



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Variación biométrica espacio-temporal de
Chiton articulatus y *Chiton albolineatus* a lo largo de la
costa de Guerrero, México**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

LAURA REGINA ALVAREZ CERRILLO



DIRECTOR DE TESIS:

M. EN C. BRIAN URBANO ALONSO

Ciudad Universitaria, D.F. 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de datos

1. Datos del alumno

Apellido paterno	Alvarez
Apellido materno	Cerrillo
Nombre(s)	Laura Regina
Teléfono	57578184 (letgopvd@gmail.com)
Universidad Nacional Autónoma de México	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias
Carrera	Biología
Número de cuenta	305061157

2. Datos del tutor

Grado	M. en C.
Nombre(s)	Brian
Apellido paterno	Urbano
Apellido materno	Alonso

3. Datos del sinodal 1

Grado	Dra.
Nombre(s)	Alicia
Apellido paterno	Cruz
Apellido materno	Martínez

4. Datos del sinodal 2

Grado	Biól.
Nombre(s)	Iris Dinorah
Apellido paterno	García
Apellido materno	Tello

5. Datos del sinodal 3

Grado	Dra.
Nombre(s)	María de la Luz
Apellido paterno	Espinosa
Apellido materno	Fuentes

6. Datos del sinodal 4

Grado	M. en C.
Nombre(s)	Elia
Apellido paterno	Lemus
Apellido materno	Santana

7. Datos del trabajo escrito.

Título	Variación biométrica espacio-temporal de <i>Chiton articulatus</i> y <i>Chiton albolineatus</i> a lo largo de la costa de Guerrero, México
Número de páginas	51 p
Año	2015

ÍNDICE

	Página
Resumen español e inglés	i
Dedicatorias	ii
Agradecimientos	iii-x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	4
III. OBJETIVOS	4
IV. ESPECIES DE ESTUDIO	5
V. SITIO DE ESTUDIO	6
VI. METODOLOGÍA	8
6.1 Recolecta de especímenes	8
6.2 Biometría	9
6.3 Conteo de ctenidios	10
6.4 Ubicación y morfología de los poros	11
6.5 Gónada	12
6.6 Análisis de datos	15
VII. RESULTADOS	17
7.1 Variación biométrica (tallas y pesos totales)	17
7.2 Cantidad de ctenidios en cada especie	22
7.3 Ubicación de los poros	23
7.4 Morfología de los poros	24

7.5 Morfología y biometría de la gónada	25
VIII. DISCUSIÓN	30
8.1 Tallas y pesos obtenidos	30
8.2 Cantidad de ctenidios según la especie	31
8.3 Ubicación y morfología del nefridioporo y gonoporo	32
8.4 Gónada: forma del ápice y talla	33
8.5 Otras observaciones	34
IX. CONCLUSIONES	35
X. SUGERENCIAS PARA FUTUROS ESTUDIOS	36
XI. LITERATURA CITADA	37
ANEXO A. Generalidades de los poliplacóforos	43
ANEXO B. Tallas y pesos reportados en la literatura para <i>Chiton articulatus</i> y <i>C. albolineatus</i>	47
ANEXO C. Sobre la reproducción de <i>Chiton articulatus</i> y <i>C. albolineatus</i>	49
ANEXO D. Observaciones cualitativas al recolectar los quitones	50
ANEXO E. Fijación y/o preservación de los poliplacóforos	51

NOTA: Las imágenes usadas en este escrito son creación de la autora, a excepción de las que indican otra autoría y del dibujo final que hizo Amalia Teresa.

RESUMEN

Se estudiaron dos especies de poliplacóforos endémicos del Pacífico Mexicano: *Chiton articulatus* y *Chiton albolineatus*. Entre los quitones mexicanos, estas especies presentan mayor talla, altas densidades poblacionales, dominancia y son un recurso alimenticio en playas desde Sinaloa hasta Oaxaca. El objetivo de este estudio es extender el conocimiento acerca de la morfología de las estructuras blandas de ambas especies, con ejemplares de diferentes localidades y épocas, para comparar variaciones intra e interespecíficas. Se busca encontrar patrones, relacionados con la talla, que ayuden a determinar el sexo del quitón. Las recolectas se hicieron entre los años 2010 a 2013, en seis localidades de Guerrero, México: Ojo de Agua, Las Gatas, Playa Poseidón-Caleta, Parque de la Reina-Muelles, Las Salinas y Punta Maldonado. Se analizó biometría (tallas y pesos) y estructuras blandas (número de ctenidios, posición y morfología de nefridioporos y gonoporos, biometría y morfología de la gónada). Con correlaciones, fueron encontradas diferencias significativas entre especies, tallas y pesos de los quitones según la localidad y época del año. La cantidad de ctenidios y la ubicación de los poros son caracteres de la especie, independientes de la talla. Con esta metodología no se observaron patrones que ayudaran a determinar el sexo.

PALABRAS CLAVE: poliplacóforos, talla, peso, morfología, ctenidios, gonoporo, nefridioporo, gónada.

ABSTRACT

Two species of endemic polyplacophorans from the Mexican Pacific were studied: *Chiton articulatus* and *Chiton albolineatus*. Among the Mexican chitons, these species have a major size, higher population densities, dominancy and are a local food source on beaches from Sinaloa to Oaxaca. The aim of this investigation is to extend the knowledge about the soft parts morphology of both species, through samples from different places and epochs, to compare their intra and interspecific variations. It seeks to find patterns, related to size, to see if they would help determine the sex of the chiton. The specimens were collected among 2010 and 2013, from six different locations in Guerrero, México: Ojo de Agua, Las Gatas, Playa Poseidón-Caleta, Parque de la Reina-Muelles, Las Salinas and Punta Maldonado. For both species, biometry (sizes and weights) and soft structures (number of ctenidia, position and morphology of nephridiopores and gonopores, biometry and morphology of the gonad) were analyzed. Significant differences between species, like variation of sizes and weights of chitons according to the location and time of year, were found, with correlations. The amount of ctenidia and location of the pores depends on the species, not the size. With this methodology patterns that determined sex were not noticed.

KEYWORDS: polyplacophorans, size, weight, morphology, ctenidia, gonopore, nephridiopore, gonad.



**A mis mentores, que me ayudaron a la creación de este chamaco, ¿o chamaca?
Adriana y Brian-Brian y Adriana**

A quienes me hicieron a partir de dos células y me brindan su amor y comprensión
Guille y Abraham

**A mis 4 hermanos que me alegran y desarreglan la vida
Marcel, Hans, Andreas y Mijail**

A los que aman la vida, la curiosidad, la naturaleza, el mar, los moluscos y los quitones

A las personas que sin saberlo me enseñan cada día algo nuevo, a los cucaracheros, al tiempo, las rocas, los epibiontes y los hechos convenientes e inconvenientes

Y aquí empieza el fin del comienzo...



AGRADECIMIENTOS

Advertencia: se encuentran ante una sección larga y específica, si sólo quieren leer su apartado, busquen su sección en negritas. Si no les importa, entonces continúen leyendo como sus ojos les permitan.

Instituciones

A las que permitieron el desarrollo de este estudio, principalmente por brindarme conocimiento, instalaciones e inmobiliario:

A mi incomparable e inigualable Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La Colección Nacional de Moluscos, Instituto de Biología, UNAM, a cargo de la Dra. Edna Naranjo.

Al Laboratorio de Ecología Costera y Sustentabilidad en la Unidad Académica de Ecología Marina de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), a cargo del Dr. Rafael Flores-Garza.

La Colección Malacológica Dr. Antonio García-Cubas del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL), UNAM, a cargo de la Dra. Martha Reguero.

A otro de mis hogares, la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Jurado

A quienes aceptaron ser parte de mi jurado antes de que fueran designadas como tales:

Marilú. Por ser la primera en decirme ¡Sí! y con una sonrisa.

Alicia. Por animarme a acabar mi tesis (desde México y Ecuador), obtener mi título y seguirle con lo que amamos.

Por cierto, Marilú y Alicia, cuando me llevaron de práctica de campo a Las Gatas también recolecté buen material que sí ocupe en esta tesis, ¡gracias!

Elia. Por decirme que escribiera mi tesis en vez de organizar eventos y por aceptar entrar a la guerra de la discordia con diplomacia, profesionalismo y gusto. ¡Muchísimas gracias!

Iris. Por ser tan relax, inteligente y agradable. ¡Esa buena vibra tuya es genial! Gracias por apoyarme y animarme siempre.

Elia e Iris, me ayudaron a mejorar la coherencia de mi tesis, redacción, acomodo de ideas y formato.

F a m i l i a

Muchas gracias a ti **papá** por enseñarme muchas facetas de la vida humana, por todo tu apoyo económico y moral. Por dejar que la relación de parasitismo haya resultado en tantos éxitos y derrotas en mi vida.

Gracias a mi mejor amiga y confidente, a quien me dio la vida, a ti **mamá**, mi agradecimiento infinito por echarme porras en las buenas y en las malas y por estar ahí siempre. Sólo tú me has enseñado todos los poderes que una madre puede tener.

A mis hermanos, independientemente de cómo cambian las acciones, dejo constancia de que los quiero. **Marcel, Hans, Andreas y Mijail**: han sido una inspiración para concluir mi tesis y siguen inspirándome en el disfrute de la vida. Sin ustedes no conocería muchas cosas que nunca dejan de sorprenderme. En especial tú **Marcel**, siempre que hemos platicado me bajas a la realidad, gracias por impulsarme y motivarme a avanzar en lo que me gusta.

A mi abuelo, **papá Roberto**, que me dijo que si no estaba vivo me acompañaría en espíritu a mi examen y que a su 95 (¡95?) o más años sigue vivo. A mi tía **Hortensia**, la más querida de mis tías, con todas sus fallas y aciertos. A mi prima **Belem** que la quiero tanto por quererme. A mi prima adoptiva **Danieluchis** Danone, que es una guerrera.

C o f u n d a d o r e s d e t e s i s

A la primera experta en polioplacóforos que conocí en mi vida, **Adriana Reyes Gómez**, quien desde la primera vez en que la vi me cautivó con esos animalejos roñosos y torpes, ¡¡ah nooooo, perdóooooon, eso es de *El Rey León*!! Bueno, regresando al tema, si ella no hubiera hablado de todas las maravillas que son y que pueden ser los quitones, yo no hubiera empezado a enamorarme de ellos. Fuiste tú quien me motivó a seguir con este proyecto, gracias infinitas por haber estado ahí conmigo en el Metrobús, en Perisur, en el Starbucks, en el Burguer King, en las bibliotecas, en la Facultad de Ciencias, en la Colección Nacional de Moluscos, en el Instituto de Biología, en tu casa, en Acapulco, en Mollusca 2014, en el Facebook, en el celular, en el mail y en el teléfono de casa. Tus ideas, bibliografía, apoyo, revisiones, aportaciones, y todo lo que esté pasando por alto, han sido hechos clave para desarrollar mi amor hacia las cucarachas de mar.

A uno de mis grandes héroes vivientes, por: su empatía, humildad, apoyo incondicional, ser mi amigo, dejarme ser como soy, ayudarme y decirme la neta, impulsarme a descubrir cosas sin antes decírmelas (aun sabiéndolas), apapacharme mentalmente, darme clases de diplomacia, ayudar a liberar mi mente, enseñarme cosas intelectuales y humanas, tomar cervezas conmigo y enseñarme que es un simple humano ¡yes, *only a human!*, recibirme cuando veía los trámites perdidos, rescatar mi proyecto cuando al acabarlo había escuchado incrédula “hay que volver a replantearlo y hacerlo”, invitarme siempre a seguir siendo optimista y productiva, lanzarme a retos intelectuales como congresos (que yo los creía cosa de súper humanos) y por más cosas que nunca podrán ser descritas con palabras. ¿¿¿Pues quién chingaos más va a ser???? ¿Ya adivinaron? Sí, a ti, gracias totales **Brian Urbano**.

A la **Dra. Edna Naranjo** que a pesar de su humor peculiar me ha apoyado en las buenas y en las malas, en sus buenas y en sus malas también. Que por más que me dijo que me apurara a concluir este trámite intelectual, me tomé más tiempo del que hubiéramos querido. Mi agradecimiento más profundo Dra. Edna, por darme libre acceso a la Colección Nacional de Moluscos, a las instalaciones del laboratorio y al inmobiliario (microscopios, alcohol, escritorio, básculas, cajas Petri, etc.) Sin los cuales muchas disecciones no hubieran sido llevadas a cabo con el mismo éxito.

A mi queridísima e inigualable **Dra. Martha Reguero**, que desde el primer día en que fui a verla, ha sido muy amable conmigo, casi me hace llorar automáticamente cuando me dijo: “te voy a dar las llaves”. Eso, para mí, es apoyo incondicional desde el primer momento. Dra. Martha, espero no haberla decepcionado en ningún momento, no me gusta tomar bandos intelectuales, ni participar en rencillas ajenas. Si me vi involucrada directa o indirectamente, nunca fue mi intención, ni lo será. Esos seminarios en los que usted daba sus críticas y comentarios, los amaba, porque destruían y construían a la vez, me hacían ver puntos para remendar en mí y me ayudaban a crear nuevas ideas. Es usted una Dra. humana, fuera del estereotipo malvado y perfecto que algunos doctores me habían hecho generalizar.

A mi querido acapulqueño de corazón, **Rafa**, o mejor conocido como Dr. Rafael Flores-Garza, y a **Carmina** Torreblanca y su **familia disfuncional** que conocí en ese tiempo (el Dr. Pedro, Lizeth, Víctor el *macho alfa*, Yareni, Juan Carlos, Himmer, Paúl, Paco y José; y muy indirectamente al Dr. Sergio por su investigación con quitones). Carmina y Rafa en especial, me ofrecieron su casa, su laboratorio, su ayuda y su amor ante el alcohol, el desmadre y sobre todo, los moluscos. Estimo el trabajo de todos ustedes en campo y en la producción de artículos; me han ayudado a tener material de referencia respecto a los quitones, Guerrero, su sociedad y la situación contemporánea. Graciaaaaaas infinitas a **Juan Carlos**, descalzo sobre las rocas, se convirtió en mi héroe por ayudarme a recolectar los quitones de *Chiton (C.) albolineatus* en el último día y momento posible cuando estuve en Acapulco con ellos, esos tips y mañas en la recolección me proporcionaron conocimiento y un buen materiaaaaaaaaal (Yare y Alma también estaban ahí, cuidándonos y ayudándonos).

A una de mis modelos a seguir, a ti **Lizeth Galena-Rebolledo**, por no dejar que me intimide ante tu carácter y por brindarme tu apoyo y amistad. Gracias por **donarme** gran parte de los quitones que fueron ocupados en esta tesis. Sin ellos hubiera tardado aún más. Tú no lo imaginarás, pero casi lloro de la emoción al recordar ese gesto tan invaluable. Eres una gran colega y amiga. Espero sigamos mucho más tiempo en esta rama de investigación, con los chamacos quitones, o con lo que se deje, jejejejejejejeje.

A los investigadores que antes, durante y después compartieron sus artículos, e-mails personales o intercambio de ideas: **Omar Hernando Avila-Poveda** por sus respuestas, publicaciones y sugerencias; **Quetzalli Yasu Abadia-Chanona** por su artículo, apoyo, maduración de dudas y entusiasmo; **Julia Sigwart** me metió la idea necia y efectiva de estudiar ctenidios, a pesar de lo que todos me decían (bueno, en realidad yo me aferré a esa idea después de leer uno de sus trabajos).

Doy gracias a todos los quitones sacrificados, sin haberlo pedido ni querido, para este estudio.

Colegas

A los ~~pre~~malacoños, o como a mí me gusta decirles, gracias a todos los malacolocos que influyeron en mí cuando yo andaba en el Malacolab y en las reuniones amistosas. Principalmente a **Marbella, Jalil y Gabs**, por: hacerme reír un chingo o animarme cuando estaba apagada, compartir sueños y desilusiones, contarme chismes y cosas extrañas, acompañarme en varias aventuras, comer conmigo y estar ahí.

Siguiendo con lo malacolocos, debo confesar que he conocido a gente muy interesante gracias a la Malacología. Todo empezó, cuando desilusionada y creyéndome sin esperanza, (jajajaja, así de dramática me vi) me di cuenta de que amaba los caracoles y dije: “¿por qué no? Meteré Malacología”. Ahí, toda una nueva historia empezó. Brian y **Deneb** fueron mis profes, al igual que **Jorge**. Luego descubrí que **Gabriel** andaba ahí, también **Elia**. Luego **Jaz Aristeo**, que nunca me deja de sorprender con su serenidad y empatía. La loca de **Minerva** y el peculiar **Ricardo Augusto**, me enseñaron que con improvisación en pleno Campo se puede sobrevivir. A **Citlalli**, que siempre me contaba de aves y que un día empezó a contarme de planes para recolectar moluscos. A una pareja dispareja que se unió a nuestros planes maquiavélicos **Rodrigo y Pam**. A otra de mis ídolas, por estudiar los quitones con tanta independencia y casi autodidacta, **Erica Alarcón Chavira**. A esa chiquilla ojona y agradable de chinos rebeldes y bonitos llamada **Rachel** Raquel, que me enseñó más quitones del Golfo y me dejó trabajar con ella y con ellos. A esa chica que es rara y que no se considera rara, pero que cree que a los ojos de todos sí somos raras y que le pusieron por nombre **Eunice**. A **Xóchitl**, que la conocí en el viaje del curso de moluscos en Mazatlán y que caminó conmigo los 15 min hacia El Faro y después de más de una 1 hora aceptó tomar una troca colectiva de regreso. A **Arzu**, que me abría el laboratorio cuando la Dra. no estaba, que platicaba conmigo y ponía música, me brindaba contacto social y mental en un rincón que usualmente es de absoluto silencio. A **Sebastián Cisneros**, que de un atractivo visual paso a ser un compañero de laboratorio que me animaba a seguir cuando ya no quería disecar quitones o cuando me veía totalmente desanimada ante la realidad de enfrentar la continuación de mi tesis. A **Lina** Plastilina que me ayudó a arreglar las fotos de las vísceras con *fotochop*, casi nos ahogamos el mismo día por los ataques de tos con comida y risa, tu música y empatía. A Montse o **Monch**, que se rifaba en sus malacoseminarios y que me ayudó a pelear (¿o aliarme?) con los mapillas, tu ayuda y compañía son muy agradables. Y a los malacolocos recién llegados que tuve el gusto de conocer.

Amigas y amigos

A mis amigas queridas que decidieron convertirse en madres durante el camino, **Nidis y Jessica Alejandra**. Que me brindan su cariño desde la secundaria.

A las que ayudan a que el trío de locas siga existiendo, me refiero a ustedes **Dulce y Mauara**. Por acompañarme en la creación del INSTRUMENTAAAAAAAAAAAAAAAAAL!! Y en mi primera vomitada de ebria. En esas pláticas de chicos que no nos llevan por ningún rumbo y en esas pláticas tanto serias como estúpidas que llenan el corazón. Le agradezco a todos los dioses habidos y por haber que sean mis vecinas, hace que la diversión esté al alcance de la practicidad. Las quiero un chingo. Dulce, eres una persona irremplazable para mí, gracias por escucharme y tratar de comprenderme, te quiero infinitamente.

Gracias **Aletsis**, me contagias tu estado relax, me quitas los tics del ojo-cachete y me acompañas a divagar en la ciudad por el mero hecho de platicar y divagar.

