcagua es clasificado como un ecosistema de tipo estuario los cuáles son hábitats críticos que proveen sitios de descanso y recursos alimentarios para grandes concentraciones de playeros que recuperan energía durante su migración; algunas aves playeras usan estos ambientes por largos períodos y otras sólo como sitios de parada (Piersma 1987, Skagen 2006, Warnock 2010 *fide* Pérez *et al.* 2016).

Las aves migratorias que provienen desde Norteamérica, hasta América del Sur, lo hacen desde sus lugares de nidificación y cría, motivadas por la escasez de alimento y por una baja en las temperaturas. En cuanto a las aves que se han registrado en Chile y frecuentan todos los años, arriban en la estación de verano, llegando en gran número a diversos sitios como lagunas interiores, tranques, ríos, desembocaduras de ríos o lagunas costeras y playas de arena (SAG 2015).

Es sabido que una de las funciones más conocidas de los humedales es aquella de brindar hábitat para las aves, por esto se hace necesario conocer el estado de estos cuerpos de agua, en especial de la fauna bentónica (zoobentos) que habita estos ecosistemas ya que es potencial alimento para éstas aves.

El término zoobentos se refiere a los invertebrados que habitan sustratos sumergidos de medios acuáticos. En el zoobentos se distinguen: microfauna, meiofauna, macrofauna y megafauna.

La macrofauna tiene organismos con estilo de vida endo y epi-bentónicos, son de un tamaño relativamente grande (500– 4000 μm). Sus integrantes son diversos en taxonomía, morfología, historia de vida, movilidad y función ecológica. Los taxa más abundantes dentro de la macrofauna son poliquetos, crustáceos, equinodermos y moluscos (Ruiz 2013). También se encuentran insectos, arácnidos, oligoquetos e hirudíneos. Los macroinvertebrados se encuentran en el litoral, fondos de lagos y humedales (Chebro 2005).

Por otra parte, la meiofauna tiene organismos con estilo de vida endo-bentónico y tienen un menor tamaño (45–500 μm). La meiofauna se caracteriza por su abundancia elevada que llega a ser máxima en los sistemas estuarinos (Danovaro *et al.* 2004 *fide* Ruiz 2013). Está compuesto por protozoos, nemátodos (son los más abundantes), rotíferos, cladóceros, ostrácodos, copépodos e hidrácaros. Son especialmente importantes en lagos y humedales (Chebro 2005).

La meiofauna tiene una distribución vertical dentro del sedimento de hasta 10 cm de profundidad, aunque la mayoría de los organismos se encuentran en los 2 cm superficiales del sedimento (Danovaro *et al.* 2004 *fide* Ruiz 2013). En cambio, la macrofauna usualmente está concentrada en los primeros 3 cm del sedimento (Flacha *et al.* 2002).

El objetivo general de este trabajo es determinar la variabilidad semanal de la composición zoobéntica en el humedal del río Aconcagua, y los específicos son: identificar mediante el uso de claves y bibliografía las especies del zoobentos presentes en este humedal y determinar si hay una alta o baja diversidad de especies.

2. Materiales y métodos

El diseño de muestreo se basó en el trabajo expuesto por el Profesor Alfredo Pérez de la Universidad de Valparaíso, “Benthic food distribution as a predictor of the spatial distribution for shorebirds in a wetland of central Chile”, durante el Seminario Internacional de Humedales organizado por Enap Refinerías Aconcagua, el mes de noviembre del 2016.

El lugar de estudio estaba ubicado en el Humedal del río Aconcagua ($32^{\circ}55'03''S$, $71^{\circ}30'20''W$) (Fig.1). Se estableció una sola área de muestreo de arena intermareal “Totoral La Isla” situado delante de la boca del río y que limita al lado de la tierra por vegetación emergente.

El muestreo consistió en proyectar una transecta en el área descrita anteriormente, se fijaron tres puntos (A, B y C) (Fig.1), de los cuales se extrajeron dos unidades de muestra por cada uno, para esto se utilizaron seis *piston core* de 5 cm de diámetro y 14 cm de altura, ya que para este tipo de muestreo se usan *cores* de 10 cm de altura, sólo se sacó hasta los 10 cm.

Durante cinco semanas se iba todos los lunes, desde el 16 de enero hasta el 13 de febrero del presente año durante la baja marea, la cual se supo mediante las tablas de mareas mensuales realizadas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).

Cada unidad de muestra fue llevada al edificio de División de Comunidades de Enap Refinerías para poder procesarlas. Cada *piston core* fue sumergido en agua dentro de una caja plástica y se extrajo todo el sedimento. Posteriormente con la ayuda de una pinza se procedió a extraer los individuos presentes en el sedimento, para extraer más fácilmente a los poliquetos se usó un cedazo.

Los individuos fueron colocados en frascos de muestras biológicas de 100ml, conservados en alcohol al 70% para luego ser observados bajo microscopio estereoscópico My first LabTM i-exploreTM scope, modelo SMD-04 y para poder observar con más precisión su morfología se utilizó un microscopio óptico Leica modelo DM500. Con la ayuda de claves para identificación y bibliografía se clasificó a los organismos taxonómicamente, procurando llegar a nivel de especie.

Luego se realizaron tablas y gráficos que muestren la proporción de los grupos más abundantes y como se comportaron durante las semanas de muestreo. También se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson.

