



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

Estructura comunitaria de céspedes algales dentro y fuera de Territorios de *Stegastes acapulcoensis* (Osteichthyes: Pomacentridae) en dos ambientes arrecifales de la región de Huatulco, Oaxaca, México.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
Maestro en Ciencias
Biología Marina

PRESENTA

Biol. LIZETH SÁNCHEZ ZAMORA

TUTOR PRINCIPAL

Dra. HILDA PATRICIA LEÓN TEJERA
(FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM)

COMITÉ TUTOR

Dr. FELIPE AMEZCUA LINARES
(INTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA)

Dra. DENÍ CLAUDIA RODRÍGUEZ VARGAS
(FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM)

Dr. ABEL SENTÍES GRANADOS
(UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, UAM-I)

Dr. JAVIER CARMONA JIMÉNEZ
(FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM)

MÉXICO, D. F. SEPTIEMBRE, 2013.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

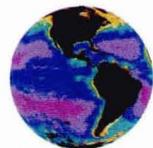


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

Universidad Nacional Autónoma de México
Coordinación del Posgrado, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología,
Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, México, D.F. 04510
Teléfono y Fax: (52) 56-22-5803, 5829, 5990 y 5991
Correo electrónico: posgrado@cmarl.unam.mx
http://www.pcml.unam.mx



Oficio No. PCML-01596/2010

Bióloga LIZETH SÁNCHEZ ZAMORA

Presente

Por medio del presente, me permito informar a usted que el Comité Académico de este Posgrado, en su sesión CA/09/10 celebrada el 26 de octubre de 2010 y después de analizar su solicitud, acordó:

Asignarle su Jurado para Examen de Maestría, el cual evaluará su tesis titulada "El papel de *Stegastes acapulcoensis* (Pisces) en la estructura comunitaria de céspedes de macroalgas en dos ambientes arrecifales de la región de Huatulco, Oaxaca, México".

		Fecha	Firma de aceptación
Dr. Felipe Amezcua Linares	Presidente	23/11/10	
Dra. Hilda P. León Tejera	Secretario	23/11/10	
Dra. Deni C. Rodríguez Vargas	Vocal	13/12/10	
Dr. Javier Carmona Jiménez	Suplente	15/12/10	
Dr. Abel Senties Granados	Suplente	30/11/10	

Es necesario que usted recabe las firmas de los integrantes propuestos a la brevedad y nos remita una copia, para hacer efectivos estos nombramientos.

Sin más por el momento, le enviamos un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F., a 26 de octubre de 2010

DRA. GLORIA VILA CLARA FATJÓ
COORDINADORA DEL POSGRADO

Nota 1: Todos los miembros del jurado lo son en el mismo nivel de jerarquía académica, ya sean titulares o suplentes. El orden en que aparecen en el jurado se asigna exclusivamente con base en su antigüedad laboral en al UNAM, con excepción del Director de Tesis, al cual se nombrará siempre Secretario, con el fin de facilitar el llenado del Acta de Examen.

Nota 2: De conformidad con el Artículo 25 del RGEP, cada miembro del jurado deberá entregar su voto fundamentado por escrito, en un plazo máximo de treinta días hábiles, contados a partir del momento en que el sinodal designado oficialmente reciba la tesis. Es importante considerar estos plazos para que cada sinodal entregue sus correcciones con tiempo suficiente para que queden realizadas y pueda emitir el voto correspondiente.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente y absolutamente la Universidad Nacional Autónoma de México por permitir pasar los mejores años de mi vida al ser parte de ella.

Al Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología por haberme apoyado durante la realización de la maestría. En particular quiero agradecer a su coordinadora Dr. Gloria Vilaclara Fatjó por su apoyo y estrategias empleadas durante la realización y culminación de la maestría. De igual manera al personal del posgrado: Diana Juárez, Gabriela Almaraz y muy particularmente a Guadalupe Godoy y Chantal Ruiz por facilitar cualquier trámite y por ser tan comprometidas con su trabajo.

A las autoridades del Sitio Ramsar 1321: “Cuencas y corales de la zona costera de Huatulco” por las facilidades para el desarrollo del trabajo de campo.

Este trabajo fue realizado y concluido gracias a la beca de maestría otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Número de becario: 235770

A la Dra. Hilda León Tejera por su apoyo durante la realización del presente trabajo. Gracias por toda su ayuda a lo largo de estos años.

Al Dr. Felipe Amezcua Linares por sus sugerencias y correcciones oportunas al presente trabajo.

A la Dra. Dení Claudia Rodríguez Vargas por su apoyo incondicional gracias porque aunque algunas ocasiones no se encontrará en el país, siempre tuvo tiempo para ayudar y aportar al presente trabajo.

Al Dr. Abel Sentíes Granados por su gran compromiso durante la realización y culminación del proyecto, gracias por trasladarse grandes distancias pero sobre todo gracias por las aportaciones, sugerencias y propuestas al presente trabajo.

Al Dr. Javier Carmona Jiménez por su apoyo incondicional, su grado de compromiso y sus aportaciones valiosísimas para el presente trabajo. Gracias por permitir realizar técnicas de laboratorio en sus instalaciones.

Al Dr. Gerardo Rivas Lechuga por su valioso apoyo para el modelo estadístico a emplear en el presente trabajo.

Al M. en C. León Felipe Álvarez Sánchez por su invaluable apoyo y asesoría de la parte estadística del presente trabajo, gracias por compartir tu lugar de trabajo.

A mis amigos Sandra, Xochitl, Ivone Macías (vonchis), Toño, Elia, Mariela, Isabel, Ligia, Andrea del P., Cinthya, Leoncis, Marianita, Rocío, Luisa, Horacio, Felipillo pecho amarillo, Mariano (chamaco), Gerard, Lau Martinell, Are, Leo, Salgueiro, Miguel, Sussie, Tonathih, Jhonas, Moni, El Gato, Karen, Memo, kike, Ros, Mariano (chamaco), Caro, Ana E., Massa (masita), Emma, Laurensis, Paty R., Itzel P., Kike, Rulo, Mike, Yire G., Vladimir que siempre estuvieron, están y seguramente seguirán a mi lado, gracias por alegrarme los días, por escucharme, por ser un apoyo en mis momentos felices y difíciles se los agradezco de corazón.

A mis amigos y compañeros de clavados: Tere, Monse, Hania, Tony, Lizbeth, Dany (aunque nos abandonó en nombre de la medicina jajajaja), Liliana, Blanca, Sam (pese a que me contracturó por su sobrepeso jajaja), Jurgi, Juan Pablo, Gidel, Jhobani, Isaac, Josu, gracias por siempre alentarme, corregirme, echarme porras y festejar con alegría mis avances. En especial a mi coach Alejandro Talavera Lira por ayudarme a fortalecer mi mente y sobretodo mi cuerpo el cual poco a poco ha adquirido concentración, orientación, agilidad, resistencia, flexibilidad, velocidad de reacción y fuerza. Coach muchísimas gracias por ayudarme a vencer poco a poco algunos miedos para darle paso a otros nuevos, porque como bien decimos: lo padre de los clavados es que “siempre hay algo nuevo por hacer”. En pocas palabras ¡gracias por todo Ale! Sobre todo por esa gran paciencia y tan única manera de enseñar, te quiero mucho.

A mis compañeros de laboratorio con los que conviví a diario, gracias Are, Leo, Gerard, Fer, Miguel, Uriel, Andrés, Salgueiro, Moni, Sussie, Alonso, Tonathih, Jhonas, Tlamatini, Claudia, Carlos, Cintia, José, Laura por los momentos agradables.

A mis primos Gaby, Luis (papucho), Edith, (nena), Laura, Claudia, Selene, Lennis, Kika, Migue, Chio, Erick (quiquín), Ana, Lizbeth, Itzel, Paco, Eldi, Joselyne y Víctor (manolo) por todos los momentos felices y tristes que hemos vivido, me da mucho gusto que sean mis primitos. Y mis tíos que siempre han estado a mi lado.

Por último y para cerrar con broche de oro mi familia, gracias por apoyarme incondicionalmente, los amo.

DEDICATORIA

In Memoriam

Ana Lidia Zamora Franco

3 agosto 1968 - 30 mayo 2013.

Además de ser mi única tía materna eres la mujer más fuerte que he conocido en toda mi vida, por eso eres y siempre serás **mi guerrera incansable**. Te amo Lila y extraño infinitamente. El destino impidió que fueras mi invitada de honor pero quiero que sepas que aunque tu cuerpo ya no se encuentre en este mundo, tu amor y cariño lo están. Como una vez lo dije te admiro por muchas cosas pero sobretodo porque aunque tuvieras problemas y preocupaciones levantabas tu mirada, sonreías y decías estoy bien. Tu alegría, fuerza y bondad es una lección de vida que siempre tendré presente, eres la mejor tía del mundo.

***No estaré lejos
si me necesitan,
piensen en mí.***

In Memoriam

Manuel Galindo Espejel

Sigo creyendo que la vida se equivocó, tú debiste ser mi abuelo de apellido mi consuelo ante dicha injusticia es que en la práctica lo fuiste. Hace más de un año que te arrancaron de nuestras vidas pero tu recuerdo y enseñanzas están presentes. Me quedaré con el último recuerdo tuyo donde estuviste sonriendo y bromeando como era tu costumbre, recuerdo perfectamente que cuando te di un beso para saludarte me enterraste tu barba medio larga que me raspo la mejilla como lija, empecé a quejarme y tú a reír (jajaja siempre lo hacías y la verdad a mí me encantaba jajajaja). Donde quiera que estés te mando un beso con todo mi amor, cariño, respeto y admiración.

DEDICATORIA

A mis padres Auro y Ceci quienes desde que tengo uso de razón han estado a mi lado para apoyarme incondicionalmente. Gracias por sus consejos, cuidados y muestras de amor. Este logro es de ustedes, los amo.

A mis hermanos Edgar (garon) y Javier (chiquilín) son unos hermanos excelentes los amo. Tenemos caminos distintos pese a ello siempre estamos juntos y estoy segura lo seguiremos estando.

Al amor de mi vida Esteban ¡gracias por existir! estos ocho años se han pasado volando y cada día te amo más.

A Canek V. Bonequi por compartir esta etapa de mi vida, gracias por todo tu apoyo de corazón te digo me encantarían que compartiéramos muchas más.

CONTENIDO

Resumen	<i>i</i>
Abstract	<i>i</i>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN	7
4. OBJETIVOS	8
4.1. General.....	8
4.2. Particulares.....	8
5. HIPOTESIS	9
6. ÁREA DE ESTUDIO	10
6.1. Bahía Cacaluta.....	11
6.2. Bahía La Entrega.....	12
7. MATERIAL Y MÉTODO	13
7.1. Actividades de campo.....	13
7.1.1. Muestreo.....	13
7.1.2. Caracterización ambiental general de las localidades.....	16
7.1.3. Áreas de muestreo.....	16
7.1.4. Método empleado dentro de los Territorios.....	17
7.1.5. Método empleado fuera de los Territorios (No-Territorios).....	19
7.2. Actividades de laboratorio.....	20
7.3. Determinación.....	20
7.4. Riqueza y composición específica algal.....	21

7.5. Biomasa algal en términos de peso seco libre de ceniza.....	21
7.6. Esfuerzo de muestreo.....	22
7.7. Abundancia relativa de las “especies algales representativas”.....	22
7.8. Análisis de agrupación.....	24
7.9. Tratamiento estadístico.....	24
8. RESULTADOS.....	25
8.1. Caracterización ambiental general de las localidades.....	25
8.2. Riqueza algal.....	32
8.3. Composición algal.....	35
8.4. Biomasa algal en términos de peso seco libre de ceniza.....	38
8.5. Esfuerzo de muestreo.....	39
8.6. Abundancia relativa de las “especies algales representativas”.....	41
8.7. Análisis de agrupación.....	44
8.8. Análisis estadísticos.....	46
8.8.1. Índices de diversidad.....	46
8.8.2. Prueba de X^2 para independencia u homogeneidad.....	48
8.8.3. Análisis de correspondencia múltiple (MCA).....	49
8.8.4. ANOVAS (muestras puntuales y biomasa).....	51
8.8.4.1. Análisis de varianza para las muestras puntuales.....	51
8.8.4.2. Análisis de varianza para las muestras de biomasa.....	54
9. DISCUSIÓN.....	57
10. CONSIDERACIONES.....	64
11. CONCLUSIONES.....	65

12. REFERENCIAS.....	67
13. Apéndice I Método empleado en los registros de topografía, tipo de sustrato y cobertura algal para la caracterización general de las localidades.....	77
14. Apéndice II Registros de temperatura obtenidos en muestreos anteriores y en los realizados para el presente proyecto de investigación.....	79
15. Apéndice III Método para la medición del flujo de agua (caracterización general de las localidades).....	80
16. Apéndice IV Método para los censos de ictiofauna (caracterización general de las localidades).....	82
17. Apéndice V Captura de un individuo <i>Stegastes acapulcoensis</i>.....	84
18. Apéndice VI Área (m²) de los Territorios y No-Territorios de las dos bahías en la época de lluvias y secas.....	87
19. Apéndice VII Peso libre de ceniza de las muestras de biomasa.....	88
20. Apéndice VIII Abundancia relativa por tipo de muestra (puntuales y de biomasa) y localidad.....	89

RESUMEN

La finalidad del presente trabajo fue comprobar si la presencia del herbívoro *Stegastes acapulcoensis* modifica la composición, riqueza y biomasa algal en sus Territorios, en comparación con zonas arrecifales donde no habita. Para ello se realizaron 2 muestreos (lluvias y secas), en sitios Territoriales y No- Territoriales sobre las comunidades coralinas de dos bahías (La Entrega y Cacaluta) en la zona de Huatulco, Oaxaca, México. Se realizó la caracterización ambiental de cada bahía, con algunos parámetros fisicoquímicos (temperatura, profundidad, flujo de agua), complementándose con datos biológicos (censos de cobertura algal, ictiofauna y tipos de sustratos). En los muestreos se obtuvieron 2 tipos de muestras: biomasa de céspedes algales y puntos de alimentación. La riqueza total fue de 53 especies algales; 33 rodofitas, 12 clorofitas, 5 feofitas y 3 cianofitas. Las muestras puntuales aportaron 46 de las especies totales; mientras que las de biomasa aportaron el total de la riqueza. Las gráficas de abundancia relativa de las “especies algales representativas” indican que *Polysiphonia sertularioides* fue la especie con mayor abundancia relativa tanto en los Territorios como en los No-Territorios en ambas bahías y temporadas. A partir de la frecuencia específica algal se realizó una prueba de χ^2 entre los grupos funcionales algales y la territorialidad (T y NT de *S. acapulcoensis*), los resultados indican que existe dependencia entre el grupo filamentosos y corticados subcilíndricos con la territorialidad. Con los datos de abundancia relativa (% de cobertura algal) se realizaron análisis de varianzas de 2 vías los cuales indican que no existe efecto sobre los grupos algales y la territorialidad. En el presente trabajo se concluye, que *Stegastes acapulcoensis* no determina la estructura específica algal en términos de riqueza y biomasa algal, pero ocasiona cambios en la riqueza algal de los Territorios y No-Territorios a nivel de forma funcional.

ABSTRACT

The aim of this study was to test whether the presence of the herbivore *Stegastes acapulcoensis* changes the composition, wealth and algal biomass in the territories it inhabits in comparison to *Stegastes acapulcoensis*-free reef zones. To this end, two seasonal samples were taken (rainy and dry) inside territories and outside damselfish territories of coral communities of two bays (La Entrega and Cacaluta) in the Huatulco, Oaxaca, Mexico area. A partial environmental characterization of each bay was performed by registering physicochemical parameters such as temperature, depth, water flow and substrata types, as well as the register of biological data including algal cover censuses, and ichthyofauna. Two types of samples were taken: biomass of algal turfs and dots of feeding. A total of 53 algal species was found including 33 Rhodophyta, 12 Chlorophyta, 5 Phaeophyta and 3 Cyanophyta. The feeding samples contributed to 46 species, whereas the biomass contributed total wealth. The graphs of relative abundance of the "representative algal species" indicate that *Polysiphonia sertularioides* was the most abundant species on inside territories and outside damselfish territories in both bays and seasons. From the specific frequency algal χ^2 test performed between algal functional groups and territoriality (T and NT *S. acapulcoensis*), the results indicate that there is a dependency between the group filamentous and corticated subcylindrical with territoriality. With the data of relative abundance (% of algal cover) analyzes were performed 2-way variances which indicate that there is no effect on algal groups and territoriality. In this paper concludes that *Stegastes acapulcoensis* not determine the specific structure in terms of wealth algal and algal biomass, but causes changes in algal richness inside territories and outside damselfish territories functional form level.

1. INTRODUCCIÓN

En los arrecifes coralinos existen tres componentes dominantes: corales, algas y peces. En la última década en diversas partes del mundo se ha reportado la pérdida de cobertura coralina, la cual ha sido acompañada a menudo por un drástico aumento de la cobertura de macroalgas bentónicas. El concepto “cambios de fase” (phase shifts) es utilizado comúnmente para describir el paso de una comunidad dominada por corales a una comunidad dominada por algas (Pandolfi *et al.*, 2003). Se han planteado distintas causas de origen natural o antrópico, siendo una de las más importantes la disminución en la presión de herbivoría (Done, 1999; Hughes *et al.*, 1999; McCook, 1999; McCook y Díaz-Pulido, 2001; McManus *et al.*, 2000; McManus y Polsenberg, 2004).

Las algas tienen especial importancia en los arrecifes, en primera instancia por ser productores primarios e importante eslabón en la trama trófica del arrecife. Además las algas calcáreas construyen y consolidan el material fragmentado del arrecife, reciclan materia orgánica disuelta y forman sustrato para otros organismos (Díaz-Pulido y Garzón-Ferreira, 2002; Littler y Littler, 1984; Adey, 1998; Ochoa-Izaguirre *et al.*, 2002). Para la región de Huatulco en particular, se tiene reportes sobre el aumento de la cobertura de algunas formas funcionales algales en ciertas comunidades coralinas. (López-Pérez *et al.*, 2002; López-Pérez y Hernández-Ballesteros, 2004).

Se ha constatado que los peces territoriales tienen gran repercusión en el incremento de la biomasa algal (Brawley y Adey, 1977; Elassuy, 1980; Hinds y Ballantine, 1987; Hixon y Brostoff, 1983; Irvine, 1980; Klumpp *et al.*, 1987; de Ruyter van Steveninck, 1984; Vine, 1974), y en la mortalidad coralina (Risk y Sammarco, 1982); sus actividades son determinantes en el proceso de cambio de fase (Gardner *et al.*, 2003, Pandolfi *et al.*, 2003, Mumby 2006), ocasionan cambios en la composición de fauna de invertebrados asociados (Sammarco y Williams,

1982; Zeller, 1988) y modificaciones en la residencia de otras especies de peces (Itzkowitz, 1977).

Son tales los efectos de los peces herbívoros que se les ha atribuido un papel central en la conformación del ensamble algal (Hixon y Brostoff, 1983) y en la estructura y mantenimiento de las comunidades bentónicas de los arrecifes de coral. Sin embargo la importancia es relativa ya que dichos efectos están determinados por los hábitos y comportamientos propios de la especie involucrada (Ceccarelli *et al.*, 2005).

En la década de los ochenta Montgomery (1980 a, b) y Montgomery y Gerking (1980) realizaron diversos estudios sobre las algas que forman parte de la dieta de peces arrecifales de Baja California Sur. Plantean una hipótesis de depredación basada en el modelo de Forma-Funcional de Littler y Littler (1980). Un ejemplo de esa hipótesis es *Microspathodon dorsalis* (Gill, 1862), el cual se observó que se alimentaba de algas de talla pequeña y extremadamente delicadas. Posteriormente se identificaron y se demostró que se trataba de algas de poblaciones de *Polysiphonia* spp. y después de realizar estudios de contenido energético, se llegó a la conclusión que la razón por la cual la dieta de *M. dorsalis* se inclina hacia las especies de este crecimiento, es que en términos nutricionales tiene un alto nivel en proteínas, carbohidratos solubles y lípidos. Además, hablando en términos ecológicos, las especies de este género poseen una estrategia de reproducción basada en una productividad muy alta, la cual consiste en presentar muchos eventos reproductivos en plazos cortos, que se refleja en la capacidad de recuperación en su cobertura en un menor lapso, si se les compara con otras algas. Lo anterior nos demuestra que en ciertos peces herbívoros existe preferencia alimenticia por ciertas formas funcionales algales.

Por su parte el modelo de Forma-Funcional de Littler y Littler (1984) categoriza las adaptaciones morfológicas, tomando en cuenta su papel en términos ecológicos y fisiológicos los cuales a su vez están íntimamente relacionados con su morfología.

Otro caso de alta selectividad que Montgomery (1980b) menciona, es el llevado a cabo por *Eupomacentrus rectifraenum*, cuya dieta se basa principalmente en el género *Ulva* seguida de algas rojas, y subsecuentemente de algas pardas, como *Dictyota*, *Sargassum* y *Padina* y por último rodofitas calcáreas. Se ha observado que dicha preferencia está determinada también por el contenido energético que les proporciona cada grupo algal y el cambio o rotación en la ingesta de las distintas especies de los géneros algales, se practica para dar tiempo a que se recuperen poblacionalmente las algas en las cuales se basa la alimentación y nutrición de los peces herbívoros (Branch *et al.*, 1992).

Dentro de los peces herbívoros catalogados como residentes permanentes, existen algunas especies que delimitan físicamente un espacio, al cual se le ha denominado "Territorio". Dicha área le proporciona refugio y alimento principalmente algas, esponjas e hidroideos (Humann, 1999). Además el "Territorio" juega un papel determinante en la reproducción.

Se ha observado que individuos del género *Stegastes* seleccionan y cultivan minuciosamente las algas que conforman los céspedes de su Territorio excluyendo a ciertas formas funcionales, en particular algas talosas y laminares. Favoreciendo una cierta dominancia de filamentos de rodofitas tal como sucede dentro de los Territorios de *Stegastes nigricans* (Hata *et al.*, 2002).

Los machos de *Stegastes leucostictus* (Haley *et al.*, 2002) defienden sus Territorios, cuyas dimensiones varían de 1 a 2 m², y de acuerdo al recurso alimenticio y la antigüedad del territorio tienen mayor o menor jerarquía al competir por una hembra (Itzkowitz y Makie, 1986; Itzkowitz y Koch, 1991; Itzkowitz *et al.*, 1995, 2001). Además de dar jerarquía, los Territorios poseen distintos niveles de calidad reproductiva (Itzkowitz y Slocum, 1995), la cual está determinada por el éxito de eventos reproductivos que lleve a cabo el residente del sitio.

Para asegurar el recurso alimenticio del Territorio el residente procura ubicarlo en zonas que no afecten la calidad del mismo (Wellington *et al.*, 1987), por ejemplo donde la incidencia solar sea continua, para que la actividad fotosintética y la temperatura se mantengan sin variaciones importantes que lleguen a afectar la disponibilidad de alimento.

Se ha observado que un Territorio con cierta antigüedad posee más estabilidad en la composición y mayor cobertura de las especies algales, en comparación, con uno que tiene poco tiempo de establecido debido a que la flora seleccionada (especies que el individuo decide dejar dentro de su Territorio) aun no es estable (Ceccarelli *et al.*, 2005).

Tomando en consideración lo anterior, estos herbívoros pueden ocupar una gran área del sustrato coralino y modificar en general la composición algal porque permiten solo el establecimiento de aquellas especies algales que son parte de su dieta. Algunos autores (Ceccarelli *et al.*, 2005) consideran que a lo largo del tiempo esta composición modificada se puede considerar estable. Sin embargo, esta aseveración no puede ser generalizada para todas las especies y hábitats (Ceccarelli *et al.*, 2001).

