

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar



CASO DE ESTUDIO:

**“COMUNIDADES BENTÓNICAS EN ESTANQUES DE  
PRODUCCIÓN DE CAMARÓN”**

**EXAMEN COMPLEXIVO**

**FASE ORAL**

Previa a la obtención del Título de:

**MAGISTER EN ACUICULTURA MARINA**

Presentado por:

María Elena Quevedo Barahona

Guayaquil – Ecuador

2016

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todos los que me apoyaron en este logro.

## **TRIBUNAL DE GRADO**

---

Marco Álvarez Gálvez Ph.D.

**EVALUADOR**

---

Fabrizio Marcillo Morla MBA

**PROFESOR GUÍA**

# Comunidades Meiobentónicas en Estanques de Producción de Camarón

Quevedo María Elena <sup>(1)</sup>; Marcillo Fabrizio <sup>(2)</sup>

Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

ma\_elenaquevedo@hotmail.com <sup>(1)</sup>; barcillo@gmail.com <sup>(2)</sup>

## Resumen

*En este trabajo se estudiaron las comunidades bentónicas en cuatro piscinas de cultivo semi-intensivo de camarón *Penaeus vannamei*.*

*Las muestras de suelo de las piscinas fueron tomadas en tres periodos de tiempo distintos; pre-siembra, producción y post-cosecha. Se monitorearon densidades de bentos y variables ambientales.*

*Dentro de las piscinas se realizó un encierro de 36 m<sup>2</sup>, cuyo propósito era mantener ésta sección, sin camarón, para detectar el efecto de la depredación de la comunidad bentónica por parte del camarón.*

*Las cuatro piscinas muestreadas estuvieron dominadas por Nematoda, seguido por Copepoda y Polychaeta. Otros organismos que aparecieron en los muestreos no pudieron ser cuantificados, siendo registrados como presencia y ausencia. Para la densidad de Nematoda, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre periodos de producción, se determinó que el periodo de pre-siembra tenía diferencias significativas con los otros. No se encontraron diferencias en densidades de Polychaeta entre estaciones de muestreo ( $p = 0.619$ ) ni entre periodos de producción ( $p = 0.850$ ). En densidades de Copepoda se detectaron diferencias debidas a la interacción de los dos factores ( $p = 0.001$ ).*

*En los encierros, las densidades de meiobentos fueron bajas, en ausencia de un bioperturbador que en este caso es el camarón, a diferencia de las piscinas.*

*Los organismos bentónicos mostraron alta heterogeneidad en densidad y diversidad, por lo que fue difícil encontrar un patrón claro de densidad en el tiempo de muestreo.*

*No se pudo detectar relación significativa entre el bentos y las variables ambientales consideradas.*

*Se encontró una leve tendencia de sucesión en los organismos bentónicos muestreados.*

**Palabras Claves:** Meiobentos, camarón, sucesiones ecológicas

## Abstract

*This paper studied the benthic communities in four semi-intensive shrimp ponds of *Penaeus vannamei*. Soil samples of the ponds were taken in three different period of time; pre-stocking, production and post-harvest. Benthos densities and environmental variables are monitored.*

*The pools had an enclosure of 36 m<sup>2</sup>, whose purpose was to keep this section without shrimp to detect the effect of predation by benthic community.*

*The four shrimp ponds sampled were dominated by Nematoda, followed by Copepoda and Polychaeta. Other organizations that appeared in the samples could not be quantified, being registered as presence and absence. In the Nematoda density, was significant differences ( $p < 0.001$ ) between periods of production, it was determined that the period of pre-seed had significant differences with others. No was differences in densities of Polychaeta between sampling stations ( $p = 0.619$ ) or between periods of production ( $p = 0.850$ ). For Copepoda were detected differences in densities due to interaction of the two factors ( $p = 0.001$ ).*

*In enclosures, meiobenthos densities were low in the absence of a bioperturbation, which in this case is shrimp, unlike ponds.*

*Benthic organisms showed high heterogeneity in density and diversity, so it was difficult to find a clear pattern density.*

*It could not be detect significant relationship between benthos and environmental variables considered.*

*A light tendency of succession to the sampled benthic organisms was found.*

**Keywords:** Meiobenthos, Shrimp, ecological succession

## 1. Introducción

El bentos se refiere a la comunidad de invertebrados que viven en los sedimentos, sea sobre este o dentro de este. Esta comunidad bentónica incluye una amplia variedad de organismos, como moluscos, crustáceos, anélidos, entre otros [1].

Una de las formas más comunes de clasificar a los organismos bentónicos es por su tamaño: macrobentos que son los organismos mayores a 1mm, meiobentos entre 0.38µm-1mm y microbentos aquellos menores a 0.38µm (de estos últimos no se tratará en el presente documento).

En lo que a macrobentos se refiere, Bilyard [2] y Herman *et al* [1] mencionan que estos organismos son parte importante de la trama trófica, ya que sirven de alimento a numerosas especies de peces demersales, o invertebrados epibentónicos [3]. A su vez, los organismos del macrobentos, son activos predadores del meiobentos [4].

La meiobentos se desarrolla principalmente, dentro del sedimento, entre las partículas del sedimento. Dentro de este grupo, los nemátodos de vida libre son los metazoos más abundantes, representando entre el 50 y el 100% del total de la meiofauna [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]. Otro grupo importante, segundo en densidad, son los copépodos harpaticoides [12] [13] [14] [15] [16].

Vincx y Heip [17], indicaron que los organismos se distribuyen desde la superficie al fondo del sedimento y que el 95% de ellos se encuentran en los primeros 5 cm y hasta los 10 cm se registran el 4%, el resto de organismos se encuentran a más profundidad. Steyaert *et al.* [18] encontraron que los Nematoda se encuentran confinados a las capas superficiales de sedimento fino, sólo algunos pueden penetrar de vez en cuando en capas más profundas, por lo tanto existe una relación inversa entre la diversidad y densidad con la profundidad en el sedimento.

### 1.1. Relación Bentos-Camarón.

Rubright *et al.* [19], estudiando la comunidad bentónica de los sistemas de cultivo de camarón, establecieron que ésta se halla dominada por Polychaeta, Copepoda y Nematoda, y que los procesos de fertilización del agua y de los sedimentos en las piscinas de cultivo promoverán su desarrollo, además de que sus densidades descienden considerablemente luego de 50 días de cultivo. Allan, *et al.* [20], Tidwell *et al.* [21], Focken *et al.* [22] y Martínez-Córdova *et al.* [23], agregan que tanto el fertilizante, como el alimento balanceado favorecen el desarrollo de los mismos.