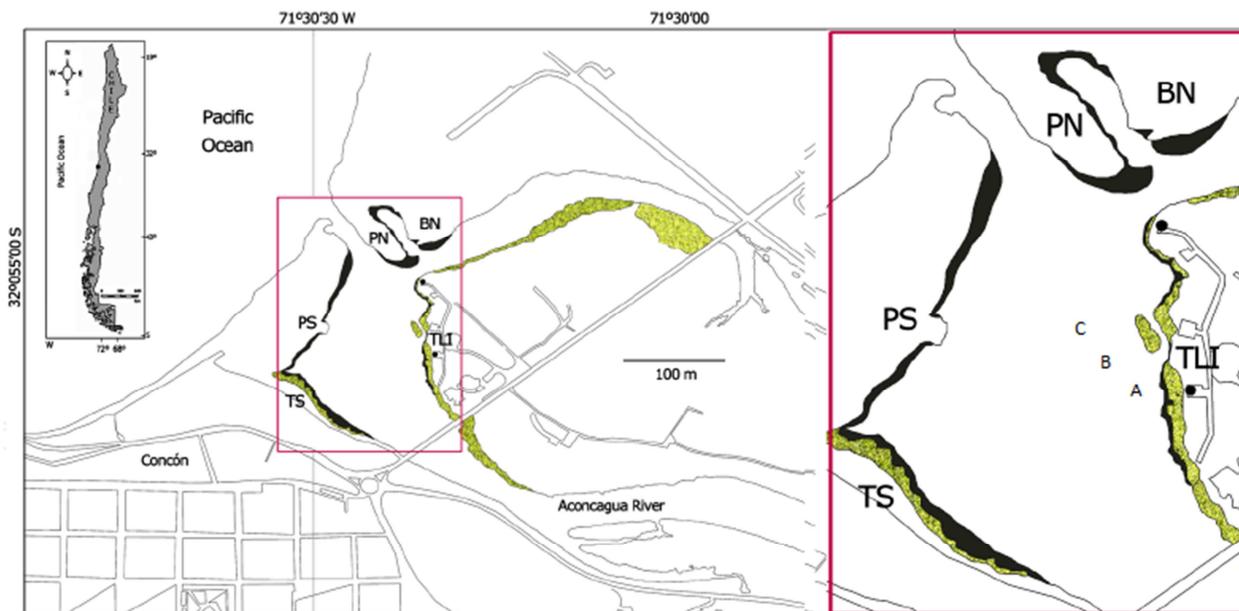


Figura 1. Humedal Parque La Isla, sitio de muestreo Ttotal La Isla (TLI) y las estaciones de muestreo (A, B y C). PS: Playa Sur; PN: Playa Norte; BN: Brazo Norte; TLI: Ttotal La Isla; TS: Ttotal Sur) (Pérez *et al.* 2016).

3. Resultados

El total de individuos registrados pertenecientes a Macro-meiofauna bentónica fueron de 289 correspondientes a 4 phyla (Tabla 1, Fig. 2). Se pudieron identificar, seis clases, seis ordenes, cinco familias, cuatro géneros y tres especies (Tabla 2). El grupo más abundante durante el muestreo fue el Phylum Annelida con un 86%, luego está el Phylum Mollusca con un 10% y finalmente están los phyla Nematelminthes y Arthropoda con un 2% cada uno (Figura 4). Los anélidos consistieron principalmente de poliquetos, con un 75% se encuentra la Familia Nereididae, con un 22% poliquetos sin identificar y con un 4% la Familia Spionidae, la gran parte de ellos de tamaño muy pequeño.

Tabla 1. Número total de individuos por Phylum.

Phylum	Número individuos
Annelida	249
Arthropoda	5
Mollusca	30
Nematelminthes	5
Total	289

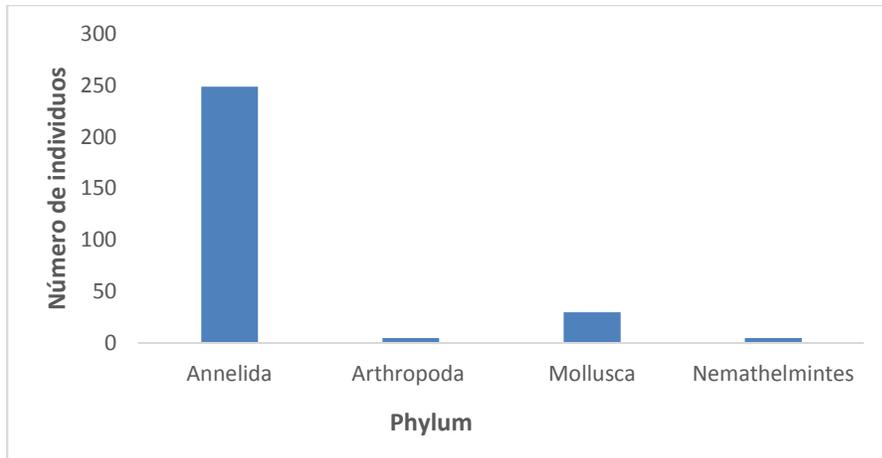


Figura 2. Gráfico que muestra el número total de individuos por Phylum.

Los moluscos fueron el siguiente mayor grupo, dominando la clase Gastropoda y dentro de esta se encontraron la familia Cochliopidae con un 80%, la familia Physidae con un 17% y con un 3% moluscos que no pudieron ser identificados más allá de Clase. Los artrópodos estuvieron representados por la clase Maxillopoda y clase Collembola con un 40% cada uno y Clase Insecta con un 20%. Finalmente se encontró una sola clase para el Phylum nemathelminthes: Nematoda (100%).

Tabla 2. Tabla con la clasificación taxonómica del zoobentos.

