



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable

TESIS

Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual, en la isla de Cozumel.

Presenta

Wendy Candelaria Ojeda Sarabia

Director de Tesis
Dr. Luis Manuel Mejía Ortiz



Cozumel, Q. Roo, Febrero 2011.

Ø59972

UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable




Tesis elaborada bajo la supervisión del comité de Tesis del programa de Licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

LICENCIADO(A) EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES ESP.
COSTAS

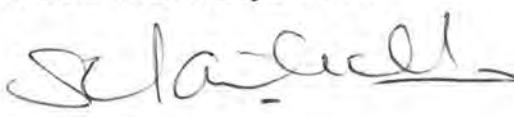
COMITÉ DE TESIS

Director:



Dr. Luis Manuel Mejía Ortiz

Asesor:



Dr. Marilú López Mejía

Asesor:

Dr. Enrique Lozano Álvarez

Cozumel, Quintana Roo, México, Febrero de 2011.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a **MI FAMILIA** que son las personas más importantes de mi vida, mi hermosa y sagrada madre, para mi papa, a Ariana y a Andrea que han sido el motor que me ha impulsado siempre a seguir luchando día a día, les dedico este esfuerzo con todo mi corazón porque son los que me han enseñado que siempre hay que escoger los retos más difíciles de la vida y al final es por lo que vale la pena vivir, LOS AMO son lo mejor que dios me ha podido prestar en este mundo.

**“CON TODO MI AMOR Y CARIÑO PARA MI MAMA, PAPA,
ARIANA Y ANDREA”**

AGRADECIMIENTOS

A dios por darme la vida y la dicha de concluir esta etapa, porque me dio a la familia indicada para apoyarme en esta aventura de estudiar una licenciatura, porque me diste una mama y un papa que valen mucho y un par de hermanitas que son mi tesoro, además de que me has enseñado que siempre estarás a mi lado en las buenas y en las malas.

A mis papas María y José GRACIAS por todo lo que me han dado y enseñado en mí paso por este mundo. Papa por el amor, por tus esfuerzos para salir adelante, por tu ejemplo, porque siempre has tratado de ser mejor papa, porque me has regañado pero también por los abrazos, los consejos y porque siempre estas pendiente de tu hija TE QUIERO papa. Mama por ser la mejor AMIGA, COMPLICE, ADMIRADORA pero sobre todas las cosas por ser la mejor madre del mundo, por tus desvelos a mi lado, por los consejos, las porras, por tus lagrimas, por tus oraciones en cada uno de mis exámenes que me ayudaron mucho, porque eres una mujer que lucha todos los días por que su hija sea mejor, por ser una mujer trabajadora y por todo el amor que me has dado madre de mi corazón TE QUIERO. Y quiero que sepan papas que les doy las GRACIAS por hacer de mi lo que soy ahora y darme la oportunidad de estudiar la licenciatura.

A mis hermanitas Ariana y Andrea por su apoyo incondicional para lograr terminar este trabajo, por estar conmigo en los momentos tristes y alegres, por los consejos y por ser las mejores hermanitas del mundo las QUIERO.

A mi abuelita Isidra porque siempre estaba pendiente de que yo no me fuera a la universidad sin haber almorzado.

A mis tías Diana y Elena por estar siempre presentes, apoyándome moralmente y por sus consejos.

A mi profesor el Dr. Luis Mejía Ortiz por el apoyo que me brindo a lo largo de la licenciatura, los consejos, por el tiempo que ha dedicado a la realización de este proyecto y por la disposición para concluir la tesis, por su paciencia y por su confianza, gracias Dr. Luís.

A la Dra. Marilú López por las correcciones y observaciones a este trabajo ya que fueron de mucha ayuda para concluirlo pero sobre todo le agradezco el tiempo que me ha brindado, por su amistad y sus palabras de aliento en los momentos difíciles maestra mil gracias.

Al Dr. Enrique Lozano por su disposición en la revisión de la tesis, por los comentarios y correcciones para mejorar el trabajo muchas gracias.

A mis amigos Rangel, Israel que compartieron momentos alegres y tristes a mi lado durante cinco años, gracias por su amistad.

A mis amigas miguelina y lucelly gracias por su ayuda incondicional, por estar conmigo en las buenas y en la malas, por los ratos agradables, por su apoyo para terminar este proyecto, por los consejos, por la sinceridad que siempre nos hemos tenido y principalmente por la amistad que nos tenemos, las quiero mucho.

A la división de desarrollo sustentable gracias por su apoyo en la impresión de las tesis ya que sin su valiosa ayuda no hubiera sido posible este logro.

A la fundación comunitaria por brindarme la oportunidad de titularme ya que sin su valiosa colaboración no lo hubiera logrado.

CONTENIDO

RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
ANTECEDENTES.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
OBJETIVOS.....	19
ÁREA DE ESTUDIO.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
RESULTADOS	24
DISCUSIÓN.....	36
CONCLUSIÓN.....	39
LITERATURA.....	40

RESUMEN

Los sustratos artificiales han sido considerados como una herramienta para ser utilizados como hábitats de organismos tales como peces, crustáceos, moluscos y poliquetos para mitigar el impacto debido a que se ha presentado una disminución tanto en la abundancia de las poblaciones como en la riqueza de especies a causa de diferentes factores como las condiciones fisicoquímicas del agua, efectos de cambio climático y la influencia directa del hombre, por ejemplo de los turistas que bucean.

Con el objetivo de identificar las diferencias de la dinámica poblacional de isópodos *Gnathia velosa* (Gnathiidae) que se incrustan a sustratos artificiales en un ciclo anual, se realizaron 12 muestreos desde noviembre del 2005 en tres sitios de la isla de Cozumel: zonas norte, este y oeste, el monitoreo mensual de la comunidad incrustante se llevó a cabo en cada una de las diferentes zonas de estudio en dos estructuras denominadas bloques o tabiques de construcción que al término de cada mes se retiraban y se colocaban dos nuevos. Los tabiques retirados se analizaron encontrando cinco grupos representativos de la fauna: decápodos, isópodos, anfípodos, tanaidáceos y cumáceos. El análisis de la dinámica poblacional de *G. velosa* muestra que en la zona norte los isópodos son más abundantes y grandes en época de nortes, en época de secas la abundancia disminuye y en temporada de lluvias la población se recupera, para la zona este y oeste la abundancia de isópodos es notablemente menor en comparación con la zona norte.

Palabras clave: Dinámica poblacional. *Gnathia velosa*. Sustratos artificiales. Isópodos. Fauna incrustante

INTRODUCCIÓN

Las formaciones de vegetación acuática y subacuática costera en la Isla de Cozumel, así como los principales elementos de su flora, tienen una clara afinidad con la región caribeña es por esto que la vegetación acuática de esta isla está constituida por asociaciones vegetales características del clima cálido-húmedo. Algunas de las asociaciones vegetales acuáticas en la isla de Cozumel son los pastos marinos que se extienden a lo largo de la costa de la isla, desde Punta Celarian al sur, hasta la Península de la Pasión en la zona norte. Sin embargo, también existen manglares. El mangle es una formación leñosa que tiene importancia como refugio y sustrato natural de otra flora y de una fauna diversa, además de brindar protección natural contra eventos climáticos, es por esto que son importantes hábitats de diversas especies de peces, crustáceos y moluscos que los utilizan para desove y protección o ramoneo por lo que son elementos que permiten tener mayor riqueza arrecifal (Lot y García, 2007). Las comunidades arrecifales que generalmente habitan a baja profundidad han presentado un decremento en su riqueza de especies, así como en su abundancia, debido a factores antropogénicos como: las condiciones fisicoquímicas del agua y al incremento de los turistas que bucean; así también al incremento de efectos climáticos como huracanes que los impactan, todo esto ha llevado a que los sustratos artificiales en las zonas arrecifales hayan sido ampliamente utilizados (Barker y Roberts, 2004); debido a que se ha comprobado que al aumentar las zonas de adhesión de los micro y macroinvertebrados arrecifales existe una mayor riqueza específica en estos sistemas (Bohnsack *et al.*, 1997; Hughes y Connell, 1999); por lo tanto se consideran una herramienta de gestión adecuada para mejorar el hábitat marino (Sempere y Esplá, 2003). Los organismos que se pueden encontrar en los sustratos artificiales marinos son: crustáceos, peces, moluscos, equinodermos, poliquetos y gasterópodos. Los crustáceos constituyen uno de los grupos más conocidos de invertebrados, tienen una gran diversidad de formas y tamaños, además que utilizan diversos hábitats. Estos organismos se encuentran en todas las profundidades, tanto en el medio marino, como en el salobre o el dulceacuícola. Algunos crustáceos que se pueden encontrar en los sustratos artificiales son los ostrácodos, copépodos, anfípodos, tanaidáceos, decápodos, misidáceos, cumáceos, estomatópodos e isópodos (Brusca y Brusca, 2005).

Los isópodos son organismos muy diversos en especies, son crustáceos pertenecientes al Superorden Peracarida (isópodos, anfípodos y tanaidáceos). Los isópodos habitan casi todos los ambientes. El orden Isopoda incluye aproximadamente 10,000 especies descritas en 10 subordenes. Estos animales varían en su longitud Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

desde 0.5 mm hasta 500 mm (Brusca, 1997). Entre otras características que permiten diferenciar a los isópodos está la de presentar el cuerpo deprimido o aplanado dorso ventralmente, ocasionalmente subcilíndrico y raramente comprimido lateralmente. Además presentan los dos pares de antenas unirrameas y un par de ojos sésiles. Las partes de la boca consisten de un par de mandíbulas, dos pares de maxílulas y un par de maxilípedos; el último apéndice del primer segmento torácico fusionado con el cefalón. Los apéndices bucales presentan la mandíbula con un palpo consistente de uno a tres segmentos, procesos incisivos, molar (variable) y lacinia mobilis, a menudo diferenciándose la del lado izquierdo de la del lado derecho.

Los pereiópodos con diferente tipo de desarrollo; pereiópodos 1-3 modificado en estructuras en forma de subquela o prensil; pereiópodos 4-7 ocasionalmente modificado, natatoria o prensil y el séptimo pereiópodo ocasionalmente no desarrollado. Marsupio formado por varios oostegites adheridos ventralmente. El pleón está formado de seis pleonitos, libres o variadamente fusionados, más el telson; uno o más pleonitos fusionados con el telson, forman una estructura llamada pleotelson (Campos, 2003).

Clasificación taxonómica tomada de Kensley y Schotte, 1989.

