

INDICADORES BIOLÓGICOS DE ECOSISTEMAS MARINOS DE FONDOS BLANDOS Y SU IMPORTANCIA EN LOS PROGRAMAS DE MONITOREO AMBIENTAL

EULOGIO SOTO

GERARDO LEIGHTON

*Laboratorio de Ecología e Impactos Ambientales,
Instituto de Oceanología,
Universidad de Valparaíso
Casilla 13-D Viña del Mar, Chile*

E-mail: ecobentos@latinmail.com; leighton@uv.cl

RESUMEN

Se analizan los resultados obtenidos en diversas campañas de vigilancia ambiental realizadas en el país a partir del año 1995. Del estudio de comunidades bentónicas de cada monitoreo, se seleccionaron especies de invertebrados marinos consideradas indicadoras de contaminación y que pueden utilizarse en programas de vigilancia ambiental. Dominan en esta categoría, en cuanto a frecuencia de aparición, pequeños crustáceos del grupo anfípoda e isópoda (*Phoxocephalopsis* sp. y *Macrochiridotea krimeri*, respectivamente), anélidos poliquetos y moluscos de la clase Bivalvia (*Eurhomalea* sp.) y Gastropoda (*Oliva peruviana*). Se discute finalmente la importancia de cada uno en el desarrollo de programas de vigilancia ambiental y su rol como especies bioindicadoras del bentos arenoso.

INTRODUCCION

El creciente y sostenido desarrollo económico e industrial, han traído como consecuencia, innumerables beneficios sociales y de calidad de vida para el ser humano, sin embargo, han traído también consigo un inherente deterioro y perjuicio de la calidad de los ambientes en donde se desarrolla la actividad del hombre.. Estos ambientes constituyen el hábitat de la población humana, no sólo para el momento presente, sino también para las generaciones futuras.

El aumento poblacional y de la actividad económica, experimentada en los últimos años en torno a las zonas costeras, ha conllevado el desarrollo de múltiples procesos y tecnologías, que tienen su soporte en el uso directo del borde costero y el mar, en lo que a actividades industriales, energéticas, pesqueras, portuarias, de servicios, turísticas, urbanas y derivadas de las anteriores se refiere, ocasionando una serie de cambios y trastornos no sólo en los ecosistemas terrestres involucrados y aledaños, sino también, en las comunidades biológicas que habitan las zonas inter y submareal, los sedimentos marinos y la columna de agua (CPPS/PNUMA, 1999).

En razón a ello, innumerables políticas y posiciones, independientes y gubernamentales, han buscado cohecionar y cultivar en armonía la teoría del desarrollo productivo con manejo sustentable de recursos», en este caso sobre el ambiente marino, sin embargo, ya se habla de manejo integrado de ecosistemas y de políticas aplicadas del uso y beneficio del borde costero, que no tienen otro objetivo que el de gestionar la labor que realizan las empresas que producen y contaminan, con las de aquellas que investigan y monitorean los daños e impactos que las primeras ocasionan, todo dentro de un marco regulatorio y fiscalizador por parte de un tercero (DIRECTEMAR, 1994).

Surge entonces la tarea, ya no de evitar el daño sino de evaluarlo en cuanto a su grado y proyección futura en cuanto se detecta y conoce. Es por cuanto que hoy en día, incluso los modelos matemáticos predictivos suelen no cumplirse, luego es ahí donde nace la necesidad de descubrir a organismos vivos (plantas o animales), que nos permitan validar o predecir, con su sola presencia o ausencia, o de acuerdo a la manifestación cabal de su conducta o de alguno de sus atributos ecológicos, que determinadas condiciones de orden oceanográfico, climático, ambiental (físico-químico), biológico (orgánico) o de causa e influencia antrópica, están imperando o registrándose en un sistema dado.

El concepto de organismo bioindicador obedece a la condición de susceptibilidad (esteno), que experimente dicho ser biológico, frente a ciertas condiciones del medio, por lo tanto, los organismos empleados o considerados bajo esta categoría serán aquellas especies que, por su ausencia o presencia, indiquen la abundancia o la existencia de un factor crítico determinado o señalen el impacto de un contaminante presente en ese medio (Martin & Coughtrey, 1982 fide. Chuecas, 1998).

La contaminación de aguas y sedimentos costeros marinos, reviste un carácter crítico en la actualidad. Como consecuencia, el desarrollo de programas de monitoreo de contaminantes acuáticos es clave para su control, ya que si no conoce el grado de contaminación, cualquier intento de regular los impactos de ella fracasará.