Phylum	Clase	Subclase	Orden	Familia	Genero	Especie
Annelida	Polychaeta		Phyllodocida	Nereididae	<i>Perinereis</i>	<i>Perinereis gualpensis</i>
Annelida	Polychaeta		Spionida	Spionidae	<i>Prionospio</i>	<i>Prionospio sp.</i>
Annelida	Polychaeta					Sin identificar
Arthropoda	Collembola		Poduromorpha	Poduridae	<i>Podura</i>	Sin identificar
Arthropoda	Maxillopoda	Copepoda				Sin identificar
Arthropoda	Insecta		Diptera			Sin identificar
Mollusca	Gastropoda		Basommatophora	Physidae		Sin identificar
Mollusca	Gastropoda		Littorinimorpha	Cochliopidae	<i>Heleobia</i>	<i>Heleobia sp.</i>
Mollusca	Gastropoda					Sin identificar
Nemathelminthes	Nematoda					Sin identificar

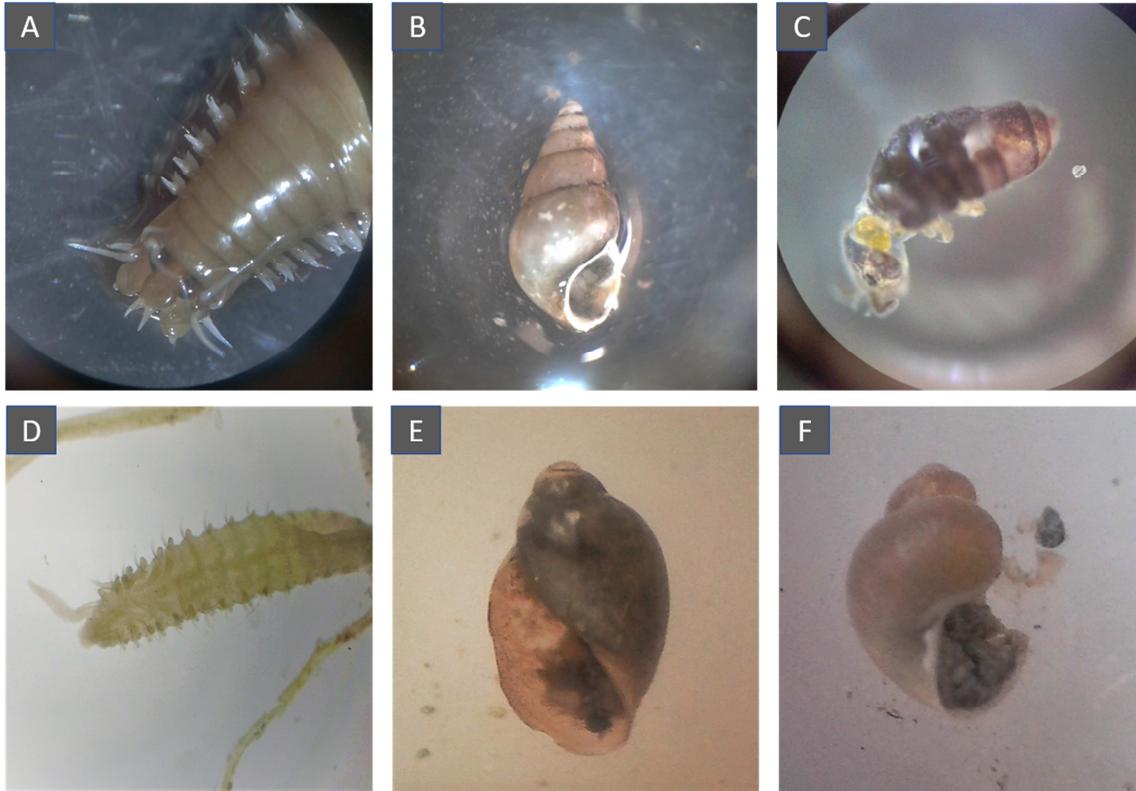


Figura 3. Registros fotográficos logrados en el análisis de microscopía óptica y estereoscópica. Dónde: A: *Perinereis gualpensis*; B: *Heleobia* sp.; C: *Podura* sp.; D: *Prionospio* sp.; E: Physidae; F: Gastropoda.

La determinación de las familias para el caso de los anélidos fue mediante el uso de una clave para identificar familias de poliquetos de Fauchald (1977). El trabajo de Gudiño (2016), ayudó para poder identificar las especies de poliquetos presentes en este trabajo

La diferencia entre los moluscos está dada por la abertura, en el caso de la familia Physidae la abertura es siniestra (lado izquierdo) a diferencia del molusco gasterópodo no identificado (Álvarez 2005). Por otro lado, tenemos al molusco *Heleobia* sp. que pudo ser identificado gracias a los artículos publicados en el boletín *Amici Molluscarum* (2011).

Los phyla principales encontrados en el área de muestreo, Totoral La Isla, fueron Annelida, Mollusca, Arthropoda y Nematelminthes, concordando parcialmente con el trabajo de Pérez *et al.* (2016) ya que los principales phyla registrados son Arthropoda, y Annelida, la diferencia podría estar dada por las áreas de muestreo, ya que en ese trabajo que trabajaron cinco zonas de muestreo y en el presente trabajo solo se trabajó con una de ellas, en este caso Totoral La Isla. Las familias Spionidae y Nereididae, las clases Gastropoda, Collembola, Maxillopoda y Nematoda también fueron registradas en la zona Totoral la Isla del trabajo de Pérez *et al.* (2016).

La identificación de *Podura* sp. fue complicada ya que no se contaba con información previa con respecto a estos individuos, mediante la ayuda de microscopía óptica se pudo observar unas estructuras en la parte abdominal que no concuerdan con las características de los insectos, con la ayuda del trabajo de Baquero Martin & Jordana (2015) se pudo reconocer la clase y la familia ya que ellos poseen un par de apéndices que les ayuda a saltar para desplazarse.