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Clase: Malacostraca

Subclase: Eumalacostraca

Superorden: Peracarida

Orden: Gnathiidea

Familia: Gnathiidae

Género y especie: *Gnathia velosa* Müller, 1988

El orden Gnathiidea presenta seis segmentos torácicos libres; el primer par de pereiópodos modificado, formado un segundo par de maxilípedos amplios y operculiformes, que cubren todos los apéndices bucales, conocidos como pilópodos. Los pereiópodos 2-6 ambulatorios; séptimo somite reducido, faltándole los pereiópodos. Segmentos abdominales separados, más estrechos que los torácicos (Campos, 2003).

La familia Gnathiidae tiene las siguientes características: La forma del organismo sin pérdida o modificación total de los apéndices en un lado del cuerpo, en la vista dorsal sin articulaciones pedunculadas, de la primera o segunda antena continua con el margen coxal. La cabeza no es capaz de girar en forma lateral (fusionada al primer

Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

pereonito). La primera antena se inserta en la parte anterior de la cabeza y dorsalmente la segunda antena; es muy pequeña o bien desarrollada; no son continuas: tiene dos articulaciones reducidas y la segunda articulación expandida y aplanada. La segunda antena está bien desarrollada. La proyección de la mandíbula anterior se encuentra junto a las pinzas en los machos, en las hembras sin proyección anterior y junto a las pinzas; palpos ausentes. Coxa ventralmente amplia y lateral a la proyección de la coxa-basal de la articulación de los pereiópodos. 5 pares de pereiópodos aparentemente evidentes, primer pereiópodo modificado como pilópodo, séptimo pereiópodo ausente; 1-3 o 1-7 no prensil y dáctilos modificados o ausentes. Pleonito y pleotelson ordenados de la siguiente manera: pleonito 1-5 fusionado pero con sutura lateral conspicua, pleotelson fusionado a pleonito 1-5. Pleonito 2-5 fusionado pero con suturas parciales (usualmente lateral) pleotelson total o parcialmente fusionado con pleonito 2-5; pleonito 3-5 fusionado sin suturas laterales, pleotelson fusionado con pleonito 3-5, pleonito 1 y 2 libre pero quizá un pequeño círculo o una franja cuticular ventralmente visible. Quinto pleonito subigual o más corto que cualquiera de los pleonitos 1-4. Cinco pares de pleópodos presentes. El segundo pleópodo en los machos no está constituido por un endópodo amplio pedunculado, pero sí por un pequeño exopodito muscular. Urópodos próximos al pleotelson; distintos de los pleópodos, no forman opérculo pleopodal (aunque puede estar plegado ventralmente por debajo del pleotelson). No forman un pedúnculo alargado, unrami reducido o ausente. Endópodo (recurvado), exópodo no plegado dorsalmente sobre el pleotelson (Fig. 1; Keable *et al.*, 2002).

Los machos de *Gnathia velosa* miden aproximadamente 1.5 mm, tienen un margen anterior del cefalón con tres tubérculos, los tubérculos medianos escasamente cortos y más angostos que el par submediano; integumento dorsal del cefalón y en la parte anterior tres pereónitos granulares. El quinto pereónito aproximadamente es 2.5 veces más amplio que la media dorsal en longitud. Lóbulo lateral de la mandíbula con muesca (Kensley-Schotte, 1989). El cuerpo de las larvas se divide en tres partes: el cefalosoma (incluye las antenas y el aparato bucal), el pereón con cinco pares de pereiópodos, el pleón con cinco pares de pleópodos, y el telson con un par de urópodos. Ojos compuestos bien desarrollados de forma oval, situados en los márgenes laterales de cefalosoma. La parte ventral es como un canal con una ranura en la región central, que abarca tanto las mandíbulas dorsal y lateralmente (Diniz *et al.*, 2008).

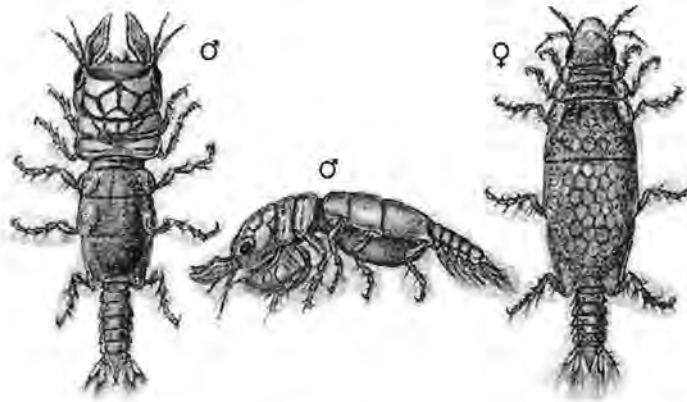


Figura 1. Características morfológicas de los isópodos de la familia Gnathiidae; vista lateral y dorsal del macho y vista dorsal de la hembra. (Tomado de Keable et al., 2002).

Las poblaciones se definen en espacio y tiempo, estos dos elementos son la clave para estudiarlas, por lo que la dimensión espacial está incorporada en los estudios poblacionales a través del análisis de la distribución de los organismos; y la dimensión temporal por el análisis de las dinámicas anuales. Las características de una población son el efecto resultante de la interacción entre elementos intrínsecos (propios de los organismos) y extrínsecos (del medio en el cual habitan). En general, las características estructurales son: abundancia, densidad, distribución, talla, proporción de edades y sexos (Morlans, 2004). Es por esto que los estudios poblacionales nos permiten conocer cómo va cambiando la población en relación al tiempo y espacio. Por lo que el objetivo de este trabajo es aportar información sobre la dinámica poblacional de *Gnathia velosa* durante un ciclo anual en un ambiente insular.

ANTECEDENTES

Existen trabajos sobre colonización de sustratos artificiales dirigidos a evaluar recursos de importancia económica, así como estudios sobre colonización de arrecifes artificiales con el objetivo de generar información sobre los patrones y procesos de dicha colonización. El reclutamiento de juveniles de langosta *Panulirus argus* con refugios artificiales en el Caribe colombiano, fue evaluado con el objetivo de valorar a los refugios tipo casita como mecanismo de monitoreo del reclutamiento de juveniles. Con una frecuencia de muestreo mensual, se capturó un total de 293 juveniles. El índice de abundancia de los juveniles fue muy variable con respecto al tiempo y a la ubicación de los refugios; se demostró que las capturas de los juveniles en refugios artificiales, constituyen un mecanismo confiable para estimar la llegada y la abundancia de la fase juvenil en el medio natural. Finalmente, se concluyó que el tamaño de los juveniles que ocupan los refugios está determinado por la ubicación de las casitas con respecto a la costa (Arango *et al.*, 2001).

En Florida y Cuba el cangrejo moro *Menippe mercenaria* se encuentra sometido a fuertes presiones de pesca; sin embargo en el Caribe mexicano se considera como un recurso subexplotado. Por lo que en un estudio se emplearon hábitats artificiales, considerando tres temporadas de muestreo y cuatro sectores con el propósito de conocer la abundancia relativa, estructura de tallas, relación entre la longitud de quela-ancho del caparazón y aspectos poblacionales de estos organismos en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México (Cervantes y Ramírez, 2001).

En el estado de Campeche se realizó un experimento con estructuras arrecifales en forma circular o de óvalos con el objetivo de conocer qué organismos colonizan estas estructuras, las cuales tenían 40 centímetros de alto por 60 cm² de diámetro. El muestreo se llevó a cabo en dos épocas diferentes, se colocó una estructura en el mes de abril del 2005, siendo removida y reemplazada por otra en el mes de octubre y esta última fue retirada en el mes de abril del 2006. De ambas estructuras se les extrajeron los organismos que se encontraban en la superficie interna y externa se contabilizaron. Los resultados muestran diferencias entre los organismos que colonizaron las estructuras, siendo los más dominantes para ambas épocas los poliquetos y los balanos. Se observó una diferencia entre la cobertura de macroalgas entre ambas épocas así como de esponjas sobre la superficie. Estos estudios sirven para evaluar el impacto social, económico y ambiental a través de evaluaciones del potencial de colonización de las estructuras diseñadas para arrecifes artificiales de Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

bajo impacto construidos con materiales no dañinos; impulsando el establecimiento de estrategias efectivas que promuevan la recuperación de ecosistemas costeros perturbados por actividades humanas (Moreno *et al.*, 2007).

Con el propósito de describir las mejores condiciones de manipulación de arrecifes artificiales para un efectivo reclutamiento de juveniles, fueron sumergidos 64 refugios artificiales Lo –Pro Reef Ball™ en la área marina de la Reserva Estatal “El Palmar”, Yucatán, México. Estos fueron ubicados en profundidades de 2, 4, 6, y 8 metros, en un área total aproximadamente 33.5 Km². Se efectuaron monitoreos mensuales de la fauna íctica a través de inmersiones submarinas, utilizando la técnica de censo visual “Point-Count”. Se contabilizó un total de 46 especies, pertenecientes a 22 familias. Las principales especies que presentaron mayor abundancia, pertenecieron a las familias Lutjanidae, Haemulidae y Ephippidae. Se observó un patrón de distribución relacionado con la profundidad y el tipo de cobertura de fondo con diferenciación de dos principales grupos de especies. Las estaciones más profundas presentaron una mayor diversidad de especies. Con respecto a los recursos pesqueros, se determinó que los peces de importancia comercial en el estado de Yucatán representaron el 65% de la abundancia total observada en los refugios artificiales (Ferreira *et al.*, 2002).

Sin embargo, así como se ha documentado ampliamente el uso de refugios artificiales para macroorganismos es importante mencionar que existe muy poca información referente al reclutamiento de los organismos más pequeños. Por lo que se puede estudiar a estos isópodos utilizando los sustratos artificiales como un medio de colecta no perturbador que coadyuvará a tener datos más precisos sobre su dinámica poblacional, pues existen métodos más agresivos al sistema como el descrito por Thompson y Sánchez (2007) en donde se utilizaron tamices y se extrajeron grandes cantidades de pastos marinos. Además de que permitirá evaluar su papel en la colonización de sustratos artificiales que también son utilizados por esponjas, cnidarios u otros organismos marinos arrecifales.