2. ANTECEDENTES

Los Territorios del género *Stegastes* en general se encuentran distribuidos en todos los océanos tropicales (Allen, 1975), localizados principalmente sobre pequeñas zonas de pedacera de coral (Itzkowitz, 1977) y pueden llegar a ocupar del 11 al 70 % del sustrato en áreas arrecifales (Ceccarelli *et al.*, 2001).

Wellington y Víctor (1987) mencionan que a *S. acapulcoensis* se le atribuyen diferencias poblacionales muy marcadas debido a diferentes grados de competitividad por lograr eventos reproductivos; encontrar un área (Territorio) que brindar a una hembra o tratar de alargar su etapa reproductiva porque conforme son más viejos los individuos tienen un descenso del éxito reproductivo. En ocasiones este descenso también es causado por cambios importantes que llegan a modificar el hábitat, dejando como resultado sitios vacantes que anteriormente estaban ocupados.

Hata y Kato en el 2002, 2003 y 2004 analizaron la composición algal dentro y fuera de Territorios de *Stegastes nigricans* de la isla Sesoko en Okinawa, Japón, encontrando que en los Territorios la composición algal es dominada por *Womersleyella setacea*; los autores indican, que esta especie tiene la característica de atrapar el sedimento reduciendo la firmeza del sustrato. Esta característica permite inhibir el establecimiento de otras especies algales razón por la cual no tiene especies competidoras.

En comparación a esto, fuera de los Territorios la flora es más diversa y se incluyen distintas formas funcionales como son matas de Cyanophyta (*Calothrix aeruginosa* y *Calothrix codicola*); Phaeophyta laminares postradas (*Padina* sp.) de la cual algunas especies son conocidas por tener una tasa de crecimiento rápido y colonizar áreas muy grandes, inhibiendo el reclutamiento larval y causando la muerte de corales (Thongroy *et al.*, 2007); encontrando en menor proporción

(*Feldmannia indica*), filamentos de Chlorophytas (*Cladophora* sp.); filamentos finamente ramificados de Rhodophyta (*Taenioma perpusillum* y *Herposiphonia obscura*) y finalmente filamentos corticados subcilíndricos de Rhodophyta (*Gelidiopsis variabilis*). Al respecto Hata y Nishihira, en el 2002 reportan cierta exclusión de especies dentro de los Territorios.

Stegastes acapulcoensis es considerablemente abundante en el Parque Nacional Huatulco (PNH) (Luna-Monsivais, 2005), y puede ser catalogada como residente permanente porque completa su ciclo biológico en el sistema arrecifal. Por ello es posible encontrar individuos adultos y juveniles dentro del sistema arrecifal, aunque ocupando sitios distintos. Esta especie se caracteriza además por delimitar y resguardar físicamente un espacio (Territorio), razones por las cuales se escogió a esta especie para el presente trabajo de investigación.

De acuerdo a CONANP (2003) la comunidad coralina de Cacaluta que se encuentra dentro del Parque Nacional Huatulco (PNH) tiene el estatus de “buen estado de conservación” mientras que la comunidad coralina La Entrega, que está fuera del PNH, tiene mayor deterioro (es necesario mencionar que debido a que no forma parte del PNH esta bahía no cuenta con un estatus oficial), lo cual se ve reflejado en una mayor cobertura aparente de algas. Se seleccionó a estas comunidades como área de estudio considerando que presentaban condiciones ambientales muy distintas debido a distinta intensidad en el impacto antrópico.

Respecto a la composición algal, se han realizado estudios ficoflorísticos en varios arrecifes del PNH, tales como San Agustín y Cacaluta (González 2008), El Maguey (Calderón 2008), El Violín (Sánchez 2009) y La India (López 2009). En todos ellos se reporta una mayor riqueza de Rhodophyta.

3. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN

Los arrecifes del Parque Nacional Huatulco (PNH) se encuentran bajo importante presión de desarrollo turístico. Dicha presión afecta de manera directa la flora y fauna, por esta razón se desarrolla el presente trabajo cuya finalidad es dar a conocer las especies algales que forman parte de la dieta del pez *Stegastes acapulcoensis* en el Pacífico Occidental y en particular los del Pacífico tropical mexicano (PTM).

La importancia de este estudio es proveer información básica sobre si la presencia del pez *Stegastes acapulcoensis* afecta la estructura de la comunidad de céspedes algales en cuanto a su composición, riqueza, biomasa y distribución estacional en dos formaciones coralinas de Huatulco. Es un estudio de tipo prospectivo sobre los grupos funcionales y las especies que integran los céspedes algales asociados a la presencia de *Stegastes acapulcoensis*.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

- Comprobar si la presencia de *Stegastes acapulcoensis* determina la estructura comunitaria de céspedes algales en dos ambientes arrecifales (Cacaluta y La Entrega).

4.2 Objetivos particulares:

- Realizar la caracterización general de las comunidades coralinas de las dos localidades (bahía Cacaluta y La Entrega).
- Determinar la composición y riqueza de especies de céspedes algales dentro (T) y fuera (NT) de los Territorios de ambas localidades y en distintas épocas del año (lluvias y secas).
- Determinar los grupos funcionales algales dentro y fuera de los Territorios en ambas localidades en lluvias y secas.
- Obtener la biomasa algal dentro (T) y fuera (NT) de los Territorios de ambas localidades y en distintas épocas del año (lluvias y secas).
- Obtener la abundancia relativa de las “especies algales representativas” dentro y fuera de los Territorios de ambas localidades en lluvias y secas.
- Comprobar si existe alguna dependencia entre grupos funcionales algales y los Territorios de *Stegastes acapulcoensis*.

5. HIPOTESIS

La presencia del herbívoro *Stegastes acapulcoensis* determina la estructura comunitaria de céspedes algales, en función a la composición, riqueza, abundancia y biomasa algal.

6. ÁREA DE ESTUDIO

Las bahías de Cacaluta y La Entrega forman parte de la zona turística Bahías de Huatulco. Solo Cacaluta está dentro del Parque Nacional Huatulco (1999), el cual se sitúa aproximadamente entre las coordenadas geográficas $15^{\circ}39'12''$ y $15^{\circ}47'10''$ N y $96^{\circ}06'30''$ y $96^{\circ}15'00''$ W. Políticamente, el parque pertenece al municipio de Santa María Huatulco, del estado de Oaxaca.

De forma general, la superficie total del parque es de 11, 890.98 ha, de las cuales 5,516.00 ha pertenecen a la zona marina. (Fig. 1) Posteriormente el 27 de noviembre del 2003 el Parque fue recatalogado por la convención Ramsar, designándolo como parte del Sitio Ramsar 1321: "Cuencas y corales de la zona costera de Huatulco". Este Sitio Ramsar tiene 44,400 ha y gran importancia internacional, por la presencia de humedales y arrecifes de coral con alta fragilidad y gran riqueza de especies (Comisión RAMSAR, 2003).

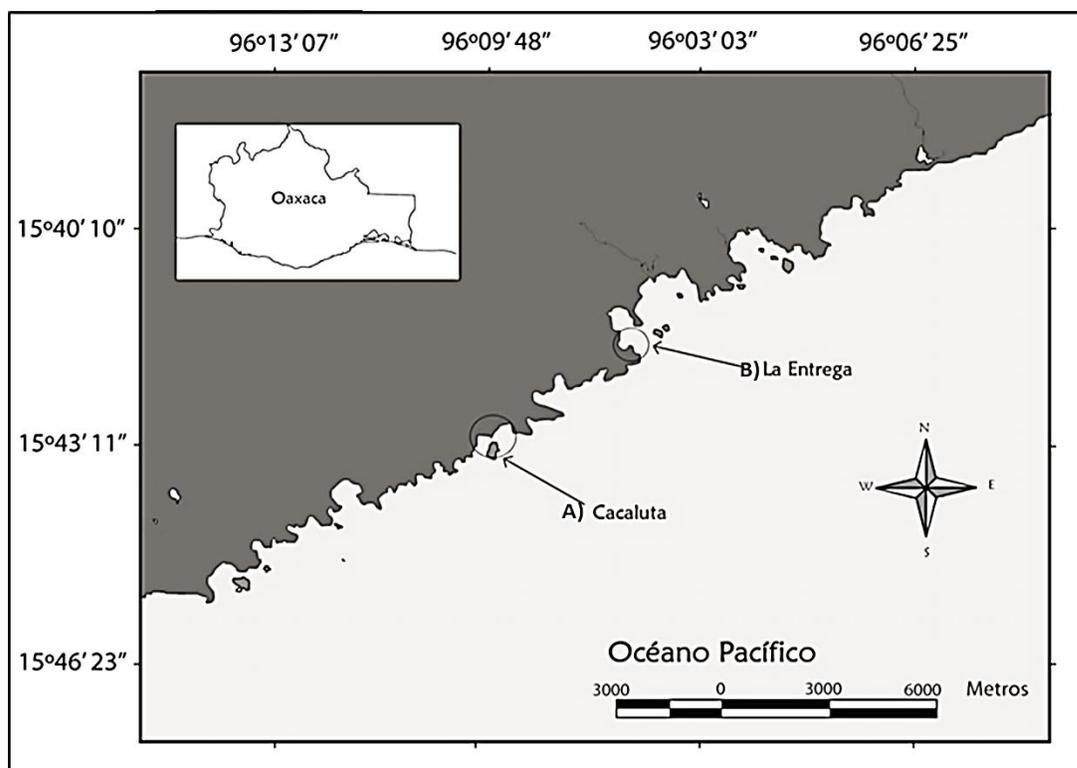


Figura 1. Ubicación de A) bahía Cacaluta y B) bahía La Entrega.

Dentro del parque se localizan 18 comunidades coralinas que se agrupan dentro de distintas bahías quedando Cacaluta, dentro del polígono del PNH (CONANP, 2003).

En total los arrecifes de la zona están formados por 14 especies de corales hermatípicos (CONANP, 2003). Las especies de corales que tienen en común ambas bahías son: *Pocillopora damicornis*, *P. capitata*, *P. verrucosa* y *Porites panamensis*. Bahía Cacaluta presenta además las siguientes especies de corales pétreos: *P. meandrina*, *P. eydouxi*; esta última especie constituye uno de los únicos registros para el Pacífico mexicano. En Bahía La Entrega se presentan también *P. effusus* (Veron, 2000), *Pavona gigantea* y *P. varians* (única bahía de la zona en la que se presenta esta especie) (Tapia *et. al.*, 2007).

6.1 Bahía Cacaluta

Esta bahía forma parte del Parque Nacional Bahías de Huatulco y se ubica entre la punta oeste ($15^{\circ}43'09''$ N $96^{\circ}09'59''$ W) y la punta este ($15^{\circ}43'20.5''$ N $96^{\circ}09'11''$ W). Tiene una orientación NE-SO en su eje más largo, donde la boca de la bahía es de aproximadamente 1.47 km y el ancho de la bahía (desde la línea de costa hasta la boca) es de 1.78 km. Es una bahía abierta, protegida por el oleaje debido a su orientación y a la presencia de una isla de 8 ha que se encuentra frente a ella. El área coralina tiene un área de 6.4 ha (CONANP, 2003) el rango de profundidad es de 7 a 9 m (Fig. 1A).

En esta bahía confluye una cuenca hidrológica mediana-pequeña que incluye a los arroyos intermitentes Cacalutilla y Cacaluta con un área de drenaje de 71 km² (CONANP, 2003). En la parte baja de la microcuenca hay una laguna cuyos límites están casi en la línea de costa, 90 m son los que comparte la acumulación de agua de la laguna con la playa Cacaluta.

Según CONANP (2003) este arrecife tiene el estatus “buen estado de conservación”, y aunque no tiene acceso directo por tierra, se permite el “esnorqueleo”, natación, buceo, pesca artesanal y explotación por tintoreros mixtecos. Por ello el estatus de conservación puede cambiar al de “Posible daño a la comunidad coralina, sobreexplotación potencial de recursos pesqueros e introducción de especies exóticas”.

6.2 Bahía La Entrega

Esta bahía está ubicada fuera del Parque Nacional Bahías de Huatulco (PNH), en las coordenadas 15°44' 34" N y 96°07'35" W. Con una orientación NO-SE en su eje más largo, la boca de la bahía es de aproximadamente 344 m.; el ancho de la bahía (desde la línea de costa hasta la boca) es de 351.6 m. La longitud de la playa es de 219.5 m y el ancho tiene un rango que va de los 30 a 80 m.

Es una bahía abierta, protegida por el oleaje debido a su orientación y a la presencia de puntas rocosas en ambos lados los cuales reducen el oleaje considerablemente al funcionar como morros. Se ha reportado que el área coralina tiene una superficie de 6 a 7.5 ha (Mitchell Arana, 1994; Leyte Morales, 2001) y el rango de profundidad es de 2 a 4.5 m (Fig. 1 B).

Esta bahía tiene acceso directo por tierra y está cercana a la población La Crucecita. En ella se permite el buceo libre, natación, buceo, pesca artesanal, comercio establecido y diversiones acuáticas (renta de motos acuáticas, paseos en lancha, etc.). Tal como se mencionó anteriormente, por estar fuera de los límites del PNH, hasta el momento no posee un status oficial en términos de diversidad y conservación por parte de la CONANP.

7. MATERIAL Y MÉTODO

7.1 Actividades de Campo

7.1.1 Muestreo

En la comunidad coralina de cada bahía se trazaron 2 transectos lineales de 30 m de largo, paralelos y separados entre sí 10 m sobre sustrato coralino, con una orientación perpendicular a la línea de costa. Su función fue ser puntos de referencia para ubicar los T y NT, así como para obtener datos ambientales para caracterizar las localidades.

Los transectos de las 2 comunidades coralinas se han mantenido fijos al colocar la varilla inicial y registrando las coordenadas geográficas de los puntos inicial y final, utilizando un geoposicionador satelital (GPS) (Tabla 1) para ubicarlos en futuros muestreos.

Tabla 1. Coordenadas geográficas para cada uno de los transectos en las dos localidades.

Bahia	Transecto	LN	LW
Cacaluta	T1 inicio	15°43' 11.2"	96°09' 50"
Cacaluta	T1 final	15°43' 11.4"	96°09' 49.5"
Cacaluta	T2 inicio	15°43' 12"	96°09' 51"
Cacaluta	T2 final	15°43' 11.9"	96°09' 49.8"
La Entrega	T1 inicio	15°44' 42.5"	96°07' 43.9"
La Entrega	T1 final	15°44' 43.5"	96°07' 43.2"
La Entrega	T2 inicio	15°44' 43"	96°07' 42.9"
La Entrega	T2 final	15°44' 42.3"	96°07' 43.5"

En ambas bahías, se realizaron 2 muestreos. El primero corresponde a la época de lluvias realizado en octubre de 2009; el segundo a la época de secas llevado a cabo en abril de 2010 (Fig. 2). Todo el trabajo de muestreo se llevó a cabo utilizando buceo autónomo (SCUBA).

Por lo general, cuando las condiciones meteorológicas o logísticas fueron las óptimas, se tomaron datos y muestras algales de 5 Territorios y 5 No-Territorios en cada bahía en lluvias y en secas. A su vez dentro de cada Territorio se recolectaron 5 cuadros de 2 x 2 centímetros. Fuera de los Territorios se colectaron igualmente 5 cuadros de 2 x 2 cm. Complementariamente dentro de los Territorios se colectaron 5 muestras de los puntos donde se alimentó el residente, mientras que fuera de los Territorios se tomaron crecimientos algales puntuales (Fig. 2).

Se colectaron en total 400 muestras. En cada estación (lluvias y secas) y localidad (bahía Cacaluta y La Entrega) se delimitaron 5 T y 5 NT una vez ubicados los sitios territoriales y no territoriales en cada uno se colectaron 5 muestras puntuales y 5 de biomasa (Fig. 2).

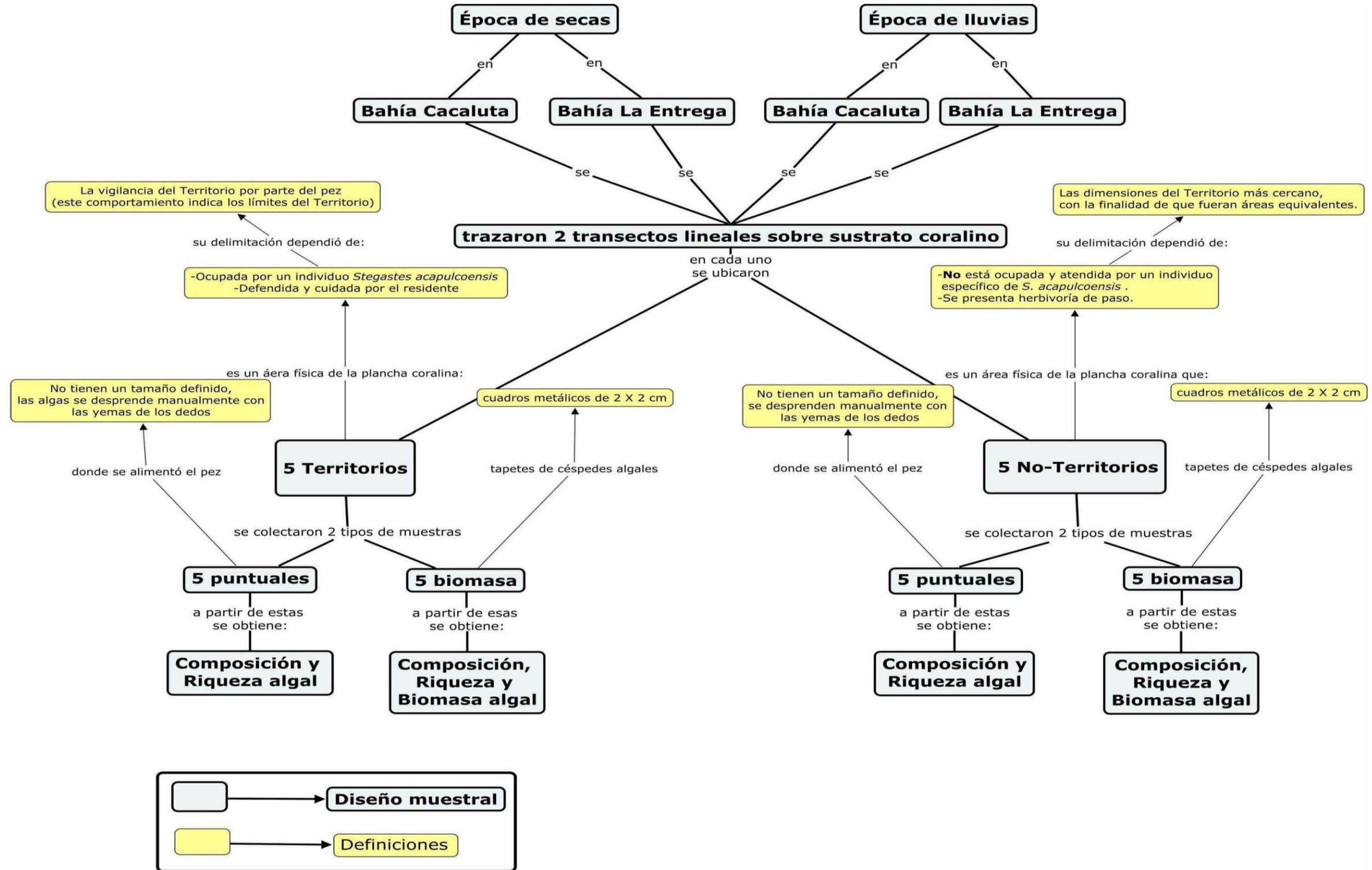


Figura 2. Método del muestreo para la obtención de los dos tipos de muestras, así como el propósito de cada una.

7.1.2 Caracterización ambiental general de las localidades

Con el objeto de tener una descripción y caracterización general de las comunidades coralinas de las dos localidades (Cacaluta y La Entrega), en cada transecto se realizaron registros de topografía, (Apéndice I); registro puntual de temperatura, (Apéndice II); medición indirecto de flujo de agua (mediante el uso de esferas de escayola), (Apéndice III); tipos de sustratos y cobertura algal, (formas de crecimiento)(Apéndice I) y con el propósito de ver la abundancia de *Stegastes acapulcoensis* se realizaron censos de ictiofauna (Apéndice IV). Cabe mencionar que para la realización del censo de cobertura, las algas de cada localidad fueron categorizadas en 6 grupos funcionales, los cuales fueron una modificación de la propuesta de Steneck y Dethier, 1994: foliosas (Fo), filamentos verdes delicados (Fver-d), filamentos rojos ramificados (Fro-r), corticadas subcilíndricas (Cs), algas costrosas (Co) y coralinas articuladas (Ar).

Para comprobar que las muestras correspondientes a los “puntos de alimentación”, fueran realmente parte de la dieta de *Stegastes acapulcoensis*, en el muestreo de abril de 2010, se logró la captura de un individuo de esta especie (Apéndice V), el contenido estomacal de la parte anterior del estómago del ejemplar se procesó, analizó y se determinaron las especies algales encontradas. No se capturaron organismos adicionales ya que se trata de un Parque Nacional (PN).

7.1.3 Áreas de muestreo

En el presente trabajo de investigación un “Territorio” es un área física de la plancha coralina ocupada por un individuo de *Stegastes acapulcoensis*, la cual es defendida y cuidada por el residente, porque el área le proporciona refugio y alimento, que a su vez ofrecerá a las hembras con el fin de lograr tener eventos reproductivos.

Por su parte un “No-Territorio” es un área física de la plancha coralina que no está ocupada y “atendida” por un individuo específico de *S. acapulcoensis*. Para cerciorarnos de que no era un territorio, fue necesario observar y acercarse al área, ya que si se trataba de un Territorio el residente se hubiera presentado en el sitio y lo hubiera defendido. Su delimitación física dependió de las dimensiones del Territorio más cercano con la finalidad de que fueran áreas equivalentes.

7.1.4 Método empleado dentro de los Territorios

Para ubicar los Territorios, se realizó una prospección en la plancha arrecifal lo más cercana a los transectos, y se ubicaron individuos de *Stegastes acapulcoensis* cuya longitud patrón fue mayor o igual a 14 centímetros, ya que esa talla indica que se trata de individuos maduros en etapa reproductiva (Fischer *et al.*, 1995). Una vez ubicado el ejemplar, se observó por un minuto, si el individuo realizó el comportamiento de vigilancia de su Territorio, se decidió comenzar con el muestreo y registro de comportamiento.

Para que el área coralina pudiera considerarse como un “Territorio”, se observó al individuo aproximadamente por tres minutos más, durante los cuales se registraron en los formatos de campo el número de veces que realizaron los siguientes comportamientos:

- Defensa: El residente realiza movimientos vigorosos y efectúa contacto visual con el observador para intimidar y en ocasiones llegan a morder.
- Vigilancia del Territorio: El pez recorre el total de su Territorio, sin perder contacto visual con el observador; en ocasiones se esconde en las grietas que suelen haber en la plancha coralina y desde ahí mantiene el contacto visual. Este comportamiento nos indica los límites del Territorio.
- Ramoneo: El pez se alimenta y el área puntual es la muestra “punto de alimentación”, la cual se marca con cinchos azules o amarillos.

- Limpieza del Territorio: Se observa que el pez aparentemente ramonea, pero se dirige a los límites de su Territorio y escupe el bocado.
- Otros: Aquí se señalaron cualquier comportamiento distinto a los anteriores.