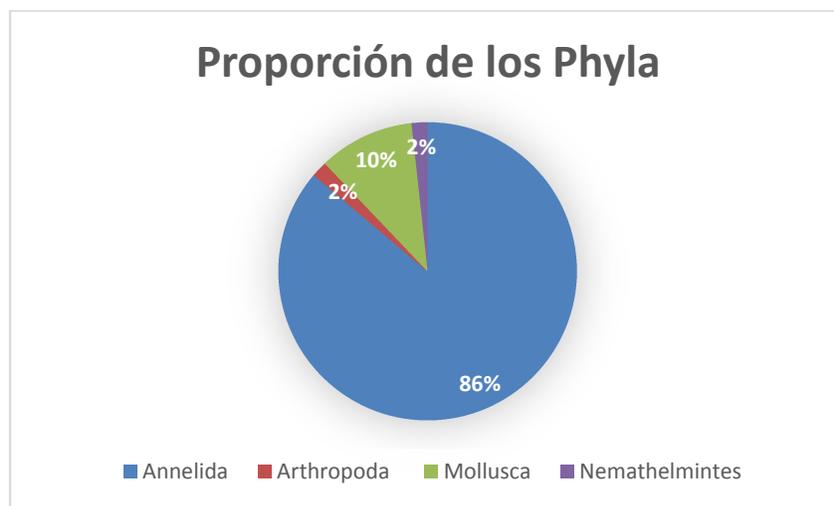


Figura 4. Gráfico de torta que muestra la proporción de los phyla encontrados en el sedimento.

La familia Nereididae fue la que se encontró en mayor abundancia durante las 5 semanas de muestreo y la que no mostró una mayor variación durante éstas, siendo la primera semana donde se recolectaron una mayor cantidad de individuos (60), la cuarta semana también obtuvo una gran cantidad de individuos (47), donde se obtuvo menor cantidad de individuos fue durante la segunda y quinta semana con 24 y 20 individuos respectivamente. Por otro lado, se encuentran los poliquetos que solo pudieron ser identificado hasta nivel de Clase, ya que les faltaba alguna estructura como el prostomio, peristomio o pigidio; la primera semana de muestreo presentaron una gran abundancia (21 individuos) para luego a la segunda disminuir a la mitad de la cantidad dicha anteriormente. En las tres semanas siguientes disminuyen muy poco, pero se mantienen esos valores (Fig.5).

En cuanto a los demás taxa registrados sus valores de abundancia son bajos durante las cinco semanas que se realizó el muestreo, el más alto dentro de ellos es la Familia Cochliopidae que se mantiene dentro del rango de valores 3-8 individuos por semana. La Familia Physidae se registró solo en tres semanas de muestreo y

con una cantidad de individuos baja. Por otro lado, los demás taxa solo aparecieron en solo una de las cinco semanas de muestreo, con una abundancia muy por debajo de los taxa más abundantes (Fig. 5).

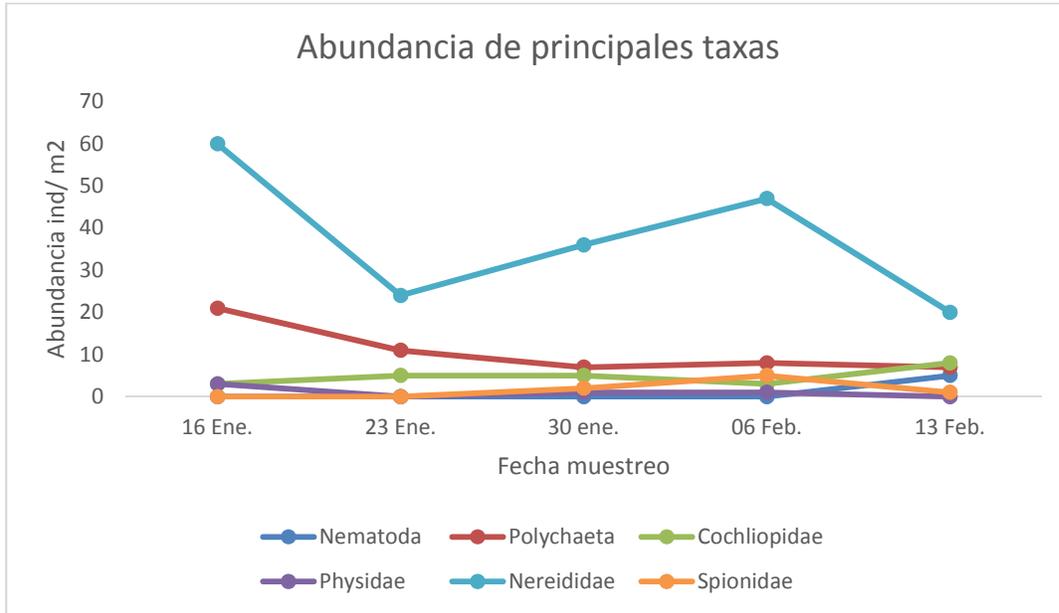


Figura 5. Gráfica que presenta la abundancia semanal de los principales taxa.

La familia Nereididae, Cochliopidae y los poliquetos sin identificar fueron los que estuvieron presentes en todas las semanas de muestreo (Fig.6).