A los que estuvieron conmigo en la sala de Universo en el *Universum*. Me dejaron sacar lo mejor de mí en su compañía y me apoyaron a crecer como persona ante las personas. Una mención especial para mi amigo **David** Onirio, que le desborda la inteligencia y la astucia para hacerme reír, ¡gracias por siempre echarme porras! A **Mayra**, cuyos abrazos intensos y sinceros extraño a más no poder. A **Luleishon**, que me enseñó que no es chica de nadie, que la libertad la crea una misma y le admiro que siempre anda buscando en todas partes aprovechando las oportunidades sin dejarse vencer. A **Jorge**, que me deja ser completamente sincera con él y me permite expresar más 'directez' de la que suelo usar en la vida diaria. A **Ely Levana**, que me cautiva con su bondad ante las personas buenas y malas y que brinda su apoyo incondicional. A **Toñow**, que es brillante y perverso a la vez y mezcla las realidades a la perfección.

To one brilliant man, called **Paul Valentich-Scott**, who let me know him in the dinner of the last day of our Mollusks Course in Mazatlan, a beer and the waiting of our great meal with shrimps and salmon make us talk. He invited me to study the bivalves and I said: "I study chitons, but I think that I have one chiton with bivalves on its valves" and then a great history began working together. We meet again in Molluska 2014; I presented my first oral seminar in english at the forum *Carlos Graef* of the Faculty of Sciences, a place where I always wanted to be talking in front the public, since I was a younger student of that Faculty. He inspired and inspires me to continue with my dreams and to share the knowledge with others. His policy is: share to help.

A Mary Cruz o **Mary+** que aún sigue en pie de lucha y que estuvo para mí desde el primer día de prepa. Eres *una genio*, siempre acabas arreglándotelas. Te quiero un chingo, la conexión aún sigue y las llamaradas de humo también son una buena señal, yo estoy al pendiente.

A mis amigas que sobrevivieron del club de las Chipitinas, sí a esas Chipis que no se les olvida, llamadas **Gélica** y **Lyn-jo**. Aunque las palabras se acaben, sabemos que seguimos estando ahí para nosotras. ¡¡Las quiero Angélica y Joss!! ¡¡Gracias por todo su apoyo y amistad!! La opción técnica no hubiera sido igual de agradable sin ti Jocelyn. Y 6°, uyyyyyyyyyy, 6°!!!! Fue el mejor año de la preparatoria. ¡¡¡¡Pinches chamacas locas!!!!

A mis cuatachos que conocí durante la carrera y que me apoyaron en clase, prácticas de campo, parrandas, comidas, salidas de recreación, biblioteca y en la vida. Nota: No quiero que se preocupen en absoluto por el orden, ¡¡ ok??

El primer semestre me la pasé mucho con **Marisol Carmona**, **Idalia** y **Paty** Lupasao. Conocí a **Oscarín** Megachinin y a muchos de los que siguieron enamorándose de la Biología conmigo. A esta **Marianushka** que desde el 2° semestre por una extraña casualidad quedamos en 4 materias juntas y que nos ayudaron a volvernos unas grandes amigas, a **Griselda Pasteur** que me hacía reír casi hasta el borde del llanto (quizá alguna vez sí lloré, pero no recuerdo), es una de las personas más fuertes que conozco sin importar las adversidades que le quieran bombardear. A **Jorge**, que me mata de la risa cuando recuerdo cómo se pone con las abejas y que siempre dejaba que le tiráramos el calzón sin resultado alguno. A **Viri Acosta** que está peleada con el amor, y a pesar de su seriedad aparente, es una chica demasiado alegre e inteligente. A Chivis o **Silvia**, nunca llevamos materia juntas, pero por amistades e intereses comunes nos volvimos muy cercanas, ¡¡ánimo Chivis!!

A **Viri Lizardo** por su ayuda con las fotos de epibiontes, por hacer magia con *R* y armar el PCA que está en esta tesis, por darme tips sobre las personas autodidactas. Viri, lo poco que escribo aquí es insignificante a lo genial que me la he pasado contigo, me has hecho considerar y reconsiderar muchos puntos que acaban por hacerme reír junto contigo, hay otros que me dejan pensando por muuuucho tiempo. Por esas pláticas intelectuales y de toda índole: “iiiiiii NO LA PUEDO CREER!!!!!!!!!!”.

A quien me gusta llamarle Malaia pero que se llama **Amalia**, que siempre me contagiaba su histeria infinita o me hacía enojar o desesperar o reír o pensar en muchas cosas extrañas. Como el poder de la belleza, la persuasión, la manipulación, inteligencia, esmero, amor por los parásitos, amor por las cosas tiernas, el morbo por las mujeres y los hombres, el dinero, el ideal de un marido rico, todas las cosas buenas y malas, los chinos asiáticos japoneses, la música, el vestir bien,... Gracias Amalia, has sido una persona clave durante todos estos años de la carrera. ¿Recuerdas cuando se te cayó el litro de alcohol sobre mi cuaderno en el Laboratorio de Protistas y Algas? Jamás te he vuelto a ver tan roja en mi vida, de solo escribir esto casi me da un ataque instantáneo de carcajadas, tuve que aguantarme, porque estoy en una biblioteca, jaajaajajajajajaja.

Oli, por los buenos momentos de amistad mutua.

A **Janette**, una persona que me hace reír cuando me dice que está preocupada, porque estando preocupada o no: ¡siempre me contagias tranquilidad y armonía Janette!! Gracias por todas tus historias, por brindarte la oportunidad de conocerme y darme el honor de tu confianza, eres más social de lo que imaginas, más poderosa de lo que te dejas ser y siempre me sorprendes. Me encanta reírme contigo y de ti, jejejejejejejejejeje.

No puede faltar Ru o **Rubén** Alí Shinigami que es de las pocas personas que conozco que ha luchado un chingo por conseguir chambas y proyectos de lo que estudiamos y de lo que somos. Tus habilidades, mercantil y productiva, ¡¡son estupendas!! Siempre acabas sacándome la carcajada, luego, tu memoria es buenísima y me haces recordar muchas barrabasadas. Sigue así Rubén, me encanta tu ingenio. Por cierto, ¡tu ayuda con los mapas también rindió sus frutos!

Itzel ~IttiLafont, lo que más me hace recordarte es cuando me invitaste a trampear ratones en la Reserva del Pedregal. Es una experiencia inolvidableeeeeeeeeee. Sentí que mi vida estaba en el límite de la muerte, cualquier cosa se veía como un peligro, fue adrenalina intensa, me sentí como una verdadera aventurera, es cuando te das cuenta que amas lo que estudias. ¡Gracias Itzel! ¿Te acuerdas cuando nos esperaste a Amalia y a mí, después de que soltaste al zorrillo, porque nos habíamos perdido?

A dos de mis mejores amigas biólogas e investigadoras, ellas son **Tere** (Concepción) y **Semiramis** *amiga de las palomas* o *cuasi* (el apodo que más me hace reír, se lo puso Tere). Me abrieron sus corazones y me dejaron abrir el mío (todavía seguimos vivas, jejejejejeje). No sé si sí nos veremos en reuniones familiares o si tendremos descendencia. Pero sí, siguen y seguirán siendo personas ultra súper druper queridas para mí. Siempre andan buscando continuar, siendo buenas en el campo que desarrollan; por eso me encantan, porque junto a ustedes, una nunca se puede dar el

lujo de quedarse atrás. ¿Con qué cara les podría decir uno: no me voy a esforzar? Con ninguna cara. Gracias por ser gran motivación mía.

A mi maestra de japonés más querida de todos los tiempos **Kazuko Nagao** y mis amigos de Japonés que influyeron mucho en mí por esas fechas: **Perla-chan**, **Pablo-chan**, **Memo-chan**, **Diana-chan** (gracias por revisar y corregir con tu tiempo y cerebro la versión del *abstract* que aquí pongo ☺); y del Tenrikyo a **Silvia** y **Carlos-kun**. También a mi maestra que se autodenomina loca e interesada por el dinero y que argumenta que si no pensamos por nuestra cuenta, “nuestro cerebro se vuelve atole o caca”, sí, nadie más que la peculiar e incomparable **Tokiyo Tanaka** que me inspira a seguir viva y activa intelectualmente hasta que el cuerpo aguante. A **Koito Nakaune** sensei por preguntarme contantemente si ya había acabado la tesis, esos momentos de incomodidad personal me hacían querer acabarla (la tesis) para poder decir “ya me titulé”, tonto, pero real.

A **Gimpei** por decirme que las universidades de México, en especial la UNAM, son gratuitas a comparación de las de Japón y que no podía darme el lujo de desaprovechar algo tan importante sólo por ceder al pesimismo o a la flojera.

A la familia de Oaxaca que conocí en la noche del brindis de bienvenida previa al congreso, principalmente a **Jaime**, junto con **Sadot**, **Emilio** y **Pablo**. Su entusiasmo se contagia, no quise una cura para aquella enfermedad motivante.

I n t e l e c t u a l e s

A los profesores de la Facultad de Ciencias que más impactaron en mi pensar y actuar como profesionalista y persona, porque aún recuerdo parte de su sabiduría: **Enrique Méndez Ríos**, **Agustín Carmona**, **Alejandro** y **José Luis** de Filosofía de la Biología, **Cristina** de Bioestadística, **Hernán** de Sistemática, **Irene Lozano Mascarúa** de Recursos Naturales, y otros que no recuerdo bien.

A los que fueron mis padres intelectuales y/o amigos y compañeros durante proyectos que por alguna u otra razón no logré concluir: **Cornelio** y **Lulú** y mis muy bien amados murciélagos. **Ivette Caldelas** (Biomédicas) y esos gazapos y conejos calenturientos. A mi familia cuando estuve en el labo de Biomédicas: **Oscar** que me enseñó un putero de cosas, como el cuidado de la colonia de conejos, perfusiones y disecciones, a **Lucero** y **Marisol** por comprenderme y apoyarme en todo momento. A **Adriana Pachenchas** o Patrañas que me hacía reír a carcajadas a cada instante. A **Pilar** y **Manuel Miranda** junto con aquellos adorables e inolvidables gerbos. A mi estimada y brillante **Vania Carmona Alcocer** que me hacía tenerle miedo, preguntarme las cosas más rudas, que me enseñó lo que es la ciencia aplicada y real, el placer por lo que uno hace, el amor a uno mismo, el hacerse interesante ante los hombres y no ceder luego luego, que me invitaba a correr a su lado, que río, lloró y gritó conmigo y enfrente de mí y que me da gusto saber que sigue existiendo. A **Maribel** que compartió glorias y tristezas junto conmigo. A **Luis** de la Colección Nacional de Helmintos por aceptarme un semestre y ayudarnos mutuamente con entusiasmo, **Ángeles** y **Pilar** me brindaban alegría también en aquel laboratorio.

A **Leo** por ser un catalizador más de las circunstancias que me decían “titúlate”, “acaba la tesis”, “tú puedes”.



A Brian, Mar, Gabs, Tere y Gris por los trámites finales.

Por llegar hasta aquí, **gracias lector**. Todas las omisiones, excesos o adornos sobrantes y extremosos son responsabilidad de la autora, y de nadie más, que se dio el lujo de escribir a su antojo en estas páginas previas al escrito formal que le sucede. Espero y les ponga a pensar en más de un sentido.

Laura Regina Alvarez Cerrillo
México, D.F. a marzo de 2015.

I. INTRODUCCIÓN

El filo Mollusca es un grupo de invertebrados que incluye ocho clases: Solenogastres, Caudofoveata, Monoplacophora, Bivalvia, Scaphopoda, Cephalopoda, Gastropoda y Polyplacophora (Ponder y Lindberg, 2008). La clase Polyplacophora (**ver Anexo A**) comprende a los moluscos conocidos en México como quitones, los lugareños los llaman cucarachas de mar o lenguas de perro (Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas, 2002; Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013; Olea-de la Cruz *et al.*, 2013). Son organismos marinos eurihalinos con distribución cosmopolita (Kaas y Van-Belle, 1998).

En México, el registro de polioplacóforos es de 139 especies y una subespecie; 111 están distribuidas en el litoral Pacífico (80%) y 29 en el litoral Atlántico (Alarcón-Chavira, 2014). Del total de las especies, cerca del 84% se distribuye entre los 0 y 30 m de profundidad y aproximadamente el 37% corresponde a especies endémicas (Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas, 2002).

Dos especies endémicas que habitan en la región del Pacífico Mexicano son: *Chiton (Chiton) articulatus* Sowerby en Broderip y Sowerby, 1832 (**Fig. 1.1-A**) y *Chiton (Chiton) albolineatus* Broderip y G. B. Sowerby I, 1829 (WoRMS-Editorial-Board, 2015) (**Fig. 1.1-B**). Se encuentran desde Sinaloa hasta Oaxaca, incluyendo islas, habitan entre los 0 y 10 m de profundidad (Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas, 2002; Reyes-Gómez, 2004; Flores-Campaña *et al.*, 2007; Reyes-Gómez *et al.*, 2010; Flores-Garza *et al.*, 2012).

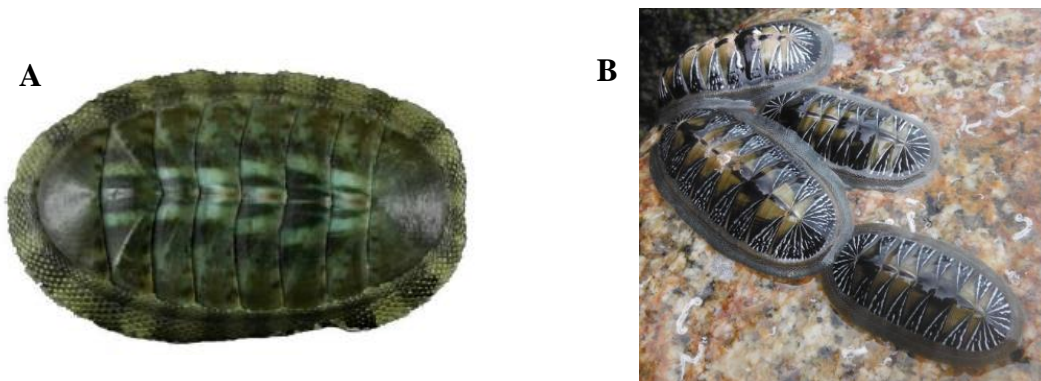


Figura 1.1-A: *Chiton articulatus* (tomada de Galeana-Rebolledo, 2011). 1-B: *Chiton albolineatus*, ejemplares recolectados en Parque La Reina, Guerrero.

Las especies *C. articulatus* y *C. albolineatus*, entre los quitones costeros, presentan mayor talla, altas densidades poblacionales y dominancia (Barajas Calderón, 2011; Flores-Garza *et al.*, 2012; Flores-Rodríguez *et al.*, 2012; Galeana-Rebolledo *et al.*, 2012, 2014; Torreblanca-Ramírez *et al.*, 2012). Ambas son capturadas y consumidas (principalmente la primera, la segunda comienza a ser susceptible por su talla) por lugareños y turistas de playas de Guerrero, Oaxaca, Sinaloa, Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit; también son utilizados como cebo para pesca y elaboración de artesanías (Holguin-Quiñones y Michel-Morfín, 2002; Holguin-Quiñones, 2006; Ríos-Jara *et al.*, 2006; Flores-Campaña *et al.*, 2007; Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013; García-Ibáñez *et al.*, 2013; Olea-de la Cruz *et al.*, 2013). Y existe un estudio con el quitón *C. articulatus* donde se menciona que es un alimento rico en proteínas (Melo *et al.*, 2011).

Las dos especies han sufrido merma en sus tamaños poblacionales por sobreexplotación (Rojas-Herrera, 1988) y la gente local carece de información suficiente sobre la biología de estos quitones. Los pescadores no poseen un plan de manejo y conservación del recurso, época de veda y restricción en cuanto al tamaño de los organismos (Olea-de la Cruz *et al.*, 2013).

Los estudios realizados con las dos especies se han enfocado principalmente en ecología y estructuras de tallas poblacionales (**ver Anexo B**). Las longitudes totales y pesos reportados para *C. articulatus* van desde los 1.66-108 mm y 0.007-86.5 g y en *C. albolineatus* corresponden a 3.18-55.13 mm y 0.004-10.2 g (Holguin-Quiñones y Michel-Morfín, 2002; Jiménez-Díaz *et al.*, 2009; Flores-Campaña *et al.*, 2012; Flores-Garza *et al.*, 2012; Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013; Valencia-Santana, 2013).

El número de ctenidios de los quitones es poco referido en la literatura, este se ha considerado como un carácter morfológico de clasificación taxonómica útil a nivel de especie (Sigwart, 2008). La clasificación estará más apegada a un grupo natural entre mayor cantidad de caracteres se consideren (Sirenko, 2006; Sigwart, 2009). El estudio de Kaas *et al.* (2006) reportó 55 ctenidios por lado para *C. articulatus*, basándose en un ejemplar (n=1, 50 mm de longitud); para *C. albolineatus* registró 46 ctenidios por lado, con un organismo (n=1, 43 mm de longitud). Se sabe que la cantidad de ctenidios incrementa conforme lo va haciendo la talla (Eernisse y Reynolds, 1994), dependiendo de la edad del individuo (Schwabe, 2010). Ambas especies al presentar un arreglo adanal (con tres o más ctenidios posteriores a la apertura renal (Sirenko, 2006)) tienden a incrementar su cantidad de ctenidios bidireccionalmente, es decir, hacia la región anterior y a la posterior (Sigwart, 2008). Hacen falta evidencias del crecimiento

bidireccional de los ctenidios y saber si la cantidad de estos incrementa en una proporción determinada respecto a la talla.

La posición de los nefridioporos (aperturas renales) y gonoporos (aperturas de expulsión de gametos) ha sido considerada únicamente para estudios de filogenia y sistemática de los quitones (Sirenko, 2006). Su ubicación ha sido propuesta como carácter morfológico para esclarecer relaciones entre clados de quitones (Sigwart, 2008). El acomodo de los ctenidios en la cavidad paleal, la posición del último ctenidio en relación con el ano y el número de ctenidios que se encuentran posteriores al nefridioporo son relevantes para la taxonomía (Schwabe, 2010). En *C. articulatus* y *C. albolineatus* se desconoce la ubicación y morfología de estas estructuras. Se sabe que los nefridioporos son posteriores a los gonoporos y se encuentran en la parte posterior de la cavidad paleal, en la región ventral de las valvas VI y VII. Por cada lado de la cavidad paleal hay un nefridioporo y un gonoporo (Strathmann y Eernisse, 1987; Sigwart, 2008).

Trabajos relativamente recientes han abordado el estudio de la reproducción de *C. albolineatus* (Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013) y *C. articulatus* (Rojas-Herrera, 1988; Avila-Poveda, 2013; Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013; Ramírez-Álvarez *et al.*, 2013; Abadia-Chanona *et al.*, 2014; Abadia-Chanona *et al.*, 2014, a, b; Abadia-Chanona, 2015) (**ver Anexo C**). En los estudios anteriores hay mención de la coloración, talla y/o histología de la gónada; aquí se propone que la biometría y morfología de la gónada podría aportar información adicional acerca de la especie.