Una vez observados los límites, el Territorio se delimitó con cinchos blancos, los cuales se introdujeron cuidadosamente en la plancha coralina.

Se registró la longitud y ancho de cada sitio (T) para posteriormente obtener su área. (Apéndice VI).

Se ubicaron 5 muestras de biomasa (delimitadas con cuadros metálicos de 2 x 2 centímetros) y 5 muestras puntuales de alimentación (sitios específicos donde el residente del T se alimentó). Las muestras puntuales se marcaron con cinchos azules para ubicarlas espacialmente.

Las colectas se realizaron desprendiendo las algas manualmente, con espátula o con ayuda de cincel y martillo para extraer un pedazo de coral o sustrato coralino muerto donde se encontraban algas, las cuales se colocaron en bolsas de plástico, se etiquetaron con el número de Territorio y muestra correspondiente y se mantuvieron en hielo y ausencia de luz hasta el laboratorio.

7.1.5 Método empleado fuera de los Territorios (No-Territorios)

Una vez que se muestreó el “Territorio” se ubicó lo más cercano posible el “No-Territorio” para evitar que entre otras variables como la inclinación de plancha coralina o la incidencia de luz, pudieran intervenir en la posterior comparación entre los T y NT. El área se ubicó, se observó y recorrió para comprobar que efectivamente no estaba resguardada por un pez.

Una vez evidenciado el NT, se delimitó con cinchos blancos, los cuales se introdujeron cuidadosamente en la plancha coralina.

Para que el tamaño del área no afectara los resultados, los NT se demarcaron con un área equivalente a los T en sus dimensiones y forma (elipsoidal), en los formatos de campo se registró la longitud y ancho de cada sitio (NT) para posteriormente obtener su área. (Apéndice VI).

Se ubicaron cinco muestras de céspedes algales delimitadas por cuadros metálicos de 2 X 2 centímetros, a partir de los cuales se obtendrá la biomasa algal. Adicionalmente se colectaron cinco muestras puntuales de crecimientos algales, las cuales serán comparativas con los puntos de alimentación de los T, para ello dichas muestras se ubicaron espacialmente con cinchos azules o amarillos.

Las colectas se realizaron desprendiendo las algas manualmente, con espátula o con ayuda de cincel y martillo para extraer un pedazo de coral o sustrato coralino muerto donde se encontraban algas. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico, se etiquetaron con el número de No-Territorio y muestra correspondiente y se mantuvieron en hielo y ausencia de luz hasta el laboratorio.

7.2 Actividades de Laboratorio

Las muestras de “alimentación” y céspedes algales se traspasaron a frascos, se etiquetaron con el número de T o NT, localidad, fecha, número de transecto y se preservaron con formol al 4 % glicerinado y neutralizado con borato de sodio.

Las muestras de biomasa (cuadro de 2 X 2 centímetros) se mantuvieron congeladas hasta el momento en que se realizó la determinación taxonómica específica.

7.3 Determinación

Todas las muestras se analizaron al microscopio estereoscopio y óptico, enfocándose a distinguir los distintos ejemplares. De cada espécimen se realizaron preparaciones con la finalidad de reconocer y medir los diferentes caracteres diagnósticos.

En el caso de las muestras de biomasa las preparaciones fueron en fresco. Para las muestras de los puntos de alimentación y crecimientos de céspedes algales se realizaron preparaciones semi-permanentes (gelatina glicerinada). Para la determinación de especies cuando fue necesario se elaboraron cortes transversales o longitudinales manuales y se tomaron fotografías digitales representativas de las distintas especies.

Para obtener el listado de las especies algales fue necesario realizar la determinación taxonómica con ayuda de trabajos taxonómicos tradicionales y claves entre las que destacan las obras de Abbott y Hollenberg 1976; Dawson 1949, 1950, 1953, 1954, 1960, 1961, 1962, 1963, Senties 1995; Silva *et al.*, 1996 Taylor 1945, 1960. En el caso de los peces se utilizaron los trabajos de Allen y

Robertson, 1998; Fischer *et al.*, 1995 y para corroborar el estatus del nombre científico, se recurrió al FishBase (ver. 04/2013).

7.4 Riqueza y composición específica algal

Se elaboró el listado taxonómico de las algas encontradas en los Territorios y No-Territorios de cada localidad y estación, de acuerdo al sistema de clasificación de Guiry *et al.* (2013).

7.5 Biomasa algal en términos de peso seco libre de ceniza

Posterior a la determinación taxonómica de las muestras de biomasa, se evaluó el peso seco de cada muestra utilizando una estufa, una mufla (BLUE-M), una balanza analítica (Sauter) y cazoletas (charolas de aluminio).

Se registró el área (en todas la muestras fue de 4 cm² recordando que la unidad de muestreo fue el cuadro de 2 x 2 cm.), de cada muestra y se eliminó el excedente de humedad de la muestra con papel absorbente (el número de veces que se coloca la muestras en el papel debe ser el mismo en todas las muestras). Para la evaluación del peso seco se siguió el método de Rodrigues *et al.* (2009) con algunas modificaciones.

- Se pesó la cazoleta (c).
- Se pesó la cazoleta con la muestra húmeda (c + m-h).
- Se introdujo la muestra húmeda con su cazoleta en la estufa a 70°C durante 24 horas (c + m-h)
- Se pesó la cazoleta junto con la muestra seca (c + m-s).
- La c + ms se introdujo a la mufla a 500°C durante 5 horas.
- Se pesó la cazoleta con la muestra incinerada (c + m-in).

Las cenizas contienen el peso del sustrato coralino de cada muestra.

De esta manera se obtiene el peso seco libre de ceniza:

$$\text{Peso seco} - \text{Peso ceniza} = \text{Peso de la materia orgánica}$$

7.6 Esfuerzo de muestreo

Se calculó la curva de acumulación de especies, de acuerdo a lo propuesto por Soberón y Llorente (1993) para comprobar si el esfuerzo de muestreo realizado, fue suficiente para tener representada la riqueza de especies en los Territorios y No-Territorios, en las muestras puntuales y en las de biomasa de cada bahía.

En el eje X se muestra el esfuerzo de muestreo efectuado (áreas de los T y NT unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada T o NT dado.

7.7 Abundancia relativa de las “especies algales representativas”

Se calculó la abundancia relativa (en términos de porcentaje de cobertura algal) de las “especies algales representativas”. Este término se empleará para categorizar a las especies algales que presentaron una cobertura de más del 50 % de cobertura en cada muestra.

Abundancia relativa en muestras de biomasa

Durante la determinación taxonómica se obtuvo el porcentaje de cobertura algal, calculando el área que ocupaba cada especie con respecto al total de la muestra (que siempre era 4 cm²). Para ello se utilizó una caja de Petri seca cuadrículada a intervalos de 0.5 x 0.5 cm. En cada caja se colocaba una muestra ligeramente húmeda, de manera que ocupara un área de 2 x 2 cm. Se registró el número de cuadros completos (0.5 x 0.5 cm o su proporción) que abarcaba cada especie. De esta manera se obtuvo el área de cobertura de las especies que integraban cada muestra.

Abundancia relativa en muestras puntuales

El porcentaje de cobertura algal se obtuvo calculando el área que ocupó cada especie con respecto al total de la muestra (en las muestras puntuales el área total varía y generalmente es menor a 4 cm²). Para ello se utilizó una caja de Petri seca, cuadrículada a intervalos de 0.5 x 0.5 cm. En cada caja se colocó una muestra ligeramente húmeda, donde registró el área de cada muestra (en cm²). Se registró el número de cuadros completos (0.5 x 0.5 cm o su proporción) que abarcaba cada especie. De esta manera se obtuvo el área de cobertura de las especies que integraban cada muestra.

Las gráficas de abundancia relativas de las “especies algales representativas”, se compararon para demostrar si existían cambios en cada sitio de colecta (Territorios y No-Territorios), localidad (La Entrega y Cacaluta) y temporada (lluvias y secas). Esto con la finalidad de observar cambios entre las especies más abundantes.

7.8 Análisis de agrupación

Para comparar la composición entre estaciones se realizó un análisis estadístico de agrupación a partir de datos de presencia-ausencia el cual está basado en el índice cualitativo de Sorensen con el programa PRIMER 5.

7.9 Tratamiento estadístico

Con el fin de probar si se presentó alguna dependencia entre los grupos funcionales algales con respecto a la territorialidad, se realizaron análisis de correspondencia múltiple (MCA), para ello las especies algales se agruparon en grupos funcionales en base a lo propuesto por Littler y Littler, (1984). En esta técnica exploratoria multivariada se utilizó el método de frecuencias con variables agrupadas. Por su parte los grupos funcionales y los sitios de colecta (T y NT) fueron los factores y la frecuencia de aparición fue la variable dependiente. Para aplicar este análisis se utilizó el programa STATISTICA versión 7.

Se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H'), regularidad (J') y de dominancia de Simpson según Daniello (1998); para los datos de cobertura algal específica de las muestras puntuales y de biomasa dentro y fuera de los Territorios, en las épocas muestreadas (lluvias y secas).

Utilizando el programa STATISTICA versión 7, se realizaron ANOVAS de dos vías para comparar las muestras de densidad y biomasa algal dentro y fuera de los Territorios en las dos estaciones muestreadas. Utilizando como variable dependiente los valores de cobertura algal específica y como factores a los sitios de colecta (T y NT) y las localidades (Entrega y Cacaluta).

8. RESULTADOS

8.1 Caracterización ambiental general de las localidades

En el registro de topografía, Cacaluta en la parte más profunda de los transectos, registró 4 metros más de profundidad en relación a La Entrega (Tabla 2).

La temperatura presentó diferencias estacionales. Los valores promedio más altos pertenecieron a la época de lluvias y los bajos a secas. En Cacaluta se registraron 30°C en lluvias y 25.5 °C en secas. En La Entrega fueron 30°C en lluvias y 26°C en secas (Tabla 2).

El flujo de agua relativo presentó diferencias estacionales (mayor en lluvias y menor en secas). El método utilizado para la obtención del flujo de agua está detallado en el Apéndice III. En Cacaluta se registraron valores más altos que La Entrega (Tabla 2). El valor promedio de flujo de agua en Cacaluta en lluvias fue de 87 %, en secas disminuyó a 74 %. La Entrega registro 72 % en lluvias y 44 % en secas.

Se registraron tres tipos de sustrato coralino: coral vivo, coral muerto (blanqueamiento) y pedacería. Bahía La Entrega presentó los tres sustratos, mientras que en Cacaluta sólo se registraron dos (Tabla 2). En Cacaluta en lluvias el único sustrato registrado fue coral vivo, mientras que en secas se registró dominancia de coral vivo y un mínimo porcentaje de coral muerto (5 %). Por su parte en La Entrega en lluvias, el sustrato coral muerto tuvo mayor porcentaje, seguido de coral vivo (37.7 %) y pedacería. En secas se observó una recuperación del coral vivo (67.7 %), seguido de coral muerto y pedacería.

Las formas de crecimiento registrados en los transectos de las dos localidades fueron: filamentos verdes delicados (Fv-d), filamentos rojos ramificados (Fr-r), coralinas articuladas (Ar) y costrosas (Co). En bahía Cacaluta se registraron

filamentos verdes, rojos y coralinas articuladas (no se registraron costrosas). Por su parte en La Entrega se registraron las cuatro formas de crecimiento (Fv-d, Fr-r, Ar y Co) (Tabla 2). Cabe mencionar que estas formas de crecimiento son propuestas en el presente trabajo para realizar censos de cobertura algal, ya que durante los muestreos estas formas de crecimiento fueron evidentes (con un grado de distinción considerable), lo cual permitió su fácil discriminación.

En Cacaluta en lluvias se registraron filamentos verdes (4.4 %) seguidos de algas coralinas articuladas (2.2 %); en secas aumentó el porcentaje en los filamentos verdes (10 %), seguidas de articuladas (2.7 %). También se registraron filamentos rojos (1.6 %). Por su parte en La Entrega, los filamentos verdes también fue la forma de crecimiento con mayor porcentaje de cobertura. En lluvias se registraron las cuatro formas de crecimiento, teniendo mayor cobertura algal los filamentos verdes (8.3 %) seguidos de algas articuladas, filamentos rojos y algas costrosas (0.5 %). En secas no se registraron algas costrosas y la forma de crecimiento con mayor cobertura fueron los filamentos verdes, seguidos de filamentos rojos y algas articuladas.

En los censos de ictiofauna se identificaron siete especies en total de las cuales las siete se presentaron en La Entrega y sólo seis en Cacaluta (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros de la caracterización ambiental general de ambas localidades.

Bahía Cacaluta		Bahía La Entrega		
7 a 8.7 m		Topografía (rango)	2.7 a 4.3 m	
Lluvias	Secas		Lluvias	Secas
Pedacería --- %	Pedacería --- %	Sustratos (valores promedio)	Pedacería 11.6 %	Pedacería 10.5 %
Coral vivo 100 %	Coral vivo 95 %		Coral vivo 37.7 %	Coral vivo 67.7 %
Coral Muerto -- %	Coral muerto 5 %		Coral Muerto 50.5 %	Coral Muerto 21.6 %
Coralinas articuladas 2.2 %	Calcáreas articuladas 2.7%	Cobertura algal (valores promedio)	Calcáreas articuladas 2.2 %	Calcáreas articuladas 2.2 %
Filamentos verdes 4.4 %	Filamentos verdes 10 %		Filamentos verdes 8.3 %	Filamentos verdes 20 %
Filamentos rojos - %	Filamentos rojos 1.6 %		Filamentos rojos 1.1 %	Filamentos rojos 10 %
Costrosas --- %	Costrosas --- %		Costrosas 0.5 %	Costrosas --- %
30 °C	25.5 °C	Temperatura (valores promedio)	30 °C	26 °C
87 % de desgaste	74 % de desgaste	Flujo de agua (valores promedio)	72 % de desgaste	44 % de desgaste
6 de 7 especies		Ictiofauna	7 de 7 especies	
4 de 7 especies	Secas de 2009: 6 de 7 spp. Secas de 2010: 5 de 7 spp.		3 de 7 especies	Secas de 2009: 7 de 7 spp. Secas de 2010: 4 de 7 spp.

En Bahía Cacaluta en lluvias se registraron cuatro de las siete especies ictiológicas y seis en secas. Por su parte en La Entrega en secas se registraron seis de las siete especies mencionadas, mientras que en lluvias se registraron únicamente tres especies. Cabe mencionar que los datos de febrero de 2009 son previos y complementarios a los del presente trabajo (Tabla 2 del apéndice IV).

Los peces con mayor abundancia son: *Prionurus punctatus*, *Thalassoma lucasanum* y *Stegastes acapulcoensis* esta última objeto del presente estudio (Figura 3). Las especies *S. acapulcoensis* y *P. punctatus* han sido reportadas también como abundantes en otros trabajos de la zona (Ramos E. 2004).

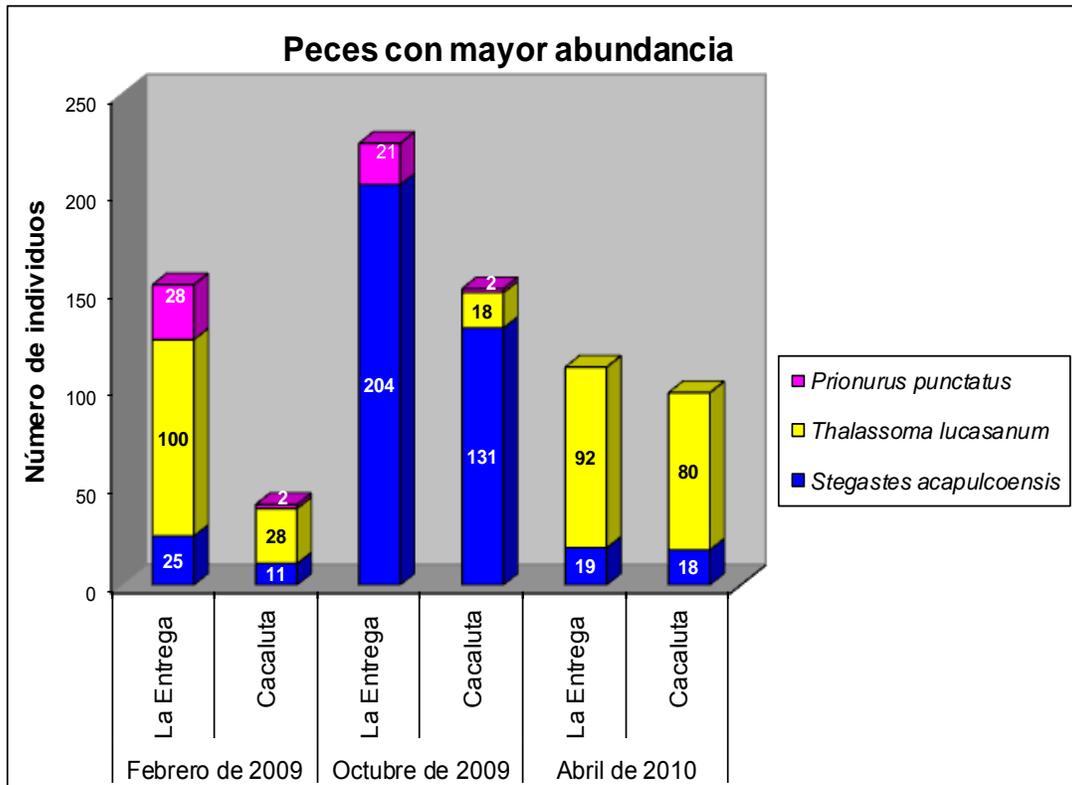


Fig. 3. Abundancia ictiológica de los censos realizados.

Si analizamos la gráfica anterior podemos decir lo siguiente:

- *Prionurus punctatus* fue la especie que se registró principalmente en bahía La Entrega; se presentó únicamente en los censos (lluvias y secas) del año 2009. Es un ramoneador generalista que muestra preferencias sobre ciertas especies de algas rojas (Krupp, F., 1995). Montgomery y Gerking (1980) publicaron que esta especie no evita el consumo de algas pardas, sino que forman parte importante de su dieta en menor medida que las

algas rojas. Su alimentación se lleva a cabo en ambientes rocosos por lo que podría no ser un competidor de *Stegastes acapulcoensis*.

- *Thalassoma lucasanum* fue la especie con mayor abundancia en los censos realizados en época de secas, estuvo ausente en el muestreo de la época de lluvias. Esta especie forma pequeños aglomerados de peces sobre los arrecifes y costas rocosas. Se alimenta de plancton, invertebrados pequeños y algas que se incrustan sobre las rocas, además presentan un comportamiento de “pez limpiador” de ectoparásitos de otros peces. El macho domina a un grupo de hembras para la reproducción. Viven desde la superficie hasta los 64 metros de profundidad (Chávez *et al.*, 2008).
- *Stegastes acapulcoensis* presentó su mayor abundancia en el censo de lluvias y disminuyó en la época de secas, aunque se mantuvo presente en los 3 censos realizados en ambas bahías. En particular en octubre de 2009 en bahía La Entrega fue la especie con mayor abundancia (204 individuos). Es un herbívoro durante su etapa juvenil y adulta, se alimenta de algas bentónicas que se encuentran formando céspedes o matas (Froese, 2011 y Pauly, 2013). Por su parte Robertson y Allen (2008) reportan a la especie como omnívora cuya dieta se basa en algas bentónicas, crustáceos móviles bénticos (camarones y/o cangrejos), crustáceos sésiles y gusanos sésiles. Lo anterior se ve reflejado, con los resultados obtenidos del análisis de contenido estomacal realizado.

Analizando los componentes alimenticios las tres especies de peces más abundantes tienen preferencias alimenticias parcial o totalmente distintas.

Para certificar que el pez se estaba alimentando de las especies algales colectadas dentro de los Territorios, se procesó el tracto digestivo de un organismo previamente identificado como *Stegastes acapulcoensis* (Apéndice V).

En el análisis del contenido estomacal se encontraron 9 especies algales (Tabla 3), un gasterópodo, una larva de decápodo y varios restos de exoesqueletos de crustáceos. Estos resultados concuerdan con lo publicado por Robertson y Allen (2008) quienes reportan a esta especie como omnívora cuya dieta se basa en algas bentónicas, crustáceos móviles bénticos (camarones y/o cangrejos), crustáceos sésiles y gusanos sésiles.

Tabla 3. Especies algales encontradas en la parte anterior del estómago de *Stegastes acapulcoensis*.

RHODOPHYCEAE
CORALLINALES
Corallinaceae
<i>Amphiroa dimorpha</i>
GIGARTINALES
Gigartinaceae
<i>Hypnea pannosa</i>
<i>Hypnea spinella</i>
CERAMIALES
Ceramiales
<i>Ceramium serpens</i>
<i>Gayliella flaccida</i>
Rhodomelales
<i>Herposiphonia plumula</i>
<i>Polysiphonia sertularioides</i>
<i>Polysiphonia mollis</i>
CHLOROPHYCEAE
BRYOPSIDALES
Bryopsidaceae
<i>Bryopsis pennata</i> var. <i>minor</i>

Adicionalmente a la identificación se realizó un registro fotográfico de las especies algales del contenido estomacal (Fig. 5 (derecha) del apéndice V) cabe mencionar que la mayoría de las algas se encuentran en un estado de degradación importante y por ello las fotos no son muy nítidas.

Todas las especies algales determinadas en el contenido estomacal se han encontrado dentro y fuera de los Territorios, las especies con mayor frecuencia en el contenido estomacal del ejemplar fueron: *Ceramium serpens*, *Herposiphonia plumula* y *Polysiphonia sertularioides* (resaltadas con amarillo en la tabla 3), dichas especies son del grupo funcional filamentoso (Littler and Littler, 1984).

8.2 Riqueza algal

Se identificaron un total de 53 especies de las cuales, las 53 se encontraron en las muestras de biomasa y 46 en las de puntos de alimentación. Considerando ambas muestras la localidad con mayor riqueza fue La Entrega.

Tabla 4. Riqueza algal en las distintas muestras.

	Muestras puntuales (crecimientos algales y puntos de alimentación).	Muestras de Biomasa (cuadros de 2 x 2 cm)
TOTAL	46	53
Cacaluta	32	43
La Entrega	42	44
Rhodophyta	29	33
Chlorophyta	11	12
Phaeophyta	4	5
Cyanophyta	2	3

La mayor riqueza la aportó la división Rhodophyta, esta a su vez tuvo más del doble de la riqueza que la división Chlorophyta en los dos tipos de muestras (puntuales y de biomasa). Las divisiones Phaeophyta y Cyanophyta estuvieron representadas en un rango de 2 a 5 especies (Tabla 4).

En las muestras puntuales, en particular en el muestreo de lluvias, se presentaron menos especies (26 spp.) en Cacaluta que en La Entrega (44 spp.). En secas la riqueza varió únicamente por dos especies entre Cacaluta (31 spp.) y La Entrega (29 spp.). Se observa que la riqueza tiene variaciones entre localidades y en menor proporción por la estacionalidad (Fig. 4).