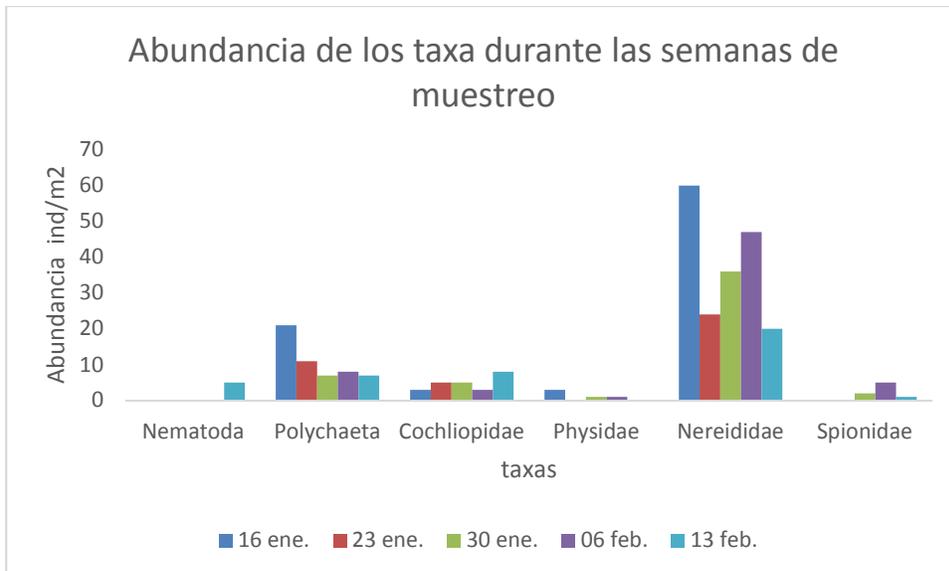


Figura 6. Gráfico con la abundancia semanal de los principales taxa identificados.

Para poder determinar si hay una especie dominante y la diversidad de estas, se calcularon dos índices de diversidad: Shannon-Weaver y de Simpson y también el índice de uniformidad de Pielou. El valor más alto para el índice de Shannon fue 1,61, durante la última semana de muestreo en la estación C, y el valor más bajo fue durante la quinta semana en el punto B y la tercera semana en el punto C. Por otro lado, tenemos el valor más alto para el índice Simpson que en este caso es 0,24 tanto para la quinta semana en el punto B y la tercera semana en el punto C (Tabla 3, Fig.7).

Tabla 3. Valor de los índices de diversidad de Shannon, Simpson y de Pielou por estación y fecha de muestreo.

Estación	Fecha	D	H'	J'
A	16-01-17	0,64	1,16	0,34
B		0,48	0,74	0,14
C		0,27	0,59	0,12
A	23-01-17	0,6	0,99	0,2
B		0,32	0,5	0,22
C		0,4	0,74	0,25
A	30-01-17	0,44	0,86	0,17
B		0,53	0,91	0,26
C		0,24	0,41	0,15
A	06-02-17	0,32	0,6	0,15
B		0,64	1,06	0,29
C		0,49	1,04	0,22
A	13-01-17	0,59	0,96	0,23
B		0,24	0,41	0,15
C		0,78	1,61	0,39
	Mean± S.D	0,47±0,17	0,84±0,32	0,22±0,08

Se calculó la media para los índices de diversidad dando como resultado 0,47 para Simpson y 0,84 para Shannon. Además, se calculó la desviación estándar de ellos, siendo 0,17 para el índice de Simpson y 0,32 para el índice de Shannon-Weaver (Tabla 3).

Cada índice fue calculado para las estaciones de muestreo por semana, tres puntos por semana correspondientes a las estaciones de muestreo (A, B y C), la riqueza de especies más alta se observó durante la cuarta y quinta semana de muestreo con un valor de 6 especies, en este caso esto fue en la estación C (Fig. 7).

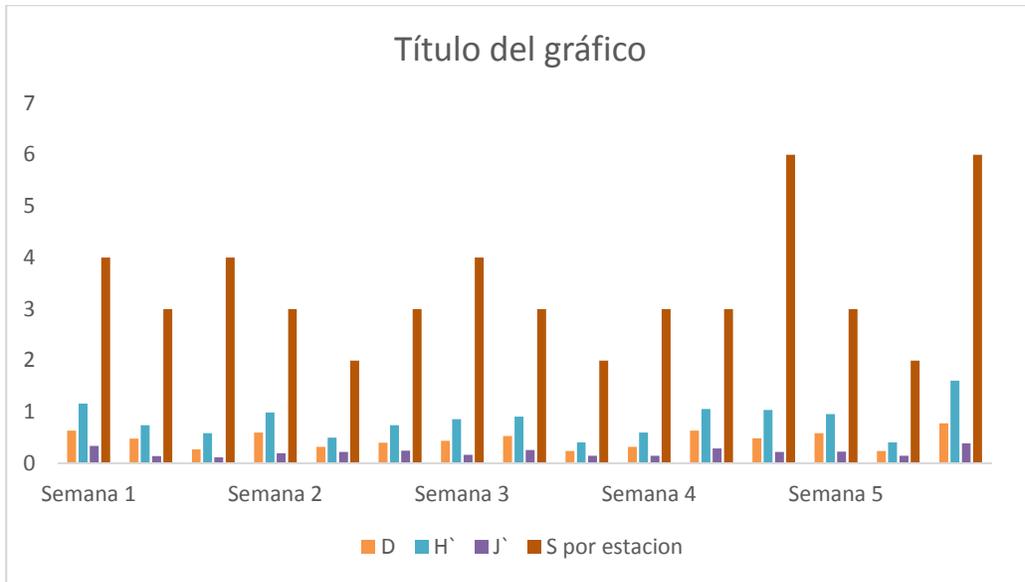


Figura 7. Gráfico de índices de diversidad y riqueza de especies durante las semanas de muestreo.