Como resultado de la investigación y de la oferta de nuevas técnicas de monitoreo, los métodos empleados para el estudio de la contaminación en el medio acuático han experimentado un gran desarrollo. Los métodos tradicionales de muestreos de aguas y sedimentos junto a su análisis, han sido complementados por el empleo de indicadores biológicos, en gran medida por la confianza y ventaja que estos organismos presentan (Arcos, 1998).

En el presente artículo se pretende señalar, las diversas especies de invertebrados bentónicos consideradas indicadores biológicos de contaminación marina, registradas en cinco programas de vigilancia ambiental realizados a partir del año 1995, en distintos ecosistemas marinos del norte, centro y sur del país, para finalmente orientar su análisis en cuanto al rol e importancia que juegan, dichos organismos, en los programas de monitoreo ambiental de nuestras zonas costeras.

MATERIALES Y METODOS

AREAS DE ESTUDIO

Los lugares de obtención de antecedentes y en donde se realizaron las distintas campañas de vigilancia ambiental, mediante análisis y muestreo de agua, sedimento y comunidades biológicas, se aprecian en la Tabla 1, señalándose la ubicación geográfica y el número de estaciones empleado.

Tabla 1. Lugares de monitoreo ambiental considerados para el presente estudio.

Lugar	Posición geográfica	N° de estaciones
Ba. Quintero 1	32°45'S, 71°29'W	5
Ba. Quintero 2	44°44'S, 72°42'W	4
Pto. Cisnes	42°23'S, 73°39'W	6
Canal Dalcahue	31°54'S, 71°30'W	6
Ba. Los Vilos		12

COBERTURA TEMPORAL

En orden a establecer la cronología en que se realizaron los diferentes programas de monitoreo ambiental, se presenta a continuación una serie de tablas (Tabla 2 a, b, c, d y e), en donde se señala por monitoreo la campaña de vigilancia ejecutada, indicando su fecha y época respectiva.

Tabla 2a. Cobertura temporal Monitoreo de Bahía Quintero 1 (1994-1996).

Monitoreo de Bahía Quintero 1	N° de Campaña	Fecha	Epoca
	1	13 de julio de 1994	invierno
	2	9 de enero de 1995	verano
	3	4 de octubre de 1995	primavera
	4	16 de julio de 1996	invierno

Tabla 2b. Cobertura temporal Monitoreo de Bahía Quintero 2 (1995-1999).

Monitoreo de Bahía Quintero 2	N° de Campaña	Fecha	Epoca
	1	28 de marzo de 1995	otoño
	2	24 de noviembre, 1995	primavera
	3	28 de marzo de 1996	otoño
	4	26 de noviembre, 1996	primavera
	5	28 de abril de 1997	otoño
	6	27 de noviembre, 1997	primavera
	7	6 de marzo de 1998	verano
	8	17 de septiembre, 1998	invierno
	9	3 de marzo de 1999	verano

Tabla 2c. Cobertura temporal Monitoreo de Puerto Cisnes (1997).

Monitoreo de Puerto Cisnes	N° de Campaña	Fecha	Epoca
	1	17 de febrero de 1997	verano

Tabla 2d. Cobertura temporal Monitoreo de Canal Dalcahue (1997).

Monitoreo de Canal Dalcahue	N° de Campaña	Fecha	Epoca
	1	13 de febrero de 1997	verano

Tabla 2e. Cobertura temporal Monitoreo de Bahía Los Vilos (1998).

Monitoreo de Bahía Los Vilos	N° de Campaña	Fecha	Epoca
	1	julio de 1998	invierno

OBTENCION Y ANALISIS DE LAS MUESTRAS

Las muestras de macrofauna y sedimentos fueron colectadas en torno a las estaciones seleccionadas para la columna de agua de cada programa de monitoreo. En cada punto se obtuvieron dos réplicas (Monitoreo de Bahía Quintero 1, sólo una) mediante una draga o tomafondos tipo Van Veen de 0,1 m² de área de mordida (Monitoreos de Bahía Quintero 1 y 2, Bahía Los Vilos y Canal Dalcahue), mientras que para el monitoreo de Puerto Cisnes se utilizó una draga tipo Ekman de 0.0202 m² de área, activada por un buzo y con tres réplicas. La profundidad de muestreo en cada estación fue registrada por medio de una polea centímetro que sostiene el cable guía de la draga. El posicionamiento de los sitios de muestreo se realizó considerando puntos geográficos e instalaciones de ubicación geográfica conocida.