En este estudio se ocuparán la biometría y la morfología, para comparar y conocer las variaciones intra e interespecíficas de los quitones *C. articulatus* y *C. albolineatus*; mediante el análisis estadístico de tallas, pesos y estructuras blandas. El término de biometría, aquí hace referencia a la bioestadística (aplicación de los métodos estadísticos para resolver problemas biológicos) también es llamada estadística biológica o biometría (Sokal y Rohlf, 2009). El término de morfología, aquí se utiliza denominando la forma de las estructuras de los quitones. Las características morfológicas definen las unidades básicas de la biología: las especies, y son ocupadas para identificar una especie de otra. Los datos morfológicos son importantes en la sistemática ya que se cree que la variación morfológica se caracteriza por diferencias entre taxones (MacLeod, 2002).

II. JUSTIFICACIÓN

Este estudio busca generar conocimiento relacionado con la biología de *Chiton articulatus* y *Chiton albolineatus*, debido a la escasez de trabajos sobre quitones mexicanos y en particular su morfología de estructuras blandas. El estudio de ctenidios, nefridioporos y gonoporos ha sido relegado a pesar de su importancia para la taxonomía y como herramientas que podrían formar un patrón para determinar el sexo del quitón. Además, estas especies representan un recurso alimenticio para los lugareños y turistas de las playas de Guerrero y Oaxaca principalmente.

III. OBJETIVOS

Ampliar el conocimiento acerca de la morfología de las estructuras blandas de *Chiton articulatus* y *Chiton albolineatus* a lo largo de la costa de Guerrero, con ejemplares de diferentes localidades y épocas, para comparar variaciones intra e interespecíficas.

Los objetivos particulares fueron:

1. Por especie, analizar la biometría (tallas y pesos) de los quitones obtenidos en diferentes localidades y épocas.
2. Conocer la cantidad de ctenidios por especie y determinar la relación que tienen respecto a la talla del quitón.
3. Describir la ubicación y morfología de los poros (nefridioporo y gonoporo).
4. Evaluar correlaciones entre la talla del quitón y las estructuras blandas: cantidad de ctenidios, posición y morfología de poros, talla y morfología de la gónada.
5. Determinar si las características de las estructuras estudiadas permiten encontrar patrones para distinguir el sexo del quitón.

IV. ESPECIES DE ESTUDIO

En este trabajo se analizaron las especies de poliplacóforos endémicos mexicanos: *Chiton* (*Chiton*) *articulatus* y *C. (C.) albolineatus* cuya clasificación taxonómica es propuesta por Sirenko (2006) y los nombres científicos se actualizaron con la base de datos *World Register of Marine Species* (WoRMS-Editorial-Board, 2015):

Clase Polyplacophora Gray, 1821

Subclase Loricata Shumacher, 1817

Orden Chitonida Thiele, 1910

Suborden Chitonina Thiele, 1910

Superfamilia Chitonoidea Rafinesque, 1815

Familia Chitonidae Rafinesque, 1815

Subfamilia Chitoninae Rafinesque, 1815

Género *Chiton* Linnaeus, 1758

Subgénero *Chiton (Chiton)* Linnaeus, 1758

Especie *Chiton (Chiton) articulatus* Sowerby en Broderip y Sowerby, 1832

Especie *Chiton (Chiton) albolineatus* Broderip y G. B. Sowerby I, 1829

V. SITIO DE ESTUDIO

Los poliplacóforos de esta investigación corresponden a las tres regiones costeras del Estado de Guerrero definidas en 1988 por la Secretaría de Educación Pública (SEP) y la Secretaría de Gobernación: Costa Grande, Acapulco y Costa Chica (Niño-Gutiérrez, 2008). Estas tres regiones varían geomorfológicamente, tanto en Costa Grande como en Acapulco existen áreas donde se alternan playas arenosas con grandes extensiones de costa rocosa y es frecuente observar acantilados de roca consolidada. Sin embargo, Costa Chica presenta una menor extensión de costa rocosa, llegando a presentarse afloramientos de roca con distribución en parches, donde debido a la composición de los sustratos, los acantilados son erosionados con mayor rapidez por no ser de roca consolidada (Olea-de la Cruz *et al.*, 2013).

Se abarcaron seis localidades distintas (**Fig. 5.1**), tres por cada especie (**Tabla 5.1 y 5.2**).

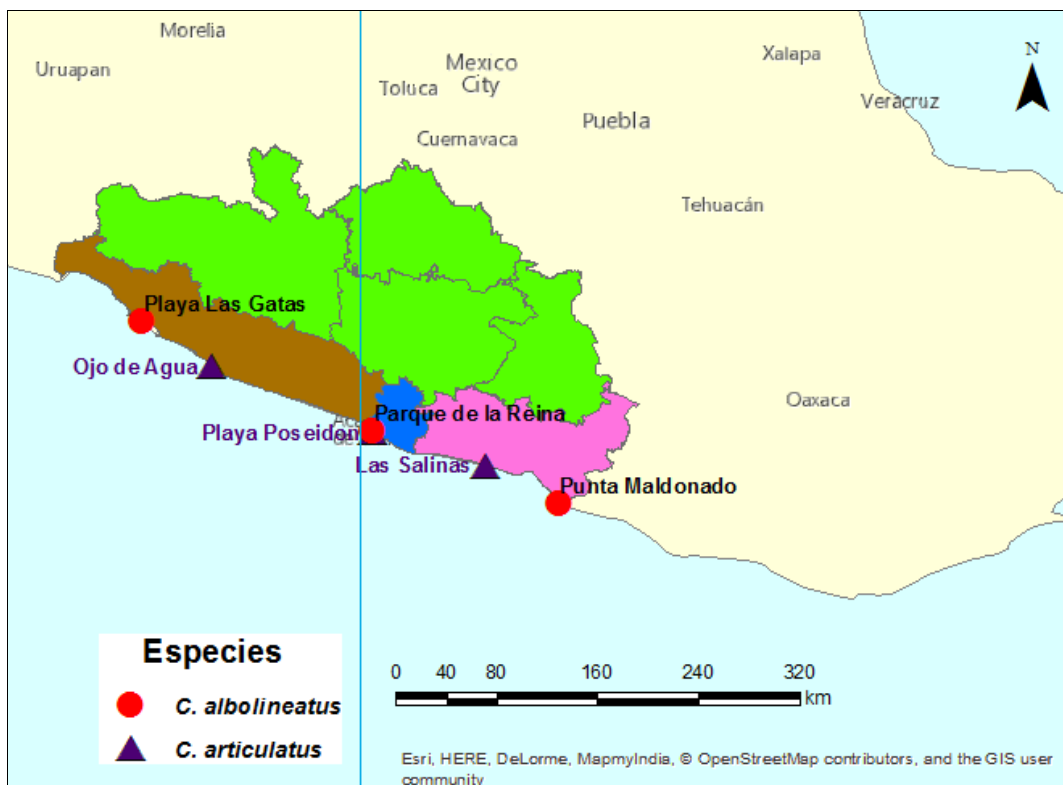


Figura 5.1. Localidades de recolecta en la costa de Guerrero, México.

Tabla 5.1. Datos sobre las localidades de recolecta de *Chiton articulatus*.

Localidad	Región costera de Guerrero		
	Costa Grande	Acapulco	Costa Chica
	Ojo de Agua	Playa Poseidón-Caleta	Las Salinas
Municipio	Técpan de Galeana	Acapulco de Juárez	Marquelia
Ubicación	17.3°N, 101.0526°O	16.830833°N, 99.901111°O	16.5971°N, 99.095475°O
Fecha	16-abril-2010	15-mayo-2012	01-diciembre-2011
Hora de recolecta	14:00 a 16:00 h	10:40 a 12:00 h	12:00 a 15:00 h
Total de individuos	n=12	n=16	n=12
Profundidad	<2 m	<2 m	<2 m
Recolector(es)	Lizeth Galeana-Rebolledo	Brian Urbano y Laura Regina Alvarez-Cerrillo	Lizeth Galeana-Rebolledo
Exposición al oleaje en la playa	Intensa	Regular	Intensa

Tabla 5.2. Datos sobre las localidades de recolecta de *Chiton albolineatus*.

Localidad	Región costera de Guerrero		
	Costa Grande	Acapulco	Costa Chica
	Playa Las Gatas	Parque de la Reina-Muelles	Punta Maldonado
Municipio	Zihuatanejo de Azueta	Acapulco de Juárez	Cuajinicuilapa
Ubicación	17.621667°N, 101.551944°O	16.848774°N, 99.901374°O	16.326464°N, 98.570311°O
Fecha	15-marzo-2013	3-junio-2013	6-febrero-2010
Hora de recolecta	13:00 a 14:00 h	17:00 a 17:30 h	14:00 a 16:00 h
Total de individuos	n=10	n=13	n=12
Profundidad	<2 m	<2 m	<2 m
Recolector(es)	Laura Regina Alvarez-Cerrillo	Juan Carlos Cerros-Cornelio y Laura Regina Alvarez-Cerrillo	Lizeth Galeana-Rebolledo
Exposición al oleaje en la playa	Suave	Regular	Intensa

VI. METODOLOGÍA

6.1 Recolección de especímenes

A partir de seis localidades de la costa de Guerrero, fueron obtenidos 75 quitones en la zona intermareal: 40 individuos de *Chiton articulatus* y 35 de *C. albolineatus*. Se registraron observaciones cualitativas durante la recolección (**ver Anexo D**). En este trabajo se analizaron muestras recolectadas en seis ocasiones a lo largo de cuatro años (**Tabla 6.1**). Las localidades se distribuyeron a lo largo de 352.8 km de la costa de Guerrero, la distancia entre ellas se calculó con *ESRI ArcGIS Desktop v. 10.2.2* (**Tabla 6.2**).

Tabla 6.1. Años y meses en que se recolectaron los poliplacóforos de *C. articulatus* y *C. albolineatus*.

Año	Mes	Especie	n	Región costera	Localidad
2010	Febrero	<i>C. albolineatus</i>	12	Costa Chica	Punta Maldonado
	Abril	<i>C. articulatus</i>	12	Costa Grande	Ojo de Agua
2011	Diciembre	<i>C. articulatus</i>	12	Costa Chica	Las Salinas
2012	Mayo	<i>C. articulatus</i>	16	Acapulco	Playa Poseidón-Caleta
2013	Marzo	<i>C. albolineatus</i>	10	Costa Grande	Playa Las Gatas
	Junio	<i>C. albolineatus</i>	13	Acapulco	Parque de la Reina-Muelles

Tabla 6.2. Distancia que separa las localidades de recolección de este estudio.

Distancia (km)	Localidades	Región costera de Guerrero
62.8	Playa Las Gatas-Ojo de Agua	Costa Grande
130	Ojo de Agua- Parque de La Reina y Playa Poseidón	Costa Grande-Acapulco
92.9	Parque de La Reina y Playa Poseidón-Las Salinas	Acapulco-Costa Chica
67.1	Las Salinas-Punta Maldonado	Costa Chica
Total= 352.8		

La recolección se procuró durante bajar. En cada localidad los quitones fueron retirados de la superficie de la roca con ayuda de un cuchillo de campo, que se insertaba debajo del cinturón del individuo con presión ligera, para despegar a cada uno y obtenerlos

completos. Los lotes de quitones se relajaron en agua de mar, con un cambio gradual por agua dulce, el fin era manipularlos en su condición aplanada.

Existieron variaciones en el proceso de fijación y preservación de los quitones (**ver Anexo E**), esto ocurrió debido a disponibilidades técnicas y a que algunos de los ejemplares fueron donaciones de L. Galeana-Rebolledo (**ver Tabla 5.1 y 5.2**).

Se procedió al estudio de los ejemplares en diversos laboratorios: la Colección Nacional de Moluscos (CNMO) del Instituto de Biología, UNAM; el Laboratorio de Ecología Costera y Sustentabilidad de Universidad Autónoma de Guerrero y la Colección Malacológica Dr. Antonio García-Cubas del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

6.2 Biometría

Los quitones fueron medidos con Vernier (precisión de ± 0.1 mm), para obtener su largo, ancho y alto; los datos fueron registrados en mm.

El largo y el ancho (**Fig. 6.1**), se midieron incluyendo el cinturón, para considerar las tallas totales. El largo, se obtuvo desde el inicio del cinturón en la región anterior, hasta la parte final del mismo en la región posterior. El ancho, se midió en forma transversal, de lado a lado del cinturón, entre la valva IV y V.

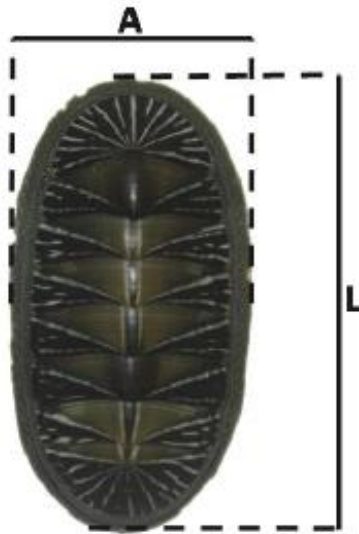


Figura 6.1. Biometrías de los quitones (L) largo y (A) ancho. Ejemplar de *Chiton albolineatus*. (Tomada de Galeana-Rebolledo, 2011).

El alto total, se consideró desde la región elevada de la valva IV hasta la región ventral del pie, que correspondía a la zona donde acababa la valva IV e iniciaba la V. El peso total de cada ejemplar se registró antes de la disección. A lo largo de este estudio se ocuparon tres tipos de básculas: báscula portátil (TANITA 1479 V, máx=120 g, d=0.1 g); Sartorius GMBH GÖTTINGEN tipo 1419 MP8-1, capacidad 600.00/60.000 g y Explorer Pro, modelo EP214 máx=210 g, d=0.1 mg.

6.3 Conteo de ctenidios

La orientación de cada quitón se determinó de acuerdo a la ubicación de la boca y el ano (**Fig. 6.2-A y B**).

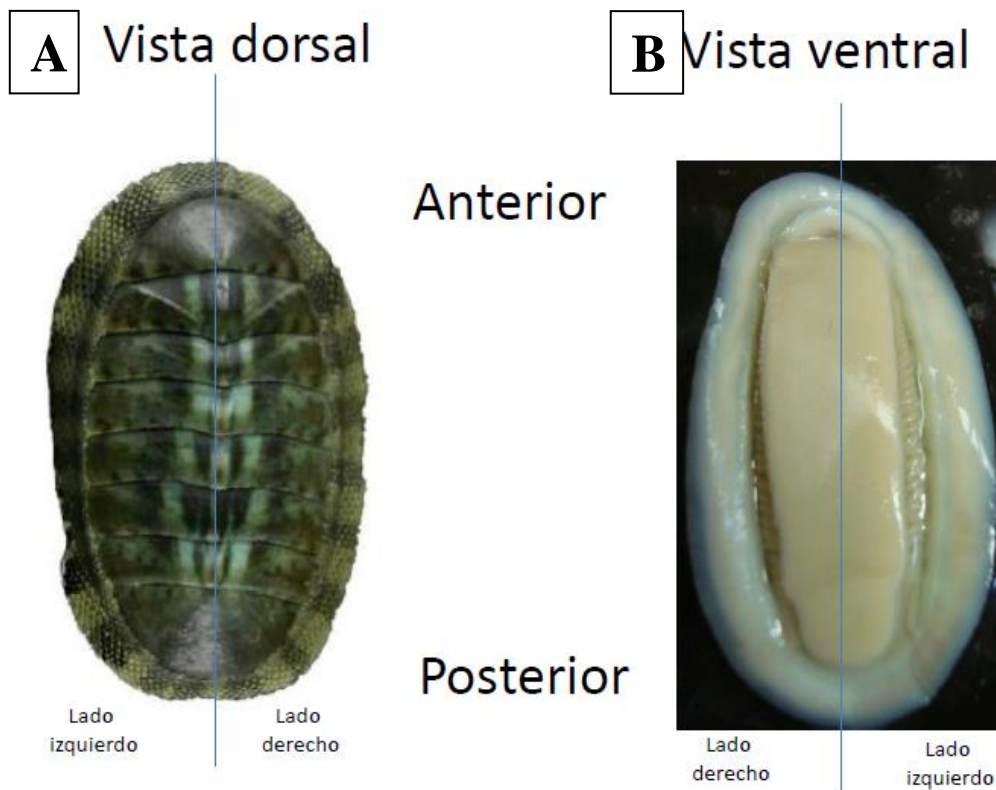


Figura 6.2. Terminología para ubicar las regiones de los ejemplares. A: dorsal (modificada de Galeana-Rebolledo, 2011), B: ventral.

A cada quitón se le contó el número de pares de ctenidios desde la región posterior hacia la anterior (**Fig. 6.3**), utilizando el microscopio estereoscópico (Olympus, modelos: SZ61, VMZ y SZ-ST). El conteo de los ctenidios se realizó de dos a tres veces en cada lado, derecho e izquierdo; el valor utilizado para el análisis de datos fue el promedio de los conteos reportados, se redondeó a números enteros.

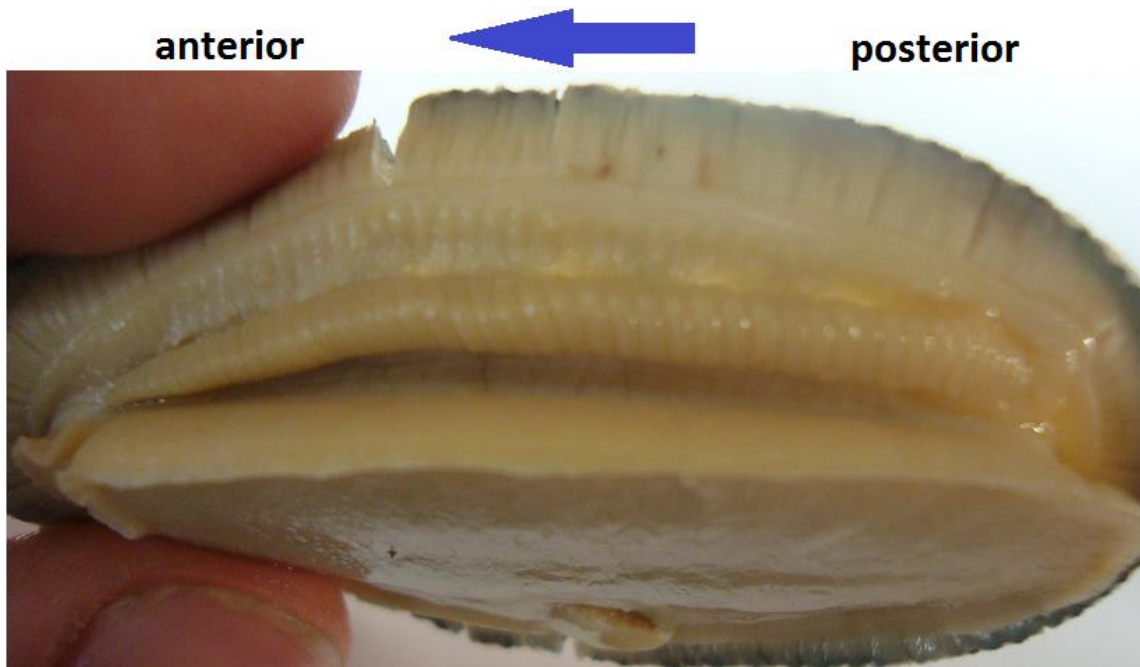


Figura 6.3. Vista ventral de los ctenidios (izquierdos) de *C. articulatus*, el conteo de estos se realizó desde la región posterior hacia la anterior.