La mayor abundancia de Nematoda en relación a otros organismos meiobentónicos es causada probablemente por la tolerancia de estos organismos a una variedad de factores de la tensión ambiental [24] [2]. Especialmente, en piscinas de camarón donde

hay un continuo cambio entre los períodos secos (cuando la piscina es cosechada) y los períodos húmedos (cuando la piscina esta en producción).

En condiciones de cultivo semi-intensivo Romano y Caraballo [25] demostraron la actividad depredadora de los camarones penaeidos sobre la fauna bentónica a través del estudio de contenido estomacal de *Penaeus japonicus*. Ellos observaron que un considerable incremento en el peso de los camarones estuvo acompañado de un alto consumo de presas macrobentónicas. Así mismo, Moriarty *et al.*, [26] determinaron que los camarones mantenidos en estanques de tierra reducen la fauna bentónica y en particular puede decrecer la densidad del meiobentos [27]. Pero por otro lado la bioturbación del camarón en las piscinas de producción favorece el desarrollo del meiobentos [28].

Romano y Caraballo [29] correlacionaron el crecimiento del camarón *P. vannamei* y la densidad de la macrofauna y meiofauna bentónica en estanques de cultivo de camarón durante las épocas seca y lluviosa encontrando que, cuando el camarón alcanza un peso entre 2 y 4 gramos, la densidad de la fauna bentónica disminuye (este patrón es más fuerte a medida que el camarón alcanza más peso).

D'Ambramo y Conklin [30], Romano y Caraballo [25], Martínez-Córdova *et al.* [23] [31] y Soares *et al.*, [32]; mencionan que la mayoría de los organismos bentónicos son depredados entre la cuarta y quinta semana después de la siembra y después su abundancia declina en un cierto tiempo; mientras que Shishehchian y Yusoff [33], reportan descensos en la densidad de los organismos bentónicos hacia el final del tiempo de cosecha.

De igual manera se ha reportado que en los suelos donde se cultivaban *Penaeus subtilis* y *Penaeus schmitti* en el Brasil, se encontraron densidades iniciales por encima de 24.000 Ind.100/cm<sup>2</sup>, que descendieron hasta desaparecer completamente en la seis primeras semanas del ciclo de producción, lo que reflejó claramente el papel depredador de estos camarones sobre la biota del estanque [34]. Esta declinación en la densidad durante la primera fase del ciclo de producción de camarón no siempre ocurre. De igual manera, Moriarty *et al.* [35] comentaron que la meiofauna es depredada por camarones penaeidos y agregaron que Copepoda junto con Polychaeta eran particularmente preferidos, mientras que muy poco Nematoda. Una de las familias de Polychaeta que se ha identificado en los sistemas de cultivo es Spionidae (*Streblospio* sp), la cual llega a dominar las piscinas camaronerías [36] [37].

Rubright *et al.*, [19]; Nilsson *et al.*, [38]; Martínez-Córdova y Peña-Messina, [39] encontraron densidades bajas de Copepoda en piscinas de cultivo de camarón debido a la presión de depredación del camarón sobre ellos. Sherman y Coull [40] mencionaron que estos copépodos viven en los primeros centímetros, por lo que pueden ser suspendidos más fácilmente que los nemátodos, con el movimiento de pastoreo del

camarón. Además Copepoda son nadadores activos, lo que permite que sean transportados de un lugar a otro lo que hace más fácil que sean depredados [41]. Stoner y Zimmerman [42] señalan que camarones penaeidos pueden consumir Polychaeta a través de todos sus estadios de desarrollo desde su vida juvenil hasta adulto, considerando que las tasas de pastoreo incrementan progresivamente conforme la talla del camarón se incrementa. Estos mismos autores encontraron que en la presencia de camarones, la meiofauna disminuía y la variabilidad registrada entre las densidades de la meiofauna dependía de los diversos niveles de depredación.

La mayoría de los descensos de las comunidades bentónicas, según los mismos autores, están asociados a cambios de las condiciones ambientales imperantes, dada la acumulación de materia orgánica en forma de heces fecales, alimento sin consumir y organismos muertos; sustratos para bacterias que pudieron incrementar compuestos tóxicos como ácido sulfhídrico, que afectan la composición y densidad del bentos. Después de la cosecha de la piscina la densidad de organismos bentónicos aumenta lentamente debido a que las condiciones ambientales de las piscinas son recuperadas por falta de los animales cultivados [25] [33] [32].

Se conoce que las condiciones ambientales y en particular la temperatura juega un papel crucial en el control de la duración del desarrollo, crecimiento y reproducción de los Polychaeta como ocurre en *Ophryotrocha labronica* y *Capitella sp* [43] [44]. En general, la temperatura afecta la fecundidad, el tamaño de los huevos y también la inversión de energía reproductiva.

Otro factor de relevancia en el ciclo de vida de los Polychaeta es la salinidad. Simonini y Prevedelli [45] encontraron una fertilización satisfactoria (90 % de huevos fertilizados) para *Nereis virens* cuando la salinidad no bajó a más de 22 ppt, pero causó mortalidades del  $55.0 \pm 8.09\%$  cuando se la bajó a 18 ppt. Sin embargo, cuando se aumentó la salinidad a la estándar del océano (32 – 34 ppt) no se produjo ni mortalidad, ni problemas en el desarrollo.

## 1.2. Estructura Y Colonización De Un Sistema De Cultivo De Camarón

La construcción de sistemas de cultivo de cualquier tipo implica la remoción de sedimentos e integración de sedimentos nuevos a un ecosistema. Esto implica cambios en las condiciones estructurales del mismo, como granulometría, porosidad y clasificación [46]; así como también en las condiciones químicas del sedimento (como resultado de la paliación del alimento, fertilizantes y otros aditivos) [47] [48]. Estas variaciones que producen cambios en la estructura de las comunidades (sean parciales o totales) en un plazo de tiempo se les conoce como sucesiones ecológicas [49]. Las sucesiones ocurren

cuando una determinada especie disminuye en su densidad, y una nueva especie arriba desde ecosistemas adyacentes mientras que las ya existentes incrementan en densidad al desaparecer un competidor o depredador [50].

Por otro lado la estructura de la comunidad macrobéntica que se desarrolla en los sedimentos cambia significativamente sobre el tiempo [51]; lo cual indica que los ecosistemas que de una u otra forma son alterados por efectos ambientales y que van a sufrir sucesiones continuas en sus comunidades hasta que se llegue a un equilibrio de las mismas.