Los índices de diversidad están calculados por estación A, B y C durante las 5 semanas de muestreo. El índice de Simpson tuvo sus valores más altos en las estaciones A en la primera semana, B en la cuarta semana y C en la quinta semana. Los valores más bajos están en la tercera estación C y quinta semana estación B con el mismo valor (Fig. 8)

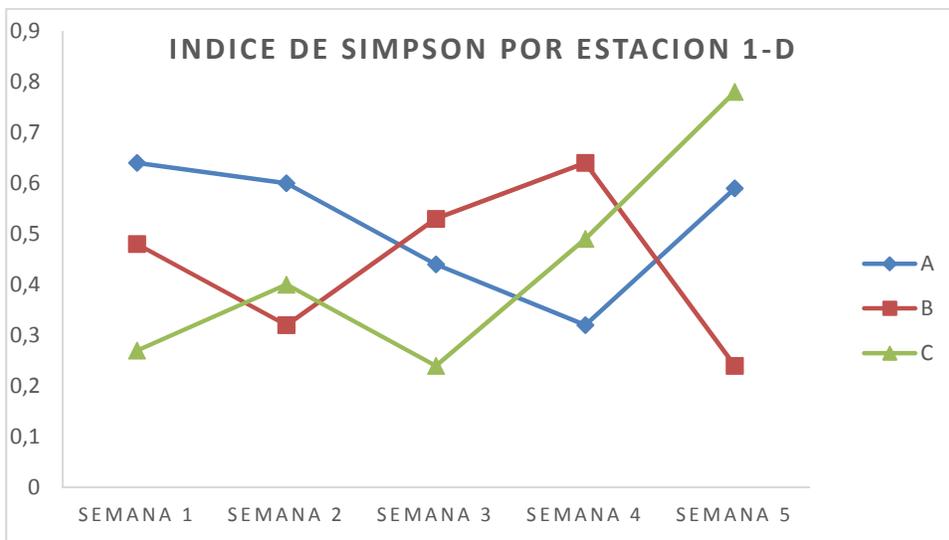


Figura 8. Gráfico índice de Simpson con respecto a las estaciones en cada semana de muestreo.

En cuanto al índice de Shannon el cuál es el más utilizado en estudios de ecología bentónica, su valor más alto lo tiene la estación C en la semana 5 y la estación A en la primera semana. Las estaciones B (semana 5) y C (semana 3), tienen el valor más bajo (0,41). (Fig. 9).

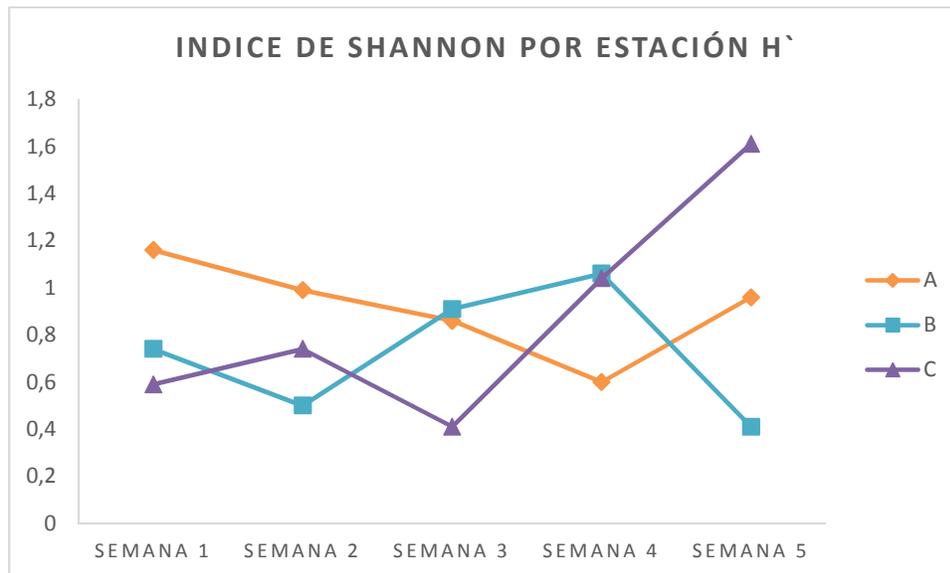


Figura 9. Gráfico índice de Shannon con respecto a las estaciones en cada semana de muestreo.

El índice de uniformidad específica de Pielou obtuvo los valores más altos en la estación C durante la quinta semana y estación A en la primera semana, aun así, estos valores están muy por debajo del máximo valor para este índice (Fig. 10).

El índice de uniformidad de Pielou al igual que con la diversidad el índice de uniformidad considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella et al. 2012), los resultados (Tabla 3) muestran que la distribución numérica de los taxa que componen la comunidad no es equitativa en las estaciones de muestreo, el valor promedio para el área es $0,22 \pm 0,08$.

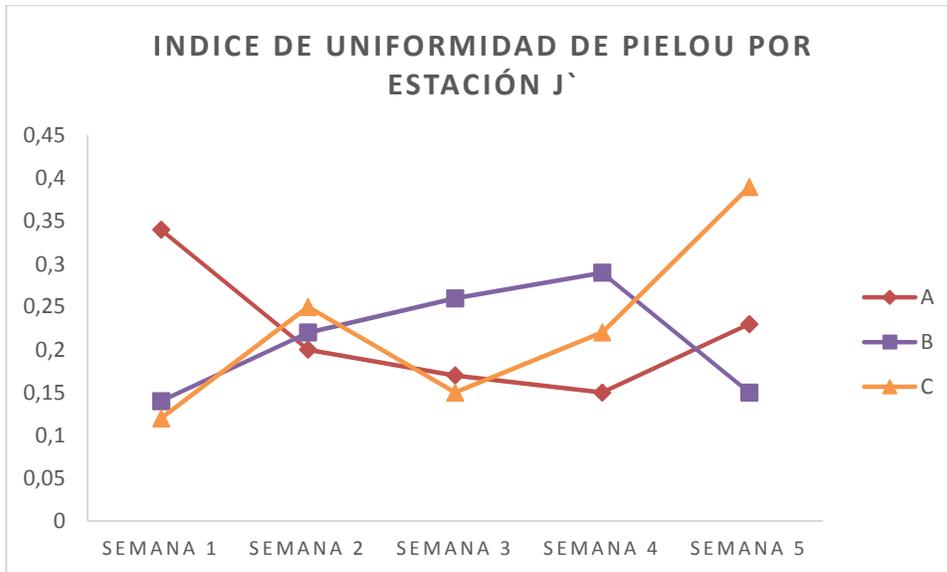


Figura 10. Gráfico índice de Pielou con respecto a las estaciones en cada semana de muestreo.