6.4 Ubicación y morfología de los poros

Se localizaron los poros, nefridioporo y gonoporo (derechos e izquierdos), en cada quitón, haciendo referencia al número de pares de ctenidios entre los que se encontraba el poro (Sigwart, 2008). En ocasiones, sólo fue posible identificar o encontrar un poro por lado, sin lograr establecer el tipo de poro; para los análisis se anuló con un cero.

La morfología de los poros se describió en las dos especies, distinguiendo diversas formas, para su clasificación se tomaron en cuenta: a) figuras geométricas, b) términos para describir formas, c) presencia/ausencia de hendiduras, d) volumen.

Una vez tomadas las medidas, contados los ctenidios y observados los poros, se procedió a la disección de cada ejemplar. Las disecciones fueron ventrales (Grassé *et al.*, 1976), con un corte longitudinal en el pie, desde el final de la región cefálica hasta la región anal.

6.5 Gónada

Las vísceras (**Fig. 6.4-A y B**) se extrajeron para observar la gónada (**Fig. 6.5**). Se estudiaron gónadas frescas y preservadas (**ver Anexo E**). El periodo de tiempo entre la recolecta y la disección fue variable, desde unas horas, hasta 3 años después.

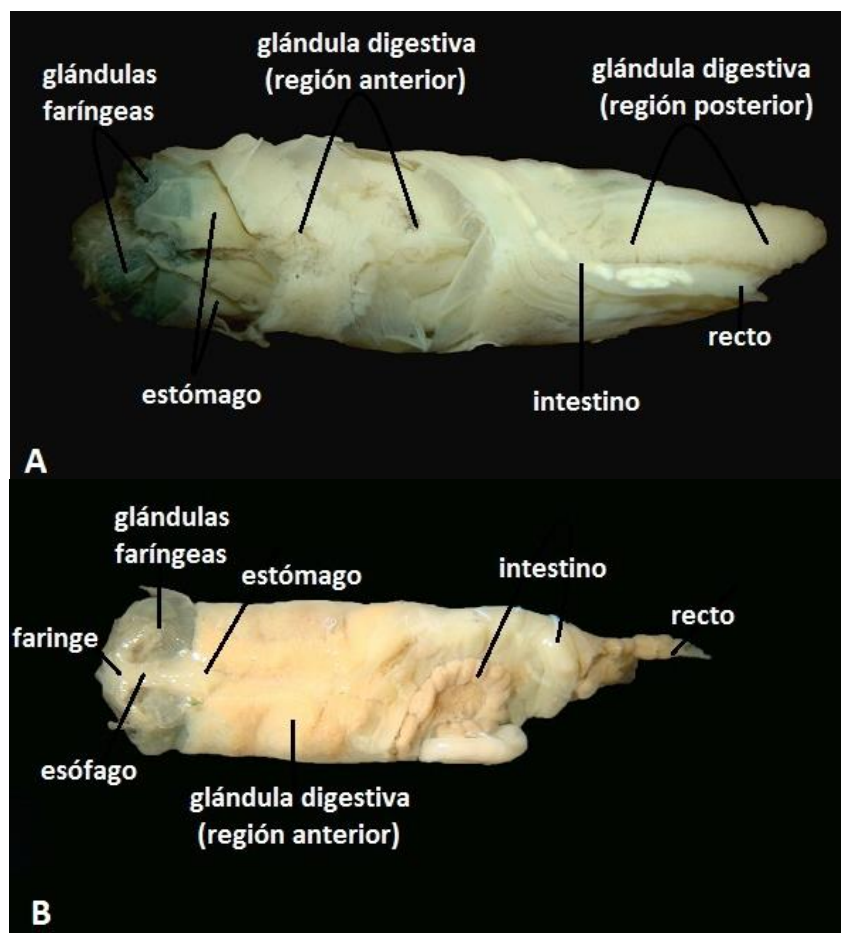


Figura 6.4. Vísceras de *C. articulatus*, después de ser extraídas de la cavidad. A: Vista ventral. B: Vista dorsal.

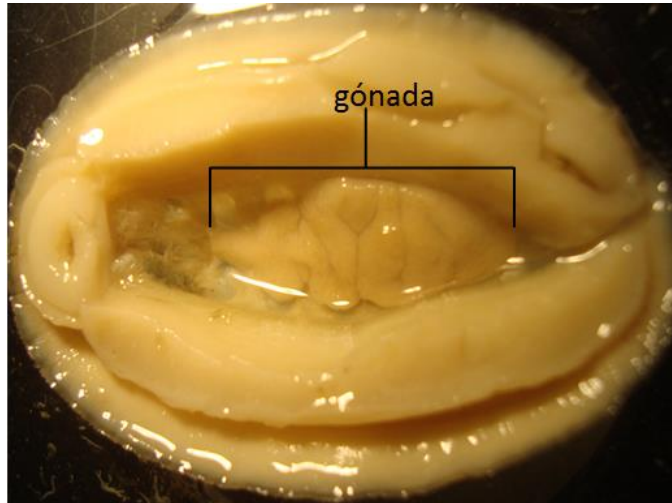


Figura 6.5. Región ventral de la gónada, *C. articulatus*, sin vísceras.

La forma del ápice anterior de la gónada se observó para determinar si era unilobulada o bilobulada.

La región ocupada por la gónada se registró, desde el ápice anterior hasta el ápice posterior de ésta, con base en la musculatura dorsal inervada en las valvas, por ejemplo: desde la valva II hasta la VII, utilizando un criterio de presencia o ausencia (**Fig. 6.6**).

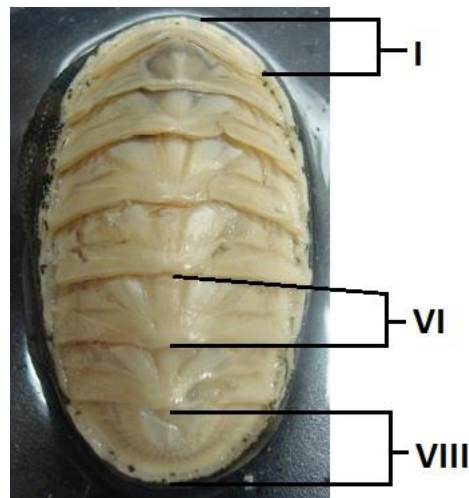


Figura 6.6. Musculatura dorsal de *C. articulatus*, están señaladas las regiones correspondientes a la valva I, VI y VIII.

Se midió el largo, ancho y alto de la gónada (**Fig. 6.7**). El largo, se evaluó desde la región anterior hasta la posterior. El ancho, fue medido al menos en tres regiones diferentes (anterior, central y posterior). Cuando la gónada presentaba mayor variación, se procedía a tomar de cuatro a cinco veces (incluso hasta 7 veces) las medidas; para el análisis del ancho, se consideró el promedio de las mediciones previas. El alto se obtuvo midiendo la distancia que separaba la región ventral de la dorsal, en la región con mayor volumen.

La gónada se retiró de la cavidad para pesarla; posteriormente se registró la región en que estaban los gonoductos.

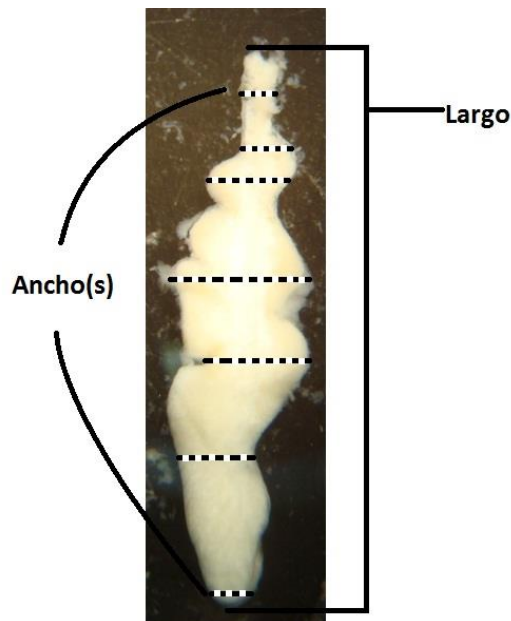


Figura 6.7. Mediciones de la gónada: largo y ancho (el analizado, fue un promedio de los registrados por cada gónada). Gónada de *C. albolineatus*.

Los poliplacóforos utilizados en este estudio, preservados en alcohol al 70%, fueron depositados en la Colección Nacional de Moluscos (CNMO) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México (UNAM).

6.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos se analizaron con *STATISTICA12* (StatSoft-Inc., 2014) y *Excel*. Se efectuó un análisis de correlación de tallas (largo, ancho y alto) y pesos totales por cada especie. Se aplicó una prueba de *t-student*, para comparar las medias de las tallas y pesos totales entre las especies. También se hicieron *pruebas múltiples de significancia* o *Wilks*, evaluando largo, ancho y alto respecto con: especie, región costera y época. El peso, se analizó con una *prueba univariada de varianza* para compararlo con la especie, región costera (Costa Grande, Acapulco y Costa Chica) y el mes de recolecta.

La cantidad de ctenidios fue analizada con una prueba de *t-student*, se incluyó el análisis de la cantidad de pares de ctenidios a cada lado de la cavidad paleal, comparando con las medias de las tallas y pesos totales. Se efectuaron análisis de correlación entre la cantidad de ctenidios, la talla y el peso de los quitones.

El *coeficiente de correlación de Spearman* es una regresión no paramétrica calculada a partir de variables no cuantitativas (Camacho-Sandoval, 2008). Se calculó evaluando la cantidad de ctenidios izquierdos de los quitones respecto a: la región costera (Costa Grande, Acapulco y Guerrero) y la época (febrero, abril, diciembre, mayo, marzo, junio).

Se analizaron las frecuencias de posición y forma de los nefridioporos y gonoporos y se correlacionaron con la longitud total del quitón para determinar si la posición variaba respecto a la talla.

La frecuencia de la morfología del ápice de la gónada fue analizada para ver la tendencia por especie y entre especies. Se realizó una correlación del largo-ancho-alto-peso de la gónada en relación con el largo-ancho-alto-peso total del individuo.

Se efectuó un análisis de correlación para ver si las estructuras blandas estaban relacionadas con las tallas totales y las tallas de la gónada. La matriz de variables analizadas incluyó: el número de ctenidios derechos e izquierdos; los poros derechos e izquierdos (su morfología y ubicación); el espacio ocupado por la gónada; la forma del ápice de la gónada; mes de recolecta; región costera; largo, ancho, alto y pesos totales; largo, ancho, alto y peso de la gónada.

Se llevó a cabo un *análisis de componentes principales (PCA)*, con el software de acceso libre *R* (R-Core-Team, 2014). El *PCA* generó matrices de correlación entre todas las variables (n=75): largo, ancho y alto totales y de la gónada; cantidad de ctenidios; ubicación y morfología de los poros; morfología de la gónada, localidades, mes de recolecta. Con este análisis se buscaron patrones de diferenciación entre especies y/o sexos.

VII. RESULTADOS

7.1 Variación biométrica (tallas y pesos totales)

El análisis de correlación intraespecífico de tallas y pesos totales de los poliplacóforos mostró una relación positiva entre el largo, ancho, alto y peso de los quitones; el mayor índice de correlación correspondió a largo-ancho ($n=75$, $R=0.942$, $p<0.05$) (**Tabla 7.1**).

Tabla 7.1. Coeficientes de correlación (R) entre las tallas y pesos totales de los quitones ($n=75$, $p<0.05$).

Variable	Largo	Ancho	Alto	Peso
Largo (mm)	1.000			
Ancho (mm)	0.942	1.000		
Alto (mm)	0.734	0.661	1.000	
Peso (g)	0.822	0.816	0.733	1.000

Los índices de correlación, a nivel interespecífico, fueron positivos; en *C. articulatus* los mejor relacionados fueron largo-ancho, largo-peso, ancho-peso y alto-peso (**Tabla 7.2**). En *C. albolineatus* los índices de correlación fueron de $0.89 \leq 1$ entre el largo, ancho, alto y peso totales de los ejemplares (**Tabla 7.3**).

Tabla 7.2. Coeficientes de correlación (R) de *C. articulatus* entre las tallas y pesos totales ($n=40$, $p<0.05$).

Variable	Largo	Ancho	Alto	Peso
Largo (mm)	1.00			
Ancho (mm)	0.93	1.00		
Alto (mm)	0.52	0.47	1.00	
Peso (g)	0.76	0.75	0.61	1.00

Tabla 7.3. Coeficientes de correlación (R) de *C. albolineatus* entre las tallas y pesos totales ($n=35$, $p<0.05$).

Variable	Largo	Ancho	Alto	Peso
Largo (mm)	1.00			
Ancho (mm)	0.94	1.00		
Alto (mm)	0.94	0.89	1.00	
Peso (g)	0.97	0.90	0.94	1.00

La prueba *t-student* comparó las medias entre las tallas, pesos y cantidad de ctenidios entre *C. articulatus* y *C. albolineatus*. El análisis reflejó diferencias significativas entre las medias de todas las variables: largo total ($p=0.0001$), ancho total ($p=0.0001$), alto total ($p=0.0028$), peso total ($p=0.0009$). El peso total varió significativamente entre las dos especies ($p<0.001$), con una media de 4.37 g (± 3.53 D.E.) en *C. articulatus* y 2.04 g (± 2.00 D.E.) en *C. albolineatus* (Tabla 7.4).

Tabla 7.4. Prueba de *t-student*: *C. articulatus* (Car; n=40), *C. albolineatus* (Cal; n=35); D.E.= desviación estándar.

	Media Car	Media Cal	Valor de <i>t</i>	Grados de libertad	<i>p</i>	D.E. Car	D.E. Cal
Largo total (mm)	43.35	31.42	5.07	73.00	$p<0.01$	10.33	10.00
Ancho total (mm)	27.35	19.23	5.39	73.00	$p<0.01$	7.53	5.08
Alto total (mm)	7.02	5.05	3.09	73.00	$p<0.01$	3.08	2.32
Peso total (g)	4.37	2.04	3.45	73.00	$p<0.01$	3.53	2.00
N° de ctenidios derechos	53.40	42.03	20.67	73.00	$p<0.01$	2.51	2.22
N° de ctenidios izquierdos	53.45	42.34	21.21	73.00	$p<0.01$	2.36	2.14

Las pruebas múltiples de significancia o Wilks resultaron significativas ($p < 0.0001$) entre las especies, regiones costeras y meses de recolecta. En el caso de la especie, se encontró que *C. articulatus* es significativamente más grande y pesada que *C. albolineatus* (Fig. 7.1).

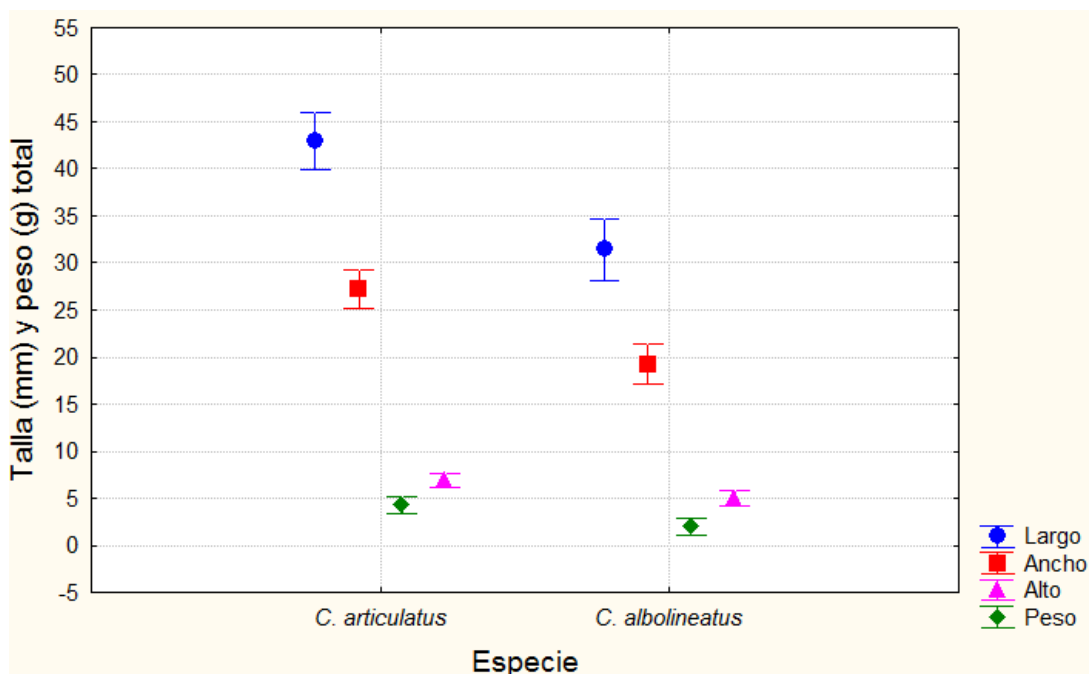


Figura 7.1. Tallas y pesos totales de *C. articulatus* (n=40) y *C. albolineatus* (n=35) (λ de Wilks=0.669, $p < 0.001$; las líneas verticales indican el intervalo de confianza: 0.95)

Se compararon las tallas y pesos de *C. articulatus* según la región costera: Costa Grande (CG), Acapulco (Ac) y Costa Chica (CC). Se obtuvo que: largo y ancho $CG > Ac > CC$; alto $CC > Ac > CG$ y peso $Ac > CC > CG$ (Fig. 7.2).

Las tallas y pesos de *C. albolineatus* (según la región costera: Costa Grande (CG), Acapulco (Ac) y Costa Chica (CC)) resultaron mayores en $Ac > CG > CC$ (Fig. 7.3).