Bajo condiciones naturales, las áreas que han sido “limpiadas” de organismos pueden ser recolonizadas rápidamente [50]. Los cambios biológicos que se producen en una piscina de producción pueden ser considerados como un experimento de “colonización a meso-escala” [51].

Durante los ciclos de producción de camarón, que toman en promedio 3 meses, las prácticas de manejo (e.g. cal, alimento, fertilizantes) producen grandes cambios en la dinámica del fondo de las piscinas [47] [48], debido a los fertilizantes y alimento balanceado. El sedimento de las piscinas algunas veces se vuelve negro y con un olor fuerte a sulfuro, debido a los procesos de descomposición [52]. El alimento no se distribuye uniformemente y sumado a esto, el alimento que no es consumido se acumula en áreas específicas debido a la acción del viento, áreas generalmente bajas en oxígeno [28] y evitadas por los camarones. Esto genera diversos hábitats dentro de la piscina, que son colonizados por diversas especies del bentos. Por otra parte, los camarones depredan solamente al bentos que vive bajo condiciones convenientes (niveles adecuados del oxígeno). Los movimientos del camarón perturban mecánicamente el sedimento, así que el oxígeno y los compuestos orgánicos se mezclan hacia las capas más profundas del sedimento [28]. Esto alternadamente aumenta la actividad de bacterias bentónicas y aumenta la capacidad de las comunidades del sedimento de ocuparse de una fuente incrementada de materia orgánica [28].

Olafsson y Elmgren [53] mencionaron que la temperatura y la disponibilidad del alimento son los factores principales que afectan la distribución temporal de las poblaciones bentónicas. Li y Vincx [54] mencionaron que el ciclo estacional de Nematoda puede ser muy diferente de un sitio a otro, y varía según las condiciones ambientales locales. Los cambios en temperatura y oxígeno deben ser importantes en las variaciones de la densidad de Nematoda.

Por otro lado, una alta concentración de materia orgánica puede reducir el contenido de oxígeno en el sedimento y también determinar la presencia de organismos bentónicos que se adapten a esas condiciones [55].

Alongi *et al.* [56] y Tahey *et al.*, [28] han mencionado que la colonización de la meiofauna es un

proceso rápido, que ocurre dentro de pocas semanas, horas o días. Se debe considerar que el arribo y establecimiento de organismos en diferentes hábitats también depende del tipo de hábitat que ofrece el ambiente, las larvas o los adultos de organismos meiobentónicos deben llegar simultáneamente en números grandes para establecer un reclutamiento acertado pero dentro de las piscinas las condiciones no siempre son convenientes para ellos. Los cambios ambientales en las piscinas de engorde de camarón, favorecerán a unas especies, pero también serán negativos para otras, impidiendo su permanencia, lo que también influirá en las sucesiones ecológicas. Los organismos filtradores obtienen el alimento de la materia suspendida por lo que constituyen la fauna mayoritaria en los sedimentos arenosos, mientras que los depositívoros se alimentan de la materia orgánica y son la fauna dominante en los sedimentos finos [57].

El período larval planctónico de Copepoda les da una ventaja sobre Nematoda, pero las desventajas de la dispersión planctónica, como el stress durante la dispersión, puede disminuir la adaptación después del reclutamiento [58] como podía suceder dentro de las piscinas. Otras causas pueden ser la dispersión lejana de los hábitats convenientes y de menos tiempo para la adaptación [58]. Se presume que el bentos coloniza las piscinas con el transporte por los pájaros, cangrejos [59] o por embarcaciones usados durante actividades de alimentación y fertilización. La colonización de las piscinas debe proceder por la entrada de agua con detritus de los canales de abastecimiento. Estas esteras del detritus pueden abrigar varias taxas como Nematoda, Copepoda, larvas de crustáceos en número absolutamente alto [58] [59].

La colonización y la supervivencia de organismos bentónicos dentro de las piscinas durante un ciclo de la producción de camarón no siempre siguen un patrón claro como mencionamos arriba. Se ha indicado que las comunidades de Copepoda declinan fuertemente después de la colonización ya que son depredados probablemente por el camarón y que los Nematoda son los competidores que mejores sobreviven el ambiente áspero de la piscina de cultivo de camarón [35].

Las perturbaciones físicas también han sido reconocidas como una fuerza estructurante dentro de muchas comunidades [46]. En los hábitats marinos las perturbaciones, como reducción de la salinidad [60], tormentas y mareas rojas inducidas [61] pueden crear hábitats abiertos. Por lo que la extensión del área de una distribución de parche y la frecuencia con que estos parches son producidos dependen del agente perturbador [46].

La recuperación de hábitats marinos no puede seguir ningún patrón evidente; ya que larvas de especies marinas planctónicas de libre nado no necesariamente llegan uniformemente en espacio y tiempo a las playas [62]. La ausencia o bajo número

de especies puede significar la falta de asentamiento larval de animales con desarrollo anamórfico.

## 2. Materiales y Métodos

Las muestras fueron tomadas de la Estación Experimental CENAIM ubicada en Palmar, Provincia del Guayas, Ecuador (Figura 1).

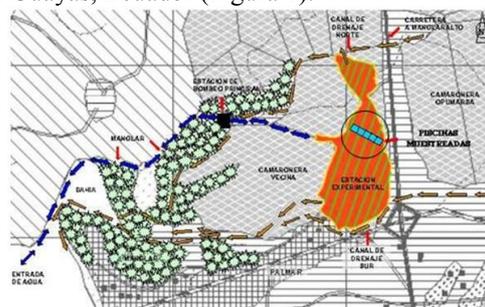


Figura 1. Ubicación del estudio

Esta investigación fue de tipo observacional y se llevó a cabo entre enero y julio del 2004. El área de muestreo consistió en 4 piscinas de producción semi-intensiva de camarón con invernaderos de una área de 0.25 ha. Las piscinas habían sido recientemente reconstruidas con sedimento extraído de la montaña aledaña.

Las piscinas de engorde fueron sembradas a una densidad de 31 a 32 juveniles/m<sup>2</sup>. La alimentación fue ajustada a la biomasa existente y fue dada en cuatro dosis diarias de alimento comercial del 35% de proteína. El recambio de agua se realizó cuando el oxígeno disuelto se encontraba por debajo de 4mg/l, además las piscinas poseían sistema de aireación emergente. Las piscinas no fueron fertilizadas, pero eventualmente fueron tratadas con agua oxigenada para incrementar el oxígeno disuelto.