4. Discusión

Se contabilizaron 289 individuos durante las cinco semanas de muestreo, con un número de especies que están representados por la riqueza específica (S). Este índice es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta sus valores de importancia (Martella *et al.* 2012).

La fauna bentónica encontrada en el área de muestreo es diferente a lo que se puede encontrar en el submareal marino de Concón como es descrito en Silob (2016) y también lo expuesto por Gudiño (2016), con esto se puede inferir que la composición faunística bentónica en el Humedal Parque La Isla es única con respecto al ambiente marino.

La variabilidad semanal entre los componentes del zoobentos es notoria en la familia Nereididae y poliquetos en general, los otros taxa presentan muy poca variabilidad. Esto puede estar dado por diversos factores como la temperatura, en el caso de los nereididos hubo una mayor cantidad durante la primera y cuarta semana de muestreo, la T° en esas fechas como se observa en la Fig. 11 y 12 no tiene fluctuaciones drásticas o temperaturas muy altas, la menor cantidad durante la segunda y última semana, se observa cambios bruscos o temperaturas demasiados altas, pero en un solo día (Fig. 11, 12), lo que sugiere que la temperatura no es un factor determinante para la abundancia de poliquetos.

La presencia de insectos (Diptera) y parainsectos (Collembolla) puede ser debido a que para estos grupos este tipo de sistemas (estuarios) son una fuente de alimento y también protección. Este humedal es tipo estuario eso significa que está caracterizado por salinidades variables que influyen sobre la fauna y la densidad del agua (Chang 2016).

Por otra parte, si bien la presencia de insectos es un fenómeno corriente en las zonas intermareales, particularmente en la transición al sistema terrestre, es menos obvio que haya especies propiamente marinas y/o que establezcan relaciones ecológicas importantes con componentes físicos o biológicos del ambiente de transición. Además, los adultos en muchos casos sólo se observan en el momento de la reproducción, y el patrón de emergencia varía según la especie pudiendo seguir ritmos diarios, semi lunares o con algún componente estacional (Camus & Barahona 2002).

El estudio se realizó en una pequeña porción del humedal y aun así se pudo evidenciar un gran número de individuos, y la evidencia de poliquetos sin cabeza que estaban en ese estado quizá se deba a predación, lo que podría explicar el por qué las aves concurren hacia este lugar: alimentación, esto apoya la hipótesis del trabajo de Pérez *et al.* (2016).

El valor del índice de Shannon (H') suele hallarse entre 1,5 y 3,5 y sólo raramente sobrepasa 4,5 (Martella *et al.* 2012) en este caso el valor más alto fue de 1,6 durante la última semana de muestreo en el punto C, y es el único valor que entra dentro del rango de valores para este índice, en ese punto están representadas todas las especies. Sin embargo, el valor total durante las semanas es $0,84 \pm 0,32$, lo cual dista bastante del rango en el cual debería estar, no se ven representadas todas las especies que componen las comunidades presentes en el área de muestreo.

Los valores más altos obtenidos para el índice de dominancia de Simpson son 0,64 para el punto A durante la primera y cuarta semana y 0,78 en el punto C de la quinta semana lo que indicaría que hay dominancia de una especie, esto concuerda con los resultados ya que la familia Nereididae resultó ser la más abundante, el valor total para el área de muestreo es $0,47 \pm 0,17$ (de un máximo de 1 que indicaría dominancia total de una sola especie) (Silob 2016) lo que indica que si hay especies que están más presentes que otras en esa área.

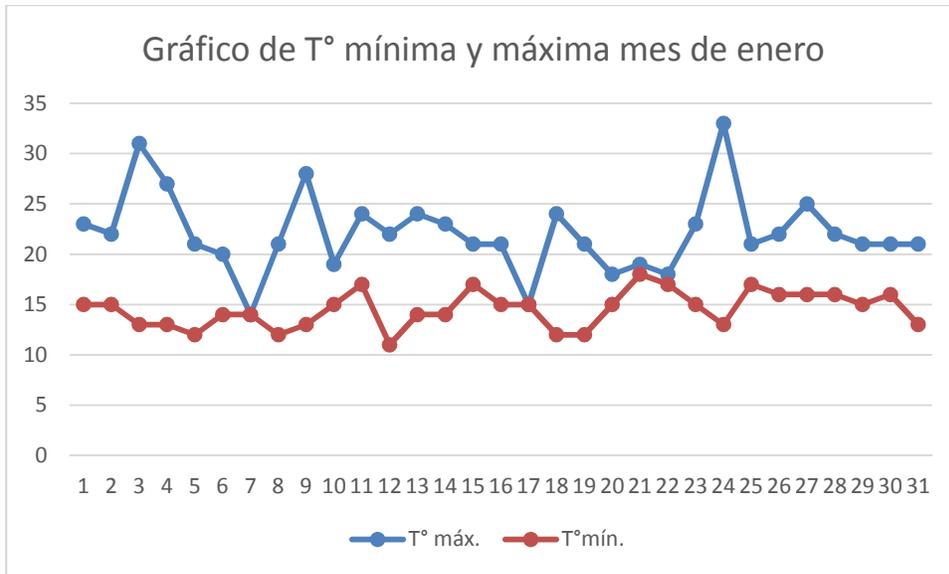


Figura 11. Gráfico temperatura mínima y máxima durante el mes de enero.