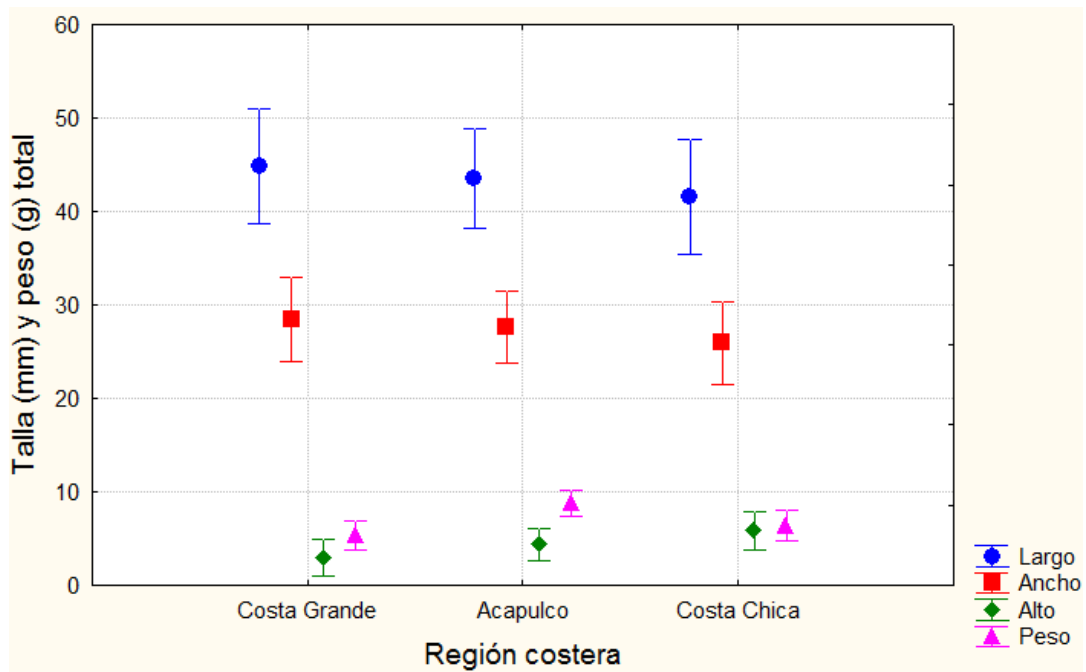


Figura 7.2. Tallas y pesos totales de *C. articulatus* (n=40) según la región costera (λ de Wilks=0.338, $p < 0.001$; las líneas verticales indican el intervalo de confianza: 0.95)

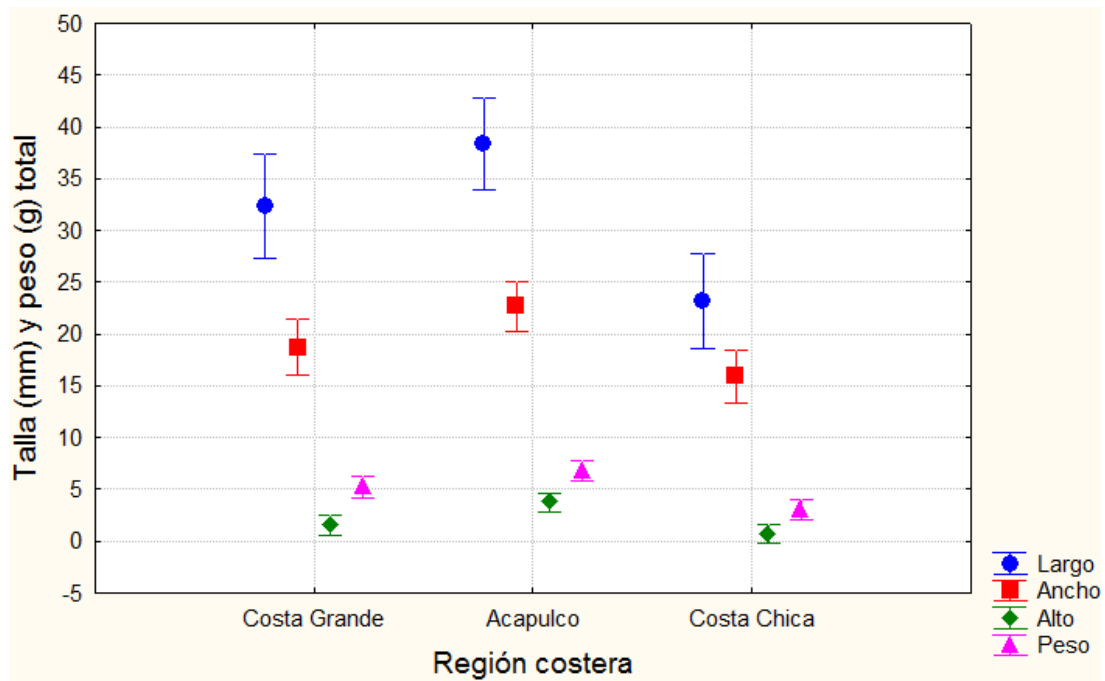


Figura 7.3. Tallas y pesos totales de *C. albolineatus* (n=35) según la región costera (λ de Wilks=0.2137, $p < 0.001$; las líneas verticales indican el intervalo de confianza: 0.95)

Las tallas variaron según el mes de recolecta, *C. articulatus* mostró que el largo y el ancho fueron mayores según abril(2010)>mayo(2012)>diciembre(2011); el alto mayo(2012)>diciembre(2011)>abril>2010 y el peso diciembre(2011)>mayo(2012)>abril(2010). Mientras que las mayores tallas y pesos de *C. albolineatus* se presentaron en junio(2013)>marzo(2013)>febrero(2010) (Fig. 7.4).

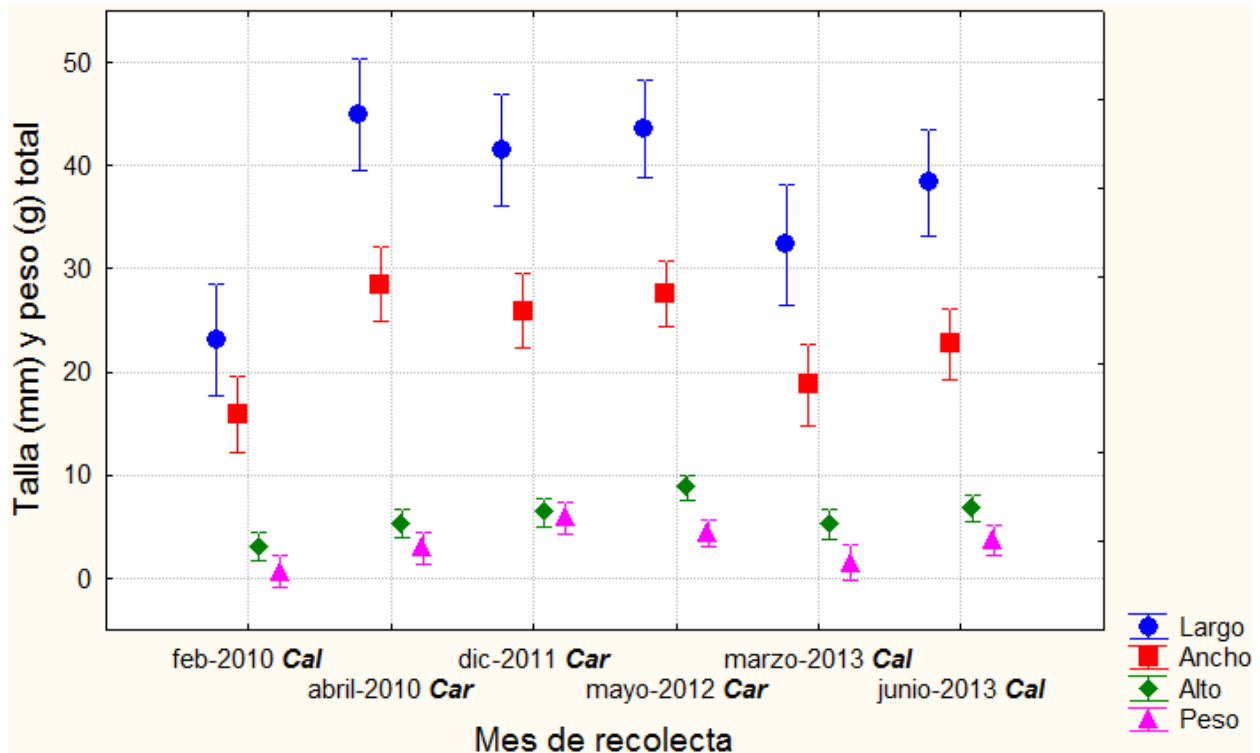


Figura 7.4. Tallas (mm) y pesos (g) de *C. articulatus* (Car, $n_{total}=40$) y *C. albolineatus* (Cal, $n_{total}=35$), según el mes de recolecta ordenado con base en el año, (λ de Wilks=0.266, $p<0.001$; las líneas verticales indican el intervalo de confianza: 0.95)

El peso, con la *prueba univariada de significancia*, presentó diferencias significativas respecto a: mes de recolecta ($p=0.00090$) y especie ($p=0.0001$), pero no para la región costera ($p=0.3096$) (**Tabla 7.5**).

Tabla 7.5. Valores de significancia, de la prueba univariada, entre los pesos de los quitones según el mes de recolecta y la especie. Valores en **negritas** ($p<0.05$).

Efecto	SS	DF	MS	F	p
Intercepto	485.5596	1	485.5596	66.01095	0.000000
Mes de recolecta	73.1959	2	36.5979	4.97542	0.00090
Especie	159.8640	1	159.8640	21.73323	0.000015
Región costera	17.5421	2	8.7711	1.19241	0.309665

7.2 Cantidad de ctenidios en cada especie

Con la prueba *t-student* (**Tabla 7.4**) se observó que en *C. articulatus* ($n=45$) hay una media de 53 pares de ctenidios derechos y 53 izquierdos, relacionados con las medias de la longitud y peso total (43.35 mm y 4.37 g). Para la especie *C. albolineatus* ($n=35$) la media fue de 42 pares de ctenidios derechos y 42 izquierdos, y las medias de longitud y peso totales resultaron ser 31.42 mm y 2.04 g respectivamente. Intraespecíficamente la cantidad de pares de ctenidios varió en promedio: ± 2 ctenidios/lado en ambas especies.

Existió una relación directamente proporcional entre los pares de ctenidios derechos e izquierdos ($n=75$, $R=0.9741$, $p<0.05$), mientras que estos caracteres mostraron una nula relación con la talla del ejemplar (**Tabla 7.6**) y el peso.

Tabla 7.6. Coeficientes de correlación entre los ctenidios y el largo total de los quitones ($n=75$, $p<0.05$), número de pares de ctenidios derechos e izquierdos.



Variable	Largo total	N° de ctenidios D	N° de ctenidios lzq
Largo total	1.0000		
N° de ctenidios derechos	0.6097	1.0000	
N° de ctenidios izquierdos	0.5780	0.9741	1.0000

Los resultados de la regresión no paramétrica *Spearman* de los ctenidios sólo fueron significativos respecto a la especie ($p < 0.05$) y no la región costera.

7.3 Ubicación de los poros

Los quitones *C. articulatus* presentaron el nefridioporo, derecho o izquierdo, entre los pares de ctenidios 14-15 ó 15-16. Y el gonoporo, derecho o izquierdo, entre los pares de ctenidios: 15-16 ó 16-17. Para *C. albolineatus*, el nefridioporo se encontró entre los pares de ctenidios 9-10 ó 10-11 y el gonoporo entre los pares 11-12 ó 12-13 (**Tabla 7.7**).

Tabla 7.7. Ubicación de los poros entre los pares de ctenidios, en *C. articulatus* y *C. albolineatus*. Fotos de Galeana-Rebolledo, 2011.

Espece	Nefridioporos (Der e Izq)	Gonoporos (Der e Izq)
 <i>C. articulatus</i>	14-15 ó 15-16	15-16 ó 16-17
 <i>C. albolineatus</i>	9-10 ó 10-11	11-12 ó 12-13

La ubicación de los poros fue constante, sin importar la talla del organismo; en ambas especies, el análisis de correlación no presentó valores de correlaciones directas.






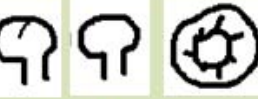




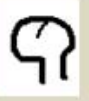
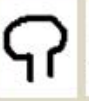
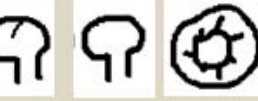
En ocasiones, el poro se encontraba cerca de la región distal de un solo par de ctenidios (y no en la intersección de dos pares); en estos casos, el poro se hallaba hacia la región del pie o del cinturón.

De los 75 ejemplares estudiados, sólo dos quitones presentaron ambos poros (nefridioporo y gonoporo) en la misma intersección de pares de ctenidios (15-16 en un caso y 17-18 en el otro, en el lado izquierdo) y la morfología de los poros fue irregular.

7.4 Morfología de los poros

Los ejemplares de *C. articulatus* mostraron nefridioporos piriformes que en ocasiones presentaban una ranura media en el ápice. El gonoporo tenía la misma morfología, o una variable con forma de círculo y borde voluminoso que limitaba un hueco, a este se le denominó: circular con volumen. Los quitones de *C. albolineatus*, poseían un nefridioporo que podía ser: piriforme (con o sin ranura media) o un hueco circular que delimitaba una membrana. La morfología del gonoporo era igual que los de *C. articulatus*: piriforme (con o sin ranura media) o circular con volumen (**Tabla 7.8**).

Tabla 7.8. Morfología de los poros de *C. articulatus* (n=40) y *C. albolineatus* (n=35), fotos de Galeana-Rebolledo, 2011. a) piriforme con ranura media; b) piriforme sin ranura media; c) circular con volumen; d) hueco circular.

Especie	Nefridioporos (Der e Izq)		Gonoporos (Der e Izq)			
 <i>C. articulatus</i>	 a	 b	 a	 b	 c	
 <i>C. albolineatus</i>	 a	 b	 d	 a	 b	 c

El tamaño de los poros fue observado y cualitativamente se determinó que el nefridioporo y el gonoporo pueden ser de proporciones similares o diferentes, sin ninguna relación en específico.

7.5 Morfología y biometría de la gónada

El ápice de la gónada presentó sólo dos morfologías: unilobulado (n=51) y bilobulado (n=18). Cuando la gónada era primordio o estaba dañada se registró como “no observado” (n=6). Cada especie exhibió diferentes proporciones en la forma de los ápices (**Fig. 7.5**), la mayoría de *C. articulatus* (n=37) fueron unilobulados, uno bilobulado y dos no observados. La especie *C. albolineatus*, no mostró tendencia notoria hacia un tipo (unilobulados n=14 y bilobulados n=17) y cuatro no se observaron.

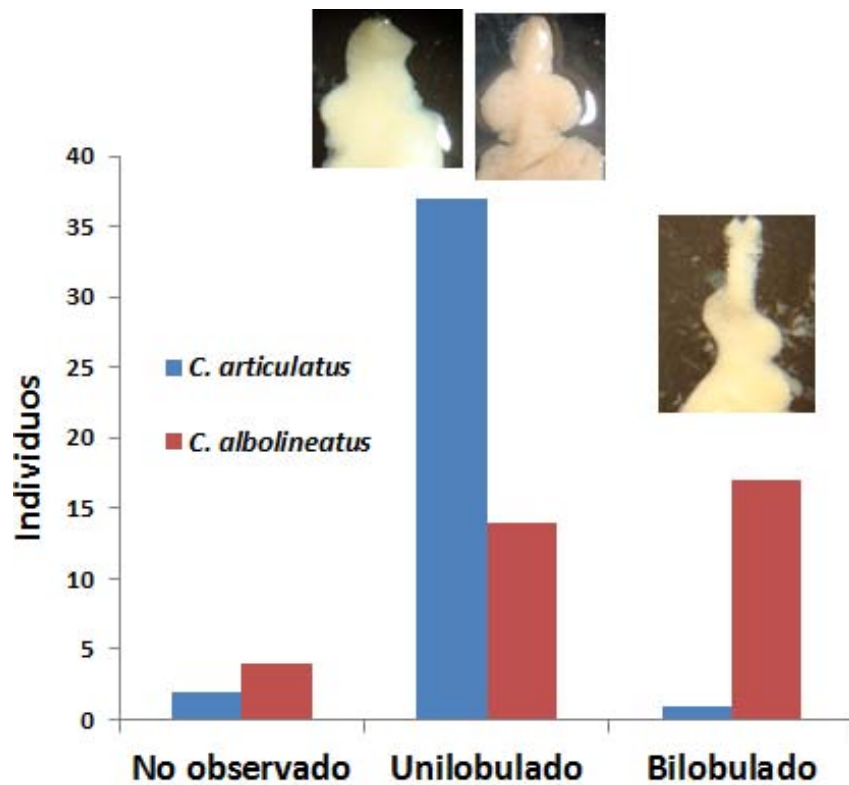


Figura 7.5. Ápice de las gónadas de *C. articulatus* (n=40) y *C. albolineatus* (n=35).

La región que la gónada ocupó con mayor frecuencia fue entre la valva III y la VIII (n=23). La categoría de “otros” corresponde a ocho casos, donde la gónada abarcó las siguientes zonas: II-VI (n=1), IV-VI (n=2), IV-VII (n=2); IV-VIII (n=2) y VII (n=1) (**Fig. 7.6**).

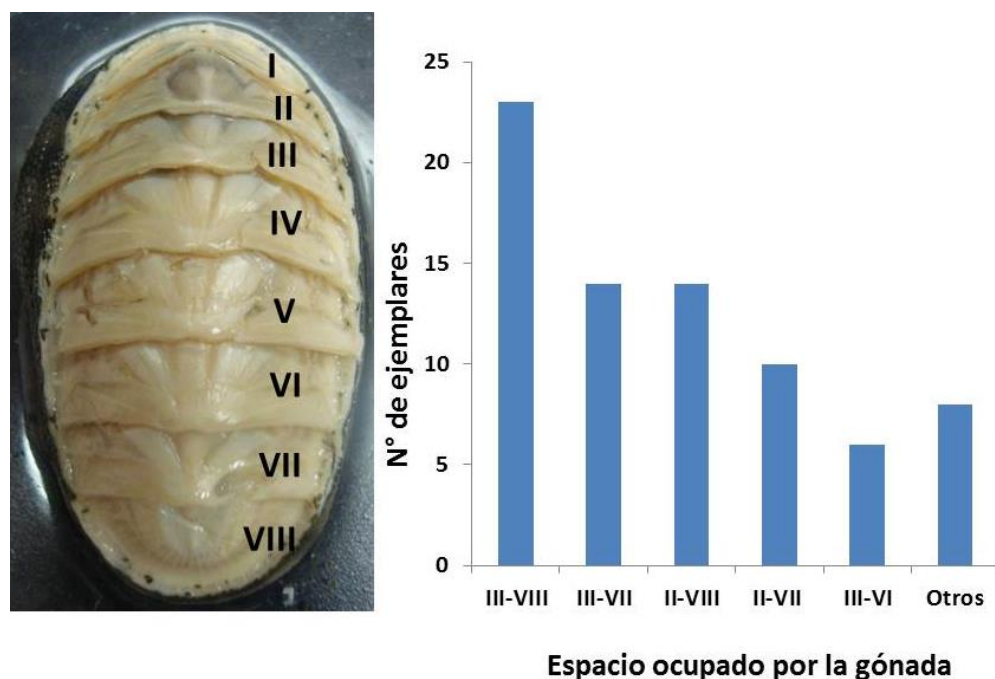


Figura 7.6. Espacio ocupado por la gónada (n=75). Los números romanos indican la región de la musculatura dorsal de las valvas correspondientes (señaladas en un ejemplar de *C. articulatus*), por ejemplo: III-VIII significa que la gónada ocupaba desde la valva III hasta la VIII.

Los gonoductos se observaron durante las disecciones, eran de aspecto membranoso y ocupaban el área entre la región de las valvas VI y VII. El ventrículo abarcó la región correspondiente entre las valvas VII y VIII.

Las gónadas estudiadas (n=75) estuvieron en el intervalo de tallas y pesos que se muestran en la **Tabla 7.9**.

Tabla 7.9. Tallas y pesos de las gónadas estudiadas (n=75), D.E.: desviación estándar.

Gónada	Media	Mínimo	Máximo	D.E.
Largo (mm)	16.043	0.000	32.500	8.310
Ancho (mm)	3.489	0.000	8.400	1.929
Alto (mm)	1.862	0.000	8.130	1.563
Peso (g)	0.132	0.000	0.760	0.165

El análisis del largo-ancho-alto-peso de la gónada relacionados con el largo-ancho-alto-peso totales (n=75), reflejó que el largo y el ancho de la gónada están correlacionados de manera positiva con el largo, ancho y peso totales de los ejemplares (**Tabla 7.10**). El alto y peso de las gónadas presentaron una correlación positiva menor respecto a las tallas totales.

Tabla 7.10. Coeficientes de correlación entre las tallas y pesos totales de los poliplacóforos (n=75) con las tallas y pesos de sus gónadas.