Las piscinas fueron muestreadas cada quince días el primer mes y después una vez al mes, por lo tanto el tiempo de muestreo va a ser expresado en semanas. De acuerdo al esquema de muestreo, la recolección de muestras fue realizada antes, durante y después del ciclo de producción de camarón, es decir en tres periodos de tiempo distintos.

Dentro de cada piscina se consideraron tres estaciones de muestreo; la estación A se encontraba junto a la tubería de entrada y a la compuerta de salida de la piscina, la estación F fue escogida aleatoriamente en el centro de la piscina, y la estación D correspondía a un encierro de 36 m<sup>2</sup>, el mismo que se encontraba sin camarón, pero que fue tratado con el mismo manejo que el resto de la piscina. El propósito del encierro fue mantener la estación D sin camarón, para corroborar su depredación sobre la comunidad bentónica y como el manejo en el sistema de producción de camarón influye en el desarrollo de esta comunidad. Los encierros no permiten los procesos depredatorios por parte del camarón sobre el bentos de esta área.

Se consideró el efecto de dos variables independientes, y su interacción: Estación de muestreo, en tres niveles: A (entrada con presencia de camarón), F (centro con presencia de camarón) y D (ausencia de camarón), ya que las variables de posición y presencia de camarón se encuentran confundidas en este diseño, el modelo no consideró su efecto individualmente, si no en conjunto dentro de la variable estación de muestreo. Y Periodo de producción que se dividió en tres niveles: Pre-siembra, producción y post-cosecha. Debido a que no se muestreó todas las piscinas en las mismas fechas, no se pudo considerar la fecha (o número de días de cultivo) como variable independiente, usándose esta solamente para determinar a qué periodo de producción correspondía.

Por lo tanto, las unidades experimentales consideradas fueron, todas las 9 combinaciones (3 x 3) de estos tres factores. Dentro de cada unidad experimental se hicieron tres observaciones por cada fecha de muestreo. El total de observaciones realizadas (n) fue de 356, distribuidas de la forma que aparece en la Tabla # 1.

**Tabla 1.** Esquema experimental y número de observaciones

Periodo de Producción	Estación	Número de muestras
PRE-SIEMBRA	A	29
	D	28
	F	29
Total PRE-SIEMBRA		86
PRODUCCIÓN	A	78
	D	78
	F	78
Total PRODUCCIÓN		234
POST-COSECHA	A	12
	D	12
	F	12
Total POST-COSECHA		36
Total general		356

Las variables de: densidad de siembra de camarón, tamaño de siembra, origen de la semilla, y otras variables relacionadas al tipo de cultivo y localización del estudio, fueron fijas para todas las unidades experimentales.

No se consideró la variable de alimentación por no presentar datos consistentes.

El análisis de la información se realizó con la versión 7 del software estadístico STATISTICA (StatSoft, 2008). Se realizó análisis de varianza factorial. Luego de esto, en caso de encontrarse diferencias significativas en el ANOVA se determinó diferencias individuales entre los tratamientos mediante el uso de la prueba de diferencias menos significativas (LSD) de Fisher y el uso de diagramas de barras de error. El valor máximo de error tipo I aceptado fue de  $\alpha = 0.05$ .

Previo al Análisis de la información se comprobó el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas mediante la prueba Fmax de Hartley (1950). Al no cumplir la misma, se procedió a transformar los datos mediante una transformación logarítmica.

Se colectaron muestras de sedimento con un nucleador (core) de 10.5 cm de diámetro (86.59 cm<sup>2</sup>) y a 20 cm de profundidad. Las muestras fueron tomadas en las cuatro piscinas (2, 3, 4 y 5) específicamente de las estaciones de muestreo A, F y D, con sus respectivas réplicas.

Una vez colectadas las muestras se las llevó al laboratorio de Análisis Ambiental Biológico del Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas, CENAIM-ESPOL, donde fueron lavadas en tamices de 38  $\mu$  y 1 mm. Lo obtenido en el tamiz de 38  $\mu$  se lo centrifugó con una solución de Ludox 40HS 1.15 (2500 RPM/10 minutos), por tres ocasiones. Se recogió el sobrenadante en cada ocasión y se lo preservó con formalina al 4%, neutralizada con Tetraborato de sodio. Posteriormente cada muestra fue teñida con Rosa de Bengala, con la cual los organismos estuvieron la coloración rosa al cabo de 8 horas. En la siguiente fase se aislaron los organismos, siguiendo la técnica de Heip y Vincx (1996) para la cuantificación e identificación taxonómica hasta nivel de grupo. La cuantificación se expresó en densidad de individuos y en el plano espacio-temporal.

Lo obtenido en el tamiz de 1mm se fijó con formalina al 4%, neutralizada con tetraborato de sodio y se aplicó Rosa de Bengala (permite el teñido en 8 horas). Entonces se procedió al aislamiento manual, cuantificación e identificación taxonómica de los organismos macrobentónicos a nivel de grupo.

Los datos fueron reportados como promedios (Ind/100cm<sup>2</sup>), considerando los grupos representativos: Nematoda, Copepoda y Polychaeta por separado.

En la columna de agua, se tomaron datos de temperatura, oxígeno y salinidad con la utilización del equipo YSI 85, Yellow Springs Instrument Co (Salinidad y Oxígeno disuelto). Adicional a esto se llevó un registro del porcentaje de recambio de agua realizado a las piscinas.

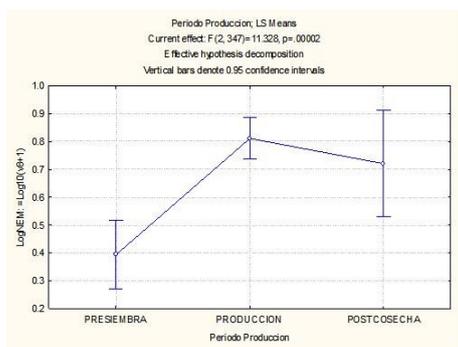
### 3. Resultados

Las cuatro piscinas muestreadas estuvieron dominadas por Nematoda, seguido por Copepoda y Polychaeta. Otros organismos que aparecieron en los muestreos no pudieron ser cuantificados, siendo registrados como presencia y ausencia. Los organismos encontrados fueron: Insecta, Copepoda planctónicos, copepoditos, colonias, restos de Crustacea, nauplios y juveniles de Crustacea, larvas de pez, Halacaridae, Chelicerate, Sarcomastigophora, Kinorhyncha, Trichoptera, huevos de Crustacea,

Bivalvia, Chaetognata, Molusca, Diptera, Coleoptera, Arceidae, Ostracoda, Cladocera.