Las muestras fueron envasadas a bordo en bolsas plásticas etiquetadas. De la obtención de una de las réplicas (con una apreciable cantidad de sedimento), se separaron diversas submuestras de sedimentos: ya sea para análisis granulométrico, de contenido de sulfuros, materia orgánica u otro, según correspondiera de acuerdo a los requerimientos del programa de monitoreo. Ya en el laboratorio, las muestras fueron tamizadas en una tamiz geológico de 1 mm de abertura (0.5 mm para los estudios de Puerto Cisnes y Canal Dalcahue).

La fauna retenida fue fijada en formalina diluida al 5% en agua de mar, para posteriormente ser separada, identificada y cuantificada.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

A partir de los datos de composición y abundancia de la macrofauna bentónica obtenida en cada campaña de monitoreo, se procedió a seleccionar aquellas posibles especies bioindicadoras de contaminación, para cada estación, de acuerdo a las clases geométricas V y VI, en conjunto (especies cuya abundancia fluctúa entre 16 y 63 individuos; método de Gray & Pearson, 1982). Para realizar este análisis se consideraron solamente los datos expresados en $\text{indiv.} \cdot \text{m}^{-2}$, en donde se procede a dividir la suma total de cada individuo en la estación (abundancia total por especie) por el número de réplicas, incluida la muestra inicial. Finalmente se confeccionó un listado, para cada campaña de monitoreo y por estación, con las especies que se encontraron bajo la categoría ya señalada.

Del listado de especies anterior, se elaborará un sublistado con aquellas especies consideradas dominantes, en términos de su frecuencia de aparición en cada campaña de vigilancia ambiental. Para ello y en base al número total de estaciones monitoreadas, se seleccionaron especies que se encontraran al menos en el 40% de ellas, ya que en algunas ocasiones y debido a las abundancias existentes, ciertas estaciones no presentaron organismos bajo la categoría de indicadores. Finalmente se realizó una comparación porcentual global por grupo faunístico.

RESULTADOS

En base al método empleado, se registraron un total de 85 especies diferentes de invertebrados marinos, consideradas bajo la categoría de «factibles de ser utilizados en programas de monitoreo ambiental», en la totalidad de monitoreos analizados. De ellos, 35 corresponden al grupo Polychaeta, 30 a Mollusca, 15 a Crustacea, 1 a Echinodermata, 2 a Nematoda, 1 a Nemerthea y 1 a Oligochaeta.

En el Monitoreo de Bahía Quintero 1, de un total de 4 campañas de vigilancia ambiental con 5 estaciones cada una (1 réplica), se obtuvo un total de 40 muestras de sedimento, registrándose un promedio de 27,5 especies, posibles indicadores, por campaña de vigilancia y un promedio de 4,2 especies, posibles indicadores, por estación de muestreo.

En el Monitoreo de Bahía Quintero², de un total de 9 campañas de vigilancia ambiental con 4 estaciones cada una (2 réplicas), se obtuvo un total de 108 muestras de sedimento, registrándose un promedio de 14,5 especies, posibles indicadores, por campaña de vigilancia ambiental y un promedio de 8,1, posibles indicadores, por estación de muestreo.

En el Monitoreo de Puerto Cisnes , de una campaña de vigilancia ambiental realizada en 6 estaciones (3 réplicas), se obtuvo un total de 24 muestras de sedimento, registrándose un total de 16 especies, posibles indicadores, durante la campaña de vigilancia ambiental y un promedio de 2,6 especies, posibles indicadores, por estación de muestreo.

En el Monitoreo de Canal Dalcahue, de una campaña de vigilancia ambiental realizada en 6 estaciones (2 réplicas), se obtuvo un total de 18 muestras de sedimento, registrándose un total de 16 especies, posibles indicadores, durante la campaña de vigilancia ambiental y un promedio de 2,6 especies , posibles indicadores, por estación de muestreo.

En el Monitoreo de Bahía Los Vilos, durante la única campaña realizada en 12 estaciones (2 réplicas), se obtuvo un total de 36 muestras de sedimento, registrándose un total de 36 especies, posibles indicadores, por campaña y un promedio de 3 especies, posibles indicadores, por estación de muestreo.