Variable	Largo	Ancho	Alto	Peso
	Gónada			
Largo total	0.897	0.831	0.503	0.695
Ancho total	0.825	0.791	0.486	0.621
Alto total	0.686	0.716	0.309	0.601
Peso total	0.714	0.719	0.393	0.566

El análisis de la talla y peso total de *C. articulatus* (n=40) respecto a la talla y peso de su gónada, mostró correlaciones positivas significativas $p < 0.05$ a excepción de un caso donde el índice de correlación entre el alto total y el alto de la gónada fue de $R = 0.072$ (**Tabla 7.11**). En el caso de *C. albolineatus* (n=35) todas los coeficientes de correlación presentaron $p < 0.05$ (**Tabla 7.12**).

Tabla 7.11. Coeficientes de correlación entre las tallas y pesos totales de *C. articulatus* (n=40) con las tallas y pesos de sus gónadas. En negritas se muestran los coeficientes con $p < 0.05$.

Variable	Largo	Ancho	Alto	Peso
	Gónada			
Largo total	0.930	0.845	0.487	0.628
Ancho total	0.847	0.816	0.557	0.583
Alto total	0.501	0.629	0.072	0.435
Peso total	0.634	0.709	0.313	0.410

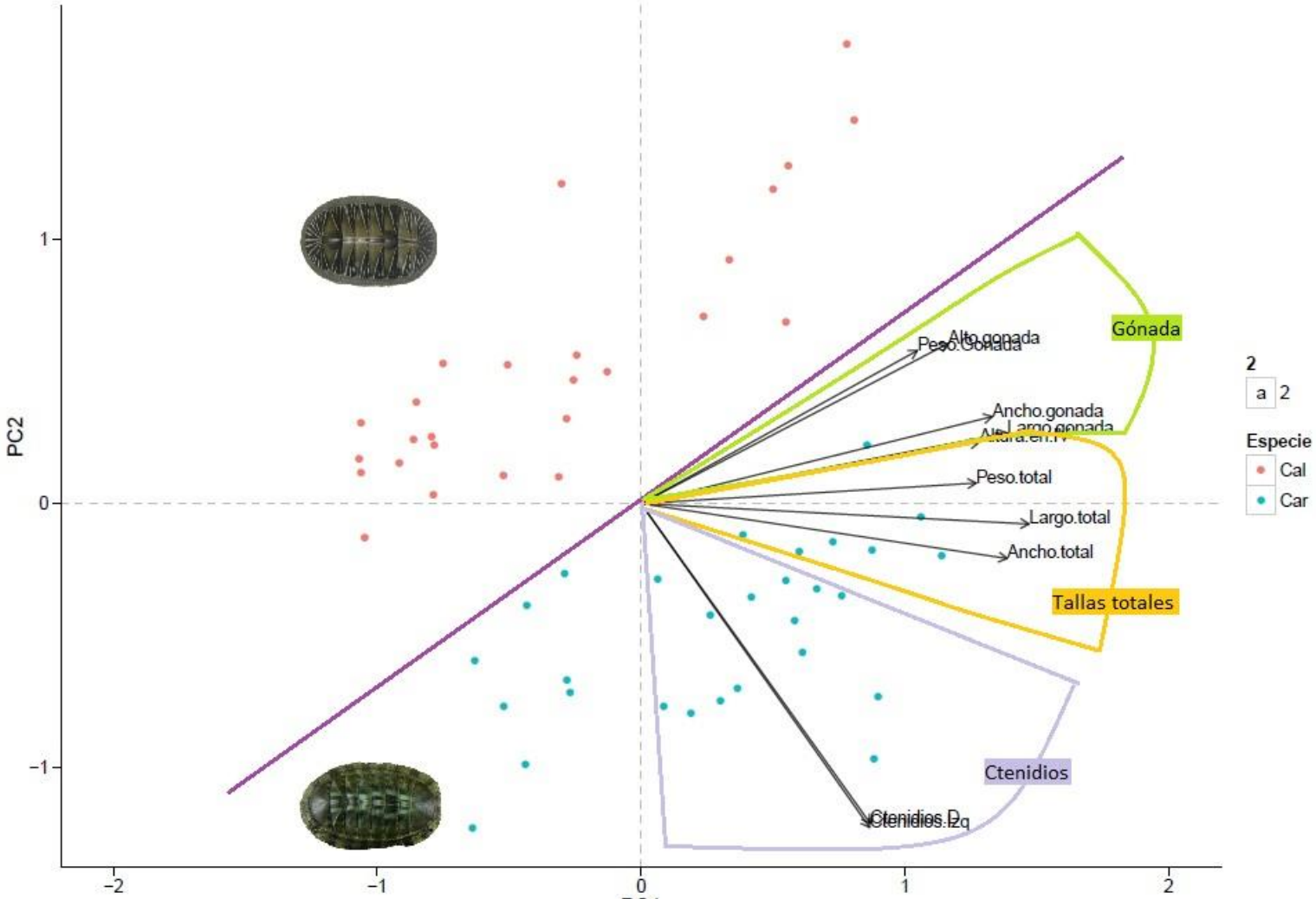
Tabla 7.12. Coeficientes de correlación entre las tallas y pesos totales de *C. albolineatus* (n=35) con las tallas y pesos de sus gónadas. En negritas se muestran los coeficientes con $p < 0.05$.

Variable	Largo	Ancho	Alto	Peso
	Gónada			
Largo total	0.845	0.769	0.653	0.836
Ancho total	0.791	0.729	0.605	0.761
Alto total	0.858	0.772	0.653	0.844
Peso total	0.836	0.716	0.652	0.907

El análisis de correlación que incluyó la matriz de datos con todas las variables de las dos especies, no encontró diferencias significativas de importancia biológica entre los caracteres cualitativos de las estructuras blandas (morfología de poros, color de la gónada, ápice de la gónada) en relación con las tallas de la gónada o las tallas totales de los quitones.

El análisis de componentes principales (PCA) obtenido con la base de datos de todas las variables (n=75: largo, ancho y alto totales y de la gónada; cantidad de ctenidios; ubicación y morfología de los poros; morfología de la gónada, localidades, mes de recolecta), generó dos grupos distintos que correspondieron a *C. articulatus* y *C. albolineatus*. Las variables que ayudaron a discernir entre los dos grupos fueron: ctenidios derechos y/o izquierdos; largo, ancho, alto y peso totales; largo, ancho, alto y peso de la gónada (**Fig. 7.7**). Con los tres primeros componentes principales se logra explicar el 80% de la varianza.

Figura 7.7. Análisis de componentes principales (PCA) de las variables morfológicas de *Calappa* y *Carinaria*. (Cal, n=35; Car, n=40).



VIII. DISCUSIÓN

9.2 Tallas y pesos obtenidos

Las mediciones de los ejemplares fueron hechas en diferentes intervalos de tiempo después de la recolecta, variando desde el mismo día de su obtención hasta 3 años después, y se realizaron a partir de diferentes métodos de fijación o preservación. Lo anterior no contempla las modificaciones de las medidas de los tejidos a través del tiempo. Un estudio con *C. articulatus* analizó la variación del peso y describió que sólo existe el 2% de pérdida de peso cuando se comparan individuos vivos con muertos (Avila-Poveda, 2013). En este estudio, se observó la pérdida de escamas del cinturón por la manipulación de los organismos al cambiar los líquidos de fijación y/o preservación, también había pérdida de agua a través del tiempo, las tallas y pesos tendían a disminuir comparando el animal fresco con el preservado.

Se demostró intra e interespecíficamente que las variables de largo, ancho, alto y peso totales están correlacionadas positivamente entre sí, con mayor notoriedad en *C. albolineatus*. Se ha visto en *C. articulatus*, que la época reproductiva puede cambiar la forma del cuerpo y el tipo de crecimiento (Avila-Poveda, 2013); Rojas-Herrera (1988) menciona que la misma especie crece de manera isométrica. Con la metodología usada no es posible establecer un tipo de crecimiento.

Las tallas abarcadas en este estudio fueron de: 43.35 mm (\pm 10.33 D.E.) y 4.37 g (\pm 3.53 D.E., n=40) para *C. articulatus* y 31.42 mm (\pm 10.0 D.E.) y 2.04 g (\pm 2.0 d.e, n=35) para *C. albolineatus*, son intervalos de tallas y pesos ya incluidos en otros estudios (**Tabla B.1 y 2 en el Anexo B**). Los valores de las medias correspondieron a quitones subadultos ($28 \leq$ longitud total (LT) ≤ 40 mm) y adultos (LT ≥ 40 mm) (Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013). El tamaño de los organismos dependió de la especie, la región costera y el mes de recolecta. El peso varió significativamente según la especie y el mes de recolecta, pero no mostró diferencia entre las regiones costeras. Esto verifica la variación espacio-temporal de una misma especie.

Las *pruebas múltiples de significancia* o *Wilks* resultaron significativas ($p=0.0001$) para la especie, región costera y mes de recolecta; no se descarta que las diferencias podrían deberse al muestreo tan heterogéneo en la época (mes y año).

Tomando en cuenta sólo la longitud y el ancho: los quitones *C. articulatus* de mayor talla, correspondieron a la región de Costa Grande>Acapulco>Costa Chica. En *C. albolineatus*, los de mayor talla se encontraron en Acapulco>Costa Grande>Costa Chica. Esta situación sólo describe a los ejemplares recolectados y no da un panorama real de los intervalos de tallas que pueden existir en cada localidad (**ver Anexo B, estado de Guerrero**).

Las tallas podrían relacionarse con el oleaje de cada localidad. Según Flores-Campaña *et al.*(2012) existe mayor cantidad de organismos en áreas expuestas al oleaje donde reducen la probabilidad de depredación, mientras que los individuos pequeños tienen mayor probabilidad de sobrevivir en zonas protegidas. El estudio de García-Ríos y Álvarez-Ruiz (2007) comparó áreas con diferente exposición al oleaje (baja, intermedia y alta), encontrando que las áreas de energía intermedia (o regular) explican la mayor riqueza y diversidad de especies; ya que un oleaje extremadamente fuerte tiene un efecto abrasivo sobre los moluscos y sus recursos alimentarios y en ambientes de poca energía son sensibles a la acumulación de sedimentos porque sus branquias pueden congestionarse (Hyman, 1967). Con los resultados obtenidos y los tamaños de muestra utilizados, las tallas no muestran relación con el oleaje de las localidades de cada región costera (**Tabla 8.1**):

Tabla 8.1. Longitud y ancho (obtenidos en este estudio) según la localidad de recolecta, comparada con la intensidad del oleaje que menciona Galeana-Rebolledo (2011).

<i>C. articulatus</i>	Costa Grande	>	Acapulco	>	Costa Chica
oleaje	intenso		regular		intenso
<i>C. albolineatus</i>	Acapulco	>	Costa Grande	>	Costa Chica
oleaje	regular		suave		intenso

8.2 Cantidad de ctenidios según la especie

Cuando el quitón crece, requiere de mayor oxigenación para realizar sus funciones vitales, generando una correlación positiva entre la cantidad de ctenidios y la talla del organismo (Eernisse y Reynolds, 1994) y el número de ctenidios depende de la edad del individuo (Schwabe, 2010). Este estudio planteó la posibilidad de que el aumento de ctenidios ocurría en una proporción determinada según la talla del organismo; se demostró que el aumento sí sucede, pero sin proporción específica.

Según Sigwart (2008), las especies adanales tienden al incremento bidireccional de ctenidios. Con esta investigación, se observó el aumento de ctenidios sólo hacia la región anterior en *C. articulatus* y *C. albolineatus* (ambas son adanales); hecho que se corrobora con la ubicación constante de los poros entre los ctenidios, independientemente de la talla.

El número registrado de ctenidios en la literatura es de 55 ctenidios/lado para *C. articulatus* y de 46 ctenidios/lado para *C. albolineatus* (Kaas *et al.*, 2006); estas descripciones taxonómicas están basadas en un solo organismo. El presente trabajo incrementó los ejemplares analizados y obtuvo que *C. articulatus* posee 53 ctenidios/lado (n=40) y *C. albolineatus* 42 ctenidios/lado (n=35); así consideró una mayor variabilidad intraespecífica. La cantidad de ctenidios es un carácter taxonómico que requiere ser tomado en cuenta (Sirenko, 2006; Sigwart, 2008), asimismo la cantidad de estos entre el ano y el nefridioporo (Schwabe, 2010). Aquí se reporta que 14 ó 15 pares de ctenidios separan el ano del nefridioporo en *C. articulatus* y 9 ó 10 pares en *C. albolineatus*.

Sigwart (2008) propuso contar los ctenidios de ambos lados de la cavidad paleal, para determinar la posición de los poros, debido a la variación en el número de ctenidios por lado en un individuo. Sin embargo, aquí fue demostrado que hay una correlación directamente proporcional entre los pares de ctenidios derechos e izquierdos (n=75, R=0.9741, p<0.05). La cantidad de pares de ctenidios depende de la especie y no de la región, época del año o talla; lo cual puede ser un indicio de un carácter determinado por la genética y no el ambiente.

8.3 Ubicación y morfología del nefridioporo y gonoporo

La posición de los poros ha sido considerada únicamente para estudios de filogenia y sistemática de los quitones, conforman un carácter taxonómico que requiere ser tomado en cuenta (Sirenko, 2006; Sigwart, 2008). En este trabajo se propuso que su morfología y ubicación variaría según la especie.

La morfología de los poros, intra e interespecíficamente, careció de diferencias significativas y se descarta como carácter para distinguir especie o sexo. Aquí se planteó una terminología para describir la forma de los nefridioporos; existe otra terminología (Schwabe, 2010) que menciona a los poros de la siguiente manera: al nefridioporo, un poro difícilmente elevado (*hardly elevated*) y al gonoporo, una papila pequeña (*small papilla*).

Sigwart (2008) observó la posición de los poros para 17 especies del orden Lepidopleura y la posición del nefridioporo estaba entre el 6° ó 7° par de ctenidios. En este estudio, las dos especies del orden Chitonida, presentaron los poros en el intervalo que abarca del 9° al 17° par de ctenidios. La ubicación de los poros tuvo diferencias significativas a nivel interespecífico, es independiente de la talla.

De los 75 ejemplares estudiados, sólo dos quitones presentaron ambos poros (nefridioporo y gonoporo) en la misma intersección de pares de ctenidios y su morfología fue irregular, esto quizá podría tratarse de una mutación, aún no se comprueba.

Playa Poseidón-Caleta, se encuentra dentro de Playa Caleta. Un estudio de seis playas de Acapulco (Silva-Cázares, 2011) determinó que Caleta es una de las menos contaminadas por enterococos, mide 200 m de largo aproximadamente y tiene una descarga de agua directa al mar. Hace falta evaluar la cantidad de contaminantes en diversas playas de la costa de Guerrero y ver el efecto que pueden causar en las poblaciones que ahí habitan.

8.4 Gónada: forma del ápice y talla

Las proporciones obtenidas a partir de la forma del ápice de la gónada no fueron representativas, ya que para establecer un patrón intra e interespecífico, haría falta recolectar y observar los estadios gonadales de un mayor intervalo de tallas de poliplacóforos, relacionándolos con análisis histológico y así analizar si realmente existen diferencias funcionales cuando una gónada es unilobulada o bilobulada en su ápice anterior.

Existen diferentes estadios de desarrollo para ambas especies: subjuvenil (longitud total ó $LT \leq 14$ mm), juvenil ($14 \leq LT \leq 28$ mm), subadulto ($28 \leq LT \leq 40$ mm) y adulto ($LT \geq 40$ mm) (Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013). En este estudio, existió un déficit de ejemplares en los estadios subjuvenil y juvenil; la mayoría de los quitones analizados fueron subadultos y adultos. Por lo que se considera que hacen falta incluir el resto de las tallas para conocer la variación completa de las especies.

Las tallas de la gónada estaban correlacionadas positivamente con las tallas del organismo excepto: la morfología de poros y el ápice de la gónada; se demostró a nivel intra e interespecífico. Se pensaba que existirían correlaciones entre la morfología de las estructuras

blandas con las tallas, que pudieran reflejar patrones para establecer un sexo; sin embargo, no se observó patrón alguno. Quizá, se hubiera generado una correlación con el color de la gónada, pues se ha observado que los machos presentan gónadas de color naranja o rosa salmón y son verdes en las hembras (Crozier, 1920; Rojas-Herrera, 1988; Abadia-Chanona *et al.*, 2014) , pero se requiere de gónadas frescas y al no estar este carácter estudiado bajo las mismas circunstancias no fue indicativo.

8.5 Otras observaciones

Estas dos especies presentan los gonoductos y el ventrículo en la misma región reportada en la literatura: los gonoductos se ubican entre la región de las valvas VI y VII y el ventrículo se encuentra en la región correspondiente a las valvas VII a VIII, con el pericardio abarcando las últimas dos valvas (Bullough, 1951; Hyman, 1967).

El *análisis de componentes principales (PCA)* creó un análisis exploratorio que descubrió interrelaciones entre los datos; redujo la dimensión de la matriz de datos evitando redundancias y destacando relaciones; construyó variables no observadas (González-Martín *et al.*, 1980). Diferenció dos grupos correspondientes a *C. articulatus* y *C. albolineatus*. Las variables que favorecieron ésta distinción fueron: las tallas, pesos (totales y de la gónada) y cantidad de ctenidios. Lo anterior recalca que estos caracteres son indicadores directos para distinguir una especie de otra; en el caso de los quitones, se propone tomar en cuenta la importancia de estas variables al momento de la descripción de especies y poblaciones.

Con las estructuras blandas como ctenidios (cantidad), poros (ubicación) y gónada (biometría y morfología) se compararon diferencias intra e interespecíficas usando ejemplares de *C. articulatus* y *C. albolineatus*. Según Sigwart (2009) los datos morfológicos, entre ellos los de estructuras blandas, son útiles para crear hipótesis filogenéticas y proveer nuevo conocimiento de las relaciones dentro de los clados conocidos (por ejemplo: la solución de politomías a partir de la inclusión de datos morfológicos).

IX. CONCLUSIONES

Al estudiar a *Chiton articulatus* y *C. albolineatus*, recolectados en diferentes épocas y localidades a lo largo de la costa de Guerrero, se esperaba que la influencia de las variables ambientales y biológicas favorecieran la presencia de variaciones intra e interespecíficas de las estructuras anatómicas externas e internas, ésta hipótesis se comprobó con los resultados obtenidos. Las diferencias se encontraron en: tallas, pesos, cantidad de ctenidios y ubicación de poros.

Las tallas de los quitones variaron de acuerdo con la especie, región costera y época; sin embargo, el peso no presentó cambios significativos entre localidades.

Este estudio reporta un número de ctenidios diferente al descrito en cada especie, considerando que aquí se utilizó un tamaño muestral mayor, es un carácter independiente de la talla del quitón.

Este trabajo describe por primera vez la ubicación y morfología del nefridioporo y gonoporo de dos especies de quitones mexicanos. La posición de los poros es independiente de la talla del poliplacóforo. Su morfología no es un carácter significativo para diferenciar inter o intraespecíficamente.

Para las estructuras blandas se encontró: una correlación positiva entre el tamaño de la gónada y la talla total del quitón. Los ctenidios y poros variaron inter e intraespecíficamente, son independientes de la talla, la región costera y la época, haciendo notar que son caracteres inherentes a la especie.

Para las dos especies de poliplacóforos, el estudio de las tallas, pesos y morfología de las estructuras blandas no formó patrones que permitieran determinar el sexo del quitón. Se necesita estandarizar la metodología, incluir histología, diferentes localidades, un intervalo amplio de tallas y todos los meses del año.