Los Nematoda fueron identificados a nivel de Phylum. De Polychaeta se encontraron los géneros: Arenicola sp, Dorvillea sp y Eteone sp. Los Copepoda fueron identificados como bentónicos.

Para la densidad de Nematoda, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre periodos de producción, pero no entre estaciones de muestreo ( $p = 0.53$ ). Se determinó que el periodo de presembría tenía diferencias significativas con los otros (Figura 2).

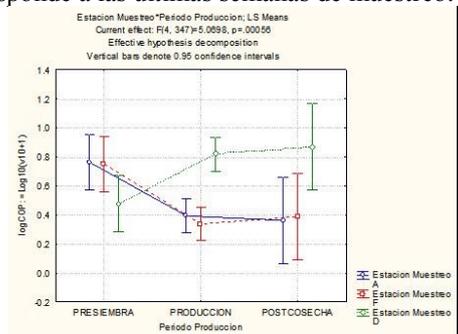


**Figura 2.** Barras de error ( $\alpha = 0.05$ ) para efecto de periodo de producción en densidad de Nematoda

A pesar de que no se encontraron diferencias significativas en densidades de Copepoda entre estaciones de muestreo ( $p = 0.055$ ) o entre periodos de producción ( $p = 0.174$ ), si se detectaron diferencias debidas a la interacción de estos dos factores ( $p = 0.001$ ) (Figura 3).

No se encontraron diferencias en densidades de Polychaeta entre estaciones de muestreo ( $p = 0.619$ ) ni entre periodos de producción ( $p = 0.850$ ).

El oxígeno disuelto promedio para las piscinas muestreadas fue de  $5.8 \pm 0.8$  mg/L, con un comportamiento decreciente para los últimos muestreos. La temperatura promedio de las piscinas,  $32.5 \pm 1.8$  °C, siguió el ciclo estacional observado en el océano costero adyacente, con temperaturas más altas durante el periodo lluvioso (estación caliente) y baja durante la estación seca (estación fría) que corresponde a las últimas semanas de muestreo.



**Figura 3.** Barras de error ( $\alpha = 0.05$ ) para efecto de las interacciones Estación de Muestreo x Periodo de Producción en la densidad de Copepoda

La salinidad promedio fue de  $36.4 \pm 1.4$  ups, con una tendencia ascendente en los últimos muestreos.

El pH del suelo no presentó mayor variabilidad, siendo de  $7.5 \pm 0.1$ . La materia orgánica del suelo tuvo un promedio de  $5 \pm 0.4\%$ . El recambio de la columna de agua se lo hizo de acuerdo al protocolo de manejo de las piscinas, el promedio fue de  $8.6 \pm 4.8\%$ .

## 4. Discusión

Las piscinas muestreadas estuvieron dominadas por Nematoda, seguido por Copepoda y Polychaeta, este mismo patrón fue encontrado en varios trabajos donde el grupo predominante fue Nematoda, ya que presentan del 50 al 100 % del total del meiobentos [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11], y Copepoda como segundos en densidad [12] [13] [14] [15] [16], de la misma manera Rubright *et al.* [19], estudiando la comunidad bentónica de los sistemas de cultivo de camarón, encontró a estos tres grupos como dominantes.

Nematoda se encuentra en mayor abundancia en relación a otros organismos meiobentónicos probablemente por la tolerancia de estos organismos a una variedad de factores de la tensión ambiental [24] [2], especialmente, en piscinas de camarón donde hay un continuo cambio entre los periodos secos (pre siembra y post cosecha) y los periodos húmedos (producción). Además que Nematoda son los competidores que mejor sobreviven al ambiente de una piscina de cultivo de camarón [33]. Otra razón por la que Nematoda fue más abundante puede ser que los camarones prefieren a Copepoda y Polychaeta lo que fue reportado por Moriarty *et al.* [35], mientras que Copepoda es encontrada en densidades más bajas por la presión de depredación del camarón [19] [38] [39], ya que son nadadores activos y pueden ser depredados más fácilmente que Nematoda [40] y por último, en el periodo larval el stress de la dispersión influye en la adaptación después del reclutamiento, como puede suceder dentro de las piscinas [58].

Para la densidad de Nematoda se encuentra diferencia en el periodo de presembría lo cual puede ser explicado por la bioturbación del camarón que favorece el desarrollo del meiobentos, o en este caso, la ausencia de camarón provoca una baja densidad de meiobentos [30]. A pesar de no encontrar diferencias significativas entre los periodos de producción y el de cosecha, en la gráfica se percibe una leve disminución en post cosecha lo cual puede ser explicado por lo encontrado por Romano y Caraballo [29], cuando el camarón alcanza entre 2 y 4 gramos, la densidad de la fauna bentónica disminuye; también esta disminución de densidad es encontrada entre la cuarta y quinta semana ( que es el tiempo aproximadamente en que se alcanza el peso de 2 y 4 gramos) [30] [25] [23] [31] [32]; mientras que Shishehchian y Yusoff [33], reportan descensos hacia el final de tiempo de cosecha. En post cosecha no se encuentra una recuperación de las densidades del bentos debido a la

falta de los animales cultivados como lo reportaron algunos autores [25] [32] [33].

En la densidad de Copepoda se detectaron diferencias significativas en la interacción de los dos factores: periodo de producción y estación de muestreo, pero se puede apreciar que el comportamiento de la estación D es marcadamente distinto al de las otras dos estaciones, esto se debe a que los encierros no permiten los procesos depredatorios del camarón sobre el bentos de esta área y por lo tanto la meiofauna no es depredada y puede aumentar en densidad [26] [35] [42]. Pero por otro lado en la estación D no se cumple la premisa de que la bioturbación del camarón en las piscinas de producción favorece el desarrollo del meiobentos, puesto que las densidades en la esta estación aparentemente parecen más altas [28] [42].