En base a las especies de organismos marinos, posibles indicadores, ya registradas, se consideraron como dominantes, aquellas cuya frecuencia en las estaciones de muestreo, fuera igual o superior a 40% para cada campaña de monitoreo y a partir de las cuales se recomendaría orientar, previo estudio de su ecología, programas de monitoreo y vigilancia del medio marino, basados en su abundancia o en alguno de sus atributos comunitario que destaquen su importancia. Las especies de esta categoría se presentan por monitoreo a continuación (Tabla 3 a, b, c, d y e). C: Crustacea, M: Mollusca, P: Polychaeta

Tabla 3a. Bioindicadores dominantes en fondos blandos marinos de Bahía Quintero 1.

Monitoreo de Bahía Quintero 1	Campaña	Bioindicador	Dominancia (%)
	Julio 1994	Caecum chilense (M)	40
	Enero 1995	Oliva peruviana (M)	60
		Cumacea indet. (C)	60
	Octubre 1995	Oliva peruviana (M)	40
		Macrochiridotea krimeri (C)	40
	Julio 1996	Eudovenopus gracilipes (C)	80
		Macrochiridotea krimeri (C)	60
		Cumacea indet. (C)	60

Tabla 3b. Bioindicadores dominantes en fondos blandos marinos de Bahía Quintero 2.

Monitoreo de Bahía Quintero 2	Campaña	Bioindicador	Dominancia (%)
	Marzo 1995	Oedicerothidae (C)	75
		Eurhomalea sp. (M)	75
	Noviembre 1995	Nephtys impressa (P)	100
		Phoxocephalopsis zimmeri (C)	75
	Marzo 1996	Spiophanes bombyx (P)	75
	Noviembre 1996	Phoxocephalopsis zimmeri (C)	50
		Goniada uncinigera (P)	50
		Oliva peruviana (M)	50
		Eurhomalea sp. (M)	50
	Abril 1997	Nephtys impressa (P)	100
	Noviembre 1997	Phoxocephalopsis zimmeri (C)	50
	Marzo 1998	Nephtys impressa (P)	75
		Nephtys magellanica (P)	50
	Septiembre 1998	Oliva peruviana (M)	75
		Cirolana sp.(C)	75
		Nephtys impressa (P)	50
		Caecum chilense (M)	50
		Aglaophamus polyphara (P)	50
		Orbitestella toreuma (M)	50
		Mulinia sp. (M)	50
		Cypridina sp.(C)	50
	Marzo 1999	Cirolana sp.(C)	50
		Macrochiridotea krimeri.(C)	100
		Nephtys impressa (P)	50

Tabla 3c. Bioindicadores dominantes en fondos blandos marinos de Puerto Cisnes.

Monitoreo de Puerto Cisnes	Campaña	Bioindicador	Dominancia (%)
	Febrero 1997	Prionospio patagonica (P)	66.6

Tabla 3d. Bioindicadores dominantes en fondos blandos marinos de Canal Dalcahue.

Monitoreo de Canal Dalcahue	Campaña	Bioindicador	Dominancia (%)
	Febrero 1997	Nassarius gayi (M)	66.6
		Eurhomalea sp. (M)	83.3
		Cilindroleberis pseudoquadrata (C)	50

Tabla 3e. Bioindicadores dominantes en fondos blandos marinos de Bahía Los Vilos.

Monitoreo de Bahía Los Vilos	Campaña	Bioindicador	Dominancia (%)
	Julio 1998	Phoxocephalopsis sp. (C)	66.6

De los 37 organismos indicados en el reciente análisis, 21 corresponden a especies diferentes. De estos últimos un 42,8% corresponden a crustáceos y un 28,6%, equitativamente, a moluscos y poliquetos.

CONCLUSIONES

Existen especies bioindicadores, factibles de ser utilizadas en futuros programas de vigilancia ambiental. De acuerdo al presente estudio, por su dominancia y abundancia, estas serían: el poliqueto *Nephtys impressa*, los pequeños crustáceos (isópoda y anfípoda) *Macrochiridotea krimeri* y *Phoxocephalopsis zimmeri*, respectivamente y los moluscos *Oliva peruviana* (Gastrópoda) y *Eurhomalea sp* (Bivalvia).

En términos generales, los lugares estudiados poseen alta diversidad específica, baja dominancia y baja densidad, en cuanto al número de individuos por unidad de superficie, haciendo del bentos arenoso un ecosistema complejo y dinámico en el tiempo y espacio.