Por otro lado, Thompson y Sánchez (2007) estudiaron la dinámica de la población y la estructura de los isópodos cirolanidos de la especie *Excirolana armata* en tres playas con diferentes tipos de influencias antropogénicas en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Hubo una marcada fluctuación en el crecimiento de esta especie, con tasas más bajas a finales de otoño y el invierno. La playa más expuesta a la erosión antropogénica registró valores más estables de abundancia y biomasa, la más alta tasa de mortalidad y una vida útil corta para estos isópodos, con valores más bajos

Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

durante el período de otoño-invierno y los valores máximos en verano. Las hembras predominaron en las poblaciones debido a la corta duración de la temporada reproductiva. En cada período de muestreo en la playa se establecieron tres transectos perpendiculares a la costa y separados 6 m entre sí. Las muestras fueron tomadas utilizando un cilindro de plástico (27 cm de diámetro y 40 cm de profundidad). Los organismos se tamizaron a través de una malla de 0,8 mm y después fueron fijados en formalina al 5% y conservados en alcohol al 70%. Los isópodos se midieron ± 0.1 mm desde la punta de la cabeza hasta el final del telson. Las poblaciones mostraron índices de crecimiento similares, pero difieren en sus valores de abundancia y biomasa, probablemente como respuesta a variaciones en la morfodinámica de las playas y las interacciones biológicas.

Asimismo, entre otros estudios cercanos al tema, se ha investigado la estacionalidad y las distribuciones de talla de isópodos (*Anthuridae* spp., *Gnathia* sp., *Anthura gracilis*, entre otros) intermareales en comunidades dominadas por macroalgas (*Fucus vesiculosus*, *Gelidium latifolium* y *Cystoseira baccata*) en dos localidades semiexpuestas de la costa norte de España. Todas las especies recolectadas mostraron un claro ciclo estacional de abundancia. Las variaciones de densidad en las tres especies dominantes (*Dynamene bidentata*, *D. magnitorata* y *C. truncata*) estaban relacionadas con su biología reproductora. Las macroalgas constituyen un hábitat para los isópodos juveniles, ya que los adultos fueron siempre recogidos en muy bajas densidades mientras que nunca fueron recolectadas hembras en estado ovado. La desaparición de los isópodos de estos ambientes ocurrió por la mortalidad y la migración de animales sexualmente maduros hacia el hábitat reproductor. *Dynamene bidentata* presenta una época reproductora prolongada, caracterizada por una liberación de juveniles continua. La distribución de tallas en esta especie era distinta para grupos de individuos recolectados en las diferentes comunidades de macroalgas. El grueso del reclutamiento en el alga *Gelidium latifolium* estaba formado por individuos recién liberados del marsupio materno. En cambio para las algas del género *Fucus*, por el contrario, el reclutamiento se realizaba fundamentalmente con individuos en el tercer estadio de desarrollo. Un reclutamiento tardío en *Fucus* se interpreta como una adaptación que evitaría a los juveniles las duras condiciones ambientales en este nivel de marea. A diferencia de *D. bidentata*, el reclutamiento en *D. magnitorata* y *C. truncata*, estaba restringido a dos meses y siempre tenía lugar con ejemplares recién liberados. Las diferencias en la sincronización en el reclutamiento entre las tres especies dominantes, podrían ser debidas a su posición dentro de su distribución geográfica (Arrontes y Anadón, 1990).

Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

Ferreira *et al.* (2004) reportan que una de las principales especies de las llanuras intermareales fue *Cyathura carinata* la cual resultó ser más abundante en una zona eutrófica, donde generalmente se producen macroalgas por temporadas. Su densidad disminuyó hacia las zonas menos profundas. En el estuario de Mondego Portugal, se estimó que *C. carinata* tenía 2 años de vida y mostraba un crecimiento continuo (con tasas más bajas durante el invierno), además de mostrar evidencia de hermafroditismo y presentar un alto crecimiento de la población. *C. carinata* tiene influencia de otras poblaciones del sur de Europa y esta especie se beneficia temporalmente de la presencia de macroalgas, debido al aumento de los recursos energéticos y una protección más eficaz contra los depredadores.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran utilidad que pueden tener los sustratos artificiales en todos aquellos sistemas arrecifales con altos impactos humanos y a que, en general, lo que se conoce sobre los organismos reclutados en estos sistemas se basa en aquellos organismos macroscópicos principalmente del necton y macrocrustáceos; es que en este trabajo se propone la utilización de refugios artificiales para generar conocimiento sobre la población de *Gnathia velosa*, pues los cambios adversos del ambiente en las zonas costeras del Caribe como son erosiones, perturbaciones en los parches de algas marinas causadas de manera natural (huracanes, nortes) o bien de origen antropogénico (extracción de bancos de arena), nos permite abordar dos problemáticas inmediatas: la primera relacionada con la importancia de usar sustratos artificiales en áreas de alto impacto y la segunda, el conocer la dinámica poblacional en aquellos sustratos que esperamos se colonicen en breve tiempo para incrementar la posibilidad de conservación de estas poblaciones.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué diferencias existen en la proporción de sexos y en la estructura de tallas en la población de los isópodos incrustantes *Gnathia velosa* (Gnathiidae) en sustratos artificiales entre tres zonas costeras de la isla de Cozumel, Quintana Roo, durante un ciclo anual?

OBJETIVO GENERAL

Comparar la dinámica de las poblaciones de isópodos *Gnathia velosa* (Gnathiidae) que se incrustaron en sustratos artificiales en las tres zonas costeras (norte, este y oeste) de la isla de Cozumel, en un ciclo anual a partir de noviembre de 2005.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la estructura poblacional de *Gnathia velosa* (Gnathiidae) con base en la proporción de sexos, estructura de tallas y comparar la abundancia de los organismos en las tres áreas de la isla.
- Realizar un análisis de frecuencias de longitud, para separar los posibles componentes modales o grupos de edad en las muestras de las diferentes áreas.

ÁREA DE ESTUDIO

La isla de Cozumel Quintana Roo, México, se encuentra ubicada geográficamente en el mar Caribe entre las coordenadas 20°35'22" y 20° 16' 11" latitud norte y 86°43' 46" y 86° 59' 26" longitud oeste, en la costa oriental de la península de Yucatán. Se reconocen tres periodos climáticos para la isla de Cozumel en relación con la precipitación, frecuencia de vientos y temperatura: 1) secas, de febrero a mayo; 2) lluvias, de junio a septiembre; y 3) nortes, con lluvias ocasionales de octubre a enero-febrero (Díaz y Aguirre, 1993). El oleaje es débil en la parte occidental de la isla, mientras que en la parte oriental es más intenso, debido a los vientos dominantes que provienen del sureste. La temperatura media anual es de 27.5°C (Millet *et al.*, 2007).

Los sitios seleccionados presentan una profundidad promedio de 1.5 metros, la zona norte de la isla (86°53' N y 20°33' O), tiene amplias áreas de pastos marinos de *Thalasia testudinum*. La zona este "Chen- Río" (86°52' N y 20° 23' O), tiene un sustrato más rocoso con pequeños parches de algas marinas y con una mayor influencia del oleaje. La zona oeste (86° 56' N y 20° 32' O), tiene una sustrato arenoso sin aparentes formaciones vegetales, con una influencia menor del oleaje que sólo se incrementa ocasionalmente por el paso de las embarcaciones.

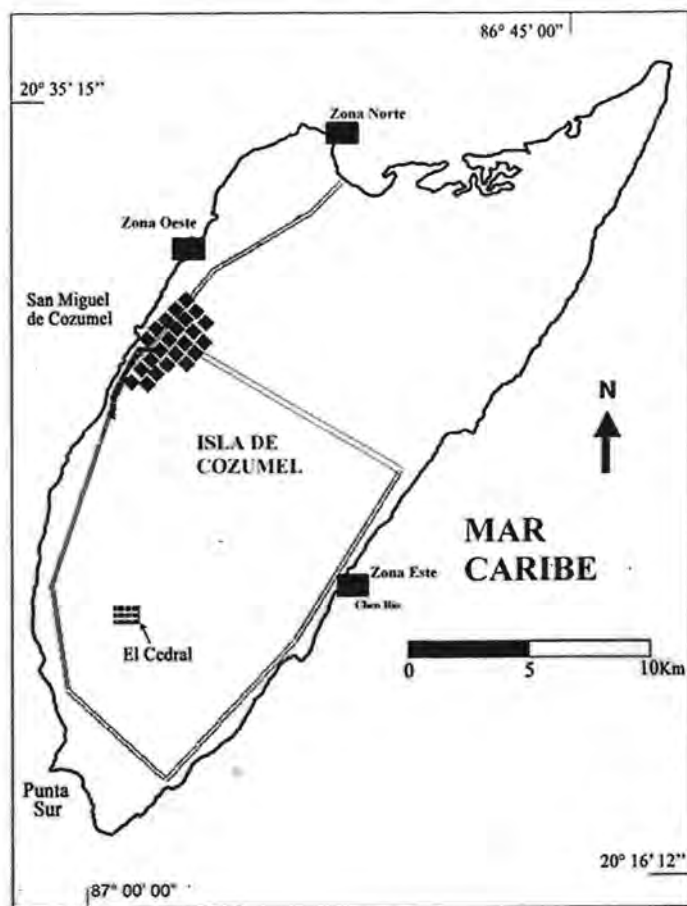


Figura 2. Localización de la isla de Cozumel y las áreas de muestreo (zona norte, este "Chen-Río" y oeste).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ubicaron tres sitios en las costas de la isla de Cozumel, que estuvieran principalmente en las siguientes zonas: la zona norte, zona este "Chen- Río" y la zona oeste, la selección se hizo buscando diferentes características como tipo de sustrato, influencia del oleaje y vegetación acuática. La estrategia de colecta de los isópodos fue colocando mensualmente dos bloques de concreto de una medida aproximada de 40x15x20 cm, cada bloque presenta tres orificios de 10x10x20 cm cada uno que propician la fijación de organismos tanto macro como micro invertebrados (Fig.3). Al término de cada mes, se retiraron los tabiques y se colocaron dos nuevos; esto se realizó durante un ciclo anual 2005-2006.



Figura 3. Sustrato artificial utilizado para este muestreo.

Cada mes los tabiques retirados fueron colocados en cubetas con formol al 10%, pulverizados individualmente y todo el material fue lavado con el objetivo de extraer a los micro invertebrados que son aquellos organismos de aproximadamente 1 mm o menos. Todo el material se filtró a través de una malla con un tamaño de poro de 1 mm y todos los organismos extraídos se colocaron en un frasco con alcohol al 70% para conservarlos, este procedimiento se realizó con todos los tabiques del ciclo anual. Posteriormente, los organismos fueron separados según sus características morfológicas en diferentes grupos colocándolos en frascos con alcohol al 70% para su preservación e identificación. Esto se logró utilizando un microscopio estereoscópico marca Olympus, modelo SZ51 con ayuda de las claves taxonómicas de Kensley y Schotte (1989). Todos los isópodos pertenecientes a *Gnathia velosa* fueron medidos

Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

con ayuda de un microscopio Olympus obteniendo su talla total (de la cabeza al telson) ± 0.1 mm y su ancho máximo ± 0.1 mm (generalmente en el área del pereión). Los datos morfométricos fueron capturados en una hoja de cálculo de Excel 2002. En un principio se realizó un análisis exploratorio de los datos para cada fase de vida, fecha de muestreo y lugar. Para analizar la distribución de tallas se realizaron histogramas de frecuencia con un intervalo de clase de 0.5 mm. Para comparar las longitudes totales de las fases de vida en los diferentes muestreos en cada sitio, se efectuó un análisis de varianza de una vía, en los casos en que no se cumplió con los supuestos de normalidad, se realizaba una transformación logarítmica, si aun así los datos no cumplieron con una distribución normal se aplicó un análisis no paramétrico de varianza por rangos (Kruskal-Wallis; Statgraphics Ver. 5.2).