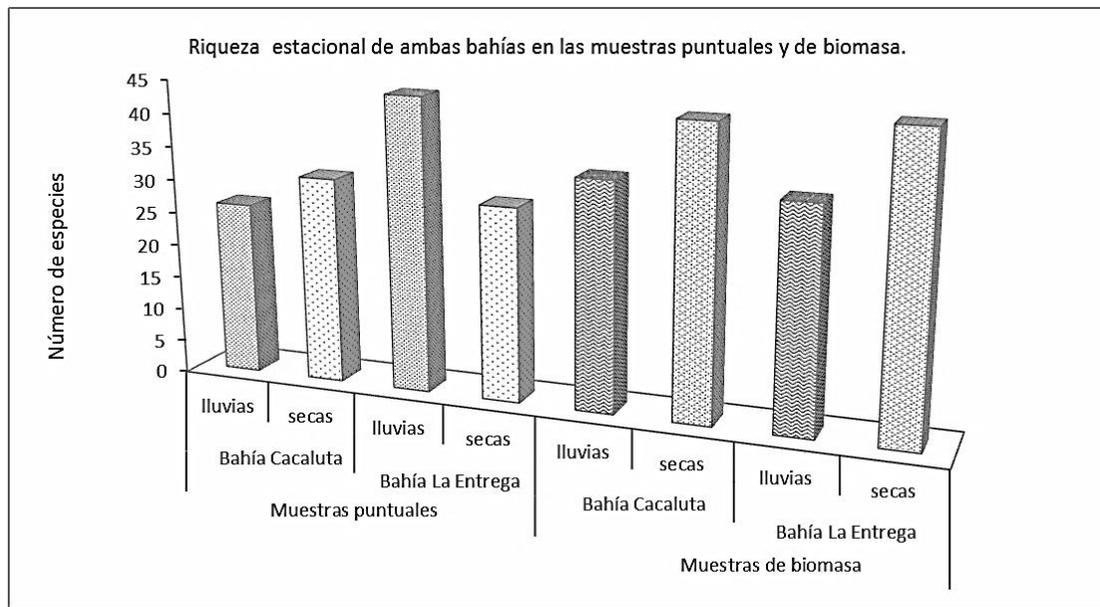


Fig. 4. Riqueza algal presente en lluvias y secas de ambas bahías en los dos tipos de muestras (alimentación y biomasa).

Por su parte las muestras de biomasa en lluvias presentaron 34 spp. en Cacaluta y 33 spp. en La Entrega. El mayor número de especies se presentó en la época de secas (43 en Cacaluta y 44 La Entrega). En estas muestras (biomasa) se observa que las variaciones de la riqueza algal dependen de la estacionalidad (Fig. 4).

En general la riqueza algal entre los Territorios y No-Territorios no varió mucho: el rango de diferencia en número de especies entre ambos fue de 1 a 4 especies. Las muestras de biomasa de los T y NT de La Entrega correspondientes a la época de secas, fueron las que presentaron la mayor riqueza algal, seguidas de las muestras puntuales (crecimientos algales y puntos de alimentación) de los T y NT de bahía La Entrega en lluvias. Las muestras puntuales (crecimientos algales y puntos de alimentación) en general, tuvieron menor riqueza en comparación con las muestras de biomasa (cuadro de 2 x 2 cm). (Fig. 5).

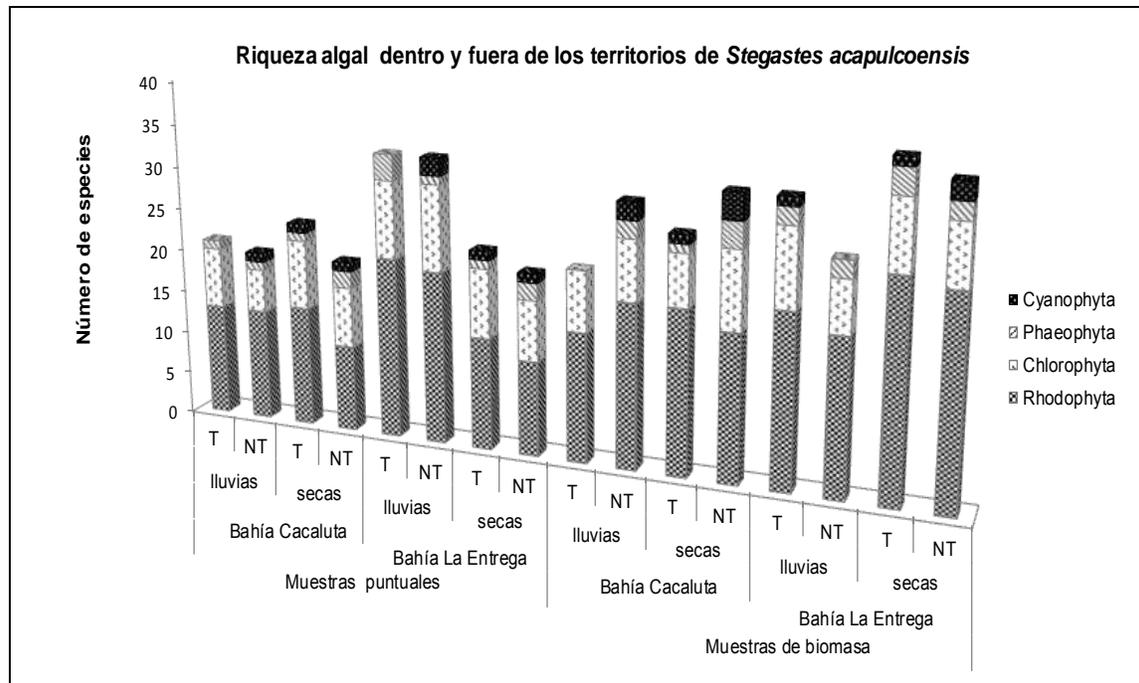


Fig. 5. Riqueza algal de los Territorios (T) y No-Territorios (NT) de las dos bahías en lluvias y secas.

Crecimientos visibles de la división Cyanophyta no se presentaron en los Territorios de ambas bahías en lluvias en las muestras puntuales. Por su parte en las muestras de biomasa dicha división, no se presentó en los Territorios de bahía Cacaluta y en los No-Territorios de La Entrega en la época de lluvias. Lo anterior refleja que la presencia de la división Cyanophyta puede depender de la estacionalidad.

La división Rhodophyta es la que está determinando los cambios más marcados en la riqueza algal dentro y fuera de los Territorios de *Stegastes acapulcoensis* (figura 5). El resto de las divisiones fueron más regulares en la riqueza sin importar si se trató de un Territorio o no.

8.3 Composición algal

Se identificaron cuatro especies pertenecientes al grupo funcional laminar, (Littler and Littler, 1984). Esas fueron: *Porphyra* sp., *Ulva lactuca*, *Dictyopteris delicatula* y *Dictyota dichotoma* var. *intricata*. Estas especies son exclusivas de bahía La Entrega (Tabla 5).

Las cuatro especies laminares: *Porphyra* sp., *Ulva lactuca*, *Dictyopteris delicatula* y *Dictyota dichotoma* var. *intricata* se presentaron en las muestras puntuales. Por su parte en las muestras de biomasa sólo se presentaron las dos últimas. Las cuatro especies laminares están en la categoría “raras”, debido a que se presentaron de una a dos veces en los T o NT de la bahía en una cierta temporada, (es decir, se presentaron una o dos veces de 16 posibles). Además su porcentaje de cobertura fue siempre bajo (1 a 2 %) (Tabla 5).

Las especies “permanentes” en las muestras puntuales (crecimientos algales y puntos de alimentación) fueron: *Wurdemannia miniata*, *Ceramium serpens*, *Gayliella flaccida*, *Polysiphonia sertularioides*, *Ulva flexuosa* y *Bryopsis pennata* var. *minor*. En las de biomasa fueron: *Polysiphonia sertularioides* y *Cladophora sericea*. Esto concuerda con lo publicado por Hata *et al.*, (2003) en la costa oeste de la isla Sesoko en Okinawa, quienes mencionan que dentro de los Territorios de *S. nigricans* abundan las filamentosas y particularmente *Polysiphonia* sp 1 que es la especie con más abundancia relativa de biomasa húmeda. También en el presente trabajo las filamentosas fueron las más abundantes y de manera particular las especies con mayor abundancia relativa en los T y NT fueron *Polysiphonia sertularioides* y *Bryopsis pennata* var. *minor*.

Tabla 5. Composición y abundancia algal de las muestras de puntos de alimentación y biomasa. T= Territorios; NT= No-Territorios; LE= bahía La Entrega; Caca= bahía Cacaluta; 09= octubre de 2009; 10= abril de 2010.

Especie / Sustrato de la muestra	Céspedes algales								Biomasa							
	oct-09				abr-10				oct-09				abr-10			
	TCaca09	NTCaca09	TLE09	NTLE09	TCaca10	NTCaca10	TLE10	NTLE10	TCaca09	NTCaca09	TLE09	NTLE09	TCaca10	NTCaca10	TLE10	NTLE10
RHODOPHYTA																
Bangiales																
<i>Porphyra</i> sp.			1%													
Gelidiales.																
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	3%	7%											12%		2%	
<i>Pterocladia caloglossoides</i> (M.A. Howe) Santelices		2%	5%			1%	2%				1%	1%	2%	8%	1%	
Gracilariales														3%		
<i>Gracilaria</i> sp.																
Peysonnelliales																
<i>Peysonnelia</i> sp.										1%	3%		1%			7%
Corallinales																
<i>Amphiroa dimorpha</i> M. Lemoine	1%		2%	2%	8%	2%		2%	7%		1%	2%	1%	20%	2%	
<i>Amphiroa brevianiceps</i> E.Y.Dawson													2%			
<i>Lithophilum</i> sp.						4%			1%	1%			21%	2%	4%	
<i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux			2%	1%			1%				1%	1%	1%	8%	2%	
Gigartinales																
<i>Hypnea pannosa</i> J. Agardh	5%	6%		4%	7%	3%	2%	1%	3%		2%	6%	18%	4%	3%	
<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kutzing	3%	3%	4%	2%			7%				1%	6%	7%	7%	2%	
<i>Wurdemannia miniata</i> (Sprengel) Feldman et Hamel	1%	3%	7%	6%	6%	1%	7%	7%			15%	5%		2%	20%	1%
Ceramiales																
<i>Ceramium affine</i> Setchell et Garner	3%		1%	1%								1%	1%	4%	3%	
<i>Ceramium clarionense</i> Setchell et Gardner			1%									2%			10%	6%
<i>Ceramium serpens</i> Setchell et Gardner	2%	1%	2%	5%	1%	1%	2%	1%	1%	2%	4%	6%	10%	2%	2%	
<i>Ceramium hamatispinum</i> E. Y. Dawson			1%											2%		
<i>Ceramiu hanaense</i> Norris et Abbott						1%								2%		
<i>Gayliella flaccida</i> (Harvey ex Kützing) T.O. Cho et L.J. McIvorf	6%	1%	18%	13%	17%	6%	7%	6%			1%	16%	1%	8%	4%	5%
<i>Centroceras</i> sp.															1%	
<i>Heterosiphonia crispella</i> (C. Agardh) Wynne var. laxa (Børgesen) Wynne			2%					1%					8%		1%	
<i>Chondria</i> sp.			1%	1%								1%				
<i>Herposiphonia plumula</i> (J. Agardh) Falkenberg	1%			2%	1%		1%						2%		1%	5%
<i>Herposiphonia bipinnata</i> M. A. Howe		1%						1%			1%	3%	3%		10%	
<i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Ambronn		1%	9%	3%	1%	1%	3%	1%			1%	2%				4%
<i>Heterosiphonia crispella</i> var. laxa (Børgesen) M.J. Wynne	2%	1%	6%	1%		1%	2%	1%				2%	1%		1%	
<i>Neosiphonia Sphaerocarpa</i> (Børgesen) M.S. Kim et I.K. Lee												2%	12%	13%	1%	1%
<i>Osmundea sinicola</i> (Setchell et Gardner) Nam				1%												9%
<i>Polysiphonia sertularioides</i> (Grateloup) J. Agardh	25%	14%	10%	8%	24%	18%	4%	2%	6%	8%	1%	8%	28%	22%	2%	1%
<i>Polysiphonia mollis</i> J. Hooker et Harvey			1%	6%				1%				9%				1%
<i>Polysiphonia pacifica</i> Hølenberg			1%	1%										1%		
<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harvey C	8%	17%	1%	2%			2%				2%	1%	3%	11%	1%	
<i>Polysiphonia subtilissima</i> Montagne	2%		1%		2%	2%					1%	1%	2%	21%	8%	1%
<i>Callithamnion</i> sp.		1%	1%					1%					2%	3%		2%
Erythropeltidales																
<i>Erythrocladia</i> sp.						1%									1%	1%

Especies exclusivas de las muestras de biomasa.

Especies exclusivas de las muestras de puntos de alimentación.

Continúa

Continuación tabla 5. Composición y abundancia algal de las muestras de puntos de alimentación y biomasa. T= Territorios; NT= No-Territorios; LE= bahía La Entrega; Caca= bahía Cacaluta; 09= octubre de 2009; 10= abril de 2010.

Especie / Sustrato de la muestra	Céspedes algales								Biomasa							
	oct-09				abr-10				oct-09				abr-10			
	TCaca09	NTCaca09	TLE09	NTLE09	TCaca10	NTCaca10	TLE10	NTLE10	TCaca09	NTCaca09	TLE09	NTLE09	TCaca10	NTCaca10	TLE10	NTLE10
CHLOROPHYTA																
Ulvales																
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus			2%	2%												
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh													2%			6%
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	2%	6%	2%	2%	3%	2%	2%	1%	1%	1%	4%	1%	4%	7%	6%	
Cladophorales																
<i>Chaetomorpha</i> sp.				1%		2%	1%									11%
<i>Cladophora</i> sp.	1%	1%	1%			3%	0.50%					1%		1%		2%
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing	2%	5%	2%	7%	5%	6%	2%		1%		1%	2%	10%	6%	2%	7%
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing	2%		2%	4%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	1%	2%	3%	1%	1%
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofman Bang ex C. Agardh) Borguesen			1%								1%		2%		1%	6%
Bryopsidales																
<i>Bryopsis pennata</i> var. <i>minor</i> J. Agardh	11%	10%	10%	10%	3%	11%	2%	6%	2%	4%	6%	9%	10%	5%	5%	
<i>Caulerpa ambigua</i> Okamura			1%	2%											4%	
<i>Derbesia marina</i> (Lyngbye) Solier	21%	30%	5%	13%	4%	2%	3%		2%	3%		8%	10%	13%	1%	14%
<i>Chlorodesmis hildebrandtii</i> A. Gepp et E. S. Gepp	3%		7%	4%	4%	5%	2%	1%			1%	1%	2%	11%	3%	4%
PHAEOPHYTA																
Sphacelariales																
<i>Sphacelaria rigidula</i> Kützing	2%	5%	3%	2%	2%	1%		4%		1%	2%	7%		16%		1%
Dictyotales																
<i>Dictyopteria delicatula</i> J.V. Lamouroux			1%													2%
<i>Dictyota dichotoma</i> var. <i>intricata</i> (C. Agardh) Greville			1%												1%	
Ectocarpales																
<i>Ectocarpus</i> sp.					1%		2%	1%			1%	1%		3%	1%	2%
<i>Feldmannia indica</i> (Sonder) Womersley & A. Bailey													12%	6%		
CYANOPHYTA																
Oscillatoriales																
<i>Oscillatoria</i> sp.										3%				2%		
<i>Lyngbya</i> sp.		1%		1%	2%			1%		1%	1%		34%	1%	1%	
<i>Phormidium</i> sp.						4%	1%							5%		

Especies exclusivas de las muestras de biomasa.

Especies exclusivas de las muestras de puntos de alimentación.

El resto de las especies encontradas en los T y NT son filamentosas rojas (*Ceramium*, *Herposiphonia* y *Neosiphonia*), filamentosas verdes (*Cladophora*), corticadas subcilíndricas (*Hypnea*, *Gelidium* y *Pterocladella*) y coralinas articuladas (*Amphiroa* y *Jania*).

8.4 Biomasa algal en términos de peso seco libre de ceniza

Se procesaron un total de 198 muestras. Para cada estación (lluvias y secas) se procesaron 99 muestras de las cuales 49 son de Bahía La Entrega y 50 de Cacaluta. Se calculó la biomasa total de los T y NT (Tabla 6) para posteriormente obtener el valor promedio de peso seco libre de ceniza, y se observó que para lluvias fue de $2.23 \text{ mg (cm}^2\text{)}^{-1}$ y para secas de $2.27 \text{ mg (cm}^2\text{)}^{-1}$ (Apéndice VII).

Tabla 6. Biomasa algal total y promedio dentro y fuera de los Territorios de *Stegastes acapulcoensis* en lluvias y secas. T= Territorios; NT= No-Territorios; LE= bahía La Entrega; Caca= bahía Cacaluta; 09= octubre de 2009; 10= abril de 2010.

Sitio colecta	Biomasa total en T y NT $\text{mg}(\text{cm}^2)^{-1}$	Biomasa promedio en T y NT $\text{mg}(\text{cm}^2)^{-1}$
TCaca 09	53.73	2.1492
NTCaca09	56.35	2.254
TLE 09	34.27	2.18625
NTLE 09	58.84	2.3536
TCaca 10	47.29	1.8916
NTCaca10	21.46	0.8584
TLE 10	99.78	3.9912
NTLE 10	56.76	2.365

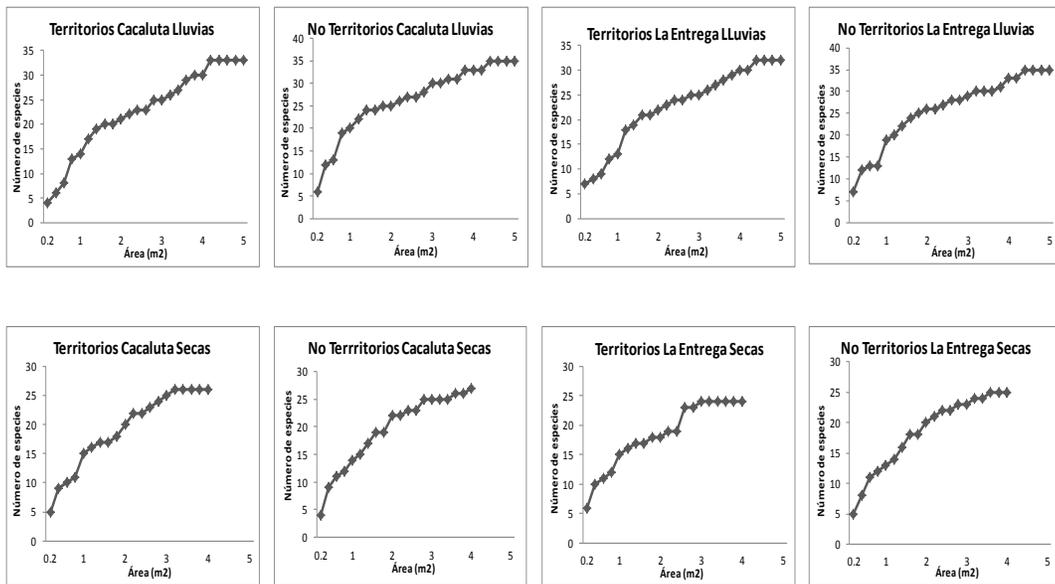
En la época de lluvias (octubre 2009) los NT tuvieron mayor biomasa en comparación con los T. En secas ocurrió lo contrario. En lluvias Cacaluta presentó mayor biomasa que la Entrega y en secas esta última localidad registró mayor biomasa.

8.5 Esfuerzo de muestreo

De manera general, las gráficas de acumulación de especies en las distintas muestras (puntuales y biomasa) indican que se tiene representada la riqueza específica y por lo tanto el esfuerzo de muestreo fue suficiente.

En octubre de 2009 (época de Lluvias) el número de Territorios y No-Territorios que se muestrearon fue el planeado (5 Territorios y 5 No-Territorios), en esta estación se observa que la curva se estabiliza. Los datos graficados están en función del número de especies registradas en un total de 80 muestras en cada temporada Fig. 6. Por otra parte en abril de 2010 (secas) el número de T y NT disminuyó a 4 sitios en las 2 localidades por cuestiones logísticas relacionadas con el aumento de las corrientes por lo cual el consumo de aire fue mayor y el tiempo de buceo disminuyó considerablemente, debido a esto en las gráficas de acumulación, la curva no llega a estabilizarse en una asíntota.

Muestras puntuales (crecimientos algales y puntos de alimentación).



Muestras de biomasa (cuadros de 2 x 2 cm.).

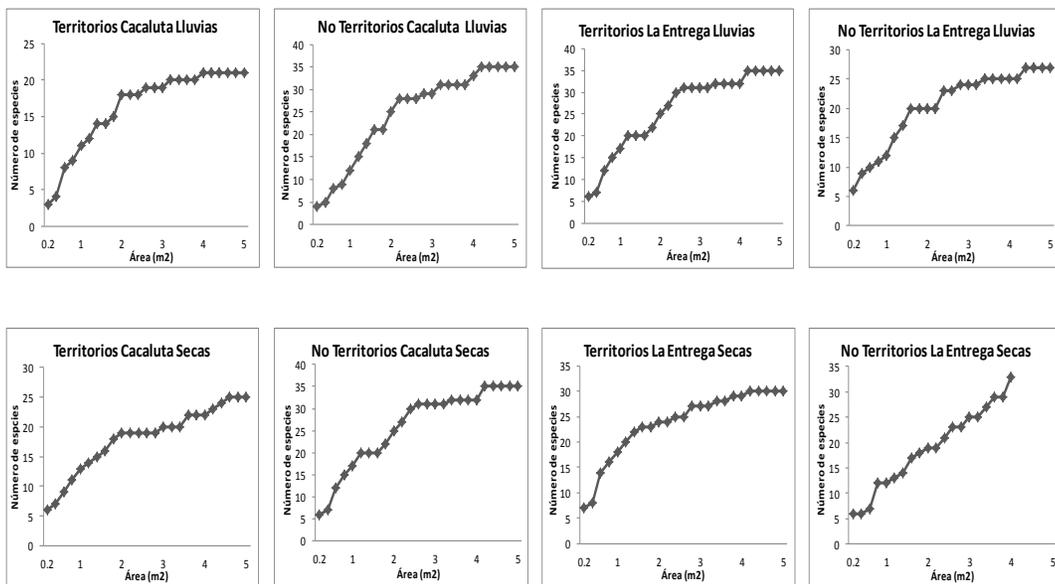


Fig. 6. Curva de acumulación de las especies algales en T y NT de *Stegastes acapulcoensis* de las muestras puntuales y biomasa, de cada bahía en lluvias y secas

8.6 Abundancia relativa de las “especies algales representativas”

Los resultados de abundancia relativa de las “especies algales representativas” (Tabla 7), se presentan en orden descendente, esto con la finalidad de observar si los valores más altos los presentan las mismas especies.