Es trascendente el papel que juegan las especies, indicadores biológicos, dentro de la conservación de los ecosistemas bentónicos arenosos y en el desarrollo de programas de monitoreo relacionados a ellos, ya que su existencia o ausencia, diagnostican el estado de las comunidades, los sedimentos y el medio marino asociado, que son impactadas producto de la actividad antrópica.

Los indicadores biológicos serán importantes entonces, en programas de monitoreo ambiental, por:

- Indicar niveles de biodisponibilidad de ciertos metales debido a la bioacumulación en sus cuerpos, e identificar nuevos contaminantes en los ambientes acuáticos.
- Alertar el posible daño inmediato que sufrir un ambiente debido a condiciones que en él existen.
- Su versatilidad y amplia variedad les permiten adaptarse a todo tipo de programas en los que se les requiera (previo estudio de su biología).
- Definir cambios temporales de la contaminación y establecer tendencias espaciales de ella.
- Proteger las pesquería comerciales y otros aspectos biológicos de los ecosistemas o de la salud pública.
- Investigar los efectos e impactos ambientales específicos de proyectos diversos, sobre la salud humana u otros parámetros considerados.
- Estudiar las fuentes de origen, trayectorias de transporte y resumideros de contaminantes en el medio marino

Considerar a los organismos invertebrados de ecosistemas marinos de fondos blandos, como potenciales bioacumuladores de sustancias tóxicas y como vectores o traspasadores de dichas sustancias, a

organismos que sí constituyen recursos (mediante predación) y que son consumidos por la población humana.

Estudiar, en forma sistemática y rigurosa, las variables que permitan conocer e identificar alteraciones ecológicas de las comunidades bentónicas, número de especies, diversidad y dominancia, con el propósito de evaluar y describir la evolución temporo-espacial de cada especie en particular o/y en interacción con su medio.

Implementar metodologías que hagan más eficientes estos programas, incentivar la inversión en la ejecución y gestión de ellos e impulsar políticas que los prioricen por sobre los de orden productivo, todo con el objetivo de establecer de una manera comprometida y llevada a la práctica, un definitivo plan ambiental global del medioambiente marino y costero en nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARCOS D. 1998. Minería del Cobre, Ecología y Ambiente Costero. Primera edición. 474 pp.

CARRASCO, F. & V. GALLARDO. 1994. Diversidad, distribución y abundancia del macrobentos sublitoral y observaciones sobre la dinámica temporal de corto término de los sedimentos de Bahía Concepción, Chile. *Gayana Oceanol.*, 2 (2)†: 49-68.

CHUECAS, L. 1998 en Arcos, D. 1998. Minería del Cobre, Ecología y Ambiente Costero. Primera edición. Capítulo VII, pp. 407-450.

CPPS, PNUMA, 1999. Conclusiones Seminario Internacional sobre el Estado del Medio Ambiente Marino y Costero en el Pacífico Sudeste .23 pp.

D.G.T.M. y M.M., 1994. Términos de Referencia para la Realización de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental Acuático para Descarga de Residuos Líquidos en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional. Ley 12600/323 vrs.

D.G.T.M. y M. M., 1994. Términos de Referencia para los de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental Acuático para Proyectos de Vertimiento de Desechos de Dragado en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional. Ley 12600/324 vrs.

- D.G.T.M. y M. M., 1994. Términos de Referencia para la Realización de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental Acuático para Puertos y Terminales Marítimos de la Jurisdicción Nacional. Ley 12600/325vrs.
- GRAY J. S. & T. H. PEARSON. 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 1. Comparative methodology. Mar. Ecol Prog. Ser. 9: 111-119.
- LEIGHTON, G., R. PRADO, H. SIEVERS, CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1995. Monitoreo del Ambiente Marino Adyacente a los Emisarios de las Instalaciones de la Refinería de Petróleo de Con Con S. A. en Con Con y Quintero. Informe de Avance. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 001/95. 232 pp.
- LEIGHTON, G., R. PRADO, H. SIEVERS, CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1995. Monitoreo del Ambiente Marino Adyacente a los Emisarios de las Instalaciones de la Refinería de Petróleo de Con Con S. A. en Con Con y Quintero. Parte IV- Primer Semestre de 1995. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 004/95. 247 pp.
- LEIGHTON G., H. SIEVERS, J. I. CAÑETE. & L. LÓPEZ. 1995. Programa de Monitoreo de ambiente marino Terminal Oxiquim S.A. Quintero, V Región. Informe de Avance Monitoreos de marzo y julio de 1995. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 005/95. 60 pp.
- LEIGHTON, G., R. PRADO, H. SIEVERS, CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1996. Monitoreo del Ambiente Marino Adyacente a los Emisarios de las Instalaciones de la Refinería de Petróleo de Con Con S. A. en Con Con y Quintero. Parte V- Muestreos de Octubre de 1995 y Enero de 1996. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N°004/96. 251 pp.
- LEIGHTON, G., SIEVERS, H., CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1996. Programa de Monitoreo de ambiente marino Terminal Oxiquim S.A. Quintero, V Región. Informe de Avance Monitoreos de noviembre de 1995 y marzo de 1996. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 007/96. 60 pp.