Para analizar si existen diferencias en las distribuciones de tallas de los isópodos en las diferentes fechas de muestreo y sitios se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes $n > 40$ (Sokal y Rohlf, 1995). Se utilizó una prueba de Mann-Whitney para saber si existen diferencias de la talla promedio entre machos y hembras de cada zona de la isla de Cozumel. Para analizar la relación morfométrica entre el largo total y el ancho total se construyeron diagramas de dispersión, y de acuerdo a la tendencia de los datos se ajustaron a un modelo lineal por mínimos cuadrados, la significancia del coeficiente de correlación fue probada con una prueba de t (Sokal y Rohlf, 1995).

Por otro lado, para determinar los grupos de edad presentes en cada muestra y sitio se realizó un análisis de distribución de frecuencias. Dicho análisis se llevó a cabo en el programa Fisat, (Fao-ICLARM Stock Assessment Tools), utilizando el método de Bhattacharya (1967) de diferencias logarítmicas, dicho método asume que las tallas de los isópodos presentan una distribución normal, maximizando los resultados por máxima verosimilitud. Finalmente para determinar los cambios en la abundancia de los organismos se determinó la abundancia relativa mensual organismo/bloque, además de la abundancia total de los individuos a lo largo del ciclo anual.

RESULTADOS

En un análisis previo se compararon los valores de abundancia de *G. velosa*, tallas totales y tallas del caparazón, entre los dos bloques utilizados en cada muestreo en las diferentes zonas. De acuerdo con las pruebas de "t" realizadas, no se encontraron diferencias significativas entre ellos, por lo que se determinó realizar los análisis subsecuentes sumando los datos que nos proporcionaron los tabiques de cada mes por zona.

- Abundancia general por zona

En un primer análisis de abundancia se registró que en la zona norte el mayor número de isópodos ocurrió en los meses de enero del 2006 y en enero del 2007, el menor número de individuos se observó en mayo y julio del 2006 (Fig. 4A); en la zona este (Chen-río) se encontró una mayor abundancia en los meses de julio y noviembre y el menor número de isópodos en marzo del 2006 (Fig. 4B); finalmente, la zona oeste mostró que la mayor abundancia de isópodos fue en noviembre de 2006. Sin embargo, enero y marzo del 2006 fueron los meses con una menor abundancia de individuos, independientemente de aquellos en donde el valor fue cero (Fig.4C).

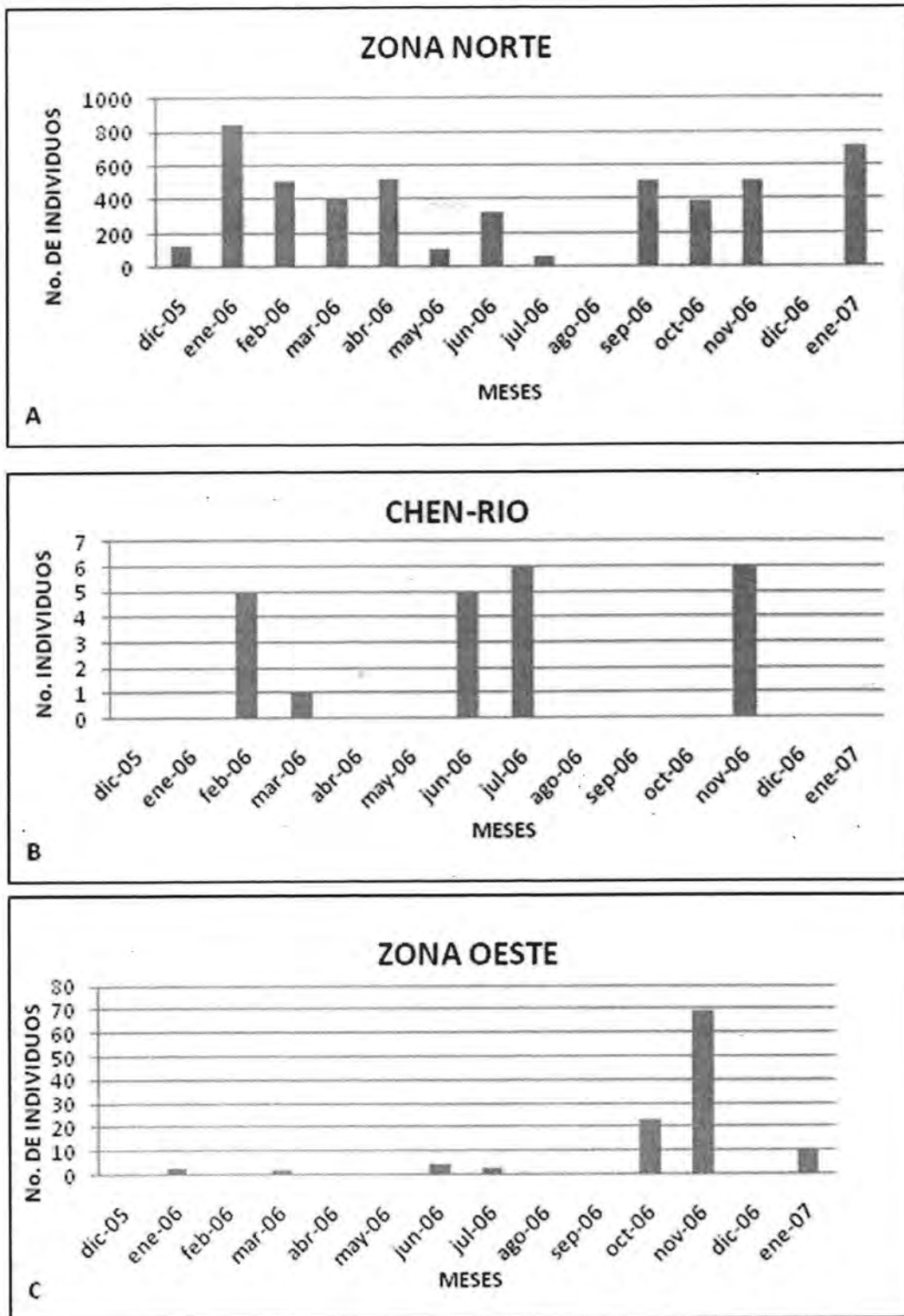


Fig. 4. Número de individuos por zona a lo largo del muestro. A, zona norte; B, Chen Río; C, zona oeste.

- Abundancia de machos, hembras y larvas por zona

En la zona norte se observó la mayor abundancia de machos en los meses de abril del 2006 y enero del 2007; en el caso de la hembras se pudo apreciar un incremento en enero del 2006 y para las larvas en los meses de enero y febrero del 2006; el menor número de isópodos machos se observó en julio, para las hembras en abril y junio y para el caso de las larvas, en mayo y junio del 2006 (Fig.5A). La zona este (Chen-río) se observó un mayor número de machos en junio, julio y noviembre y una disminución en marzo del 2006; por último, en el caso de las larvas, se registró un aumento en diciembre del 2005 y un menor número de isópodos en noviembre 2006 (Fig.5B). Por su parte, en la zona oeste podemos ver la predominancia de los machos en octubre 2006 y una menor abundancia en julio del 2006; en cuanto a las larvas, se observa en esta zona un incremento en noviembre, disminuyendo en el mes de marzo del 2006 (Fig.5C).

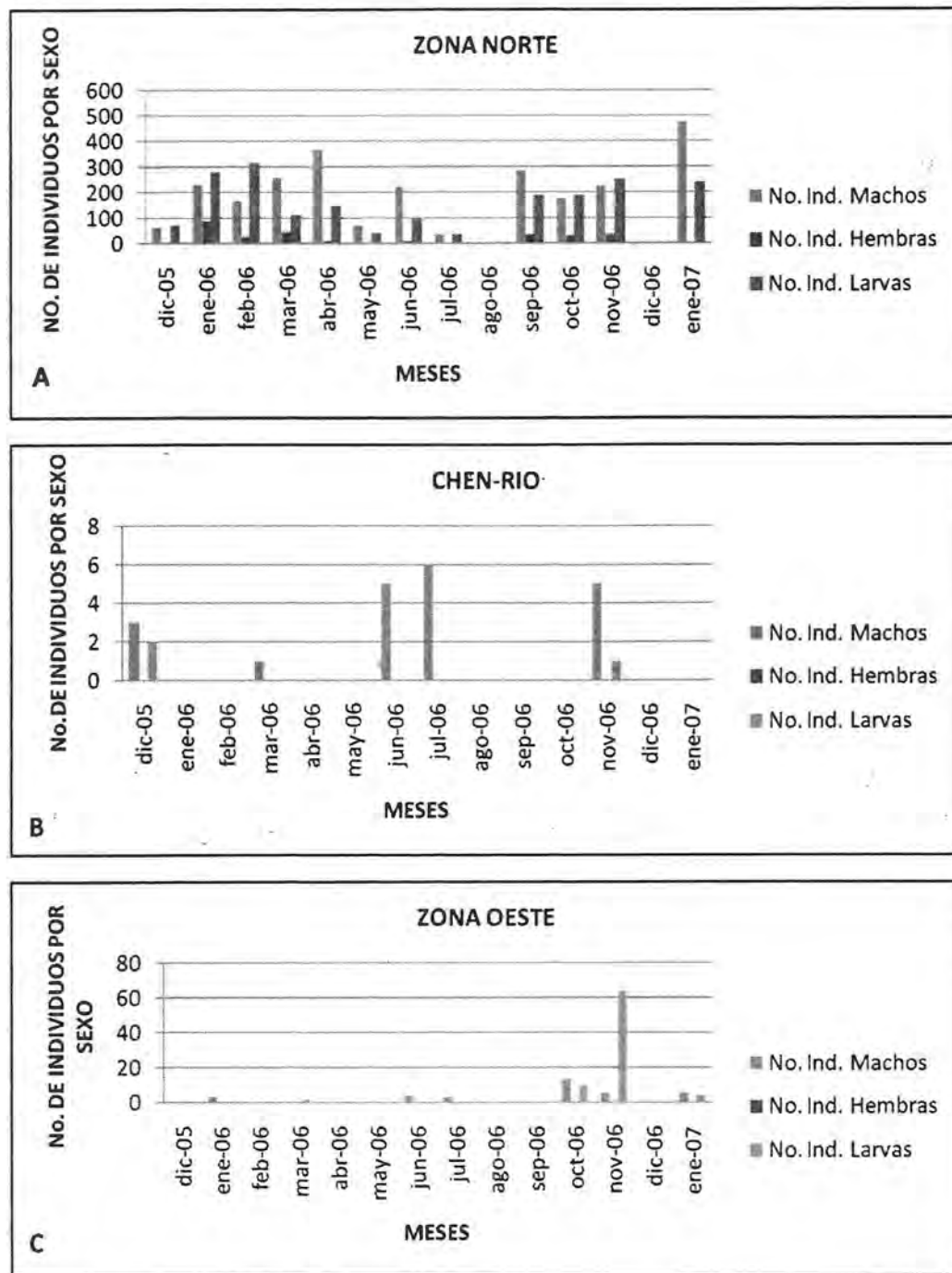


Fig. 5. Número de individuos por sexo a lo largo del ciclo anual de muestreo en las tres zonas de estudios; A, zona norte; B, Chen río; C, zona oeste.