X. SUGERENCIAS PARA FUTUROS ESTUDIOS

Las muestras de poliplacóforos se recolectaron en diferentes años y meses, se propone: una recolecta que incluya todos los meses del año, lotes de ejemplares de un amplio intervalo de tallas (para aumentar la precisión del estudio) y mayor cantidad de localidades. Con la finalidad de generar un análisis con mayor consistencia. Se recomienda el estudio conjunto de las variables ambientales para obtener una visión amplia de los fenómenos observados.

Se sugiere aumentar el área de recolecta respecto a la línea de costa, ya que los ejemplares estudiados aquí fueron obtenidos a <2 m de profundidad. Se ha observado que existe una tendencia al desplazamiento de los organismos de mayor tamaño hacia las regiones donde el acceso humano es difícil (Holguin-Quiñones y Michel-Morfín, 2002), y probablemente se encuentren organismos de *C. articulatus* y *C. albolineatus* de tallas mayores en la zona submareal (R. Flores-Garza, *com. pers.*). Reyes-Gómez *et al.* (2010) reportan que estas especies son recolectadas en Oaxaca de los 0-7 m de profundidad en la costa.

El estudio actual puede ser mejorado con las propuestas anteriores. Las localidades fueron escogidas al azar, tratando de que se distribuyeran a lo largo de la costa de Guerrero; a futuro, se podrían analizar y comparar localidades con mayor cantidad de variables similares (por ejemplo: cercanía a zonas de desagüe, exposición al oleaje, tipo de sustrato, temperatura, profundidad, salinidad).

En próximos estudios de ctenidios se sugiere contar sólo los de un lado de la cavidad paleal, para ahorrar tiempo y esfuerzo. Se invita a retomar el conteo de ctenidios de los quitones para fortalecer la clasificación natural, se propone como relevante en la descripción de nuevas especies y en las ya descritas falta la mención de este carácter.

Se sugiere no esmerarse en describir la forma de los poros, pero sí su ubicación.

XI. LITERATURA CITADA

- Abadia-Chanona, Q. Y. (2015). *Maduración gonádica, ciclo reproductivo y talla de madurez sexual del Chiton (Chiton) articulatus (Mollusca: Polyplacophora) de la costa rocosa de Puerto Ángel, Oaxaca México*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, México.
- Abadia-Chanona, Q. Y., Avila-Poveda, O. H., y Arellano-Martínez, M. (2014a). Aspectos reproductivos de una población de *Chiton (Chiton) articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) de Oaxaca, México. En *XIV Semana de Posgrados*. Baja California Sur, México. doi:10.1371/journal.pone.0069785.Crossmon
- Abadia-Chanona, Q. Y., Avila-Poveda, O. H., y Arellano-Martínez, M. (2014b). Periodo reproductivo de *Chiton (Chiton) articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) de Oaxaca, México. En M. T. Gaspar-Dillanes, L. Huidobro-Campos, y M. Arellano-Martínez (Eds.), *Memoria de la Reunión Nacional de Innovación Acuícola y Pesquera* (p. 83). Yucatán: Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuícola-Pesquera.
- Abadia-Chanona, Q. Y., Avila-Poveda, O. H., y Arellano-Martínez, M. (2014). Protocol for relaxation, fixation and dissection of Polyplacophora gonad for histological and morphological studies. En *The 5th Annual WDAFS Student Colloquium, Western Division American Fisheries Society*. Mazatlán, Sinaloa, México: The 5th Annual WDAFS Student Colloquium, Western American Fisheries Society.
- Alarcón-Chavira, E. (2014). *Sistemática y distribución de los quitones (Mollusca, Polyplacophora) de México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México, 124 p.
- Appeltans, W. et al. (2012). The magnitude of global marine species diversity. *Current Biology*, 22, 2189–2202. doi:10.1016/j.cub.2012.09.036
- Avila-Poveda, O. H. (2013). Annual change in morphometry and in somatic and reproductive indices of *Chiton articulatus* adults (Polyplacophora: Chitonidae) from Oaxaca, Mexican Pacific. *American Malacological Bulletin*, 31(1), 65–74. doi:10.4003/006.031.0118
- Avila-Poveda, O. H., y Abadia-Chanona, Q. Y. (2013). Emergence, development, and maturity of the gonad of two species of chitons “sea cockroach” (Mollusca: Polyplacophora) through the early life stages. *PLoS ONE*, 8(8), 1–12. doi:10.1371/journal.pone.0069785
- Baqueiro-Cárdenas, E. R. (2014). Overview of bivalve and gastropod reproduction. En E. R. Baqueiro-Cárdenas (Ed.), *Spawning: biology, sexual strategies and ecological effects* (pp. 1–25). Nueva York: Nova Science Publishers, Inc.
- Barajas Calderón, A. V. (2011). *Comparación en la distribución, abundancia y densidad de Chiton articulatus (Sowerby 1832) en la Costa Sur de Jalisco, mediante un Sistema de*

- Información Geográfica (SIG)*. Reporte de asignatura de Licenciatura. Departamento de estudios para el desarrollo sustentable de zonas costeras. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Bullock, R. C. (1988). The genus *Chiton* in the New World (Polyplacophora: Chitonidae). *The Veliger*, 31(3-4), 141–191.
- Bullough, W. S. (1951). *Practical Invertebrate Anatomy*. Londres, Gran Bretaña: MacMillan y Co., Limited St. Martin's Street, 462 p.
- Camacho-Sandoval, J. (2008). Asociación entre variables: correlación no paramétrica. *Acta Médica Costarricense*, 50(3), 144–146.
- Carpenter, J., Himmelwright, C., Jewell, L., Kern, D., Rhichardson, A., Trimble, L., Trimble, A., y Watson, D. (1982). *A dissecting guide to chitons by the students of Invertebrate Lab 125*. Santa Cruz: University of California, 24 p.
- Crozier, W. J. (1920). Sex-correlated coloration in *Chiton tuberculatus*. *The American Naturalist*, 54(630), 84–88.
- Eernisse, D. J., Clark, R. N., y Draeger, A. (2007). Polyplacophora. *The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon*, 701–713.
- Eernisse, D. J., y Reynolds, P. D. (1994). Polyplacophora. Capítulo 3. En F. W. Harrison y A. J. Kohn (Eds.), *Microscopic anatomy of invertebrates, Vol. 5: Mollusca II* (pp. 55–110). Estados Unidos: Wiley-Liss, Inc.
- Flores-Campaña, L. M., Arzola-González, J. F., y de León-Herrera, R. (2012). Body size structure, biometric relationships and density of *Chiton albolineatus* (Mollusca: Polyplacophora) on the intertidal rocky zone of three islands of Mazatlan Bay, SE of the Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 47(2), 203–211. doi:10.4067/S0718-19572012000200004
- Flores-Campaña, L. M., González-Montoya, M. A., Ortiz-Arellano, M. A., y Arzola-González, J. F. (2007). Estructura poblacional de *Chiton articulatus* en las islas Pájaros y Venados de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 23–31.
- Flores-Campaña, L. M., Ortiz-Arellano, M. A., Arzola-González, J. F., González-Medina, F. D. J., Cortez-Acosta, E., y Rodríguez-García, D. (2007). Los quitones de las islas de la costa de Sinaloa, México. En E. Ríos-Jara, M. C. Esqueda-González, y C. M. Galván-Villa (Eds.), *Estudios sobre malacología y conchiliología en México* (pp. 43–45). Guadalajara, México.
- Flores-Garza, R., Galeana-Rebolledo, L., Reyes-Gómez, A., García Ibáñez, S., Torreblanca-Ramírez, C., Flores-Rodríguez, P., y Valdés González, A. (2012). Polyplacophora species richness, composition and distribution of its community associated with the intertidal rocky substrate in the marine priority region No. 32 in Guerrero, Mexico. *Open Journal of Ecology*, 02(4), 192–201. doi:10.4236/oje.2012.24023
- Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., Valdés-González, A., Violante-González, J., Santiago-Cortés, E., Galeana-Rebolledo, L., y Torreblanca-Ramírez, C.

- (2012). Mollusk species richness on the rocky shores of the State of Guerrero, Mexico, as affected by rains and their geographical distribution. *Natural Resources*, 03, 248–260. doi:10.4236/nr.2012.34032
- Galeana-Rebolledo, L. (2011). *Diversidad y ecología de Polyplacophora del intermareal rocoso del estado de Guerrero, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guerrero, México, 140 p.
- Galeana-Rebolledo, L., Flores-Garza, R., Reyes-Gómez, A., García-Ibáñez, S., Flores-Rodríguez, P., Torreblanca-Ramírez, C., y Valdés-González, A. (2014). Species richness and community structure of class Polyplacophora at the intertidal rocky shore on the marine priority region no. 33, Mexico. *Open Journal of Ecology*, 4(2), 43–52. doi:10.4236/oje.2014.42006
- Galeana-Rebolledo, L., Flores-Garza, R., Torreblanca-Ramírez, C., García-Ibañez, S., Flores-Rodríguez, P., y Lopez-Rojas, V. I. (2012). Biocenosis de Bivalvia y Polyplacophora del intermareal rocoso en playa Tlacopanocha, Acapulco, Guerrero, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(4), 943–954. doi:10.3856/vol40-issue4-fulltext-11
- García-Ibáñez, S., Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P., Violante-González, J., Valdés-González, A., y Olea-de la Cruz, F. G. (2013). Diagnóstico pesquero de *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) en Acapulco, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 48(2), 293–302. doi:10.4067/S0718-19572013000200009
- García-Ríos, C. I., y Álvarez-Ruiz, M. (2007). Comunidades de quitones (Mollusca: Polyplacophora) de la Bahía de La Paz , Baja California Sur , México. *Revista de Biología Tropical*, 55(1), 177–182.
- González-Martín, P., Díaz de Pascual, A., Torres Lezama, E., y Garnica Olmos, E. (1980). Una aplicación del análisis de componentes principales en el área educativa. *Economía*, 9, 55–72.
- Grassé, P. P., Poisson, R. A., y Tuzet, O. (1976). *Zoología. Tomo 1. Invertebrados*. Barcelona: Toray-Masson S. A., 938 p.
- Holguin-Quiñones, O. E. (2006). Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, México. En M. C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (Eds.), *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán* (pp. 121–131). Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Holguin-Quiñones, O. E., y Michel-Morfín, J. E. (2002). Distribution, density, and length-weight relationship of *Chiton articulatus* Sowerby, 1832 (Mollusca-Polyplacophora) on Isla Socorro, Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Journal of Shellfish Research*, 1(21), 239–242.
- Hyman, L. H. (1967). *The invertebrates: Mollusca I. Vol. VI*. Nueva York: McGraw-Hill, 792 p.
- Jiménez-Díaz, O., de León-Herrera, R., González-Morayla, J. Á., Elías-Castro, S., Arzola-González, J. F., y Flores-Campaña, L. M. (2009). Distribución de tallas de *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) y *Chiton albolineatus* (Broderip y Sowerby, 1829) en las Tres Islas de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. En *Encuentro Nacional para la*

- conservación y el desarrollo sustentable de las Islas de México (p. 9). Ensenada, Baja California, México.
- Kaas, P., Van Belle, R. A., y Strack, H. L. (2006). *Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Suborder Ischnochitonina (concluded): Schizochitonidae and Chitonidae. Additions to Volumes 1-5, volumen 6*. Leiden-Boston: Brill Academic Publishers.
- Kaas, P., y Van-Belle, R. A. (1998). *Catalogue of living chitons (Mollusca, Polyplacophora) (2da ed.)*. Leiden, Netherlands: Backhuys Publishers.
- MacLeod, N. (2002). Phylogenetic signals in morphometric data (Capítulo 7). En N. MacLeod y P. L. Forey (Eds.), *Morphology, shape and phylogeny* (pp. 100–138). Boca Raton, Florida: CRC Press., 318 p.
- Melo, V., Quirino, T., Macín, S., García, M., Calvo, C., y Miramontes, B. (2011). The *Chiton articulatus* source of minerals for human health. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 23(6), 490–494.
- Moore, J. (2001). *An introduction to the invertebrates, studies in biology*. Reino Unido: Cambridge University Press, 355 p.
- Niño-Gutiérrez, N. S. (2008). Ambiente de la isla Roqueta de Acapulco, Guerrero, México. *El Periplo Sustentable. Espacio de Análisis y Reflexión Sobre Turismo Sustentable*, (14), 5–25.
- Olea-de la Cruz, F. G., García-Ibáñez, S., Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P., y Rojas-Herrera, A. A. (2013). Pesca , oferta y demanda de la cucaracha de mar *Chiton articulatus* (Mollusca : Polyplacophora) en aguas de la zona costera del estado de Guerrero , México. *Ciencia Pesquera*, 21(1), 69–81.
- Ponder, W. F., y Lindberg, D. R. (2008). Molluscan evolution and phylogeny, an introduction. En W. F. Ponder y D. R. Lindberg (Eds.), *Phylogeny and Evolution of the Mollusca* (pp. 1–17). Berkeley: University of California Press.
- Puchalski, S. S., Eernisse, D. J., y Johnson, C. C. (2008). The effect of sampling bias on the fossil record of chitons (Mollusca, Polyplacophora). *American Malacological Bulletin*, 25(1), 87–95. doi:10.4003/0740-2783-25.1.87
- Ramírez-Álvarez, C., Vélez-Arellano, N., García-Domínguez, F. A., García-Ibáñez, S., y Ituarte, C. (2013). Hermaphroditism in two populations of *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) from the eastern tropical coast of México. *Invertebrate Reproduction and Development*, (June), 37–41. doi:10.1080/07924259.2013.808709
- R-Core-Team. (2014). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. De <http://www.r-project.org>
- Reyes-Gómez, A. (1999). *Sistemática de los quitones (Mollusca, Polyplacophora) de la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología UNAM*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México, 186 p.

- Reyes-Gómez, A. (2004). Chitons in Mexican waters. *Bollettino Malacologico*, (5), 69–82.
- Reyes-Gómez, A., y Salcedo-Vargas, M. A. (2002). Reyes-Gomez. 2002. The recent Mexican chiton species (Mollusca: Polyplacophora). *The Festivus*, 34(2), 17–27.
- Reyes-Gómez, A., Barrientos-Lujan, N. A., Medina-Bautista, J., y Ramírez-Luna, S. (2010). Chitons from the coralline area of Oaxaca , Mexico (Polyplacophora). *Bollettino Malacologico*, 46, 111–125.
- Ríos-Jara, E., Pérez-Peña, M., López-Uriarte, E., Enciso-Padilla, I., y Juárez-Carrillo, E. (2006). Biodiversidad de moluscos marinos de la costa de Jalisco y Colima, con anotaciones sobre su aprovechamiento en la región. En M. C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (Eds.), *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán* (pp. 103–120). Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Rojas-Herrera, A. A. (1988). Análisis biológico-pesquero de la cucaracha de mar (*Chiton articulatus* Sowerby, 1832) de Acapulco, Guerrero, México. En *Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología* (pp. 151–156). Villahermosa, Tabasco: Universidad Autónoma de Juárez, Tabasco y Sociedad Mexicana de Zoología.
- Schwabe, E. (2010). Illustrated summary of chiton terminology (Mollusca, Polyplacophora). *Spixiana*, 33 (2), 171–194.
- Schwabe, E., y Wanninger, A. (2006). Polyplacophora. En C. F. Sturm, T. A. Pearce, y A. Valdés (Eds.), *The Mollusks: a guide to their study, collection, and preservation, and preservation* (pp. 217–228). American Malacological Society.
- Sigwart, J. D. (2008). Gross anatomy and positional homology of gills, gonopores, and nephridiopores in “basal” living chitons (Polyplacophora: Lepidopleurina). *American Malacological Bulletin*, 25(1), 43–49. doi:10.4003/0740-2783-25.1.43
- Sigwart, J. D. (2009). Morphological Cladistic Analysis as a Model for Character Evaluation in Primitive Living Chitons (Polyplacophora, Lepidopleurina). *American Malacological Bulletin*, 27, 95–104. doi:10.4003/006.027.0208
- Sigwart, J. D., y Sirenko, B. I. (2012). Deep-sea chitons from sunken wood in the West Pacific. *Zootaxa*, 38, 1–38.
- Silva-Cázares, N. S. (2011). *Estudio comparativo de la calidad del agua de mar en las playas de Acapulco*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, Querétaro, Querétaro, 78 p.
- Sirenko, B. (2004). The ancient origin and persistence of chitons (Mollusca, Polyplacophora) that live and feed on deep submerged land plant matter (xylophages). *Bollettino Malacologico*, (5), 111–116.
- Sirenko, B. (2006). New outlook on the system of chitons (Mollusca: Polyplacophora). *Venus*, 1-2(65), 27–49.
- Sokal, R. R., y Rohlf, F. J. (2009). *Introduction to biostatistics* (2da ed.). Mineola, New York: Dover Publications, Inc., 363 p.

StatSoft-Inc. (2014). STATISTICA12. De <http://www.statsoft.com/>

Strathmann, M. F., y Eernisse, D. J. (1987). Phylum Mollusca, Class Polyplacophora. En M. F. Strathmann (Ed.), *Reproduction and development of marine invertebrates of the Northern Pacific Coast. Data and methods for the study of eggs, embryos, and larvae* (pp. 205–219). Estados Unidos: University of Washington Press.

Torreblanca-Ramírez, C., Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P., García-Ibáñez, S., y Galeana-Rebolledo, L. (2012). Riqueza, composición y diversidad de la comunidad de moluscos asociada al sustrato rocoso intermareal de playa Parque de la Reina, Acapulco, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 47, 283–294.

Valencia-Santana, F. J. (2013). *Atributos ecológicos de carnívoro Plicopurpura pansa (Gould, 1853) (Clase: Gastropoda) y el herbívoro Chiton articulatus Sowerby, 1832 (Clase: Polyplacophora), y su relación con factores ambientales en Acapulco, Guerrero, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guerrero, México, 73 p.

WoRMS-Editorial-Board. (2015). World Register of Marine Species. Revisado el 12 de marzo de 2015, en <http://www.marinespecies.org>

ANEXO A. Generalidades de los poliplacóforos

Son moluscos, de la clase Polyplacophora, con simetría bilateral y están aplanados dorso-ventralmente (Hyman, 1967; Schwabe y Wanninger, 2006). Los quitones se caracterizan por presentar una concha dividida en ocho valvas sobrelapadas dorsalmente, incrustadas en una prolongación del manto llamada cinturón. Según la especie, el cinturón presenta derivados epidérmicos como: escamas, corpúsculos calcáreos, espículas, espinas, cerdas, gránulos, pústulas, pelos, mechones de pelos (Hyman, 1967).

Los quitones son parte importante de las comunidades rocosas intermareales (Flores-Garza *et al.*, 2012; Torreblanca-Ramírez *et al.*, 2012; Galeana-Rebolledo *et al.*, 2014). Presentan hábitos nocturnos y fotonegativos, por lo que prefieren espacios oscuros (Hyman, 1967). Su mayor diversidad biológica existe en las zonas tropicales y templadas (Eernisse *et al.*, 2007), en México, la costa del Pacífico presenta mayor diversidad de especies respecto al Golfo, en parte, esto puede deberse a la proporción de estudios en cada región (Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas, 2002; Eernisse *et al.*, 2007; Alarcón-Chavira, 2014).