Con respecto a la densidad baja de Polychaeta se puede pensar que las condiciones en las piscinas no fueron buenas para su desarrollo, a pesar de que no se conoce con exactitud la temperatura óptima, se conoce que las condiciones ambientales y en particular la temperatura juega un papel crucial en el desarrollo, crecimiento y reproducción de los Polychaeta, afectando también la fecundidad, el tamaño de los huevos [43] [44], esto puede explicar porque se los encuentra en densidades más bajas considerando que la temperatura promedio de los invernaderos fue de  $32.5 \pm 0.8$  °C. Otro factor de relevancia en el ciclo de vida es la salinidad, Simonini y Prevedelli [45] no encontraron ningún problemas en el desarrollo a la salinidad estándar del océano (32 – 34 ups), pero la salinidad a la cual se llevó el estudio fue de  $36.4 \pm 1.4$  ups, salinidad superior a la reportada en el artículo citado.

Cuando hablamos de sucesiones ecológicas sabemos que el ecosistema fue alterado y que las comunidades van a sufrir continuas sucesiones hasta llegar a un punto de equilibrio, pero en este trabajo se puede ver el inicio de la sucesión, la cual se desarrolla lentamente en comparación a lo que reporta Krebs [50] que bajo condiciones naturales, las áreas que han sido “limpiadas” de organismos pueden ser recolonizadas rápidamente.

En el presente trabajo se asume que la colonización del bentos en las piscinas de camarón se debe a la entrada de agua con detritus de los canales de abastecimiento, estas esteras del detritus pueden abrigar varias taxas como Nematoda, Copepoda, larvas de crustáceos. Otra forma de colonización se debe al transporte del bentos por los pájaros, cangrejos [59], pero esta forma de colonización no se pudo observar por la presencia de invernaderos.

También se puede notar que la recuperación de hábitats marinos no sigue ningún patrón evidente; ya que larvas de especies marinas planctónicas de libre nado no necesariamente llegan uniformemente en espacio y tiempo según lo reportado por Wenner and Beatty [62].

Si partimos de que una alta concentración de materia orgánica puede reducir el contenido de oxígeno en el sedimento y también determinar la presencia de organismos bentónicos que se adapten a esas condiciones [55], podemos ver que esta pudo haber sido otra razón por la cual se encuentran bajas densidades de meiobentos, ya que el promedio de materia orgánica fue de  $5 \pm 0.4$  %, lo que se considera alto en piscinas camaroneras.

La fertilización en piscinas de camarón ha sido encontrada como un factor impulsador [19] [20] [21] [22] [23] en el desarrollo de comunidades meiobentónicas, pero en el presente estudio las piscinas no fueron fertilizadas, lo que puede influir en las bajas densidades encontradas.

## 5. Conclusiones

Después de analizar la información presentada en el presente trabajo se puede llegar a las siguientes conclusiones.

- 1) Las densidades de meiobentos fueron bajas y estuvieron representadas por Nematoda, Copepoda y Polychaeta.
- 2) La ausencia o bajo número de especies puede significar la falta de asentamiento larval.
- 3) Los organismos bentónicos mostraron alta heterogeneidad en densidad y diversidad, por lo que fue difícil encontrar un patrón claro de densidad en el tiempo de muestreo.
- 4) La densidad de meiobentos fue baja en encierro, en ausencia de un bioperturbador que este caso es el camarón.
- 5) El hábitat que se registra dentro de las piscinas no favorece el desarrollo de una comunidad bentónica diversa, solo especies oportunistas sobreviven.
- 6) Nematoda y Polychaeta son típicos de poblaciones oportunistas que comienzan el proceso de colonización en los primeros estadios de sucesión.
- 7) No se pudo detectar relación significativa entre el bentos y las variables ambientales consideradas.
- 8) Se encontró una leve tendencia de sucesión en los organismos bentónicos muestreados.

## 6. Recomendaciones

1) Se ha observado que el agua descargada de las piscinas tiene un alto nivel de nutrientes. Estas condiciones crean ecosistemas enriquecidos en entrada o salida de las piscinas. Por lo tanto, es necesario saber, en primer lugar, cuáles son las condiciones de arriba a las piscinas de estos organismos y posteriormente conocer cuáles de ellos permanecen siendo útiles a los ecosistemas del fondo de las piscinas de camarón. Para lograr este cometido es necesario realizar más experimentos o pruebas que

ayuden a tener mayor información sobre la ecología de las comunidades bentónicas en piscinas de camarón.

2) Se recomienda seguir estudiando al bentos que se desarrolla en las piscinas de cultivo de camarón por su importancia como alimento natural, varios autores han demostraron la actividad depredadora de los camarones penaeidos sobre la fauna bentónica, observando un considerable incremento en el peso del camarón cuando hubo un alto consumo de presas bentónicas.

3) En una fase posterior, se sugiere el estudio taxonómico de las especies de Nematoda, Copepoda y Polychaeta que se desarrollan en el sistema de cultivo de camarón.

4) La importancia del estudio taxonómico del bentos, se debe también a su utilidad como bioindicadores ambientales, ya que muestra una alta sensibilidad a los ambientes perturbados sea por enriquecimiento orgánico o contaminación de los sedimentos por sustancias tóxicas; por lo que es necesario identificar las especies predominantes según el tipo de ambiente, siendo Polychaeta uno de los más utilizados con este fin por su pobre desplazamiento y su capacidad oportunista.