- LEIGHTON, G., R. PRADO, H. SIEVERS, CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1996. Monitoreo del Ambiente Marino Adyacente a los Emisarios de las Instalaciones de la Refinería de Petróleo de Con Con S. A. en Con Con y Quintero. Parte VI Muestreos de Abril y Julio de 1996. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 010/96. 255 pp.
- LEIGHTON, G., SIEVERS, H., CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1997a. Programa de Monitoreo de ambiente marino Terminal Oxiquim S.A. Quintero, V Región. Informe de Avance Monitoreos de julio y noviembre de 1996. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 002/96. 50 pp.
- LEIGHTON, G., R. PRADO, H. SIEVERS, CAÑETE, J. & L. LÓPEZ. 1997. Estudio Ecológico Ambiental del Area de Puerto Cisnes XII Región. Informe de Avance Monitoreos de febrero-marzo de 1997. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 012/98. 90 pp.
- LEIGHTON, G., SIEVERS, H., CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1997b. Programa de Monitoreo de ambiente marino Terminal Oxiquim S.A. Quintero, V Región. Informe de Avance Monitoreo de abril de 1997. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 009/97. 39 pp.
- LEIGHTON, G., SIEVERS, H., CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1997c. Programa de Monitoreo de ambiente marino Terminal Oxiquim S.A. Quintero, V Región. Informe de Avance Monitoreo de agosto de 1997. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 014/97. 21 pp.
- LEIGHTON, G., R. PRADO, H. SIEVERS, CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1998. Estudio de Impacto Ambiental Planta Pesquera Agromar S.A. en Dalcahue. Informe de Avance Monitoreo de febrero de 1997. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 001/98. 77 pp.
- LEIGHTON, G., SIEVERS, H., CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1998. Programa de Monitoreo de ambiente marino Terminal Oxiquim S.A. Quintero, V Región. Informe de Avance Monitoreo de agosto de 1997. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N° 014/97. 21 pp.

- LEIGHTON, G., SIEVERS, H., CAÑETE, J. I. & L. LÓPEZ. 1998b. Programa de Monitoreo de ambiente marino Terminal Oxiquim S.A. Quintero, V Región. Informe de Avance Monitoreo de marzo de 1998. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N°005/98. 21 pp.
- LEIGHTON, G., SIEVERS, H., L. LÓPEZ & E. SOTO 1999. Programa de Monitoreo de ambiente marino Terminal Oxiquim S.A. Quintero, V Región. Informe de Avance Monitoreo de septiembre de 1998. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N°002/99. 38 pp.
- LEIGHTON, G., SIEVERS, H., L. LÓPEZ & E. SOTO 1999b. Programa de Monitoreo de ambiente marino Terminal Oxiquim S.A. Quintero, V Región. Informe de Avance Monitoreo de marzo de 1999. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Informes Cient. y Téc. N°003/99. 38 pp.
- PEARSON, T. H., J. GRAY, . & P. JOHANNESSEN, 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data Analyses. Mar. EcoL Prog. Ser. 12: 237-255.
- SOTO, E., G. LEIGHTON & J. CAÑETE, 1998. Eventos naturales o de origen antrópico. ¿Cuál determina la variabilidad temporal de los poliquetos bentónicos de Bahía Quintero, Chile? Evento «El Niño» 1997/98 v/s Enriquecimiento orgánico. Memorias del Seminario Internacional sobre «El Estado del Medio Ambiente Marino y Costero en el Pacífico Sudeste» CPPS - PNUMA 23 pp. (En Prensa).