La talla de los quitones varía entre especies y va desde 1 mm hasta 150 mm de longitud a excepción de *Cryptochiton stelleri*, que alcanza de 300-450 mm (Schwabe y Wanninger, 2006). La dieta de los quitones depende de la especie, obtienen su alimento del sustrato en el que habitan. Hay especies consumidoras de detritos, algas, diatomeas, foraminíferos, radiolarios, larvas de crustáceos y poliquetos, maderas y hojas sumergidas, esponjas, pastos marinos y pueden alimentarse de más de uno de los organismos anteriores (Sirenko, 2004; Schwabe y Wanninger, 2006; Sigwart y Sirenko, 2012).

El número de especies de quitones en el mundo es incierto, por cambios frecuentes de la nomenclatura taxonómica y descripción de nuevas especies, extintas y actuales. Los quitones fósiles cuentan con 900 especies (Puchalski *et al.*, 2008) y se estima que hay 930 especies de quitones existentes, descritas y aceptadas (Appeltans *et al.*, 2012). El total de quitones fósiles y modernos, en el mundo se aproxima a 1830 especies.

Las valvas de los poliplacóforos son el carácter más importante en función y estructura, pues en ellas se inervan sus órganos sensoriales o estetos y funcionan como su principal

protección (Schwabe y Wanninger, 2006). Por su morfología se clasifican en tres tipos de valvas: cefálica (ubicada en la región anterior), intermedias y anal (en la región posterior); también se pueden indicar con números romanos: I (cefálica); II a VII (intermedias) y VIII (anal) (Hyman, 1967; Reyes-Gómez, 1999) (**Fig. A.1**).

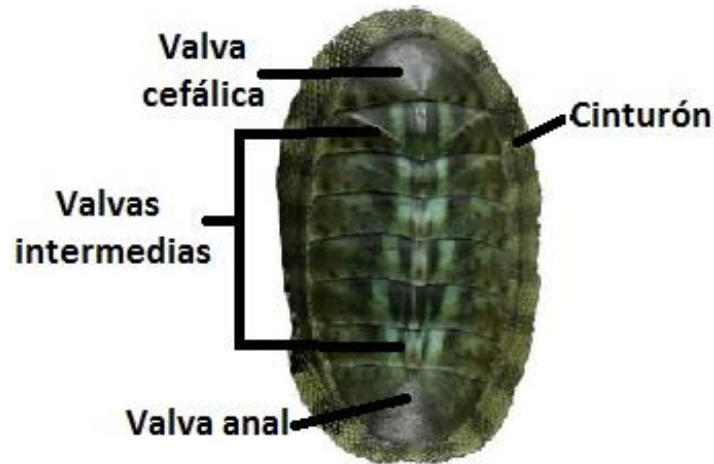


Figura A.1. Vista dorsal de *Chiton articulatus* (modificada de Galeana-Rebolledo, 2011).

Los quitones, en su vista ventral (**Fig. A.2**), no poseen cabeza verdadera y ojos y se le denomina región cefálica. La boca está en posición anterior, separada del pie, presenta rádula con dientes de quitina y magnetita. El ano se encuentra en la región posterior; mientras que la cavidad paleal (donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso) se localiza alrededor del pie y contiene a los ctenidios (estructuras responsables de la respiración) (Schwabe y Wanninger, 2006; Eernisse *et al.*, 2007).

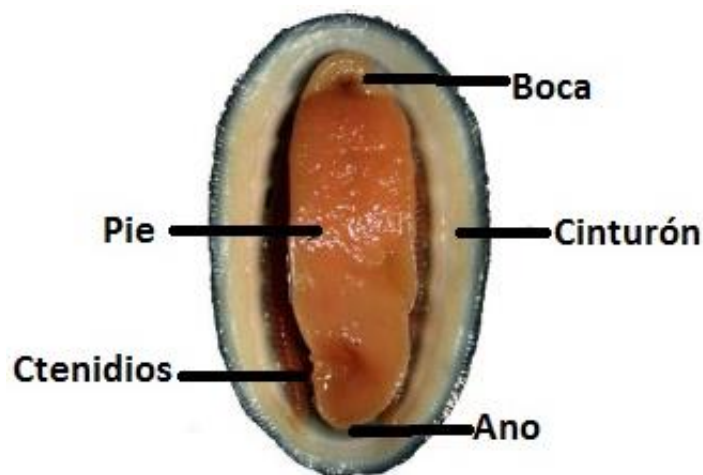


Figura A.2. Vista ventral de *Chiton articulatus* (modificada de Galeana-Rebolledo, 2011).

Según el acomodo de los ctenidios existen diferentes términos para denominar a los quitones (**Fig. A.3**): holobranquiales, si los ctenidios ocupan una región desde el ano hasta la zona cefálica; merobranquiales, cuando los ctenidios abarcan sólo la región posterior (Schwabe y Wanninger, 2006). Hay otros dos términos que clasifican a los quitones según la cantidad de ctenidios posteriores a la apertura renal (nefridioporo): abanal, si cuenta con un ctenidio y adanal, si el quitón presenta tres o más ctenidios (Sirenko, 2006).

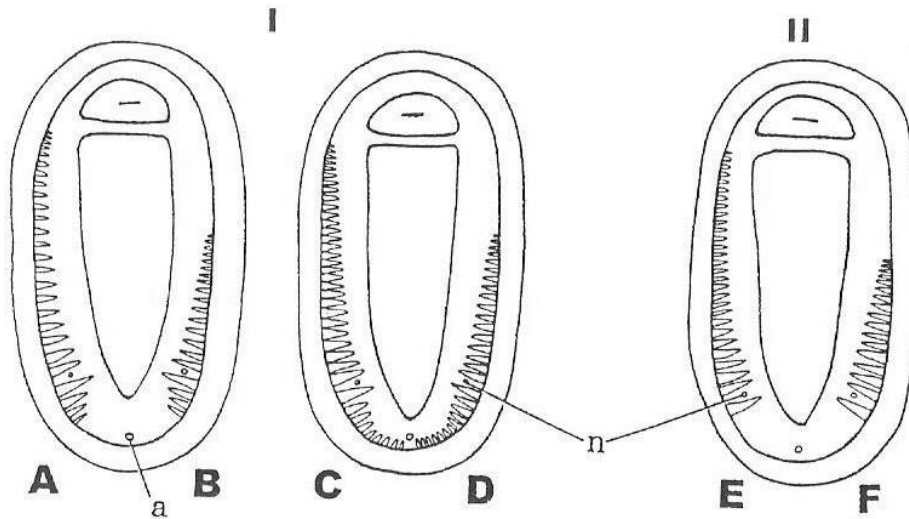


Figura A.3. Arreglo de ctenidios en los quitones. I. Adanal, holobranquial (A, C) y merobranquial (B, D) con espacio (A, B) y sin espacio (C, D). II. Abanal, holobranquial (E) y merobranquial (F). Abreviaciones: a, ano; n, nefridioporo. (Tomado de Sirenko, 2006).

El sistema de circulación de los poliplacóforos es abierto; el pericardio resguarda al corazón. Tienen un par de nefridios que junto con la gónada y el ano desembocan en la cavidad paleal; el sistema nervioso de tipo anular se localiza alrededor del esófago con dos ganglios longitudinales (Moore, 2001).

Generalmente y en la literatura, los poliplacóforos se han considerado dioicos, excepto las especies hermafroditas *Cyanoplax fernaldi* y *C. caverna* (Schwabe y Wanninger, 2006). Se reproducen por fertilización externa y carecen de dimorfismo sexual (Eernisse y Reynolds, 1994). Sólo es posible reconocer hembras y machos cuando se examina macroscópicamente su gónada fresca; de color verdes o café en hembras y salmón o beige en machos (Crozier, 1920; Rojas-Herrera, 1988; Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013; Abadia-Chanona *et al.*, 2014), haciendo frotis en fresco o utilizando histología. La gónada se ubica en la región dorsal media de las vísceras (Carpenter *et al.*, 1982).

La mayoría de los quitones presenta ciclos gametogénicos anuales (Strathmann y Eernisse, 1987) y la época reproductiva está determinada por diversos factores (**Tabla. A.1**) (Baqueiro-Cárdenas, 2014). En general, los machos liberan el esperma antes que las hembras para estimularlas; estas expulsan sus gametos periódicamente dentro de un intervalo de tiempo, en algunos casos durante meses (Strathmann y Eernisse, 1987).

Tabla A.1. Factores que determinan la época reproductiva.

Bióticos		Abióticos
Internos	Externos	disponibilidad de alimento; temperatura;
genética	densidad poblacional	intensidad luminosa; ciclo mareal; ciclo
hormonas	presencia del sexo opuesto	lunar; salinidad; profundidad; corrientes
	presión de depredación	marinas

ANEXO B. Tallas y pesos reportados en la literatura para *C. articulatus* y *C. albolineatus*

Tabla B.1. Longitudes y pesos registrados, en literatura, de *C. articulatus* (---: no aplica).

Estado o localidad	Longitud (mm)	Peso (g)	n	Autor(es)
Golfo de California	hasta 104x59	---	---	(Bullock, 1988; Kaas <i>et al.</i> , 2006)
Guerrero	37.98±8.0847 ♀; 37.1782±8.4173 ♂	Fórmula	2538 (847 ♀, 1691 ♂)	(Rojas-Herrera, 1988)
Isla Socorro, (al O de Colima)	29-108.0	2-86.5	1052	(Holguin-Quiñones y Michel-Morfin, 2002)
Pacífico Mexicano	>70	---	---	(Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas, 2002)
Sinaloa	long. 11.3-86.8 ancho 7.1-78.5 altura 2-29.8	0.1-53.8	1236	(Flores-Campaña <i>et al.</i> , 2007)
Sinaloa	4-88.7	---	1656	(Jiménez-Díaz <i>et al.</i> , 2009)
Oaxaca	long. 17.5-37.4 ancho 11.7-26.4	---	5	(Reyes-Gómez <i>et al.</i> , 2010)
Jalisco	7.5-77.5	---	3049	(Barajas Calderón, 2011)
Guerrero	long. 6.09-50.74 media= 22.83 ancho 3.69-28.70	---	---	(Flores-Garza <i>et al.</i> , 2012)
Guerrero	long. 11.53-42.06 media=25.34±8.02 D.E. ancho 1.87-30.25 media=15.47±9.04 D.E.	---	no es claro	(Galeana-Rebolledo <i>et al.</i> , 2012)
Guerrero	5.37-50.23	---	1124	(Torreblanca-Ramírez <i>et al.</i> , 2012)
Oaxaca	40-78	Fórmula	384	(Avila-Poveda, 2013)
Oaxaca	5-40	0.007-4.4	72	(Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013)
Guerrero	estimado: 39.75-48.27 y 43.09-54.97	sólo el pie 0.2-7.9	4007	(García-Ibáñez <i>et al.</i> , 2013)
Guerrero	30-78	---	731	(Ramírez-Álvarez <i>et al.</i> , 2013)
Guerrero	1.66-74.99 media= 23.16 D.E. 13.17	---	2180	(Valencia-Santana, 2013)
Guerrero	long. 7.88-45.75 media=18.39±9.52 D.E. ancho 3.36-22.99 media=15.85±4.50 D.E.	---	---	(Galeana-Rebolledo <i>et al.</i> , 2014)

Tabla B.2. Longitudes y pesos registrados, en literatura, de *C. albolineatus* (---: no aplica).

Estado o localidad	Longitud (mm)	Peso (g)	n	Autor(es)
Sinaloa	hasta 36x19	---	---	(Bullock, 1988)
Sinaloa	el más largo fue de 43x23	---	---	(Kaas <i>et al.</i> , 2006)
Sinaloa	8.34- 55.13	---	1371	(Jiménez-Díaz <i>et al.</i> , 2009)
Oaxaca	long. 22.3-35.4 ancho 13.7-18.6	---	2	(Reyes-Gómez <i>et al.</i> , 2010)
Sinaloa	long. 8.3-55.1 ancho 3-30.4 altura 0.9-19.1	0.1- 10.2	1371	(Flores-Campaña <i>et al.</i> , 2012)
Guerrero	long. 3.18 -33.61 media= 17.56 ancho 2.09-14.46	---	---	(Flores-Garza <i>et al.</i> , 2012)
Guerrero	long. 4.43-39.58 media=19.72±6.13 D.E. ancho 1.06-18.69 media=9.73±5.11 D.E.	---	206	(Galeana-Rebolledo <i>et al.</i> , 2012)
Guerrero	21.66±1.07 máx.= 42.06 mín.= 4.73	---	20	(Torreblanca-Ramírez <i>et al.</i> , 2012)
Oaxaca	4-40	0.004 -3.632	53	(Avila-Poveda y Abadia-Chanona, 2013)
Guerrero	long. 4.43-33.61 media=19.75±6.13 D.E. ancho 4.41-18.70 media=10.05±2.82 D.E.	---	---	(Galeana-Rebolledo <i>et al.</i> , 2014)

ANEXO C. Sobre la reproducción de *Chiton articulatus* y *C. albolineatus*

Este estudio, en un inicio, fue pensado para poder determinar el sexo de los quitones y conocer mejor su reproducción; sin embargo, la metodología que se utilizó no fue concluyente al respecto. A continuación se hace una revisión de los estudios que sí la abordan:

El trabajo de Rojas-Herrera (1988) utilizó *C. articulatus* de Guerrero y la propone como especie dioica, utilizando observaciones macroscópicas de coloración de gónada fresca: naranja o rosa salmón (machos) y verde (hembras). Talla de madurez: 40 mm. Con época reproductiva anual de septiembre a noviembre.

En Ramírez-Álvarez *et al.* (2013) con *C. articulatus* de Guerrero mencionan que la especie es dioica y hermafrodita estacional, utilizando histología. El estudio no especifica las tallas correspondientes al análisis histológico. Consideran adultos a los quitones de ≥ 40 mm. Proponen que junio-septiembre son previos al desove y que el hermafroditismo ocurre en: diciembre-marzo (escaso); abril (no hubo); junio-septiembre (mayor incidencia, 63 y 68%).

Avila-Poveda y Abadia-Chanona (2013) estudiaron a *C. articulatus* y *C. albolineatus* con ejemplares de Oaxaca. Establecen que estas especies son dioicas y que histológicamente hay un intervalo de talla en el que los juveniles podrían estar diferenciándose, ya que se desarrollan como hembras y sólo algunas se diferencian en machos, sin reproducirse durante este estadio. Mencionan que la diferenciación sexual ocurre a partir de: $21.93 \text{ mm} \pm 1.16$ e.e. de longitud total para *C. articulatus* y $21.79 \text{ mm} \pm 1.23$ e.e. para *C. albolineatus*. El sexo se puede reconocer desde los 13-20 mm, los adultos (para ambas especies) ≥ 40 mm de longitud. Proponen dos épocas reproductivas anuales: final de mayo-inicio de junio y agosto-septiembre, están correlacionadas con la máxima temperatura superficial del mar. Ambas especies permanecen con reproducción activa prolongada, con el potencial de expulsar sus gametos en más de una ocasión durante su ciclo de vida.

El estudio de Abadia-Chanona (2015) utilizó *C. articulatus* de tallas >40 mm, de Oaxaca, y con el uso de histología solo observó organismos dioicos.

El estudio de Abadia-Chanona *et al.* (2014b), sobre *C. articulatus* de Oaxaca, señala que estos pueden encontrarse maduros de febrero a diciembre, con picos de madurez en abril (88%), mayo (93%), junio (100%), julio (60%), agosto (77%) y septiembre (57%). Con índices somáticos y reproductivos validaron dos picos de reproducción: mayo y agosto-septiembre. Es una especie que desova todo el año, con mayor proporción en julio (40%), octubre (60%) y diciembre (70%); propusieron la implementación de una veda de abril a septiembre, para cubrir con continuidad los dos ciclos reproductivos.

ANEXO D. Observaciones cualitativas al recolectar los quitones

Los individuos de *Chiton articulatus*, generalmente fueron obtenidos de macizos rocosos en la zona con más alta energía o área de rompiente, principalmente en zonas expuestas, donde existen algas incrustadas al sustrato. Los quitones *Chiton albolineatus*, se recolectaron en rocas sueltas, generalmente lisas y sumergidas, algunas de ellas parcialmente enterradas en la arena, en zonas de exposición moderada a zonas protegidas (Galeana-Rebolledo, 2011).

La densidad de los quitones no fue registrada, sin embargo, cualitativamente se observó la agregación de los quitones sobre una misma roca y la de *C. articulatus* fue menor que *C. albolineatus*. En el caso del primero, fue encontrado individualmente o cerca de otro quitón de la misma especie sobre rocas grandes y expuestas al oleaje intenso (Playa Poseidón-Caletta). Los individuos de *C. albolineatus* se encontraron agregados, sobre una misma roca, desde uno hasta ocho individuos; debajo de rocas lisas y sumergidas (Playa Las Gatas y Parque de la Reina (**Fig. D.1**)). Estas observaciones cualitativas variaron según la región de la playa y la localidad.



Figura D.1. Agregación de individuos de *C. albolineatus* en Parque La Reina-Muelles, Guerrero. La roca fue volteada y presentó seis ejemplares adheridos a la vista ventral de esta.

ANEXO E. Fijación y/o preservación de los poliplacóforos

Los quitones recolectados en Ojo de Agua, Las Salinas y Punta Maldonado se fijaron y preservaron en alcohol etílico al 96% una o dos horas después de la recolecta. Y fueron preservados en alcohol al 70% después de ser disecados.

Los ejemplares de Playa Poseidón-Caleta, se dejaron relajando en agua marina durante 40 min. Luego, la solución se cambió a 50:50 de agua marina y agua dulce. Después de tres horas se cambió a 100% de agua dulce y estuvieron en hielo por 24 h para evitar su descomposición durante el traslado. Dos ejemplares fueron preservados en alcohol al 96% (después de la disección se preservaron en alcohol al 70%), a los catorce ejemplares restantes se les añadió formol al 4%, preparado con agua dulce, durante cuatro días; los dos días siguientes estuvieron en agua dulce para quitar el exceso de formol y se sustituyó por alcohol al 70% para preservar.

Los ejemplares de *C. albolineatus* recolectados en Playa Las Gatas se dejaron dentro de recipientes herméticos, sin burbujas y llenos de agua de mar, durante 24 h; luego se fijaron en formol al 4% donde permanecieron diez días. No fueron fijados a su debido tiempo porque se esperaba disecarlos en fresco; sin embargo, las circunstancias no lo permitieron. Se sustituyó la solución de formol por agua dulce durante tres días y después fueron preservados en alcohol al 70%.

Los quitones provenientes de Parque de la Reina se relajaron en agua de mar y se procedió a disecarlos en fresco, posterior a esto fueron preservados en alcohol al 70%.

Del total de quitones 13 (17.3%) se disecaron frescos, 24 (32%) estaban fijados en formol y preservados en alcohol y 38 (50.7 %) solo preservados en alcohol. Posterior a la disección, todos fueron preservados con alcohol 70% (**Tabla E.1**).

Tabla E.1. Estado de preservación o fijación de los quitones antes de ser disecados.

Preservación o fijación	<i>C. articulatus</i>	<i>C. albolineatus</i>	Totales
Frescos	0	13	13
Formol 4%	14	10	24
OH 96%	26	12	38
Totales	40	35	75

Sawafo

en
prueba
de
coraje

haciendo
de
fantasma