#### 14. Referencias

- [1] P. M. J. V. D. K. J. A. H. C. HERMAN, «Ecology of Estuarine Macrobenthos,» *ADVANCES M WOLOOICAL RESEARCH*, vol. 29, pp. 195-240, 1999.
- [2] G. R. Bilyard, «The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies,» *Mar. Poll. Bull.*, vol. 18, n° 11, pp. 581-585, 1987.
- [3] K. H. Mann, *Ecology of coastal waters-a systems approach.*, Berkeley, USA: University of California Press, 1982.
- [4] T. J. Brown y J. R. Sibert, «Food of some benthic harpacticoid copepods,» *J. Fish. Res. Bd. Can.*, n° 34, pp. 1028-1031, 1977.
- [5] C. Heip, N. Smol y W. Hautekiet, «A rapid method of extracting meiobenthic nematodes and copepods from mud and detritus,» *Marine Biology.*, n° 28, p. 79 – 91., 1974.
- [6] R. M. Warwick y R. Prices, «Ecological and metabolic studies on free-living nematodes from a estuarine mudflat Esturar. Coast,» *Mar.Sci.*, n° 9, pp. 257-271, 1979.
- [7] L. A. Bouwman, K. Romeyn, D. R. Kremer y F. B. Van Es, «Occurrence and feeding biology of some nematode species in estuarine Aufwuchs communities,» *Cah. Biol. Mar.*, vol. 15, n° 1, pp. 287-303, 1984.
- [8] W. L. Nicholas, *The biology of free-living nematodes.*, Oxford University press., 1984.
- [9] C. Heip, V. M. y V. G., «The ecology of marine Nematodes Marine Biology Section, Zoology Institute, State University of Ghent, Ghent, Belgium Oceanogr.,» *Mar. Biol. Ann. Rev.*, n° 23, p. 399 – 489., 1985.
- [10] R. Warwick, H. Platt, R. Clarke, J. Agarrad y J. Gobin, «Análisis of macrobenthos and microbenthos community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda,» *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, vol. 138, pp. 119-120, 1990.
- [11] W. O. Gualteros, «Estudio de la comunidad de Nematoda meiobentónicos en 2 estanques de producción de camarón. Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas, Ecuador,» Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 2003.
- [12] A. D. McIntyre, «Ecology of marine meiobentos,» *Biology Review.*, n° 44, pp. 245-290., 1969.
- [13] B. Coull, «Estuarine meiofauna: A Review: Trophic relationship and microbial interactions,» *Microbe animal interactions.*, p. 499 – 512, 1973.
- [14] J. H. Tietjen, «Microbial-meiofaunal interrelationship: A review,» *Microbiology*, n° 1980, pp. 335-338, 1980.
- [15] S. Epstein y M. Shiaris, «Rates of microbenthic and meiobenthic bacteriovory in a temperature muddy tidal flat community,» *Applied Enviromental Microbiology.*, p. 2426 – 2431., 1992.
- [16] D. Kim, J. Choi y J. Je, «Community structure of meiobentos for pollution monitoring in mariculture farms in Tongyong Coastal Area (Southern Korea),» *J. Korean Fisheries Society.*, vol. 31, n° 2, pp. 217-225., 1998.
- [17] M. Vincx y C. Heip, «Meiofauna in marine and freshwater sediments,» de *Methods for the examination of organismal diversity in soils an sediments.*, G. Hay, Ed., 1996, pp. 187-190.
- [18] M. Steyaert, J. Vanaverbeke, A. Vanreusel, C. Barranguet, C. Lucas y M. Vincx, «The importance of fine-scales, vertical profiles in characterising nematode community structure,» *Est. Coast. Shelf. Sci.*, n° 58, pp. 353-366, 2003.
- [19] J. S. Rubright, J. L. Harrell, H. W. Holcomb y J. C. Parker, «Responses of planktonic and benthic communities to fertilizer and feed applications in shrimp mariculture ponds,» *J. World Mariculture Society.*, vol. 12, n° 1, pp. 281-299, 1981.
- [20] G. Allan, D. Moriarty y G. Maguire, «Effects of pond preparation and feeding rate on production of *Penaeus monodon* (Fabricius), water quality, bacteria and benthos in model farming ponds,» *Aquaculuture*, n° 130, pp. 329-349, 1995.

- [21] J. H. Tidwell, S. D. Coyle, C. D. Webster, J. D. Sedlaeck, P. A. Weston, Knight y S. J., «Effect of complete and supplemental diets and organic pond fertilization on production of *Macrobrachium rosenbergii*.» *J. Aquaculture*, n° 138, pp. 169-180, 1997.
- [22] U. Focken, A. Groth, R. M. Coloso y K. Becker, «Contribution of natural food and supplemental feed to the gut content of *Penaeus monodon*, Fabricius, in a semi-intensive pond system in the Philippines.» *Aquaculture*, vol. 164, n° 1-4, pp. 105-116., 1998.
- [23] L. Martínez-Córdova, N. Pasten-Miranda y R. Barraza-Guardado, «Effect of fertilization on growth, survival, food conversion ratio, and production of Pacific White Shrimp *Penaeus vannamei* in earthen ponds Sonora, México.» *Prog. Fish-Culturist*, vol. 60, n° 2, pp. 101-108., 1998.
- [24] L. A. Bouwman, K. Romeyn y W. Admiraal, «On the ecology of meiofauna in an organically polluted estuarine mudflat.» *Academic Press Inc.*, pp. 633-659, 1984.
- [25] R. Romano y P. Caraballo, «Dinámica de la macrofauna y meiofauna bentónica en estanques de.» *Rev. Acuicultura del Ecuador.*, vol. 16, n° 36-39, 1996.
- [26] D. J. W. Moriarty, H. L. Cook, R. Bin Asan y M. Thanabal, «Primary production and meiofauna in some penaeids prawn Aquaculture pond at Gelandas Patah.» *Malay Agric. J.*, n° 54, pp. 37-51, 1983.
- [27] P. y. C. d. Silva, 1998.
- [28] T. M. Tahey, G. C. A. Duineveld, P. DeWilde, E. M. Berghuis y A. Kok, «Sediment demand, density and biomass of the benthos and phytopigments along the north-western Adriatic coast: extent of P enrichment.» *Oceano. Acta.*, vol. 19, n° 2, pp. 117-130, 1996.
- [29] R. Romano y P. Caraballo, «Relación entre el crecimiento del camarón *Penaeus vannamei* (Boone,») *Boletín Científico INPA.*, n° 3, pp. 18-28, 1995.
- [30] L. D'Abramo y D. E. Conklin, «New developments in the understanding of the nutritios of penaeid and caridean species of shrimp.» de *Swimming through troubled water, special session on shrimp farming.*, C. I. Browdy y J. S. Hopking, Edits., Baton Rouge, LA, The world Aqua. Soc., 1996, pp. 95-107.
- [31] L. Martínez-Córdova, M. Equerra-Brauer, L. Bringas-Alvarado, E. Aguirre-Hinojosa y M. Garza-Aguirre, «Optimación de alimentos y prácticas de alimentación en el cultivo de camarón en el noroeste de México.» de *Avances en nutrición acuícola. VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 3-6 de Septiembre del 2002*, Cancún, Quintana Roo, México., 2002.
- [32] R. Soares, S. Peixoto, C. Bemvenuti, W. Wasielesky, F. D'Incao, N. Murcia y S. Suita, «Composition and abundance of invertebrate benthic fauna in Farfantepenaeus paulensis culture pens (Patos Lagoon estuary, Southern Brazil).» *J. Aquaculture*, n° 239, pp. 199-215, 2004.
- [33] F. Shishehchian y F. M. Yusoff, «Composition and abundance of macrobentos in intensive tropical marine shrimp culture ponds.» *J. World Aqua. Soc.*, vol. 30, n° 1, pp. 128-133, 1999.
- [34] P. C. DePaiva y J. R. CunhaDaSilva, «Macrobenthic invertebrates as food for a penaeid shrimp pond farm in Brazil.» *Rev. De Biología Tropical.*, n° 46, p. 2, 1998.
- [35] D. J. W. Moriarty, H. L. Cook, R. BiHassan y M. Thanabai, «The contribution of primary production and meifauna to food chains based on bacteria in penaeid prawns aquaculture ponds.» *Mallasya Coastal Aquaculture development.*, 2005. [En línea]. Available: [www.fao.org/docrep/field/003/R1060E06.htm](http://www.fao.org/docrep/field/003/R1060E06.htm).
- [36] D. Dauer, C. Maybury y R. Ewing, «Feeding behavior and general ecology of spionid polychaetes.» *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, n° 58, pp. 21-38., 1981.
- [37] A. J. P. Nunes y J. G. Parsons, «Effects of the Southern brown shrimp, *Penaeus subtilis*, predation and artificial feeding on the population dynamics of benthic polychaetes in tropical pond enclosures.» *Aquaculture*, n° 183, pp. 125-147, 2000.
- [38] P. Nilsson, K. Sundbäck y B. Jonssonb, «Effect of the brown shrimp *Cragnon cragnon* L. on endobenthic macrofauna, meiofauna y meiofaunal grazing rates.» *Neth. J. Sea Res.*, n° 1, pp. 95-106, 1993.
- [39] L. Martínez-Córdova y E. Peña-Messina, «Biotic communities and feeding habits of *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) and (*Litopenaeus Stylirostri*) (Stimpson 1974) in monoculture and polychaeta semi-intensive ponds.» *Aqua. Res.*, n° 36, pp. 1075-1084; 1365-2109., 2005.
- [40] K. S. C. B. C. Sherman, «The response of meiofauna to sediment disturbance.» *J. exp mar. Biol. Ecol.*, vol. 46, pp. 59-71, 1980.
- [41] W. Armonies, «Physical factors influencing active emergente of meiofauna from boreal intertidal sediment.» *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, n° 49, pp. 277-286, 1988.
- [42] A. W. Stoner, R. J. y Zimmerman., «Food pathways associated with Penaeid shrimp in a mangrove-fringed estuary.» *Fishery bulletin.*, vol. 86, n° 3, pp. 543-551, 1988.