En el análisis de la proporción de machos/hembras los datos muestran que por cada hembra hay más de dos machos. Sin embargo, en mayo del 2006 y enero del 2007 sólo se tienen datos de machos (tabla 1).

Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

Tabla 1. Proporción de machos/hembras por mes en la zona norte.

Mes	No. Ind. Machos	No. Ind. Hembras	Machos/Hembras
dic-05	60	1	60
ene-06	231	88	2.6
feb-06	168	27	6.2
mar-06	256	44	5.8
abr-06	368	8	46
may-06	70	0	0
jun-06	223	8	27.8
jul-06	34	4	8.5
ago-06	0	0	0
sep-06	287	35	8.2
oct-06	174	31	5.6
nov-06	224	35	6.4
ene-07	478	0	0

- Análisis de frecuencias de la talla total por sexo y sólo la zona norte

La temporada de nortes ocurre en la región principalmente de diciembre-marzo en la cual la población de machos de *Gnathia velosa* mostró una gama de tallas de 2.3 a 4.3, 2.1 a 4.1, 2.2 a 4.2, 2.3 a 4.3 milímetros para diciembre, enero, febrero y marzo, respectivamente. Se puede observar que en diciembre la frecuencia más alta es de 19 individuos (ind.) y la talla es de 3.4 a 3.7 mm (Fig.6A); para el mes de enero la mayor frecuencia es de 58 individuos con tallas de 3.2 a 3.4 mm (Fig. 6B). En febrero las tallas más abundantes van de 3.5 a 3.8 mm con una frecuencia de 42 individuos (Fig. 6D); para el mes de marzo la frecuencia más alta es de 59 individuos (Fig. 6E) y las tallas en estas frecuencias van de 3.2 a 3.5 y de 3.7 a 4 mm, para el siguiente año (enero del 2007) la frecuencia más alta fue de 125 individuos con tallas de 2.9 a 3.1 mm (Fig. 6C).

En el periodo de secas de (abril-julio del 2006) se encontró una gama de tallas que van de 2.2 a 4.4, 2.2 a 4, 2.3 a 4.2, 2.2 a 4 mm para abril, mayo, junio y julio, respectivamente. En el mes de abril la frecuencia más alta fue de 110 individuos con las tallas de 3.1 a 3.4 mm (Fig.6F), en mayo la frecuencia más alta fue de 17 individuos con tallas de 2.9 a 3.1 mm (Fig.6G), en junio la frecuencia más alta fue de 60 individuos con tallas de 3.2 a 3.4 mm (Fig.6H) y en julio la frecuencia mayor fue de 12 individuos con tallas 3 a 3.2 mm (Fig.6I).

La temporada de lluvias en la región ocurre de septiembre-noviembre con una gama de talla de 2.1 a 4.1, 2.1 a 3.6 y 1.8 a 3.8 mm para septiembre, octubre y noviembre, respectivamente. Para el mes de septiembre la frecuencia fue de 78 individuos con Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

tallas de 2.9 a 3.1 mm (Fig.6J); en el mes de octubre la frecuencia más alta fue de 50 individuos con tallas de 3.1 a 3.3 mm (Fig.6K) y en noviembre las tallas fueron de 2.9 a 3.1 mm con una frecuencia de 68 individuos (Fig.6L).

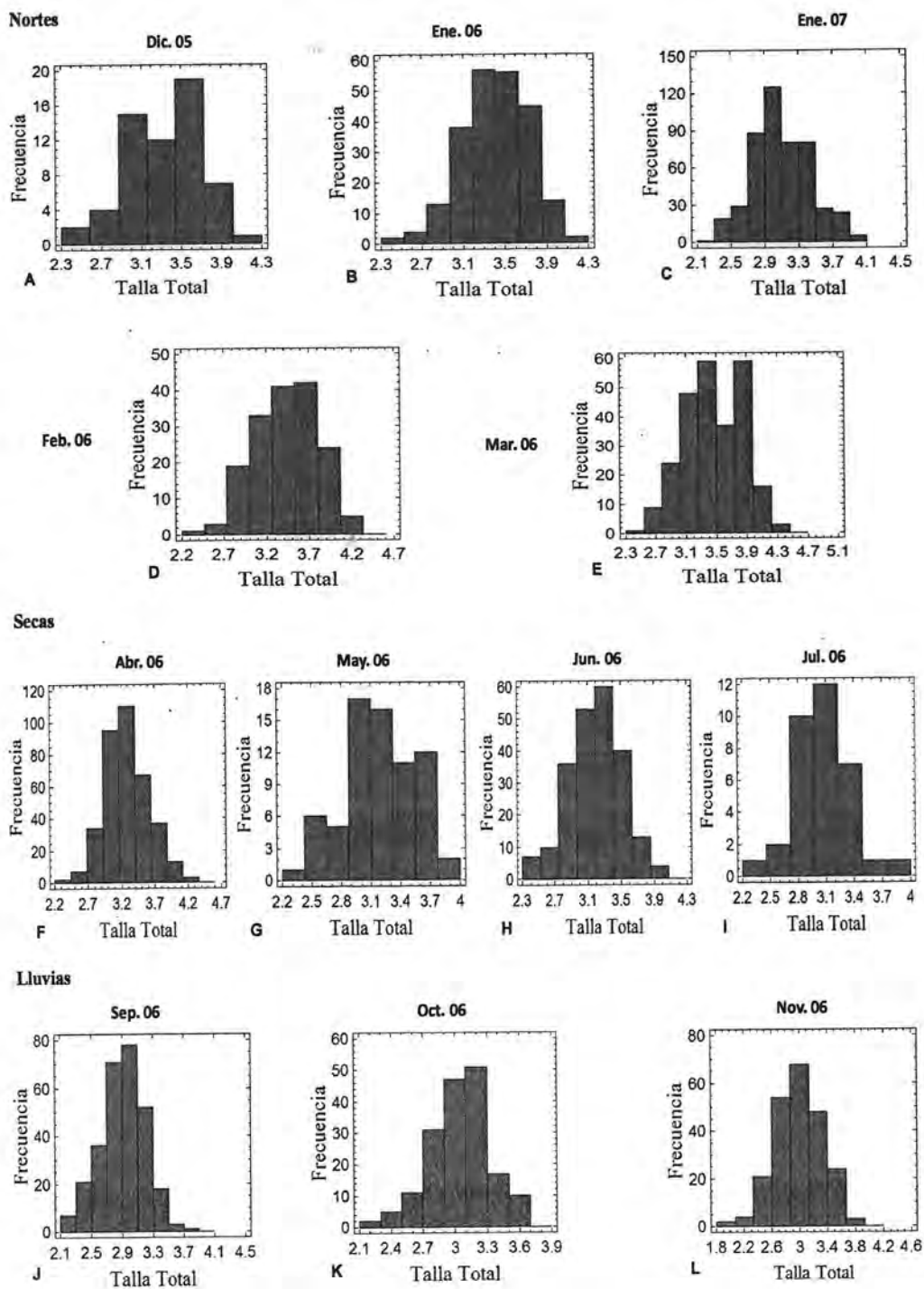


Fig. 6. Histogramas de frecuencia de los machos durante un ciclo anual (las medidas están expresadas en mm).

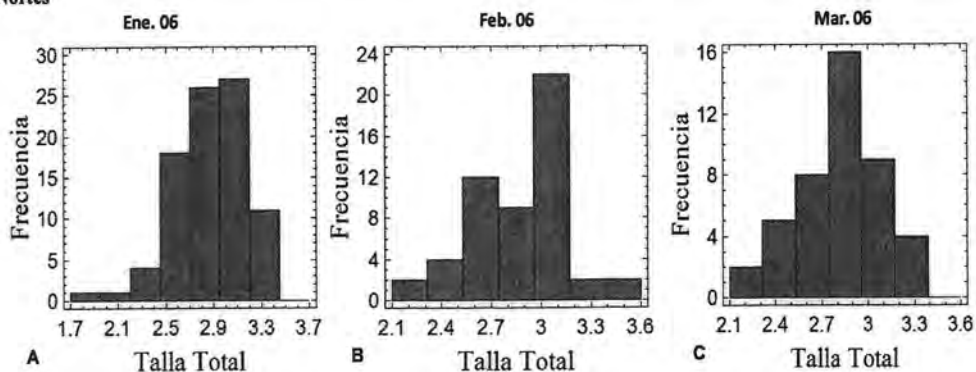
Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

Para el caso de las hembras durante la temporada de nortes los resultados mostraron una gama de tallas de 1.7 a 3.5, 2.1 a 3.6 y 2.1 a 3.4 milímetros para enero, febrero y marzo respectivamente. Se observó que en el mes de enero la frecuencia más alta es de 27 individuos con tallas de 2.9 a 3.2 mm (Fig.7A), en el mes de febrero las tallas en la frecuencia más alta que fue de 22 individuos van de 3.0 a 3.2 mm (Fig.7B) y para el mes de marzo las tallas en la frecuencia más alta fue de 2.7 a 3 mm con 16 individuos (Fig.7C)