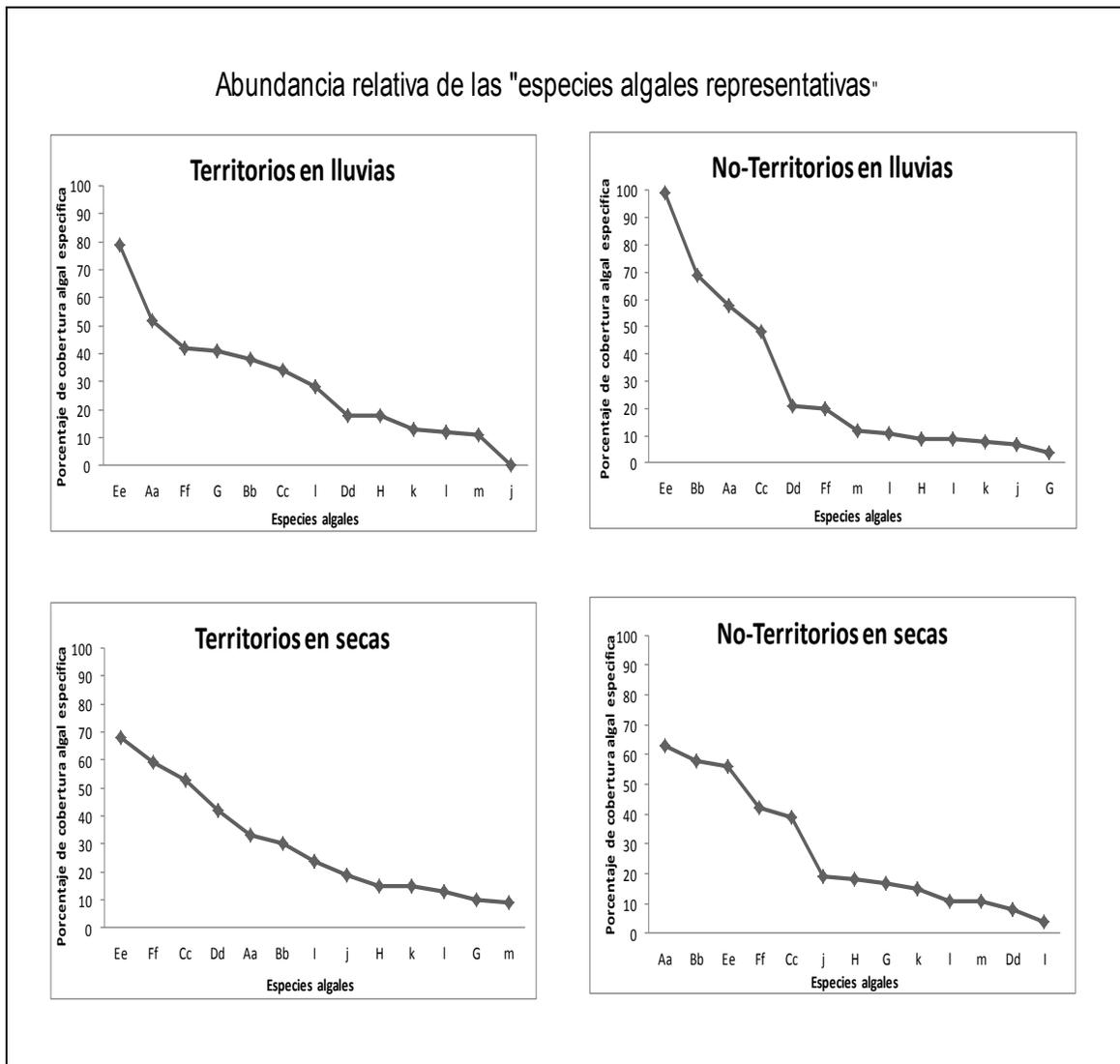
A) Muestras puntuales		B) Muestras de biomasa	
Especies	Símbolo	Especies	Símbolo
<i>Bryopsis pennata</i> var. <i>minor</i>	a	<i>Bryopsis pennata</i> var. <i>minor</i>	A
<i>Derbesia marina</i>	b	<i>Derbesia marina</i>	B
<i>Gayliella flaccida</i>	c	<i>Gayliella flaccida</i>	C
<i>Hypnea spinella</i>	d	<i>Hypnea spinella</i>	D
<i>Polysiphonia sertularioides</i>	e	<i>Polysiphonia sertularioides</i>	E
<i>Wurdemannia miniata</i>	f	<i>Wurdemannia miniata</i>	F
<i>Chlorodesmis hildebrandtii</i>	k	<i>Amphiroa dimorpha</i>	G
<i>Herposiphonia secunda</i>	l	<i>Ceramium serpens</i>	H
<i>Heterosiphonia crispella</i> var. <i>laxa</i>	m	<i>Hypnea pannosa</i>	I
		<i>Neosiphonia sphaerocarpa</i>	J

Tabla 7. Especies algales representativas, de las muestras puntuales y de biomasa. A,a= *Bryopsis pennata* var. *minor*; B,b= *Derbesia marina*; C,c= *Gayliella flaccida*; D,d= *Hypnea spinella*; E,e= *Polysiphonia sertularioides*; F,f= *Wurdemannia miniata*; G= *Amphiroa dimorpha*; H= *Ceramium serpens*; I= *Hypnea pannosa*; J= *Neosiphonia sphaerocarpa*; k=

De acuerdo a la tabla 8, son 13 distintas especies las que presentan una cobertura de más del 50 %, en los dos tipos de muestras: puntuales (9 spp.) y de biomasa (10 spp.). Las especies que coinciden con valores altos de abundancia en ambos tipos de muestras son seis: cuatro filamentosas *Gayliella flaccida*, *Polysiphonia sertularioides*, *Derbesia marina*, *Bryopsis pennata* var. *minor* y dos corticadas *Hypnea spinella*, *Wurdemannia miniata*.

Los datos de abundancia relativa por tipo de muestra (puntuales y de biomasa) y localidad se presentan en el Apéndice VIII.

Fig. 7. Abundancia relativa de las "especies algales representativas" de los T y NT en lluvias y secas.



Los resultados de las gráficas de abundancia relativa (Fig. 7) indican que la especie con mayor abundancia relativa es *Polysiphonia sertularioides*. Esta especie presentó la mayor abundancia relativa en los Territorios (78 %) y No-Territorios (97 %) de la época de lluvias y en los Territorios (67 %) de secas; por su parte *Bryopsis pennata* var. *minor* presentó la mayor abundancia en los No-Territorios (62 %) de secas.

En los Territorios en lluvias, las tres especies con mayor abundancia relativa fueron: *Polysiphonia sertularioides*, *Bryopsis pennata* var. *minor* y *Wurdemannia*

miniata por su parte en secas fueron: *Polysiphonia sertularioides*, *Wurdemannia miniata* y *Gayliella flaccida*.

En los No-Territorios en lluvias *Polysiphonia sertularioides*, *Derbesia marina*, *Bryopsis pennata* var. *minor*. En secas fueron: *Bryopsis pennata* var. *minor*, *Derbesia marina* y *Polysiphonia sertularioides*.

Como se puede observar las especies con mayor abundancia relativa son algas filamentosas formadoras de céspedes o “turfs”

8.7 Análisis de agrupación

En el dendrograma (Fig. 8) del análisis de clasificación (Cluster) basado en la matriz de similitud de los sitios de colecta (T y NT) a partir de las especies registradas en las muestras de las 2 localidades (Bahía La Entrega y Cacaluta) y distintas estaciones (secas y lluvias) observamos que los sitios de colecta (T y NT) tienen una similitud del 44 %.

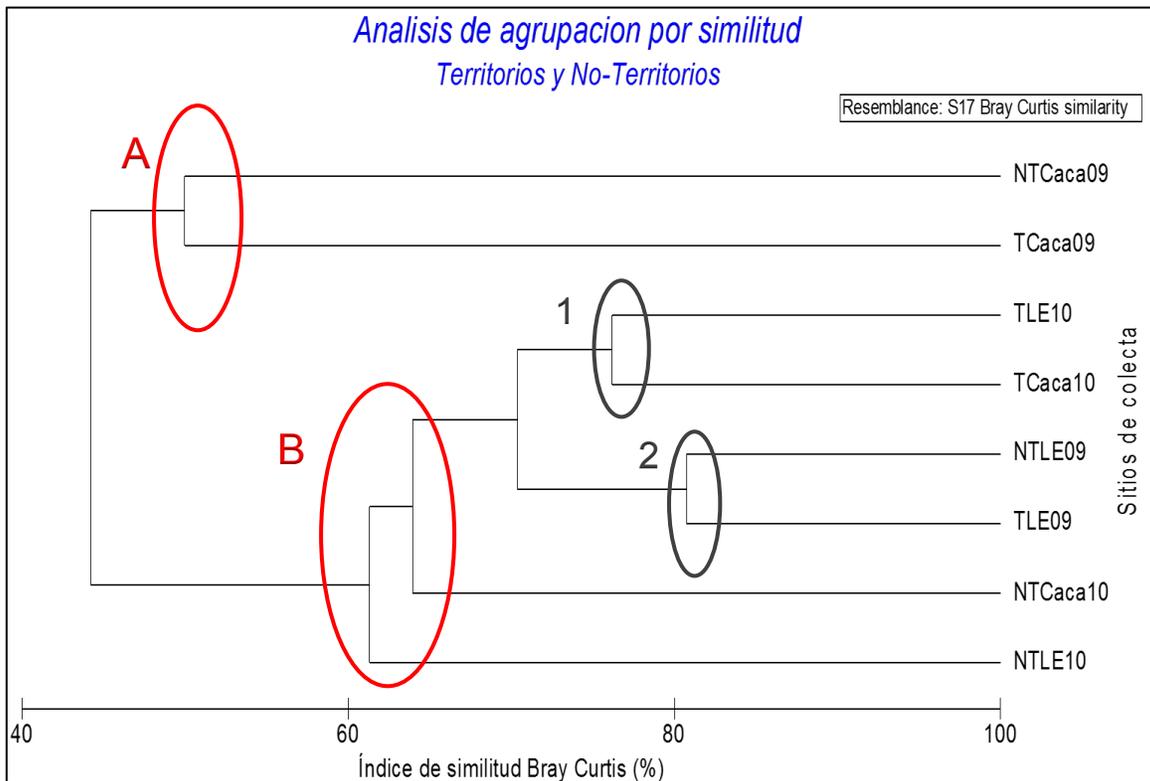


Fig. 8. Dendrograma de similitud de los T y NT en Cacaluta y La Entrega. T= Territorios; NT= No-Territorios; E= Entrega; Caca= Cacaluta; 09= octubre 2009 (lluvias); 10= abril 2010 (secas).

En el dendrograma obtenido se observan dos grupos A y B. Los sitios que conforman el grupo A tienen un 50 % de similitud entre sí. En el grupo B el porcentaje de similitud de las muestras que lo conforman es de 62%.

El grupo A está integrado por sitios (T y NT) pertenecientes a una localidad (bahía Cacaluta) en la temporada de lluvias.

Por su parte el grupo B fue más diverso porque se integró de T y NT de ambas localidades y de las dos temporadas, lo cual nos indica que la composición algal en los sitios de colecta no es lo suficientemente distinta para separar las zonas territoriales (T) de las no territoriales (NT). A partir del grupo B claramente se generan dos subgrupos el **1** y **2** los cuales se forman a partir de la temporalidad y tienen 77.20 y 81.45% de similitud respectivamente.

El dendrograma indica que en lluvias, los sitios de colecta (T y NT) se agruparon, por lo tanto, la composición algal entre los T y NT es similar y las diferencias en términos de composición algal están determinadas por las localidades.

Por su parte, en secas se agruparon Territorios con Territorios y No-Territorios con No-Territorios sin importar que se mezclaran las localidades, en este caso la composición algal de los sitios de colecta es distinta en los T y NT y las localidades no proporcionaron suficientes diferencias como sucedió en lluvias.

8.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

8.8.1 Índices de diversidad

En las muestras puntuales (crecimientos algales y puntos de alimentación), particularmente en los No-Territorios de bahía La Entrega correspondientes a la época de lluvias, se registró el valor más alto de H' en contraste los valores más bajos se registraron también en la época de lluvias y correspondieron a los Territorios y No-Territorios de bahía Cacaluta. El mismo comportamiento se observó para el índice de equidad (J') (Tabla 8).

Tabla 8. Riqueza (S), índices de diversidad Simpson (D') y Shannon – Wiener (H'), riqueza máxima de especies (H' máx.) e índice de equidad (J'), de las muestras puntuales (crecimientos algales y puntos de alimentación), pertenecientes a los Territorios y No-Territorios de *S. acapulcoensis* en las dos bahías en lluvias y secas. Cés= Céspedes; TLE= Territorios La Entrega, NTLE= No-Territorios La Entrega; TTK= Territorios Cacaluta; NTKK= No-Territorios Cacaluta; 09= 2009; 10= 2010.

Variable	CésTLE09	CésNTLE09	CésTKK09	CésNTKK09	CésTLE10	CésNTLE10	CésTKK10	CésNTKK10
S	33	34	21	20	23	20	20	34
D'	0.91	0.93	0.85	0.84	0.91	0.88	0.11	0.9
H'	1.2	1.28	0.99	0.99	1.19	1.04	1.08	1.14
H' máx.	1.51	1.53	1.32	1.3	1.36	1.3	1.3	1.53
J'	0.79	0.84	0.75	0.76	0.87	0.8	0.83	0.74

En la tabla anterior se observa que en todos los sitios de colecta (Territorios y No-Territorios) la diversidad es alta y la equidad también por lo tanto en los sitios de colecta existe una alta diversidad y aparentemente no hay dominancia por alguna especie algal en particular.

El valor más alto de diversidad en las muestras de biomasa, se registró en los No-Territorios de Cacaluta en la época de secas, en contraste el valor más bajo se presentó en los Territorios de Cacaluta (1.15) en la época de lluvias y se repitió en secas Tabla 9.

Tabla 9. Riqueza (S), índices de diversidad Simpson (D') y Shannon (H'), riqueza máxima de especies ($H' \text{ máx.}$) e índice de equidad (J'), de las muestras de biomasa pertenecientes a los Territorios y No-Territorios de *Stegastes acapulcoensis* en las dos bahías en lluvias y secas. Bio= Biomasa; TLE= Territorios La Entrega, NTLE= No-Territorios La Entrega; TKK= Territorios Cacaluta; NTKK= No-Territorios Cacaluta; 09= 2009; 10= 2010.

<i>Variable</i>	BioTLE09	BioNTLE09	BioTKK09	BioNTKK09	BioTLE10	BioNTLE10	BioTKK10	BioNTKK10
S	32	26	22	30	36	35	27	32
$S_i D$	0.91	0.92	0.91	0.9	0.93	0.9	0.9	0.94
H'	1.25	1.21	1.15	1.18	1.31	1.22	1.15	1.35
$H' \text{ máx.}$	1.5	1.41	1.34	1.47	1.55	1.54	1.43	1.5
J'	0.83	0.85	0.86	0.8	0.84	0.79	0.8	0.9

Al igual que en las muestras de puntos de alimentación, en las muestras de biomasa se observa que en todos los sitios de colecta (Territorios y No-Territorios) la diversidad es alta y la equidad también por lo tanto en los sitios de colecta existe una alta diversidad y aparentemente no hay dominancia por especies algales en particular.

8.8.2 Prueba de X^2 para independencia u homogeneidad

Para las dos localidades y para las dos temporadas (Tabla 10), se obtuvo la ji cuadrada (X^2), los grados de libertad, el nivel de significancia (probabilidad); con estos datos se comparó el valor de la discrepancia (X^2_{Cal}) obtenido, con el valor de X^2 que se obtuvo en la tabla. También se obtuvieron gráficas en dos dimensiones para Cacaluta y La Entrega, en lluvias y secas mostrando visualmente la existencia o no de la dependencia.

Tabla 10. Prueba de X^2 para independencia u homogeneidad.

	Caca 2009	LE 2009	Caca 2010	LE 2010
X^2_{Cal}	907.91	1361.82	947.47	1550.07
X^2_{Tablas}	50.99	50.88	50.99	67.5
g/l	36	36	36	49
P	0.05	0.05	0.05	0.05

Con los datos anteriores (Tabla 10), para las dos localidades y las dos temporadas podemos asegurar que hubo una dependencia significativa entre la territorialidad y los grupos funcionales algales.

8.8.3 Análisis de correspondencia múltiple (MCA)

Como el objetivo de esta prueba fue comprobar si los grupos funcionales tienen o no, alguna dependencia con los sitios muestreados (T y NT), las pruebas se hicieron para cada localidad y para cada temporada. Figs. 9 y 10.

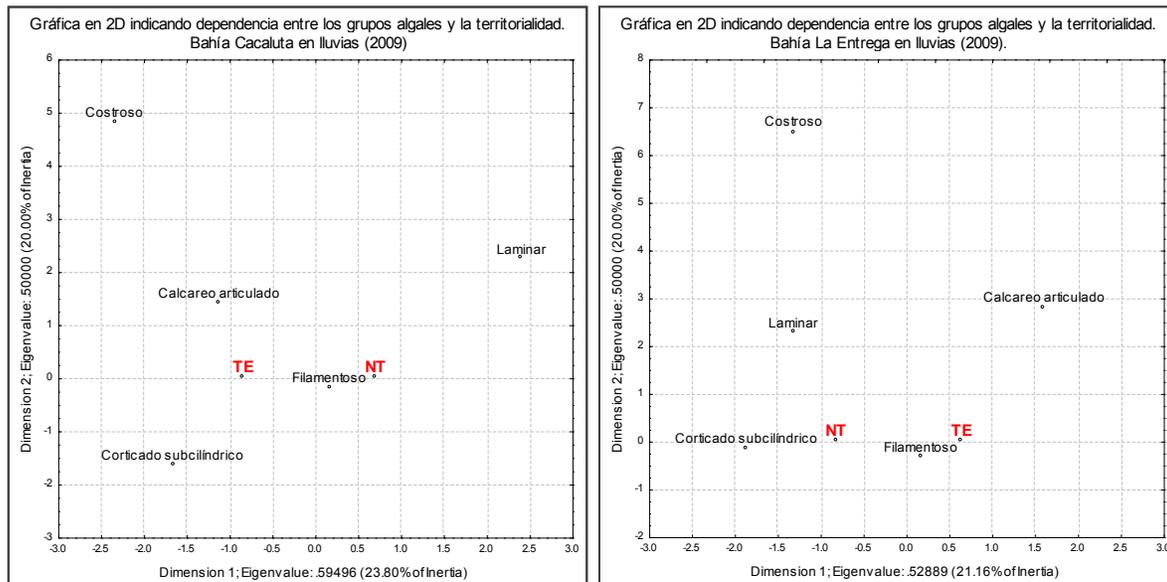


Figura 9. Análisis de correspondencia de la estación lluvias en bahía Cacaluta y La Entrega.

El análisis de correspondencia para la estación de lluvias (Fig. 9), evidenció que existe dependencia estadística significativa (Cacaluta $\chi^2 = 790.12$, $P < 0.05$ y La Entrega $\chi^2 = 1361.82$, $P < 0.05$) entre los grupos funcionales corticado subcilíndrico y filamentoso en la condición Territorio y No-Territorio.

Se observa dependencia entre el grupo filamentoso, con los T y NT en bahía Cacaluta. Dicho grupo funcional se relacionó más con los No-Territorios y en bahía La Entrega estuvo más asociado a los Territorios. Cabe mencionar que los grupos funcionales Costroso, Laminar, Corticado subcilíndrico y Calcáreo articulado no muestran dependencia en la condición Territorio y No-Territorio.

Por su parte en el análisis correspondiente a secas evidenció que existe dependencia estadística significativa (Cacaluta $X^2 = 947$, $P < 0.05$ y La Entrega $X^2 = 1550$, $P < 0.05$), entre los grupos funcionales y los T y NT.

En el análisis de esta temporada se observa que no existe una dependencia evidente entre los grupos funcionales Costroso, Laminar y Calcáreo articulado en la condición Territorio y No-Territorio.

En este análisis se observó diferencias entre las localidades (Fig.10): en Cacaluta el grupo funcional que presentó dependencia con los T y NT también fue el filamentosos; pero en La Entrega el grupo funcional con mayor dependencia con los T Y NT fue el corticado subcilíndrico, seguido del filamentosos. Lo anterior está íntimamente relacionado con el flujo de agua, la diversidad de sustratos y con la mayor cobertura algal presentes en dicha bahía.

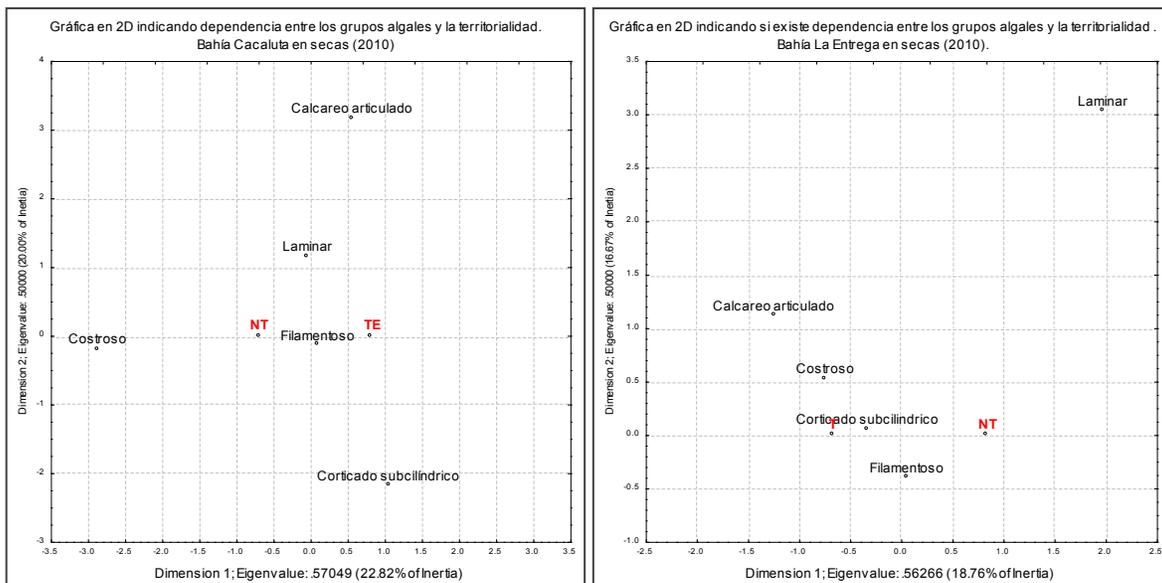


Figura 10. Análisis de correspondencia de secas en bahía Cacaluta y La Entrega.

8.8.4 ANOVAS (muestras puntuales y biomasa)

Se realizaron análisis de varianza de dos vías para los dos tipos muestras (puntuales y de biomasa), utilizando como variable dependiente los valores de cobertura algal específica y como factores a los sitios de colecta (T y NT) y las localidades (Entrega y Cacaluta). Lo anterior tanto para la temporada de lluvias como de secas. Figs. 11 y 12.

8.8.4.1 Análisis de varianza para las muestras puntuales

El análisis de varianza realizado para la estación de lluvias (2009) indica (Tabla 11), que no existe efecto en ninguno de los factores (Localidad, Territorialidad), como entre ellos (Localidad vs Territorialidad T vs NT).

Tabla 11. Análisis de varianza factorial (2 vías) realizado para las muestras puntuales de la estación lluvias.

	SS	DF	MS	F	P
Intercepto	1006.41	1	1006	70.00	0
Localidad	0	1	0	0	0.96
Territorialidad	0.04	1	0	0	0.96
Localidad * Territorialidad	0.04	1	0	0	0.96
Error	2230	155	14		

Lo anterior se observa en la figura 11 (lado izquierdo). Con el valor de $F = .00284$ y con una confianza del 96 %, no hay traslape de las varianzas y errores estándar, en el factor territorialidad (T y NT) ni en las localidades (La Entrega y Cacaluta).