- [43] N. I. L.-G. & V. F. Méndez, «Variability in reproductive mode and larval development within the *Capitella capitata* species complex,» *Invertebr. Reprod. Dev.*, vol. 38, pp. 131-142, 2000.
- [44] P. D. a. S. R., «Effects of salinity and two food regimes on survival, fecundity and sex ratio in two groups of *Dinophilus gyrociliatus* (Polychaeta: Dinophilidae),» *Marine Biology*, vol. 137, pp. 23-29, 2000.
- [45] S. R. a. P. D., «Effects of temperature on two Mediterranean populations of *Dinophilus gyrociliatus* (Polychaeta: Dinophilidae): I. Effects on life history and sex ratio,» *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 291, pp. 79-93, 2003.
- [46] D. Thistle, Natural physical disturbances and communities of marine soft bottom. *Marine Ecology Progress Series*.6, 223-228, 1981.
- [47] C. E. Boyd, Water Quality in ponds for aquaculture, Alabama: Alabama agriculture experimental station. Auburn University, 1990, p. 482.
- [48] J. R. Villalón, Practical manual for semi-intensive comercial production of marine shrimp., Texas, U.S.A. : Texas Sea Grant Program., 1991.
- [49] R. Margalef, «Homage of Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity.,» *Trans Connet. Acad. Arts Sci.*, n° 44, pp. 211-235., 1972.
- [50] C. J. Krebs, *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance.*, Third edition. ed., New York. U.S.A.: Harper y Row, Publisher, Inc., 1985, p. 800.
- [51] L. Lu, B. P. Goh y L. M. Chou, «Effect of coastal reclamation on riverine macrobenthic infauna (Sungei Punggol) in Singapore.,» *J. of Aquatic Ecosystem Stress and Recorevy.*, n° 9, pp. 127-135., 2002.
- [52] C. E. Boyd y C. S. Tucker, Water quality and pond soil analysis for aquaculture., Auburn, Alabama, USA.: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1992.
- [53] E. y. E. R. Olafsson, «Seasonal dynamics of sublittoral meiobenthos in relation to phytoplankton seimentation in the Baltic Sea.,» *Est. Coast. Shelf. Sci.*, n° 45, pp. 149-164, 1997.
- [54] J. Li y M. Vincx, «The temporal variation of intertidal Nematoda in the Westerschelde. I. The importace of an estuarine gradient.,» *Neth. J. Aq. Ecol.*, vol. 27, n° 2-4, pp. 319-326., 1993.
- [55] J. R. Pawlik, «Chemical ecology of the settlement of benthic marine invertebrates,» *Oceanogr. Mar. Biol. Annu.*, vol. 30, pp. 273-335, 1992.
- [56] D. M. Alongi y J. H. Tietjen, «Population growth and trophic interactions among free-living marine nematodes.,» de *Marine benthic dynamics.*, K. R. Tenore y B. Coull, Edits., University of South Carolina Press, 1980, pp. 151-165.
- [57] H. L. Sanders, «Benthic studies in Buzzard Bay. I. Animal sediment relationships.,» *Limnology and Oceanography.*, vol. 3, n° 3, pp. 245-258, 1958.
- [58] J. A. Pechenik, «On the advantages and disadvantages of larval stages in benthic marine invertebrates life cycle.,» *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, n° 177, pp. 269-297, 1999.
- [59] J. Ullberg, Dispersal in free-living marine, benthic nematodes: passive or active processes., Stockholm, Swedem.: Department of Zoology., 2004.
- [60] D. F. D. R. J. a. V. R. W. Boesch, «Effects of Tropical Storm Agnes on soft-bottom macrobenthic communities of the James and York estuaries and the lower Chesapeake Bay,» *Chesapeake Science*, vol. 17, pp. 246-259, 1976.
- [61] J. L. a. D. D. M. Simon, «A Quantitative Evaluation of Red-Tide Induced Mass Mortalities of Benthic Invertebrates in Tampa Bay, Florida.,» *Environmental Letters.*, vol. 3, pp. 229-234, 1972.
- [62] E. L. a. .. B. H. R. Wenner, «Macrobenthic communities from wetland impoundments and adjacent open marsh habitats in South Carolina,» *Estuaries and Coast*, vol. 11, pp. 29-44, 1988.