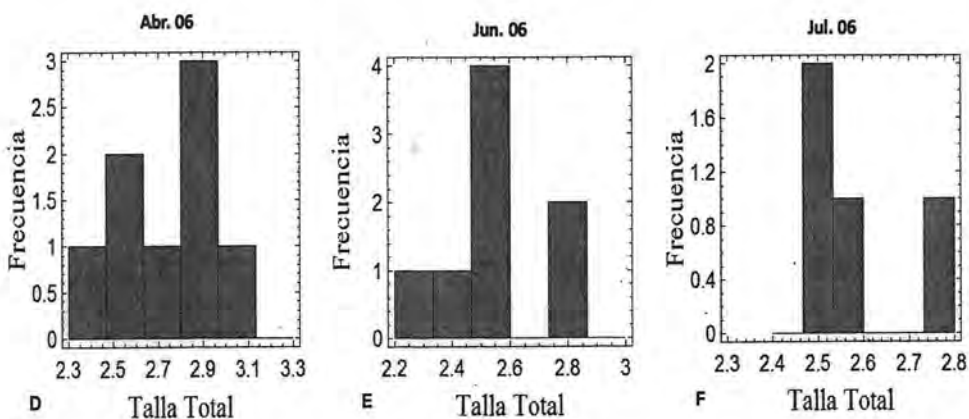
Durante el período de secas, para el caso de las hembras sólo se obtuvieron resultados de tres meses, con una gama de tallas que fue de 2.3 a 3.1, 2.2 a 2.8 y 2.5 a 2.8 milímetros para abril, junio y julio, respectivamente. En el mes de abril los resultados señalan una frecuencia mayor sólo de 3 individuos y las tallas en esta frecuencia de 2.8 a 3.0 mm (Fig.7D), para junio se observó la frecuencia más alta de 4 individuos con tallas 2.5 a 2.6 mm (Fig.7E) y en el mes de julio las tallas de la mayor frecuencia de sólo 2 ind. fue de 2.4 a 2.6 mm (Fig.7F).

En la temporada de lluvias las tallas de las hembras tuvieron una gama de 1.9 a 3.4, 2.1 a 2.9 y 1.9 a 3.1 milímetros para septiembre, octubre y noviembre, respectivamente. La frecuencia más alta la podemos observar en el mes de septiembre con 18 individuos de tallas de 2.3 a 2.5 mm (Fig.7G), en el mes de octubre la frecuencia fue de 9 individuos con tallas de 2.4 a 2.6 mm (Fig. 7H) y en el mes de noviembre la frecuencia fue de 11 individuos con tallas de 2.5 a 2.7 mm (Fig.7I).

Nortes



Secas



Lluvias

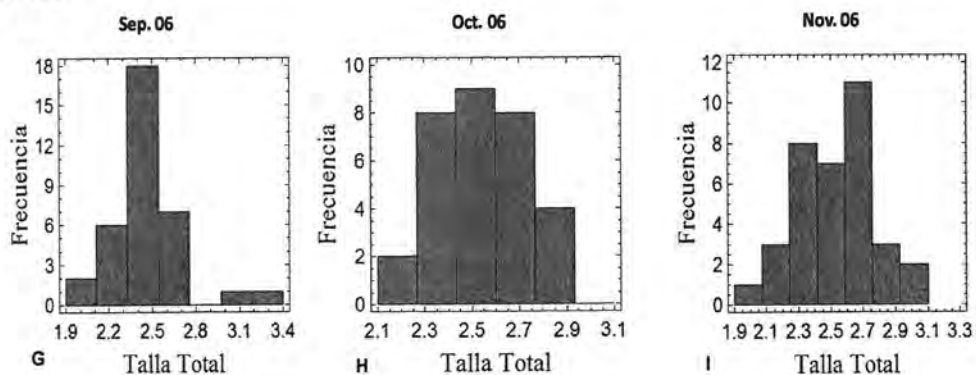


Fig. 7. Histogramas de frecuencia de la talla total en las hembras durante un ciclo anual (resultados expresados en mm).

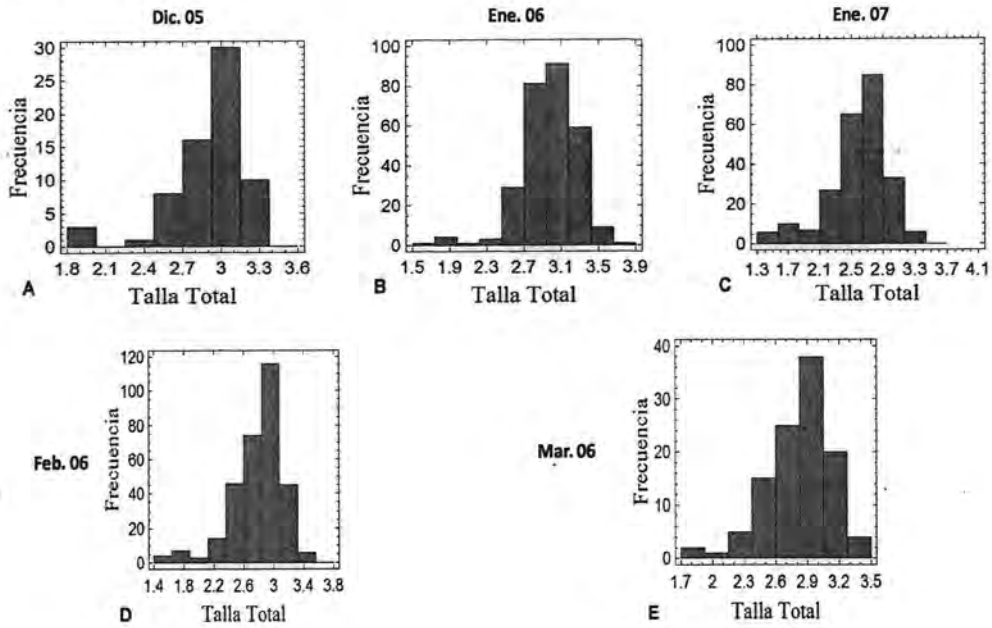
Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

Para el caso de las larvas durante el período de nortes, se registraron tallas con una gama de 1.8 a 3.3, 1.5 a 3.9, 1.3 a 3.3, 1.4 a 3.4 y 1.7 a 3.5 mm para diciembre, enero, febrero y marzo, respectivamente. En diciembre del 2005 existió una mayor frecuencia de 30 individuos con tallas de 2.9 a 3.2 mm (Fig.8A); en enero la frecuencia mayor fue de 90 individuos y tallas de 2.9 a 3.2 mm (Fig.8B); en febrero las tallas de la frecuencia más alta fueron de 2.8 a 3.1 mm con 115 individuos (Fig.8D), mientras que en el mes de marzo la frecuencia mayor fue de 38 individuos con tallas de 2.8 a 3.1 mm (Fig.8E) y para el siguiente año en enero del 2007 la frecuencia mayor fue de 85 individuos con tallas de 2.6 a 2.9 mm (Fig.8C).

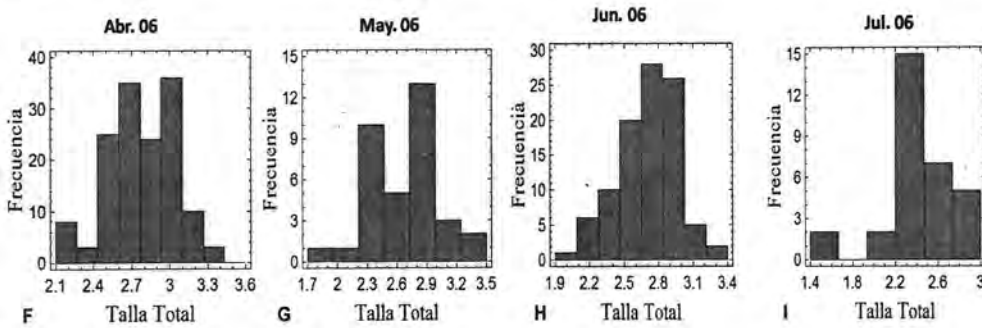
En la temporada de secas las larvas presentaron una gama de tallas de (2.9 a 3.1, 2.7 a 3, 2.65 a 2.85 y 2.2 a 2.5 mm para abril, mayo, junio y julio, respectivamente. Para el mes de abril los resultados mostraron la frecuencia más alta de 36 individuos con tallas de 2.9 a 3.1 mm (Fig.8F), para el mes de mayo las tallas que tuvo la frecuencia más alta fue de 2.7 a 3 mm 13 ind. (Fig.8G), para junio las tallas van de 2.6 a 2.8 mm (Fig.8H) para la frecuencia mayor que fue de 28 organismos y en julio la frecuencia mayor fue de 15 individuos con tallas de 2.2 a 2.4 mm (Fig.8I).

Por último, en el período de lluvias las larvas presentaron tallas en una gama de 2.6 a 2.9, 2.4 a 2.6 y 1.4 a 1.8 mm para septiembre, octubre y noviembre respectivamente. En el mes de septiembre la frecuencia más alta fue de 65 individuos con tallas 2.6 a 2.9 mm (Fig.8J); en octubre las tallas en la frecuencia mayor fue de 2.4 a 2.6 mm 64 individuos (Fig.8K); en el mes de noviembre la frecuencia mayor fue de 90 individuos con tallas de 1.4 a 1.8 mm (Fig.8L).

Nortes



Secas



Lluvias

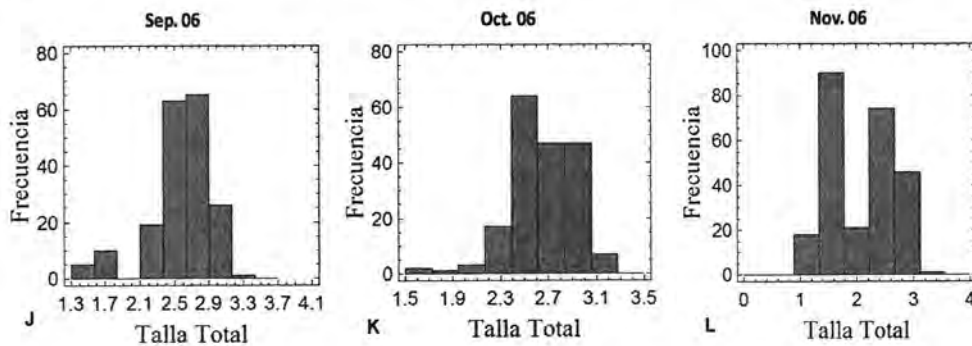


Fig.8. Histogramas de frecuencia de las larvas durante un año (resultados expresados en mm).