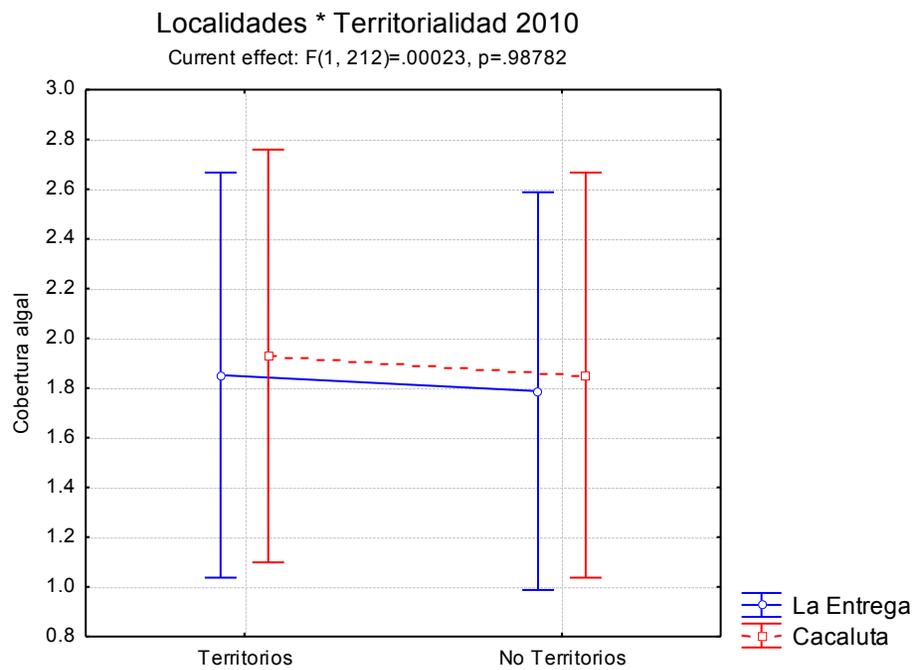
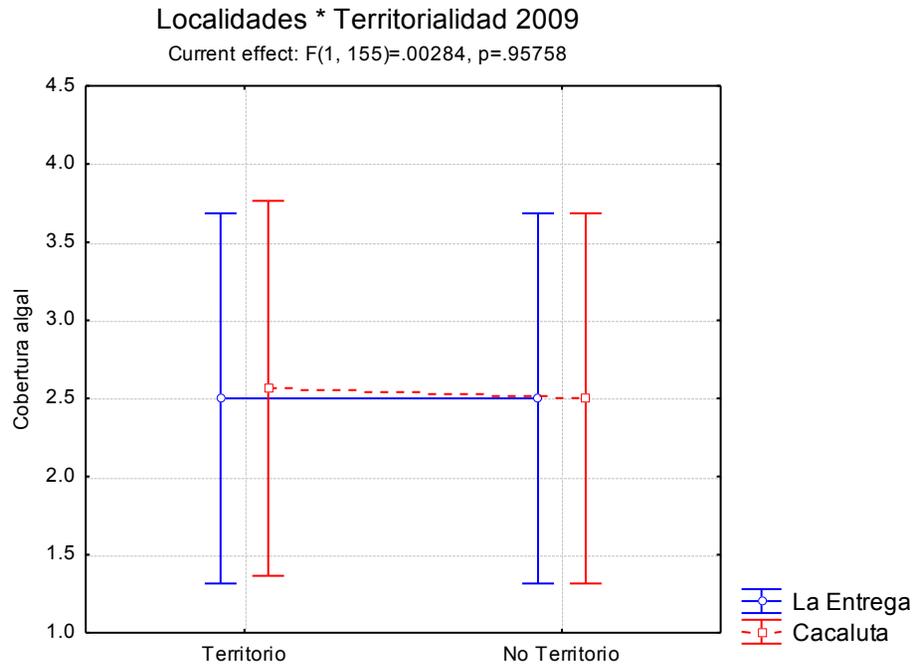


Figura 11. ANOVAS realizadas dentro y fuera de los Territorios, entre las localidades y temporadas en las muestras puntuales.

En la estación de secas (2010) igualmente no se encontró efecto significativo ($F = .00023$; $p = .98$) en ninguno de los factores (Localidad, Territorialidad), ni entre ellos (Localidad vs Territorialidad; T vs NT) (Tabla 12). Pero comparando con los resultados obtenidos en la estación de secas (2010), se observó que la localidad es el factor que tiene más diferencias en la interacción (cobertura algal- sitios de colecta (T y NT)-localidad). Figura 11 (lado derecho).

Tabla 12. Análisis de varianza factorial (2 vías) realizado para las muestras puntuales de la estación secas.

	SS	DF	MS	F	P
Intercepto	742.76	1	743	81	0
Localidad	0	1	0	0	0.86
Territorialidad	0.27	1	0	0	0.86
Localidad * Territorialidad	0.00	1	0	0	0.86
Error	1956	212	9		

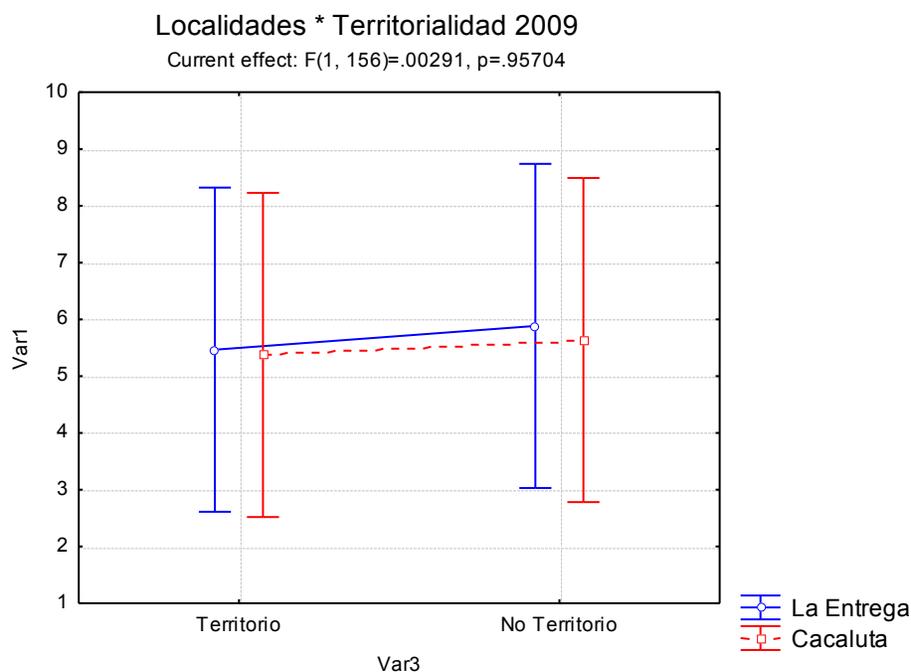
8.8.4.2 Análisis de varianza para las muestras de biomasa

El análisis de varianza realizado para la estación lluvias (2009) indica que no hay efecto en los factores involucrados (Localidad y Territorialidad), ni entre ellos (Localidad vs Territorialidad). Tabla 13.

Tabla 13. Análisis de varianza factorial (2 vías) realizado para las muestras de biomasa de la estación lluvias.

	SS	DF	MS	F	P
Intercepto	499.00	1	4999	60	0
Localidad	1	1	1	0	0.91
Territorialidad	4.64	1	5	0.1	0.81
Localidad * Territorialidad	0.24	1	0	0	0.96
Error	13031	156	84		

El resultado anterior es visible en la gráfica de la Fig. 12 (lado izquierdo) en donde se observa que no hay efecto alguno entre los factores, es decir no se observa traslape o intercepción entre las varianzas y errores estándar, en el factor territorialidad (T y NT) o localidades (La Entrega y Cacaluta), y se comprueba con el valor de $F = 0.0029$ con una confianza del 96 %.



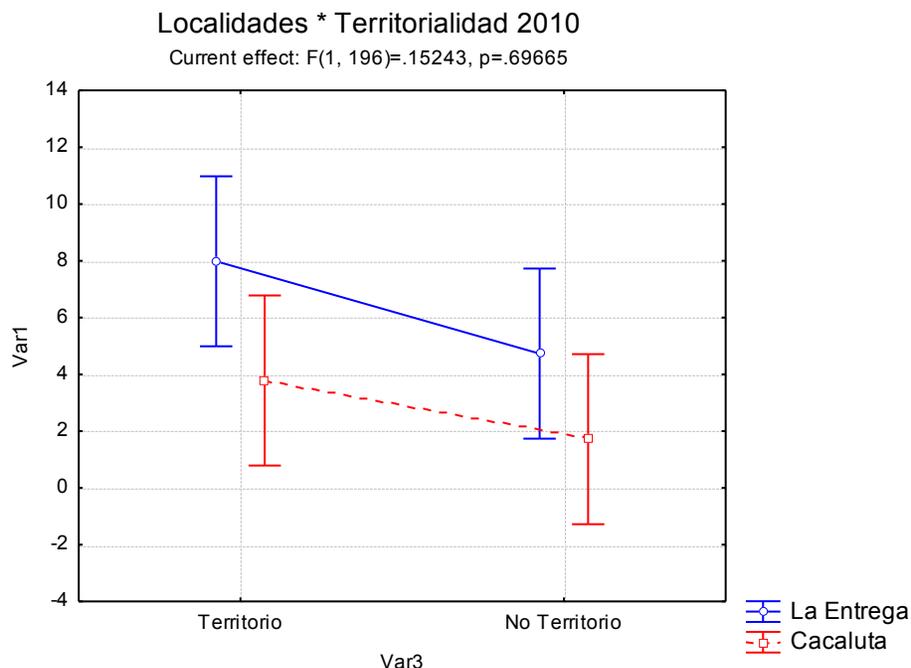


Figura 12. ANOVAS realizadas dentro y fuera de los Territorios, entre las localidades y temporadas en las de biomasa.

En la estación de secas igualmente no se encontró efecto significativo en ninguno de los factores (Localidad, Territorialidad), ni entre ellos (localidad vs Territorialidad) (Tabla 14). Pero analizando la gráfica de la Fig. 12 (lado derecho) se observa que el factor Territorialidad es el factor que está determinando las diferencias en la interacción (cobertura algal- sitios de colecta (T y NT)- localidad, observándose en el desfase de las varianzas y los errores estándar.

Tabla 14. Análisis de varianza factorial (2 vías) realizado para las muestras de biomasa de la estación secas.

	SS	DF	MS	F	P
Intercepto	4146.00	1	4146	36	0
Localidad	650	1	650	6	0.02
Territorialidad	353.66	1	354	3.1	0.08
Localidad * Territorialidad	17.57	1	18	0	0.70
Error	22596	196	115		

Con los análisis realizados es posible asegurar que no existe diferencia entre las muestras puntuales y las de biomasa, más bien las diferencias están determinadas por la localidad y en menor grado por la temporada.

Comparando los dos tipos de muestras (puntuales y biomasa) y retomando los resultados de la composición y riqueza podemos decir que la estructura algal dentro y fuera de los Territorios no difiere, por lo tanto el herbívoro no está modificando la ficoflora presente en los sitios que habita, más bien esa estructura puede estar determinada por factores propios de las localidades y la temporalidad. Estos resultados difieren de lo publicado por Hata *et al.*, (2002, 2003) quien reporta diferencia de composición y riqueza algal en relación a la presencia de peces territoriales del género *Stegastes*. Sin embargo a partir de la prueba estadística χ^2 (tabla 10), se demostró que existe dependencia de ciertos grupos algales (filamentoso y corticado subcilíndrico) con el factor territorialidad (T y NT) en las comunidades de Bahía La Entrega y Cacaluta.

9. DISCUSIÓN

Los registros de sustratos demuestran que Bahía Cacaluta se encuentra en mejor estado de conservación que La Entrega, como lo reflejan los registros obtenidos donde predominó el coral vivo (100% en octubre de 2009 y 95 % en abril de 2010 de cobertura de coral vivo). A diferencia de La Entrega en donde la diversidad de sustratos predominó, además de presentarse el fenómeno de blanqueamiento en las dos estaciones, estos resultados concuerdan con la valoración de Ramos (2004) de un mayor deterioro de la comunidad coralina en La Entrega con relación al resto de las Bahías de Huatulco. Cabe mencionar que durante los muestreos, en todos los casos en los que se detectó blanqueamiento, éste se observó sólo en los 2 centímetros superiores del “cuerpo” coralino, es decir en las “puntas” de los corales, debajo de las cuales el coral tenía coloración amarillo-verdosa o parda por lo que consideramos que se encontraba en buen estado. Dicho evento de blanqueamiento lo podemos atribuir al incremento de temperatura (31°C) registrado en bahía la Entrega en octubre de 2009, que es considerado como dentro de los límites superiores de tolerancia, es decir aún puede haber recuperación de los corales debido a que el blanqueamiento fue parcial (Glynn, 1983; 1984; 1996).

Aunque si comparamos los registros de sustratos de octubre de 2009 con los de abril de 2010, las comunidades coralinas de La Entrega presentaron una recuperación aparente porque aumentó el porcentaje de coral vivo y el blanqueamiento disminuyó.

Bahía Cacaluta presentó en todos los registros menor cobertura algal que La Entrega. Esto se debe a que esta última localidad no forma parte del parque nacional; tiene una infraestructura turística bien desarrollada que permite alta afluencia de turistas (hasta 4000 visitantes en semana santa, PNH comunicación personal) y se desarrollan gran número de actividades acuáticas como el esnorqueleo intensivo y el buceo, que tienen un efecto tanto en el aporte de

nutrientes que favorece el crecimiento de las algas, como en el deterioro de los corales por pisoteo, fragmentación, extracción, etc., lo cual contribuye potencialmente a generar grandes zonas del arrecife con pedacería de coral. Un dato interesante es que se observó la presencia conspicua de filamentos verdes asociados a la pedacería coralina, mostrando la capacidad de estas algas para establecerse en sustrato inestable. Al respecto Druchl en 1981 y Serviere y colaboradores en 1992 afirman que las clorofitas tienen ciertas ventajas sobre rodofitas, ya que poseen mayor tolerancia a zonas alteradas con descargas de aguas negras, tránsito de lanchas, perturbaciones ambientales, desarrollo turístico, dragados, tránsito marítimo y navegación.

La ubicación de la comunidad junto a la Isla en Bahía Cacaluta sin duda es un elemento importante ya que modifica e incrementa el flujo de agua, factor ambiental que influye de manera directa sobre la composición algal. Se ha señalado que las especies que colonizan ambientes con alto flujo de agua son las algas filamentosas debido a que poseen estrategias de implantación y colonización “oportunistas” muy eficientes y rápidas, por lo que incluso se les considera el grupo funcional mejor adaptado al estrés (Steneck y Dethier, 1994; Littler *et al.*, 2006), y en consecuencia son las más exitosas en comparación con otros grupos funcionales.

Los censos de los peces realizados indican en general que en la época de secas se presenta la menor riqueza, y en lluvias la mayor riqueza lo cual concuerda con Ramos E. (2004), ya que él menciona que la riqueza ictiológica es mayor a temperaturas más altas. Las bahías del presente trabajo poseen una topografía accidentada por montañas, valles y laderas que en época de lluvias propicia el acarreo y aporte de agua continental; por consiguiente las aguas marinas tienen un enriquecimiento de nutrientes inorgánicos con origen continental (Contreras, 1996) y de las surgencias que se presentan en esta época anual (Monreal y Salas 1998 y De la Lanza, 1991). El aporte de nutrientes al océano propicia el aumento de los productores primarios (macroalgas y fitoplancton) que son el soporte de la

trama trófica ya que son el recurso alimenticio de los consumidores primarios como el zooplancton y los peces herbívoros, así es probable afirmar que el incremento de nutrientes tiene un efecto positivo en la densidad poblacional de los peces herbívoros.

Comparando la densidad ictiológica con los porcentajes de cobertura algal, en lluvias se presentó la mayor densidad poblacional de peces, lo cual coincide con lo reportado por Ramos Santiago (2004) para el ambiente arrecifal, pero el porcentaje de cobertura algal fue menor mientras que en secas se registraron menor número de peces y mayor porcentaje de cobertura algal. Lo anterior tiene sentido ya que al haber más individuos (adultos y juveniles), con necesidades de alimentación es de esperarse que la cobertura algal disminuya (Froese, 2011).

Considerando que los hábitos alimenticios de las tres especies de peces con mayor abundancia son distintos, es posible considerar que el ecosistema se puede encontrar en equilibrio, habiendo repartición o sincronización del consumo de los recursos, por lo tanto es muy probable, que las especies ictiológicas presenten un traslape del nicho ecológico en tanto comparten el espacio y parcialmente el alimento. Para comprobar esto, es necesario realizar estudios posteriores cuya finalidad sea caracterizar la amplitud del nicho ecológico de las especies ictiológicas en alguna bahía de Huatulco.

Que *Prionurus punctatus* y *Thalassoma lucasanum* tengan preferencias alimenticias específicas favorece que el herbívoro *Stegastes acapulcoensis* no tenga competencia con otros peces herbívoros territoriales por el recurso alimenticio. No obstante existe la posibilidad de la competencia con otros invertebrados bentónicos y peces herbívoros considerados de paso que transitan por sus territorios de forrajeo.

Las especies algales presentes en el tracto digestivo (1 individuo) de *Stegastes acapulcoensis* en su mayoría son algas rojas, debido a que este grupo de algas poseen un alto índice de crecimiento y capacidad de competencia moderada en relación a los demás grupos algales; lo anterior debido a sus ciclos de vida cortos y estrategias de reproducción variadas en donde la reproducción asexual tiene gran peso, debido a que requiere en general un menor gasto energético para la formación y diseminación de esporas (Dawes 1986, Lüning 1990). Además según Caceres *et al.*, (2000) las algas filamentosas rojas proporcionan un alto contenido energético, aunque para los tejidos de los herbívoros el aporte es mínimo al que requieren. En el tracto también se encontraron restos de exoesqueletos, detritus y conchas; al respecto Hata y Umezawa (2011) reportan que *S. nigricans* consume animales bentónicos asociados a sus Territorios porque el aporte de nitrógeno que le proporcionan las algas no es suficiente.

En la composición algal se obtuvieron datos interesantes: se registran cuatro especies de algas foliosas (*Porphyra* sp., *Ulva lactuca*, *Dictyopteris delicatula* y *Dictyota dichotoma* var. *intricata*) las cuales no fueron exclusivas de las áreas dentro y fuera de los Territorios, lo cual difiere de lo publicado por Hata *et al.*, 2002 quienes reportan cierta exclusión de matas de cianofitas y algas foliosas feofitas (*Padina* sp.) dentro de los Territorios.

La riqueza algal reportada para las dos bahías es considerable (53 especies). Las 43 especies reportadas en bahía Cacaluta superan las registradas por González (2008) con 33 especies. La división Rhodophyta presenta la mayor riqueza específica con 33 especies seguida de Chlorophyta (12), Phaeophyta (5) y Cyanophyta (3) lo cual coincide con otras floras marinas tropicales (Tsuda y Dawes 1974) y de arrecifes del Caribe (Díaz-Pulido y Bula-Meyer 1997), así como de los arrecifes de Cabo Pulmo en BCS, (Anaya y Riosmena 1996), o del PNH en: San Agustín y Cacaluta (González 2008), El Maguey (Calderón, 2008), El Violín (Sánchez, 2009) y La India (López, 2009).

La división Rhodophyta aportó la mayor riqueza de especies, pero las especies “siempre presentes” con porcentajes altos de cobertura tanto dentro como fuera de los Territorios, fueron 4 Rhodophyta y 3 Chlorophyta, lo cual nos indica que la riqueza algal no se ve reflejada en la cobertura algal de los T y NT.

Las medidas de cobertura algal, en las dos bahías indican, que el grupo funcional con mayor porcentaje de cobertura en los T y NT fueron las algas filamentosas verdes (entre los que destacan los géneros *Cladophora* spp. y *Bryopsis* spp.). La razón es que las clorofitas tienen ciertas ventajas con respecto a las otras divisiones algales. Por mencionar algunas: es la división que posee mayor tolerancia a sitios contaminados, se han registrado en zonas con aporte de aguas negras lo cual nos da una idea de su capacidad de adaptación (Druchl, 1981 y Serviere *et al.*, 1992); también son las que poseen el mayor aporte nutrimental debido a que registran los valores más altos de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), por esta razón se han propuesto como una fuente valiosa de PUFAs esenciales, con efectos benéficos en humanos y animales (Frikha *et al.*, 2011).

Lo anterior concuerda con Hata y Kato (2002) quienes mencionan que las algas filamentosas tienen el primer lugar de preferencia alimenticia, en comparación con otros grupos funcionales en individuos del género *Stegastes*. Cabe mencionar que en el presente trabajo, durante la determinación taxonómica (horas de observación microscópico), se observó que las filamentosas de las cuales se alimenta el pez son epífitas recurrentes de *Hypnea spinella* y *Wurdemannia miniata*.

Las muestras de biomasa (cuadros de 2 x 2 cm) tuvieron la mayor riqueza una probable causa es que el tamaño de la muestra era mayor al de los puntos de alimentación (se colectaron las algas que las yemas de los dedos desprendieran).

A partir de las gráficas de acumulación de especies podemos decir que con las 5 áreas muestreadas dentro y las 5 fuera de los Territorios de *S. acapulcoensis* se

tiene representada la riqueza de especies, pero como la asíntota de la curva fue muy pequeña, sería conveniente que se intensifique el muestreo con tres áreas más (esto porque a partir del metro 3 en la mayoría de los Territorios y No-Territorios la curva comienza a estabilizarse) de esta manera la asíntota sería más evidente y no habría duda alguna de que la riqueza está bien representada.

Considerando las especies con mayor abundancia relativa (aquellas que aportaron más del 50% de la cobertura algal en cada muestra), los No-Territorios fueron los que registraron los valores más altos de abundancia relativa en comparación con los Territorios. Lo anterior coincide con lo reportado por Hata y Ceccarelli para arrecifes de Japón y Australia respectivamente, quienes reportan que los Territorios se encuentran bajo presión selectiva continua llevada a cabo por peces permanentes, a diferencia de los No-Territorios los cuales teóricamente solo están expuestos a la herbivoría por parte de peces de paso.

La especie con mayor abundancia relativa es *Polysiphonia sertularioides*, la cual se encontró en los T y NT de lluvias y los NT de secas, es decir 3 de los 4 sitios comparados; lo cual concuerda con lo reportado por Hata y Kato (2003) quienes reportan una mayor abundancia de *Polysiphonia* sp.1 en los sitios territoriales de *S. nigricans*.

En el análisis de agrupación, en particular en secas los T y NT presentaron diferencias en su composición algal lo cual puede deberse entre muchos factores a que la riqueza algal fue mayor en comparación con lluvias por lo tanto hubieron especies algales que en lluvias no se presentaron y por ende estas especies “raras” fueron un factor determinante en dicha agrupación. Aunado a ello la densidad poblacional de *Stegastes acapulcoensis* fue menor y por lo tanto se podría suponer que el impacto de la herbivoría no fue significativo como en lluvias.

Los índices de diversidad calculados evidencian que en los dos tipos de muestras (puntos de alimentación y biomasa) existe una alta diversidad sin ninguna especie que domine.

Como se mencionó anteriormente, el análisis de χ^2 (Tabla 10) comprobó, que existe dependencia de los grupos funcionales: filamentoso y corticado subcilíndrico con el factor territorialidad; sería conveniente en futuros trabajos comprobar si los anteriores grupos funcionales se mantienen como los mejores representados y los que estadísticamente poseen dependencia; o esto se modifica.

Los análisis de varianzas comprobaron que no existe un efecto evidente entre los grupos funcionales (filamentoso y corticado subcilíndrico) con los T o NT. Para afirmar que efectivamente para esta parte del PTM no hay efecto entre los grupos algales y la territorialidad, es necesario realizar futuros trabajos en donde el muestreo sea más intensivo, que el número de temporadas muestreadas sea mayor, las localidades sean accesibles y su estatus de conservación no intervenga en la planeación y desarrollo del muestreo.