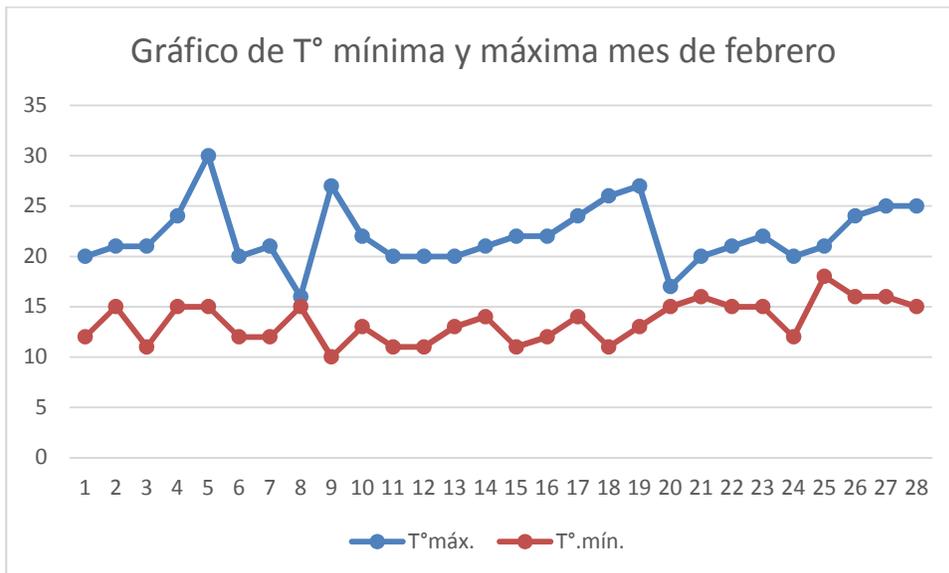


Figura 12. Gráfico temperatura mínima y máxima durante el mes de febrero.

5. Conclusiones

La composición zoobéntica presenta un gran dinamismo ya que semanalmente la abundancia cambia y también en cuanto a los taxa presentes de una semana a otra.

Es necesario realizar más estudios relacionados con el zoobentos ya que sólo de esta forma se puede demostrar lo rico que es ese ecosistema para así garantizar su

conservación y protección. Otro estudio necesario que debería desarrollar es uno donde se midan factores físico- químicos y quizá también de metales pesados.

Este humedal presenta una gran cantidad de organismos macro y meiofaunísticos principalmente la presencia de poliquetos que sirven de alimento para aves residentes y migratorias.

Falta información con respecto al rol ecológico que cumplen las especies presentes en el humedal y también a la composición de macro y meiofauna.

6. Literatura citada

Álvarez L. 2005. Metodología para la evaluación de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de los recursos biológicos. Instituto Alexander Von Humboldt, Medellín. 139 pp.

Amici Molluscarum. 2011. El género *Heleobia* Stimpson, 1865 en Sudamérica. Sociedad malacológica de Chile (SMACH). 84 pp.

Baquero Martin & R Jordana. 2015. Clase Collembola Órdenes Poduromorpha, Entomobryomorpha, Neelipleona y Symphypleona. Revista IDE@ - SEA, nº 36 (30-06-2015): 1–11.

Camus P, R Barahona. 2002. Insectos del intermareal de Concepción, Chile: perspectivas para la investigación ecológica. Revista Chilena de Historia Natural, 75: 793.803.

Chang J. 2016. Procesos estuarinos. Escuela superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Marítima y ciencias del Mar, Ecuador. 18 pp.

Chebro. 2005. Protocolos de muestreo y análisis para Invertebrados Bentónicos. Ministerio del Medio Ambiente, España. 59 pp.

Fauchald K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, 28:1-190 pp.

Flacha E, A Muthumbib, C Heipa. 2002. Meiofauna and macrofauna community structure in relation to sediment composition at the Iberian margin compared to the Goban Spur (NE Atlantic). Progress in Oceanography. Volume 52, 433–457 pp.

Gudiño V. 2016. Estructura comunitaria del macrozoobentos asociada a la desembocadura del río Aconcagua y su relación con parámetros físico-químicos. Seminario Internacional sobre Gestión y Gobernanza de Humedales, Enap. Seminario llevado a cabo en Hippocampus Resort & Club, Concón.

Martella M, E Trumper, L Bellis, D Renison, P Giordano, G Bazzano & R Gleiser. 2012. Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad, Reduca (Biología) Serie Ecología, 5 (1): 71-115.

Pérez A, M Bernal, C Delgadillo, E González-Navarro, M Landaeta. 2016. Benthic food distribution as a predictor of the spatial distribution for shorebirds in a wetland of central Chile. Revista de biología Marina y Oceanografía. Vol. 51, N°1: 147-159.

Ruiz A. 2013. Diversidad y distribución de la macro- y meiofauna (especialmente nemátodos) en el ecosistema arrecifal de Punta Francés, Cuba. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana. 57 pp.

SAG 2015. Avance de Flujos Migratorios de Aves del Hemisferio Norte. Plan Prevención IA, Chile División Protección Pecuaria.3 pp.

Silob. 2016. Programa de vigilancia ambiental Enap Refinerías Aconcagua monitoreo macrobentos submareales Concón, 31 pp.