- Comparación de las tallas de *Gnathia velosa* por mes y sexo sólo en la zona norte

Podemos observar que la talla de los isópodos machos durante el periodo de nortes (diciembre, enero, febrero y marzo) (Fig.9A) y el ancho total (Fig.9B) es relativamente alto, mientras que en la temporada de secas (abril, mayo, junio y julio) los organismos disminuyen en talla y ancho, para el periodo de lluvias (septiembre, octubre y noviembre) se observa un incremento en la talla y el ancho total. A través del procedimiento estadístico de ANOVA en el caso de la talla total se obtuvo que son significativamente diferentes ($F_{11,2561} = 67.11$, $p < 0.001$), al igual que en el caso del ancho total ($F_{11,2572} = 30.51$, $p < 0.001$).

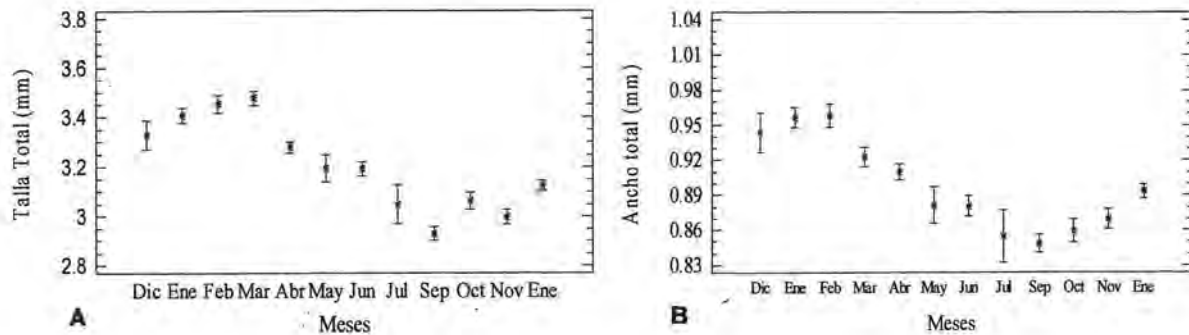


Fig.9. Comparación de la talla y el ancho total de los machos de *Gnathia velosa* durante un ciclo anual en la zona norte de la isla de Cozumel Q, Roo.

El mismo comportamiento pero menos marcado ocurre con la talla total y el ancho total en las hembras pues durante el periodo de nortes (diciembre, enero, febrero y marzo) se incrementan mientras que en la temporada de secas (abril, junio y julio) los organismos disminuyen en talla y ancho, para el periodo de lluvias (septiembre, octubre y noviembre) se observa un repunte en la talla y el ancho. A través del procedimiento estadístico de ANOVA en el caso de la talla total se obtuvo que ambos análisis son significativamente diferentes ($F_{9,297} = 12.92$, $p < 0.001$) y ($F_{9,297} = 2.76$, $p < 0.001$) para las Fig. 10A y 10B, respectivamente.

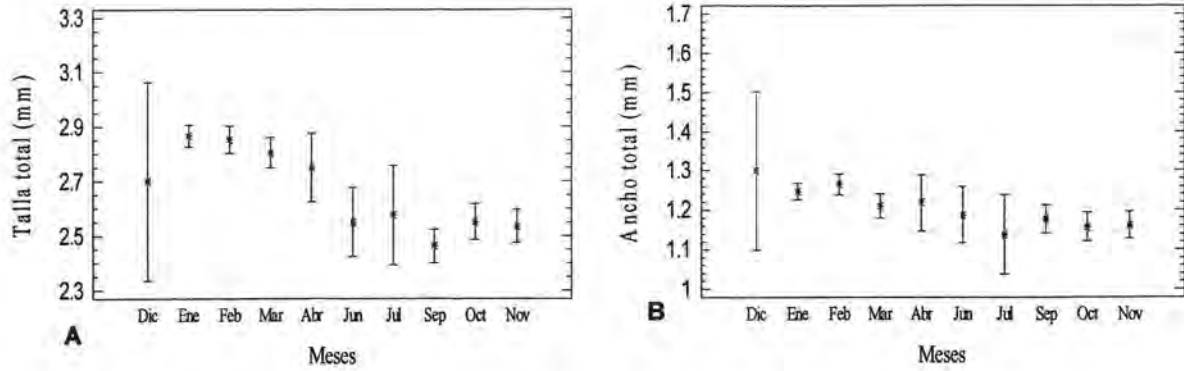


Fig.10. Comparación de la talla y el ancho total de las hembras de *Gnathia velosa* durante un ciclo anual en la zona norte de la isla de Cozumel Q, Roo.

También se registró que las larvas durante el período de nortes (diciembre, enero, febrero y marzo) hay un incremento en la talla (Fig.11A) y el ancho total (Fig.11B) mientras que en la temporada de secas (abril, mayo, junio y julio) los organismos disminuyen en talla y ancho, para el periodo de lluvias (septiembre y octubre) se observa un incremento en la talla y el ancho. Sin embargo, en noviembre hay una notable disminución de tallas, tanto del largo como del ancho. A través del procedimiento estadístico de ANOVA en el caso de la talla total se obtuvo que son significativamente diferentes ($F_{11,1934} = 88.67, p < 0.001$), al igual que para el ancho total ($F_{11,1934} = 48.26, p < 0.001$).

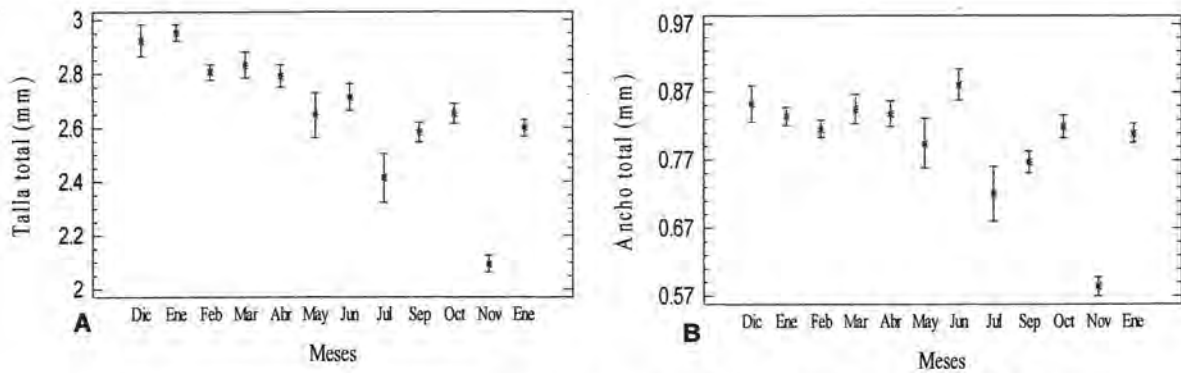


Fig.11. Comparación de la talla y el ancho total de las larvas de *Gnathia velosa* durante un ciclo anual en la zona norte de la Isla de Cozumel Q, Roo.

DISCUSIÓN

Las zonas costeras elegidas como sitios de muestreo en este trabajo presentan características diferentes con respecto a: 1) efecto del oleaje; 2) efecto de nortes y huracanes y 3) distribución de los parches de pastos marinos. En la zona norte la vegetación acuática está constituida por grandes extensiones de pastos marinos de la especie *Thalassia testudinum* que es hábitat de peces, crustáceos, poliquetos, gasterópodos y moluscos (Lot y García, 2007); el oleaje en esta zona es muy débil esto se debe a que es una bahía, sin embargo en la temporada de nortes la influencia de los vientos puede ser considerable. Del lado oeste es una zona arenosa sin asociaciones vegetales, el efecto del oleaje es menor y sólo se incrementa con el paso de las embarcaciones, también podemos decir que en esta zona pasa la corriente del Caribe que va de sur a norte por el canal entre Playa del Carmen y Cozumel (Sandoval, 2007). La zona este (Chen-río) es una parte de la isla que tiene una mayor influencia del oleaje, además es una zona rocosa con algunos parches de pastos marinos. El oleaje y la turbulencia se incrementan sustancialmente durante la época de huracanes pues es uno de los sitios en la isla que presenta los primeros impactos de estos meteoros al acercarse a las costas de la península de Yucatán (Álvarez, 2007). Es evidente que existen pocos estudios sobre la ecología poblacional de los isópodos habitantes de los pastos marinos; sin embargo, algunos alcances del conocimiento de la ecología poblacional que se han hecho para otros crustáceos, tales como decápodos en donde se han estudiado los valores de abundancia y su dinámica como es el caso de *Panulirus echinatus* (Pinheiro et al. 2003), en donde se proporciones de tasas sexuales de 1:1 además de abundancias relacionadas con el comportamiento reproductivo de dicha especie. Para el caso *Gnathia velosa* la proporción de sexos es de 2:1 que es un valor muy diferente al encontrado para los decápodos; con abundancias principalmente en la temporada de nortes situación que puede deberse al hecho de que los bloques significan un refugio alterno al incremento de las corrientes, así como al decremento de la temperatura, pues la conformación de los refugios artificiales permiten la adhesión de estos micro crustáceos en los múltiples poros de los bloques. Sin embargo, durante la época de secas, los valores fueron evidentemente menores, situación que puede deberse a: 1) la disponibilidad de alimento en los pastos marinos y 2) al cuidado parental de nuevas cohortes que se incorporarán en los meses subsecuentes a los sustratos artificiales, como ha sido reportado para varias especies de crustáceos que presentan este comportamiento (Thiel, 2003; Cervellini, 2001; Bolaños et al., 2004; Thiel, 1998; Thiel, 1999). Los resultados también muestran que es evidente la ausencia de las hembras en la zona norte en temporada de secas y en los otros sitios se

Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

observó la ausencia total de las hembras a lo largo del ciclo, esto nos podría indicar que no han madurado sexualmente en esos períodos, por lo que es probable que se encuentren refugiadas en los pastos marinos, pero también puede deberse a que sólo tienen un ciclo de reproducción. En el caso de los machos se observa que hay una abundancia significativa en cada uno de los sitios de muestreo que se puede explicar debido a la mayor longevidad de los machos, como ha sido reportado para el isópodo *Elaphognathia cornigera* (Tanaka y Aoki, 2003) quienes mencionan que la presencia de las hembras disminuye mientras que los machos se mantienen presentes a lo largo del período en que se realizó el estudio. También se puede mencionar que en el caso de las larvas, estas están presentes en los tres sitios. Sin embargo, en la zona norte es donde se observó una mayor abundancia de larvas que se incrustaron en los bloques. En general, tanto los machos como las larvas son las que se encontraron con una mayor abundancia en los tres sitios.