El factor que determina las diferencias en los análisis estadísticos, son las localidades y en menor grado la temporalidad. Dos posibles razones por las cuales no se encuentran diferencias entre los T y NT son: 1) las áreas muestreadas como No-Territorios en algún momento a lo largo del tiempo, lo fueron. Esto puede suceder debido a que la especie *S. acapulcoensis* es muy longeva (la edad máxima reportada es de 32 años), con resiliencia baja (debido a que el ambiente arrecifal es muy homogéneo y por lo tanto la frecuencia de perturbación es muy baja) y su población se duplica en un tiempo mínimo de 4.5 a 14 años, características que facilitan que los individuos en edad reproductiva puedan cambiar su área territorial dependiendo de la calidad del recurso alimenticio y de la estabilidad de la ficoflora seleccionada por el individuo. 2) *Stegastes acapulcoensis* es tan abundante que no es posible detectar diferencias fuera y

dentro de T, recordemos que los juveniles no tienen un territorio definido por lo tanto se alimentan en cualquier punto de las comunidades arrecifales, lo cual es muy probable que ocasionen cambios en la estructura algal; si tomamos en consideración que la densidad poblacional es alta estos cambios en la estructura algal serían más marcados. Esto sería necesario comprobarlo en futuros proyectos.

10. CONSIDERACIONES

De manera general este trabajo proporcionará una línea base que permitirá evaluar en trabajos futuros la existencia de cierta preferencia alimenticia en herbívoros, así como los posibles cambios en las comunidades de céspedes algales asociados a corales en el PNH.

En futuros trabajos cuyo objetivo sea comparar el impacto de algún organismo herbívoro sobre ciertas áreas arrecifales, es recomendable realizar trabajos experimentales que consideren las siguientes sugerencias:

- 1.- Colocar mallas o cajas que protejan las algas de la herbivoría (peces o moluscos).
- 2.- Instalar placas de sustrato natural” las cuales pueden colocarse a distintas profundidades y en las cuales la exclusión de la herbivoría se facilita.
- 3.- Registrar un mayor número de parámetros ambientales, tales como la radiación solar, temperatura, nutrientes, el impacto de corrientes litorales, pH, salinidad, porcentaje de clorofila, por mencionar algunos.
- 4.- Trabajar con contenidos estomacales a partir de los cuales se generará información sobre que ruta(s) metabólica(s) siguió de cada componente alimenticio.
- 5.- Registrar y considerar el impacto de otros herbívoros asociados a las zonas territoriales.

Estas acciones sin embargo no siempre son posibles realizarlas en Áreas Naturales Protegidas como es bahía Cacaluta en el Parque Nacional Huatulco.

11. CONCLUSIONES

En la caracterización ambiental de ambas localidades, la época de lluvias presentó los valores más altos de temperatura y flujo de agua lo cual probablemente sea la causa para que se registrara menor cobertura algal en comparación con secas.

Se registraron 3 tipos de sustratos (pedacería, coral vivo y blanqueamiento), La Entrega presentó los 3 tipos mientras que Cacaluta presentó principalmente coral vivo y en un menor porcentaje blanqueamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, la composición algal presentó variaciones definidas por las localidades. Por su parte la riqueza y biomasa algal varió en términos estacionales.

La riqueza algal no presentó cambios entre los sitios de colecta (T y NT) ni entre temporadas, las diferencias se registraron entre localidades; la comunidad coralina de bahía La Entrega fue la que registró la mayor riqueza algal. Las especies algales mejor representadas en los T y NT pertenecen al orden Ceramiales

La división Rhodophyta fue la aportó la mayor riqueza algal en ambas temporadas, localidades y sitios de colecta (T y NT).

El grupo funcional que predominó dentro y fuera de los Territorios en ambas bahías y temporadas, fueron las algas filamentosas formadoras de céspedes o “turfs”.

En la época de lluvias (octubre 2009) los No-Territorios tuvieron mayor biomasa algal en comparación con los Territorios. En secas ocurrió lo contrario. En lluvias Cacaluta presentó mayor biomasa algal que la Entrega y en secas esta última localidad registró mayor biomasa. Esta variación estacional posiblemente está

relacionada con cambios en la densidad poblacional de *Stegastes acapulcoensis* ya que en lluvias se registró la mayor abundancia en comparación con secas.

Polysiphonia sertularioides es la especie que presentó la mayor abundancia relativa en los T y NT de lluvias y en los NT de secas, lo cual concuerda con ser el género más abundante pero no con la abundancia algal dentro y fuera de los Territorios del género *Stegastes*.

Stegastes acapulcoensis no determinó la estructura algal en términos de riqueza y biomasa algal, pero ocasionó cambios en la riqueza de los Territorios y No-Territorios a nivel de forma funcional.

Los análisis de correspondencia múltiple demuestran que existe dependencia del grupo funcional filamentoso y corticado subcilíndrico con los Territorios y No Territorios. Aunque los análisis de varianzas comprobaron que no existe un efecto positivo (que la territorialidad promueva la cobertura algal) o negativo (la territorialidad evite o retrase la cobertura algal), entre los grupos funcionales y la territorialidad. (Las diferencias más marcadas, entre los grupos funcionales algales y la territorialidad están dadas por las localidades y en menor grado por la temporalidad).

12. REFERENCIAS

1. Abbott, I. y Hollenberg G. 1976. Marine Algae of California. California Stanford University Press. 827 p.
2. Adey, W. 1998. Coral reefs: algal structured and mediated ecosystems in shallow, turbulent, alkaline waters. *Journal Phycology*. **34**:393–406.
3. Allen, G.R. 1975. Damselfishes of the South Seas. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, NJ. 238 p.
4. Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1998. Peces del Pacífico Oriental Tropical. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX. 327 p.
5. Anaya, G. y Riosmena, R. 1996. Macroalgas marinas del arrecife coralino de Cabo Pulmo-Los Frailes, B. C. S., México. *Revista de Biología Tropical*. **44**:861-864.
6. Bell J., Craik G., Pollard D. y Russell B., 1985. Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*. **4**:41-44.
7. Benayahu Y. y Loya Y. 1977. Seasonal occurrence of benthic-algae communities and grazing regulation by sea urchins at the coral reefs of Eilat, Red Sea. P. 383- 390. En: D.L. Taylor (ed.), Proceedings of Third International Coral Reef Symposium **1**.Biology. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami, Florida.
8. Branch M.J. Harris, C. Parkins, R. Bustamante y S. Eekhout. 1992. Algal “gardening” by grazers: a comparison of the ecological effects of territorial fish and limpets. p. 405- 423. En: D. M. JOHN, S. J. HAWKINS, AND J. H. PRICE (Ed.), Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos, New York: Oxford.
9. Brawley, S.N. y W.H. Adey. 1977. Territorial behavior of the three-spot damselfish *Eupomacentrus planifrons* increases reef algal biomass and productivity. *Environmental Biology of Fishes*. **2**:45-51.

10. Calderón C. 2008. Riqueza y distribución de macroalgas asociadas a corales en bahía El Maguey, Huatulco, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 57 p.
11. Ceccarelli D.M., Jones G.P., McCook L.J. 2001. Territorial damselfishes as determinants of the structure of benthic communities on coral reefs. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. **39**:355–389.
12. Ceccarelli D.M., Jones G.P., and McCook L.J. 2005. Foragers versus farmers: contrasting effects of two behavioural groups of herbivores on coral reefs. *Oecologia*. **145**:445–453.
13. Chávez J.C., Galeana G.G., Manzo I., Salinas J.A. 2008. Catálogo de peces de arrecifes rocosos-coralinos de Punta Carrizales, Colima, México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 118 p.
14. CONANP. 2003. Programa de Manejo Parque Nacional Huatulco, México. Comisión Nacional de Áreas Protegidas. 205 p.
15. Contreras F., Castañeda O., Torres R. y Gutiérrez F. 1996. Nutrientes en 39 lagunas costeras mexicanas. *Revista de biología tropical*. **44**(2):417-425.
16. Danielo, O. 1998. Subsidios al uso del índice de diversidad de Shannon. En: Congreso Latinoamericano. 1998. Tema 3. CD-ROM. IUFRO 1, Valdivia.
17. Dawes, C. J. 1986. Botánica Marina. Ed. Limusa, México, D.F. 673 p.
18. Dawson, E.Y. 1949. Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa Pacífica de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. **9**:215-255.
19. Dawson, E.Y. 1950. A review of *Ceramium* along the Pacific Coast of North America with special reference to its Mexican representatives. *Farlowia*. **4**:113-138.

20. Dawson, E.Y. 1962. Marine red algae of Pacific Mexico VII. Ceramiales; Ceramiaceae, Delesseriaceae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*. **26**:1-207.
21. de la Lanza-Espino, G. 1991. Oceanografía de Mares Mexicanos. AGT Editores. México, D.F. 569 p.
22. de Ruyter van Steveninck, E.D. 1984. The composition of algal vegetation in and outside damselfish territories on a Florida reef. *Aquatic Botany*. **20**:11-19.
23. Diaz-Pulido, G. y Garzón-Ferreira, J. 2002. Seasonality in Algal Assemblages on Upwelling-influenced Coral Reefs in the Colombian Caribbean. *Botanica Marina*. **45**:284-292.
24. Diaz-Pulido, G. y Bula-Meyer, G. 1997. Marine algae From Oceanic Atolls in the Southwestern Caribbean (Albuquerque Cays, Courtown Cays, Serrana Bank and Roncador Bank). *Atoll Research Bulletin*. **448**:1-18.
25. Done, T. 1999. Coral community adaptability to environmental change at the scales of regions, reefs and reef zones. *American Zoologist*. **39**:66–79.
26. Druehl, L. 1981. Geographical distribution. En Lobban y Wynne (Eds.). *The biology of seaweeds*. Blackwell Scientific Publications. 307-325 p.
27. Elassuy, D.R. 1980. Effects of "farming" behavior by *Eupomacentrus lividus* and *Hemiglyphidodon plagiometopon* on algal community structure. *Bulletin of Marine Science*. **30**:304-312.
28. Evans, R.A. y R.M. Love. 1957. The step-point method of sampling: A practical tool in range research. *Journal of Range Management*. **10**:208-212.
29. Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. **3**(2):1201-1813.
30. Frinkha F., M. Kammoun, N. Hammami, R.A. Mchirgui, L. Belbahri, Y. Gargouri, N. Miled, F. Ben-Rebah. 2011. Composición química y

- algunas actividades biológicas de algas marinas recolectadas en Túnez. *Ciencias Marinas*. **37**(2):113–124.
31. Froese, R. y D. Pauly. Editors. 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication. <http://www.fishbase>. version (06/2013).
32. Gardner, T.A., I. M. Cote, J.A. Gill, A. Grant y A.R. Watkinson. 2003. Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science*. **301**:958-960.
33. Glynn, P.W. 1983. Extensive bleaching and death of reef corals on the Pacific coast of Panamá. *Environmental Conservation*. **10**:149-154.
34. Glynn, P.W. 1984. Widespread coral mortality and the 1982-83 El Niño warming event. *Environmental Conservation*. **11**:133-146.
35. Glynn, P.W. 1996, Coral reef bleaching: facts, hypotheses and implications. *Global Change Biology*. **2**:495–509.
36. González, M., 2008. Estructura comunitaria de macroalgas en dos sistemas arrecifales de bahías de Huatulco; Oaxaca, México. Tesis Maestría (Maestría en Ciencias (Biología))-UNAM, Facultad de Ciencias. 57 p.
37. Guiry, M.D. y Guiry, G.M. 2013. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 23 August 2013.
38. Hanson, C.L., J.R. Wight, and C.W. Johnson. 1988. Measuring cover using the step-point, wheel-point, and point-frame methods. *Technical Bulletin*. **88**(3):1-15.
39. Hata, H., M. Nishihira y S. Kamura. 2002. Effects of habitat-conditioning by the damselfish *Stegastes nigricans* (Lacepède) on the community structure of benthic algae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **280**:95–116.
40. Hata, H. y M. Kato. 2002. Weeding by the herbivorous damselfish *Stegastes nigricans* in nearly monocultural algae farms. *Marine Ecology Progress Series*. **237**:227–231.

41. Hata, H. y M. Kato. 2003. Demise of monocultural algal farms by exclusion of territorial damselfish. *Marine Ecology Progress Series*. **263**:159–167.
42. Hata, H. y M. Kato. 2004. Monoculture and mixed-species algal farms on a coral reef are maintained through intensive and extensive management by damselfishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **313**:285–296.
43. Hata, H. y M. Kato. 2006. A novel obligate cultivation mutualism between damselfish and Polysiphonia algae. *Biology Letter*. **2**:593–596.
44. Hata, H., K. Watanabe y M. Kato. 2010. Geographic variation in the damselfish-red alga cultivation mutualism in the Indo-West Pacific. *BMC Evolutionary Biology*. **10**(185):1-10.
45. Hata, H. y Y. Umezawa. 2011. Food habits of the farmer damselfish *Stegastes nigricans* inferred by stomach content, stable isotope and fatty acid composition analyses. *Ecological Research*. **26**(4):809–818.
46. Hinds, P.A. y D.L. Ballantine. 1987. Effects of the Caribbean three-spot damselfish, *Stegastes planifrons* on algal lawn composition. *Aquatic Botany*. **27**:299-308.
47. Hixon, M.A. y W.N. Brostoff. 1983. Damselfish as keystone species in reverse: intermediate disturbance and diversity of reef algae. *Science*. **220**:211-212.
48. Hughes, T., Szmant, A., Steneck, R., Carpenter, R. y Miller, S. 1999. Algal blooms on coral reefs: what are the causes?. *Limnology and Oceanography*. **44**:1583–1586.
49. Irvine, G.V. 1980. Fish as farmers: an experimental study of herbivory in a territorial coral reef damselfish, *Eupomacentrus planifrons*. *American Zoologist*. **20**:822.
50. Itzkowitz, M. 1977. Spatial organization of the Jamaican damselfish community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **28**: 217-241.

51. Itzkowitz, M. y T. Koch. 1991. Relationship between damselfish egg loss and brittlestars. *Bulletin of Marine Science*. **48**:164-166.
52. Itzkowitz, M. y Makie. 1986. Habitat structure and reproductive success in the beaugregory damselfish. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **97**:305-312.
53. Itzkowitz, M. y C. J. Slocum. 1995. The relationship of algae and territorial defense to the reproductive success of the beaugregory damselfish. *Marine Behavior and Physiology*. **24**:243-250.
54. Itzkowitz, M., D. Itzkowitz y D. Shelly. 1995. Territory use and disuse in the beaugregory damselfish. *Bulletin of Marine Science*. **57**:653-662.
55. Itzkowitz, M., M.J. Draud, F. Triefenbach y M. Haley. 2001. The mating patterns of females when territorial differences among males are reduced: a test in the polygynous beaugregory damselfish. *Behaviour*. **138**:691-708.
56. Klumpp, D.W., A.D. Mckinnon y P. Daniel. 1987. Damselfish territories: zones of high productivity on coral reefs. *Marine Ecology Progress Series*. **40**:41-51.
57. Krupp, F., 1995. Acanthuridae. Sangrados, cirujanos, navajones. pp. 839-844. En Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. H. Niem. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. **2**(1):684-1201.
58. Littler, M. y Littler, D. 1984. Relationship between macroalgal functional form groups and substrate stability in a subtropical rocky intertidal system. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*. **74**:13-34.
59. Littler, M. y Littler. Brooks, B., 2006. Harmful algae on Tropical coral reefs: Bottom- up eutrophication and top- down herbivory. *Harmful Algae*. **5**:565-585.
60. Lobel, P.S. y Ogden, J.C. (1981). Trophic biology of herbivorous reef fishes: alimentary pH and digestive capabilities. *Journal of Fish Biology*. **19**:365-97.

61. López-Pérez R.A., Hernández-Ballesteros, L.M. y Herrera-Escalante, T. 2002. Cambio en la dominancia de la comunidad arrecifal en Chachacual- India, Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. **6**:33–38.
62. López-Pérez R.A. y Hernández-Ballesteros, L.M. 2004. Coral community structure and dynamics in the Huatulco area, western Mexico. *Bulletin of Marine Science*. **75**(3):453–472.
63. López E. 2009. Variación Estacional de la Riqueza y composición de macroalgas en la comunidad coralina “La India”, Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 76 p.
64. Luna Monsivais B. 2005. Estructura de la comunidad de peces en la bahía de Cacaluta, huatulco, Oaxaca. Tesis de licenciatura, División de Ciencias Biológicas de la Salud, UAM-I. 55 p.
65. Lüning, K. 1990. Seaweeds, their environment, biogeography and ecophysiology. Willey Interscience. Nueva York. 527 p.
66. McCook, L. 1999. Macroalgae, nutrients and phase shifts on coral reefs: scientific issues and management consequences for the Great Barrier Reef. *Coral Reefs*. **18**:357-367.
67. McCook, L., Jompa J. y Díaz-Pulido G. 2001. Competition Between corals and algae on coral reefs: a review of evidence and mechanisms. *Coral Reefs*. **19**:400-417.
68. McManus, W., Meñez, A., Reyes, Vergara, G. y Ablan, C. 2000. Coral reef fishing and coral-algal phase shifts: implications for global reef status. *Journal of Marine Science*. **57**(3):572-578.
69. McManus, J. y Polsenberg, J. 2004. Coral-algal phase shifts on coral reefs: ecological and environmental aspects. *Progress in Oceanography*. **60**:263-279.
70. Monreal, A. y Salas de León, D., 1998. Dinámica y estructura termohalina. Cap. 2, 13-23. En: Tapia-García (Ed.) El Golfo de Tehuantepec y sus recursos. Universidad Autónoma de México. 240 p.

71. Montgomery W.L. 1980b. The impact of nonselective grazing by the giant blue damselfish, *Microspathodon dorsalis*, on algal communities in the Gulf of California, México. *Bulletin of Marine Science*. **30**:290-303.
72. Montgomery W.L. 1980a. Comparative feeding ecology of two herbivorous damsel-fish (Pomacentridae: Teleostei) from the Gulf of California, México. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*. **47**:9-24.
73. Montgomery W. L., Gerking S. D. 1980. Marine macroalgae as food for fishes: an evaluation of potential food quality. *Environmental Biology of Fishes*. **5**:143-157.
74. Mumby, J.P. 2006. The impact of exploiting grazers (scaridae) on the dynamics of Caribbean coral reefs. *Ecological Applications*. **16**(2):747-769.
75. Ochoa-Izaguirre M.J., J.L. Carballo y F. Páez-Osuna. 2002. "Qualitative Changes in Macroalgas Assemblages Under Two Contrasting Climatic Conditions in a Subtropical Estuary". *Botánica Marina*. **45**:130-138.
76. Pandolfi, J.M., R.H. Bradbury, E. Sala, T. P. Hughes, K. A. Bjorndal, R. G. Cooke, D. McArdle, L. McClenachan, M. Newman, G. Paredes, R. R. Warner y J. B. C. Jackson. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*. **301**(5635):955-958.
77. Risk, M.J. y P.W. Sammarco. 1982. Bioerosion of corals and the influence of damsel fish territoriality: a preliminary study. *Oecologia (Berlin)*. **52**:376-380.
78. Ramos E. 2004. Estructura de la comunidad de peces en la bahía La Entrega, Huatulco, Oaxaca. Tesis de maestría, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-I. 120 p.
79. Rodrigues A., I. Muñoz, N. Bonada, A. Gaudes, S. Tomanova. 2009. La biota de los rios: los invertebrados. En: Elosegui A. y Sabater S. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. 253-270 p.

80. Robertson D.R. y G.R. Allen. 2008. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: Sistema de Información en línea. Versión 1.0. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep, www.stri.org/sftep.
81. Sammarco, P.W. y A.H. Williams. 1982. Damselfish territoriality: influence on *Diadema* distribution and implications for coral community structure. *Marine Ecology Progress Series*. **8**:53-59.
82. Sánchez L. 2009. Riqueza y Composición de macroalgas de la comunidad coralina de Bahía "El Violín", Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 107 p.
83. Senties, A. 1995. El género *Polysiphonia* (Ceramiales, Rhodomelaceae) en el Pacífico tropical mexicano. *Revista de Biología Tropical*. **43**:39-54.
84. Serviere, E., Collado L. y González J. 1992. Caracterización Ficológica de la Laguna de Bojórquez, Quintana Roo, Mexico. *Caribbean Journal of Science*. **28**(3 y 4):126-133.
85. Silva, P.C., P.W. Basson y R.L. Moe. 1996. Catalogue of Benthic Marine Algae of the India Ocean. University of California Press, Berkeley (EUA). 1259 p.
86. Steneck R., Dethier M. 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*. **69**:476-498.
87. Soberón, J. y J. Llorente 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*. **7**:480-488.
88. Tapia M. y Juárez L.G. 2007. Guía de identificación de los corales pétreos de las bahías de Huatulco, CONANP, SEMARNAP, PNH.
89. Taylor, W.R. 1945. Pacific marine of the Allan Hancock Pacific Expedition to the Galapagos Islands. *Allan Hancock foundation Pacific Expeditions*. **12**:1-528.
90. Taylor, R. 1960. Marine algae of the eastern Tropical and Subtropical coasts of the Americas. University of Michigan Press, Ann Arbor. 870 p.

91. Thongroy P., Liao M., Prathep A. 2007. Diversity and distribution of macroalgae at Sirinart Marine National Park, Phuket Province, Thailand. *Botanica Marina*. **50**:88-96.
92. Tsuda, T. y Dawes, C.J. 1974. Preliminary Checklist of the Marine Benthic plants from Glover's Reef, British Honduras. *Atoll Research Bulletin*. No. 173^a Smithsonian Inst., Washington, D. C.
93. Vine, P.J. 1974. Effects of algal grazing and aggressive behavior of the fishes *Pomacentrus lividus* and *Acanthurus sohal* on coral reef ecology. *Marine Biology*. **24**:131-136.
94. Wellington G.M. y B.C. Victor. 1987. Variation in components of reproductive success in and undersaturated population of coral-reef damselfish: a field perspective. *The American Naturalist*. **131**: 588-601.
95. Yáñez B. (En proceso). Efecto del enterramiento por el transporte litoral de arenas sobre la estructura de las comunidades bentónicas marinas asociadas a ecosistemas rocosos litorales. Tesis doctoral. ICMYL (Mazatlán). UNAM.
96. Zar J.H. 1984. Biostatistical analysis. Second edition, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 718 p.
97. Zeller D. 1988. Short-term effects of territoriality of a tropical damselfish and experimental exclusion of large fishes on invertebrates in algal turfs. *Marine Ecology Progress Series*. **44**:85-93.

13. Apéndice I. Método empleado en los registros de topografía, tipo de sustrato y cobertura algal para la caracterización general de las localidades.

Los registros de cobertura algal, topografía y tipo de sustrato sobre las comunidades nos proporcionaron información del estado de salud de las comunidades coralinas y del porcentaje de cobertura algal presente en cada una. Para esto, se utilizó el método de Punto de Intercepto (Evans y Love 1957, Hanson *et al.*, 1998) con algunas modificaciones para ser utilizado en el ambiente arrecifal, para lo cual se utilizó una barra-T que consta de un tubo y conectores de PVC de ½ pulgada de diámetro. La barra lleva un tubo que funciona como “agarradera” o “mango” de 2 metros de longitud y dos brazos de medio metro de largo, haciendo un tubo de un total de 1 metros. Este tubo está marcado a intervalos de 10 centímetros funcionando como una regla graduada. El mango de la “T” se alinea al transecto, registrando el tipo de sustrato que se presenta en tres puntos: el extremo izquierdo, debajo del transecto y en el extremo derecho de la “T”. Estos registros se realizan en cada metro del transecto (de 30 metros), obteniendo un total de 90 datos (Fig. 1). A partir de estos datos se obtendrá el porcentaje de la cobertura algal relativa en la plancha coralina, así como los tipos de sustrato existentes en cada localidad (bahía Cacaluta y bahía La Entrega).