En lo que respecta al análisis de la estructura de tallas, este análisis sólo se realizó para la zona norte debido a que en los otros sitios la falta de datos no lo permitió. Para analizar los datos de tallas de la población de *Gnathia velosa* se dividió en tres periodos nortes, secas y lluvias, en el caso de los machos durante el período de nortes, se observó que son más frecuentes los isópodos de tallas más grandes en comparación con el periodo de secas y lluvias, en el caso de las hembras y las larvas se noto que son más abundantes los organismos de mayor tamaño en lo que respecta a la temporada de nortes; esto se explica probablemente con el hecho de que esta temporada de nortes la turbulencia en el medio ocasiona poca visibilidad y mucho movimiento del agua por lo cual los peces que pudieran ser depredadores de isópodos se refugian en zonas más profundas lo que permite a los ghatidos abundar en un ambiente tranquilo y debido movimiento del agua con una mayor disponibilidad de alimento en los pastos marinos. El estudio de (Peart, 2008) sobre los efectos del viento en una comunidad de peces, explica que en condiciones de mayor viento disminuye la abundancia de los peces, además explica que los fuertes vientos cambian las condiciones de las aguas poco profundas por el aumento de la turbidez, el movimiento del agua y la sedimentación. Sin embargo en temporada de secas es notable que los isópodos disminuyen en abundancia y tamaño lo que podría deberse a que los depredadores regresan a las zonas de pastos marinos a alimentarse esto implica que los ghatidos tengan que refugiarse y una menor disponibilidad de alimento; en la época de lluvias el mangle aporta sedimentos a los pastos marinos contribuyendo a la alimentación de los organismos, lo cual se ve reflejado en el número de individuos y en la talla de los isópodos como se observa en los resultados (ver fig. 9 y 10).

Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

En las poblaciones de animales existen dos estrategias de reproducción la estrategia "r" que consiste en la capacidad que tienen los organismos de reproducirse rápidamente por lo que hay mayor número de individuos de los que muy probablemente unos cuantos sobrevivan a las condiciones no favorables del medio ambiente y la estrategia "k" que es tener pocos organismos pero darles mayor cuidado parental a esos pocos individuos (Begon *et al.*, 2006; Morlans, 2004). Por lo que podemos decir que la población analizada en este trabajo encuentra una ventaja en la estrategia de reproducción debido a que esta población es más abundante a principios del año; posteriormente, en época de secas disminuyen y en lluvias la población empieza a incrementar. También se puede mencionar que la disponibilidad de alimento, la falta de depredadores y las condiciones ambientales adecuadas para el organismo sean factores que propicien que en la temporada de nortes estos isópodos sean más abundantes y de mayor tamaño.

CONCLUSIONES

Los isópodos *Gnathia velosa* en la isla de Cozumel son más abundantes en la temporada de nortes, y más abundantes y más grandes en la zona norte en esta temporada. En la temporada de secas las poblaciones de este isópodo disminuyen probablemente por la falta de disponibilidad de alimento y por las condiciones ambientales inadecuadas. En la época de lluvias la población empieza a recuperarse al reclutarse nuevos individuos.

Los sustratos artificiales fueron un medio que aportó datos a este trabajo ya que los organismos utilizaron los tabiques como refugios y esto permitió que los isópodos se adhirieran al sustrato y a su vez, esto les dio la oportunidad de reproducirse y alimentarse para que de esta forma se analizarán la estructura de tallas y la abundancia en cada una de las zonas de muestreo.

LITERATURA CITADA

- Arango-Leonardo, M., L. Manrique y J. C. Jaimes. 2001. Reclutamiento de juveniles de la langosta *Panulirus argus* con refugios artificiales en el Caribe colombiano. *Investigaciones Marinas* 22: 221-228.
- Alvarez-Filip, L. 2007. Efecto de los huracanes Emily y Wilma en el parque nacional arrecifes de Cozumel. En: Mejía-Ortiz, L.M. (Ed). *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*. (pp. 361-369). Universidad de Quintana Roo—Plaza y Valdés, México D.F.
- Arrontes, J. y Anadón, R. 1990. Seasonal variation and population dynamics of isopods inhabiting intertidal macroalgae. *Scientia Marina* 54: 231-240.
- Bhattacharya, C. G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115-135.
- Barker, N. H. L. y C. M. Roberts. 2004. Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation* 120: 481-489.
- Begon, M., Townsend, R.C. y Happer, L.J. 2006. Ecology from individuals to ecosystems. Blackwell publishing. 759p.
- Brusca, R. 1997. <http://tolweb.org/tree?group=Isopoda&contgroup=Peracarida>. Isopoda. Última actualización 06 de Agosto del 1997. Fecha de consulta: 28 de abril del 2009.
- Bohnsack, J. A., A. M. Ecklund y A. M. Szmant. 1997. Artificial reef research: Is there more than the attraction-production issue?. *Fisheries* 22:14-16.
- Bolaños J., Cuesta, A.J., Hernandez, G., Hernandez, J. y Felder, D.R. 2004. Abbreviated larval development of *tunicotheres moseri* (Rathbun, 1918) (Decapoda: Pinnotheridae), a rare case of parental care among brachyuran crabs. *Scientia Marina* 68: 373-384.
- Brusca, R. C. y G.J. Brusca. 2005. *Invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana. 963 p.
- Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

- Campos, C.H.N. 2003. Los isópodos marinos (crustacea: peracarida) del Caribe Colombiano. *Biota Colombiana* 4:79-87.
- Cervantes-Martínez, A. y Ramírez-González, A. 2001. Abundancia y tallas de *Menippe mercenaria* (Crustacea: Brachyura), en refugios artificiales en Quintana Roo, México. *Biología Tropical* 49:883-888.
- Cervellini, M.P. 2001. Variabilidad en la abundancia y retención de larvas de crustáceos decápodos en el estuario de bahía blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Investigaciones Marinas* 29: 25-33.
- Díaz, R.S. y Aguirre, L.A. 1993. Diversidad e ictiofauna de los arrecifes del sur de Cozumel Quintana Roo. En: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González, (eds). *Biodiversidad Marina y costera de México* (pp 817-832). CONABIO/CIQROO, Mexico, D.F.
- Diniz, G.D., J.E.A. Varella., M.D.F. Guimaraes., A.F.L. Santos., R.Y. Fujimoto., K.C.F. Monfort., M.A.B. Pires., M.L. Martins y J.C. Eiras. 2008. A note on the occurrence of praniza larvae of gnathiidae (Crustacea, Isopoda) on fishes from Northeast of Pará, Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 80: 657-664.
- Ferreira, M., T. Colás- Marrufo, A. Tuz-Sulub, E. Perez, X. Renan y T. Brulé. 2002. Evaluación preliminar de la colonización de refugios artificiales por peces en punta palmar, Yucatán, México. *Boletín del CINVESTAV-Unidad Mérida* 39: 10-19.
- Ferreira, S.M., Pardal, M.A., Lillebo, A.I., Cardoso, P.G. y Marques, J.C. 2004. Population dynamics of *Cyathura carinata* (Isopoda) in a eutrophic temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61: 669-677.
- Hughes, T. P. y J. H. Connell. 1999. Multiple stressors on coral reefs: A long-term perspective. *Limnology and Oceanography* 44: 932-940.
- Keable, S. J. Poore, G. C. B. y Wilson, G. D. F. 2002. <http://crustacea.net>. Australian Isopoda: Families. Última actualización: 2 de octubre del 2002. Fecha de consulta: 19 de marzo del 2009.
- Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

- Kensley, B. y Schotte, M. 1989. *Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribbean*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 308 p
- Lot, H. A y García, R.P. 2007. Vegetación. En: Mejía-Ortíz, L.M. (Ed). *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*. (pp. 115-120). Universidad de Quintana Roo—Plaza y Valdés, México D.F.
- Millet-Encalada, M., L. Álvarez- Filip y H. Reyes-Bonilla. 2007. Estructura comunitaria de corales escleractinios en el parque nacional arrecifes de Cozumel. En: Mejía-Ortíz, L.M. (Ed). *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*. (pp. 327-347). Universidad de Quintana Roo—Plaza y Valdés, México D.F.
- Morláns, C. M. 2004. Introducción a la ecología de poblaciones. *Boletín del CINVESTAV- Unidad Mérida* 25: 1-10.
- Moreno-Medina, S., G. Avilés- Ramírez, J. Valdez-Luit, N. Membrillo-Venegas y E. Batllori-Sampedro. 2007. Colonización de arrecifes artificiales tipo reef ball en Campeche, Campeche. *Boletín del CINVESTAV- Unidad Mérida* 20: 1-15.
- Peart, R.D. 2008. Effects of high winds on a coral reef fish community on Little Cayman island. *Dartmouth Studies in Tropical Ecology*. 29:1-10.
- Pinheiro, A. P., Freire, F. A. M. y Oliveira, J. E. L. 2003. Population biology of *Panulirus echinatus* Smith, 1869 (Decapoda: Palinuridae) from São Pedro and São Paulo archipelago, Northeastern Brazil. *Nauplius* 11: 27-35.
- Sandoval, V.S. 2007. Dinámica de corrientes costeras. En: Mejía-Ortíz, L.M. (Ed). *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*. (pp. 43-47). Universidad de Quintana Roo—Plaza y Valdés, México D.F.
- Sempere, B.T.J y Esplá, R.A.A. 2003. Evaluación de la efectividad del arrecife artificial de Tabarca (Alicante) (sureste de la península Ibérica). *Instituto Español de Oceanografía* 19:183-197.
- Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1995. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in biological research*. W. H. Freeman and Company, New York. 887p.
- Ojeda- Sarabia, W. C. 2010. Dinámica poblacional de *Gnathia velosa* (Isopoda: Gnathiidae) en sustratos artificiales en un ciclo anual en la isla de Cozumel.

-
- Tanaka, K. y Aoki, M. 2000. Seasonal Traits of Reproduction in a Gnathiid Isopod *Elaphognathia cornigera* (Nunomura, 1992). *Zoological Science* 17: 467-475.
- Thiel, M. 1998. Extended parental care in marine amphipods. I. Juvenile survival without parents. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 227: 187-201.
- Thiel, M. 1999. Duration of Extended Parental Care in Marine Amphipods. *Journal of Crustacean Biology* 19: 60-71.
- Thiel, M. 2003. Extended parental care in crustaceans – an update. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 205-218.
- Thompson, G. A. y Sánchez, M. B. 2007. Population dynamics of *Excirolana armata* (Isopoda: Cirolanidae) in Buenos Aires beaches, Argentina. *Biología Tropical* 55: 131-140.