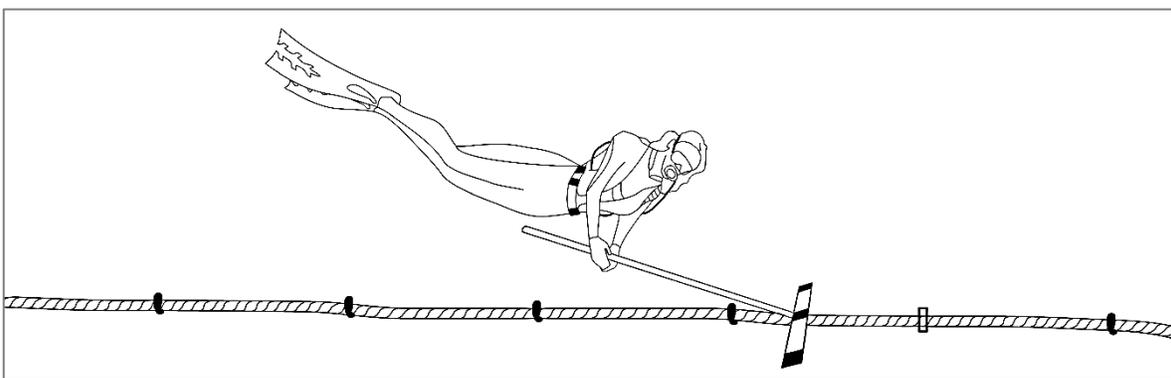


Figura 1. Censo de cobertura algal y tipos de sustratos realizado en las comunidades coralinas.

Las algas de cada localidad fueron categorizadas en seis grupos funcionales modificados de la propuesta de Steneck y Dethier, 1994: algas foliosas (Fo), filamentos verdes delicados (Fver-d), filamentos rojos ramificados (Fro-r), corticadas subcilíndricas (Cs), algas costrosas (Co) y coralinas articuladas (Ar).

Para facilitar el registro, se empleó un formato de campo en hojas papel herculene colocadas sobre una tablilla de acrílico, en la que se incluyen los grupos funcionales algales y los distintos tipos de sustrato y (Fig. 2). Además, en la misma tablilla se registró la topografía, tomando la profundidad en cada metro de los transectos en las 2 bahías.

Tipos de sustratos:	Grupos funcionales:
a) Cv = coral vivo b) Bl = blanqueamiento de coral c) Ped = pedacería	a) Fo = algas foliosas b) F ver = filamentos verdes c) F ro = filamentos rojos d) Cs = corticadas subcilíndricas e) Co = algas costrosas f) Ar = coralinas articuladas

Figura 2. Simbología de los tipos de sustratos y grupos funcionales.

14. Apéndice II. Registros de temperatura obtenidos en muestreos anteriores y en los realizados para el presente proyecto de investigación.

Tabla 1. Registro puntual de temperatura en lluvias y secas de ambas bahías.

Localidad/Temporada	Lluvias jun-08	Secas feb-09	Lluvias oct-09	Secas abr-10
Bahía La Entrega	29° C	24° C	31° C	28° C
Bahía Cacaluta		24° C	30° C	26° C

15. Apéndice III. Método de la medición del flujo de agua (caracterización general de las localidades).

Para medir el flujo de agua de acuerdo al método propuesto por Yáñez Chávez, (tesis de doctorado en proceso), se utilizaron esferas de escayola del tamaño de una pelota de tenis, las cuales se prepararon en el laboratorio usando una mezcla de yeso piedra “super dent” tipo alfa (de preferencia color azul) colocada sobre moldes hechos con pelotas de tenis cortadas a la mitad. Una vez solidificada la mezcla, las pelotas se secaron a 60° C durante 24h. Antes de usarlas, las pelotas se enumeraron colocándoles una etiqueta de polietileno y se registró el peso inicial de cada esfera numerada.

El flujo de agua se calculó mediante la pérdida de peso de las esferas de escayola provocada por el movimiento de agua durante un tiempo determinado (24h), para calcular así el desgaste promedio en cada sitio (dentro y fuera de los Territorios). Para esto se asumió que la disminución de la masa de cada esfera está linealmente relacionada con el movimiento de agua y que la diferencia entre el peso inicial y el final es independiente de la dirección y velocidad del flujo. Esto deriva de experimentos llevados a cabo en el laboratorio por Yáñez Chávez (com. pers.) quien construyó la siguiente ecuación:

$$M_t = 0.0178 (T^\circ) + 3.7337$$

Dónde:

M_t = pérdida de masa de las esferas debido a su disolución

T° = temperatura del medio donde fueron expuestas

A continuación a cada esfera se le restó el valor de M_t a la pérdida de su masa, y así se obtuvo el desgaste neto causado por el movimiento de agua. El desgaste fue transformado a porcentaje, considerando el peso inicial de la esfera como el 100 %.

Se colocaron esferas de escayola al inicio, parte media y final de cada transecto. El metro exacto de ubicación varió debido a que antes de colocarlas se confirmó

que el sitio estuviera fuera de algún Territorio, también se colocaron en algunos Territorios con la finalidad de observar si existe diferencia del flujo de agua entre los sitios.

Los datos obtenidos del desgaste de las esferas de escayola se emplearon para obtener valores cualitativos de la magnitud del flujo de agua en los No-Territorios y Territorios de *S. acapulcoensis* de ambas comunidades coralinas en las dos estaciones muestreadas.

Se colocaron esferas de escayola en algunos Territorios para posteriormente comparar el flujo de agua con zonas arrecifales sin la presencia del pez (inicio, final y parte media del transecto o en algunos No-Territorios).

16. Apéndice IV. Método para los censos de ictiofauna (caracterización general de las localidades).

Con el objeto de conocer tanto la densidad de *S. acapulcoensis* en la zona de estudio así como detectar la presencia de otros peces, se realizaron censos de ictiofauna utilizando nuevamente la “barra-T” y el transecto como guía. La barra “T” se alinea de frente al buzo y se censaron los peces que pasaban dentro del área de los brazos graduados de dicha “T” (Fig. 3). Se consideró que las estimaciones visuales de especies y tallas resultan bastante aproximadas después de cierto entrenamiento (Bell *et al.*, 1985).

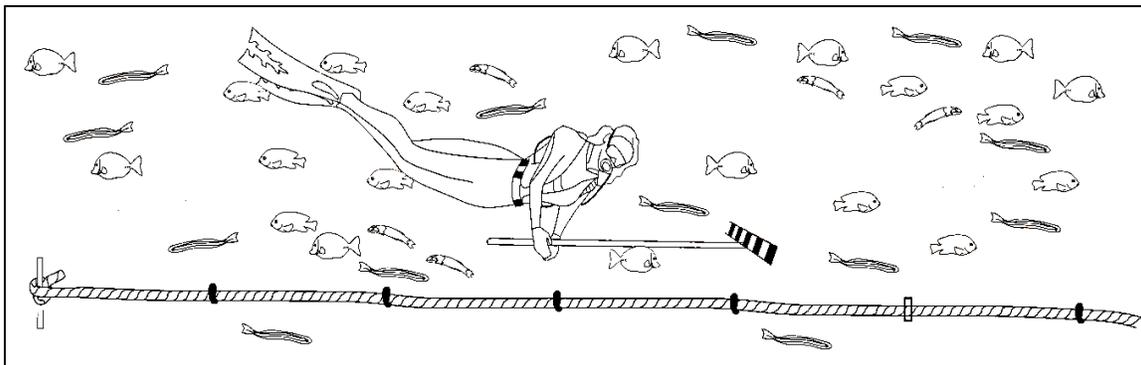


Figura 3. Censo de ictiofauna realizado en las dos comunidades coralinas.

La información recabada nos proporcionó información valiosa acerca de la densidad poblacional en las comunidades coralinas de las dos bahías, en la tabla 2 se muestran la abundancia de las especies ictiológicas censadas durante los muestreos de lluvias y secas en ambas localidades.

Tabla 2. Abundancia de peces en los transectos de las 2 bahías en lluvias y secas.

febrero 2009			
Especies	La Entrega	Cacaluta	Total
<i>Arothron meleagris</i>	1	13	14
<i>Microspathodon dorsalis</i>	4	2	6
<i>Thalassoma lucasanum</i>	100	28	139
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	25	11	36
<i>Stegastes flavilatus</i>	2	1	3
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	3	*	3
<i>Prionurus punctatus</i>	28	2	30
	163	57	220
octubre 2009			
Especies	La Entrega	Cacaluta	Total
<i>Arothron meleagris</i>	*	*	*
<i>Microspathodon dorsalis</i>	1	5	6
<i>Thalassoma lucasanum</i>	*	18	*
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	204	131	335
<i>Stegastes flavilatus</i>	*	*	*
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	*	*	*
<i>Prionurus punctatus</i>	21	2	23
	226	156	382
abril 2010			
Especies	La Entrega	Cacaluta	Total
<i>Arothron meleagris</i>	2	5	7
<i>Microspathodon dorsalis</i>	1	2	3
<i>Thalassoma lucasanum</i>	92	80	172
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	19	18	37
<i>Stegastes flavilatus</i>	*	1	1
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	*	*	*
<i>Prionurus punctatus</i>	*	*	*
	114	106	220

17. Apéndice V. Captura de un individuo *Stegastes acapulcoensis*.

Utilizando anzuelo se logró la captura de un individuo, el cual nos proporcionó información para comparar la composición de las muestras “puntos de alimentación” con el contenido del tracto digestivo, cabe mencionar que ese individuo era el residente de un Territorio muestreado (T3) de bahía Cacaluta.

Al ejemplar se le realizó un registro fotográfico y se le extrajo el tracto gastrointestinal al cual se le inyectó formalina al 5 % esto para preservar el contenido del tracto y detener el proceso enzimático. El cuerpo se preservó en etanol al 70 % (Fig. 4). Se tomó su longitud patrón (11.5 centímetros.); se pesó con y sin tracto digestivo (910 gr. y 850 gr. respectivamente).



Fig. 4. Registro fotográfico del ejemplar capturado en Bahía Cacaluta.

El ejemplar presenta escamas Ctenoides; si se observa la mandíbula al microscopio estereoscópico, los dientes tienen la apariencia de placa continua (en una hilera) con mucílago y solo se observa la parte más apical de los dientes cada uno con distinto grado de desgaste; se le distingue la línea lateral a lo largo del cuerpo; se observa que la aleta dorsal es continua; presenta una aleta pélvica; una anal y 1 aleta pectoral de cada lado. (Fig. 5).

Lo anterior corrobora la identificación del ejemplar como *Stegastes acapulcoensis* según Fowler, 1944 En: D R Robertson y G R Allen. Peces Costeros del Pacífico

Oriental Tropical: Sistema de Información en línea. Versión 1.0 (2008). Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep, www.stri.org/sftep.

Para la determinación taxonómica del contenido estomacal, se realizaron varios trenes de limpieza del contenido de la parte anterior del estómago, una vez concluidos se separaron las algas y los restos de animales encontrados. Posteriormente se realizaron preparaciones en fresco de las algas que aparentemente estaban en menor grado de degradación enzimática; los restos de exoesqueletos y conchas se fotografiaron y posteriormente todo el material biológico se regresó a la muestra (Fig. 5).

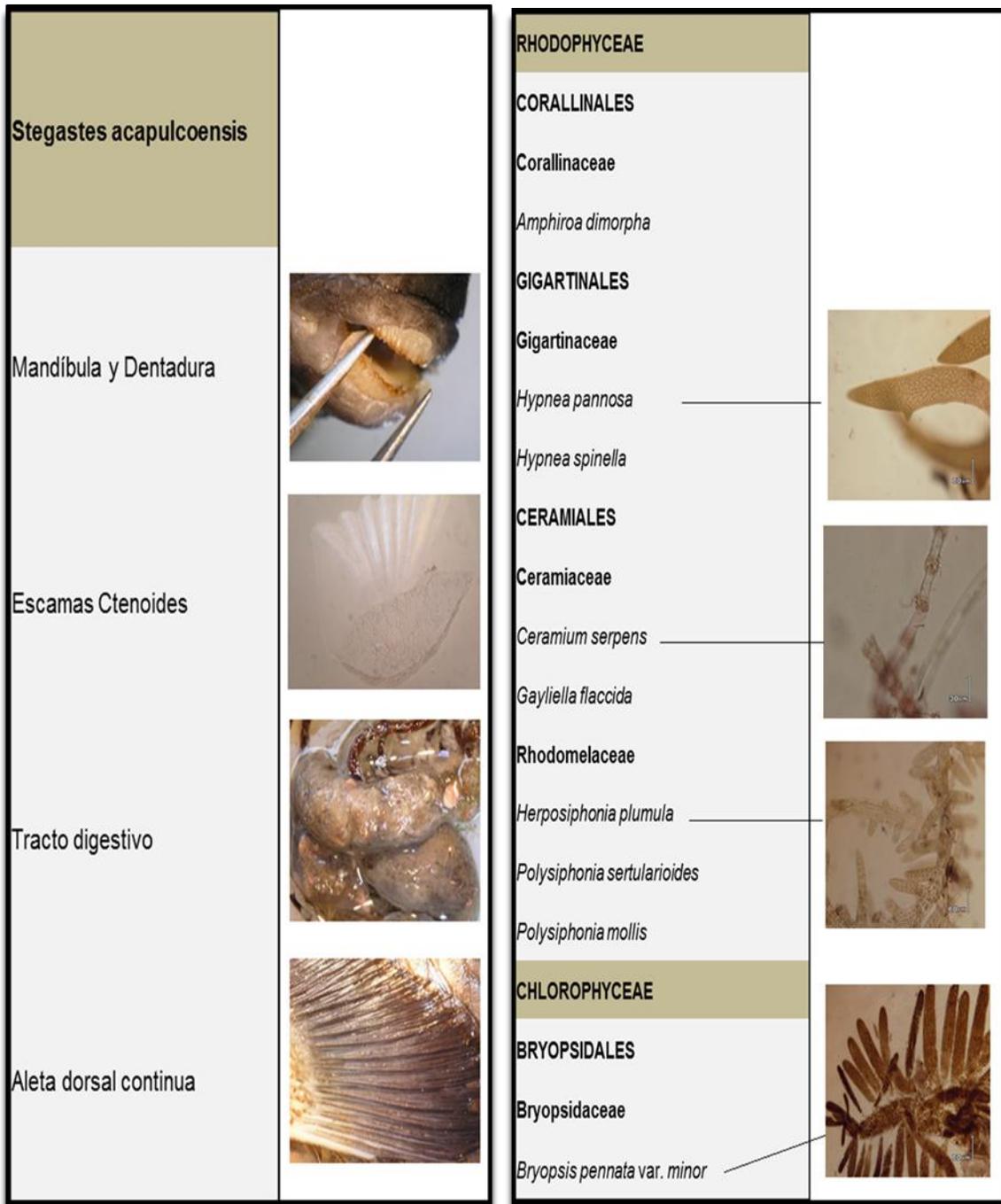


Figura 5. (Izquierda) Registro fotográfico de algunas características de la especie *Stegastes acapulcoensis*. (Derecha) especies algales del contenido estomacal.

18. Apéndice VI. Área (m²) de los Territorios y No- Territorios de las dos bahías, en la época de lluvias y secas.

Muestreo de Octubre 2009.

La Entrega TERRITORIOS	
T1	1.5
T2	1.7
T3	0.6
T4	1.5
T5	2.4

La Entrega NO-TERRITORIOS	
NT1	1.6
NT2	1.3
NT3	0.6
NT4	1.4
NT5	2.4

Cacaluta TERRITORIOS	
T1	1.4
T2	4.4
T3	2.2
T4	1.8
T5	2.3

Cacaluta NO-TERRITORIOS	
NT1	2.0
NT2	4.2
NT3	2.3
NT4	1.9
NT5	2.8

Muestreo de abril 2010.

La Entrega TERRITORIOS	
T1	2.1
T2	1.0
T3	1.3
T4	0.8
T5	1.0

La Entrega NO-TERRITORIOS	
NT1	2.2
NT2	1.2
NT3	1.3
NT4	1.1
NT5	1.1

Cacaluta TERRITORIOS	
T1	9.9
T2	7.9
T3	3.9
T4	2.5
T5	4.0

Cacaluta NO-TERRITORIOS	
NT1	9.6
NT2	6.4
NT3	4.5
NT4	4.0
NT5	4.2

19. Apéndice VII. Peso libre de ceniza de las muestras de biomasa.

Sitio colecta	Biomasa mg(cm ²) ⁻¹	Sitio colecta	Biomasa mg(cm ²) ⁻¹	Sitio colecta	Biomasa mg(cm ²) ⁻¹	Sitio colecta	Biomasa mg(cm ²) ⁻¹
T1KKM1-09	5.59	NT1KKM1-09	1.71	T1KKM1-10	5.25	NT1KKM1-10	1.63
T1KKM2-09	4.18	NT1KKM2-09	2.38	T1KKM2-10	5.49	NT1KKM2-10	1.94
T1KKM3-09	0.93	NT1KKM3-09	1.53	T1KKM3-10	12.44	NT1KKM3-10	2.34
T1KKM4-09	1.53	NT1KKM4-09	4.65	T1KKM4-10	9.01	NT1KKM4-10	1.42
T1KKM5-09	2.55	NT1KKM5-09	7.57	T1KKM5-10	5.04	NT1KKM5-10	1.39
T2KKM1-09	1.97	NT2KKM1-09	0.54	T2KKM1-10	0.62	NT2KKM1-10	0.09
T2KKM2-09	1.46	NT2KKM2-09	2.56	T2KKM2-10	0.27	NT2KKM2-10	0.78
T2KKM3-09	1.93	NT2KKM3-09	4.51	T2KKM3-10	0.07	NT2KKM3-10	0.11
T2KKM4-09	2.17	NT2KKM4-09	0.05	T2KKM4-10	0.54	NT2KKM4-10	0.14
T2KKM5-09	5.19	NT2KKM5-09	2.61	T2KKM5-10	1.48	NT2KKM5-10	0.01
T3KKM109	5.32	NT3KKM1-09	1.61	T3KKM110	1.45	NT3KKM1-10	1.72
T3KKM2-09	0.94	NT3KKM2-09	2.95	T3KKM2-10	0.37	NT3KKM2-10	2.78
T3KKM3-09	2.21	NT3KKM3-09	1.69	T3KKM3-10	0.98	NT3KKM3-10	0.11
T3KKM4-09	5.31	NT3KKM4-09	0.87	T3KKM4-10	0.41	NT3KKM4-10	2.37
T3KKM5-09	0.04	NT3KKM5-09	1.72	T3KKM5-10	0.19	NT3KKM5-10	0.52
T4KKM1-09	1.87	NT4KKM1-09	2.19	T4KKM1-10	0.22	NT4KKM1-10	0.7
T4KKM2-09	4.12	NT4KKM2-09	3.62	T4KKM2-10	0.19	NT4KKM2-10	0.19
T4KKM3-09	1.25	NT4KKM3-09	2.86	T4KKM3-10	0.17	NT4KKM3-10	0.04
T4KKM4-09	0.48	NT4KKM4-09	1.57	T4KKM4-10	0.56	NT4KKM4-10	0.81
T4KKM5-09	1.32	NT4KKM5-09	0.36	T4KKM5-10	1.38	NT4KKM5-10	0.32
T5KKM1-09	0.37	NT5KKM1-09	2.01	T5KKM1-10	0.69	NT5KKM1-10	0.54
T5KKM2-09	0.49	NT5KKM2-09	3.52	T5KKM2-10	0.11	NT5KKM2-10	0.9
T5KKM3-09	1.47	NT5KKM3-09	0.74	T5KKM3-10	0.11	NT5KKM3-10	0.48
T5KKM4-09	0.63	NT5KKM4-09	0.07	T5KKM4-10	0.07	NT5KKM4-10	0.08
T5KKM5-09	0.41	NT5KKM5-09	2.46	T5KKM5-10	0.18	NT5KKM5-10	0.05
total	53.73	total	56.35	total	47.29	total	21.46
promedio	2.1492	promedio	2.254	promedio	1.8916	promedio	0.8584
T1LEM1-09	3.11	NT1LEM1-09	2.74	T1LEM1-10	1.59	NT1LEM1-10	3.19
T1LEM2-09	1.38	NT1LEM2-09	2.11	T1LEM2-10	2.36	NT1LEM2-10	0.92
T1LEM3-09	1.86	NT1LEM3-09	2.17	T1LEM3-10	0.67	NT1LEM3-10	1.74
T1LEM4-09	0.68	NT1LEM4-09	2.36	T1LEM4-10	2.47	NT1LEM4-10	2.14
T1LEM5-09	1.14	NT1LEM5-09	2.07	T1LEM5-10	6.51	NT1LEM5-10	1.57
T2LEM1-09	3.09	NT2LEM1-09	2.87	T2LEM1-10	2.63	NT2LEM1-10	1.42
T2LEM2-09	3.13	NT2LEM2-09	2.67	T2LEM2-10	7.83	NT2LEM2-10	4.57
T2LEM3-09	1.49	NT2LEM3-09	2.65	T2LEM3-10	4.28	NT2LEM3-10	3.04
T2LEM4-09	2.32	NT2LEM4-09	1.63	T2LEM4-10	3.62	NT2LEM4-10	1.16
		NT2LEM5-09	1.53	T2LEM5-10	3.52	NT2LEM5-10	1.31
T3LEM109	1.79	NT3LEM1-09	2.99	T3LEM110	1.84	NT3LEM1-10	1.89
T3LEM2-09	1.25	NT3LEM2-09	1.87	T3LEM2-10	1.56	NT3LEM2-10	2.42
T3LEM3-09	3.39	NT3LEM3-09	1.66	T3LEM3-10	2.01	NT3LEM3-10	1.31
T3LEM4-09	2.79	NT3LEM4-09	3.14	T3LEM4-10	2.38	NT3LEM4-10	2.01
T3LEM5-09	1.58	NT3LEM5-09	2.33	T3LEM5-10	2.65	NT3LEM5-10	2.13
T4LEM1-09	5.93	NT4LEM1-09	2.19	T4LEM1-10	32.54	NT4LEM1-10	4.28
T4LEM2-09	4.22	NT4LEM2-09	3.61	T4LEM2-10	2.38	NT4LEM2-10	3.41
T4LEM3-09	0.67	NT4LEM3-09	2.86	T4LEM3-10	1.28	NT4LEM3-10	2.71
T4LEM4-09	3.17	NT4LEM4-09	1.57	T4LEM4-10	3.54	NT4LEM4-10	3.44
T4LEM5-09	2.15	NT4LEM5-09	0.36	T4LEM5-10	1.53	NT4LEM5-10	2.93
T5LEM1-09	1.03	NT5LEM1-09	5.81	T5LEM1-10	5.45	NT5LEM1-10	1.29
T5LEM2-09	0.16	NT5LEM2-09	0.57	T5LEM2-10	2.31	NT5LEM2-10	3.12
T5LEM3-09	2.45	NT5LEM3-09	4.26	T5LEM3-10	2.14	NT5LEM3-10	2.21
T5LEM4-09	3.37	NT5LEM4-09	2.01	T5LEM4-10	1.38	NT5LEM4-10	2.55
T5LEM5-09	0.32	NT5LEM5-09	0.81	T5LEM5-10	1.31		
total	52.47	total	58.84	total	99.78	total	56.76
promedio	2.18625	promedio	2.3536	promedio	3.9912	promedio	2.365

20. Apéndice VIII. Abundancia relativa por tipo de muestra (puntuales y de biomasa) y localidad.

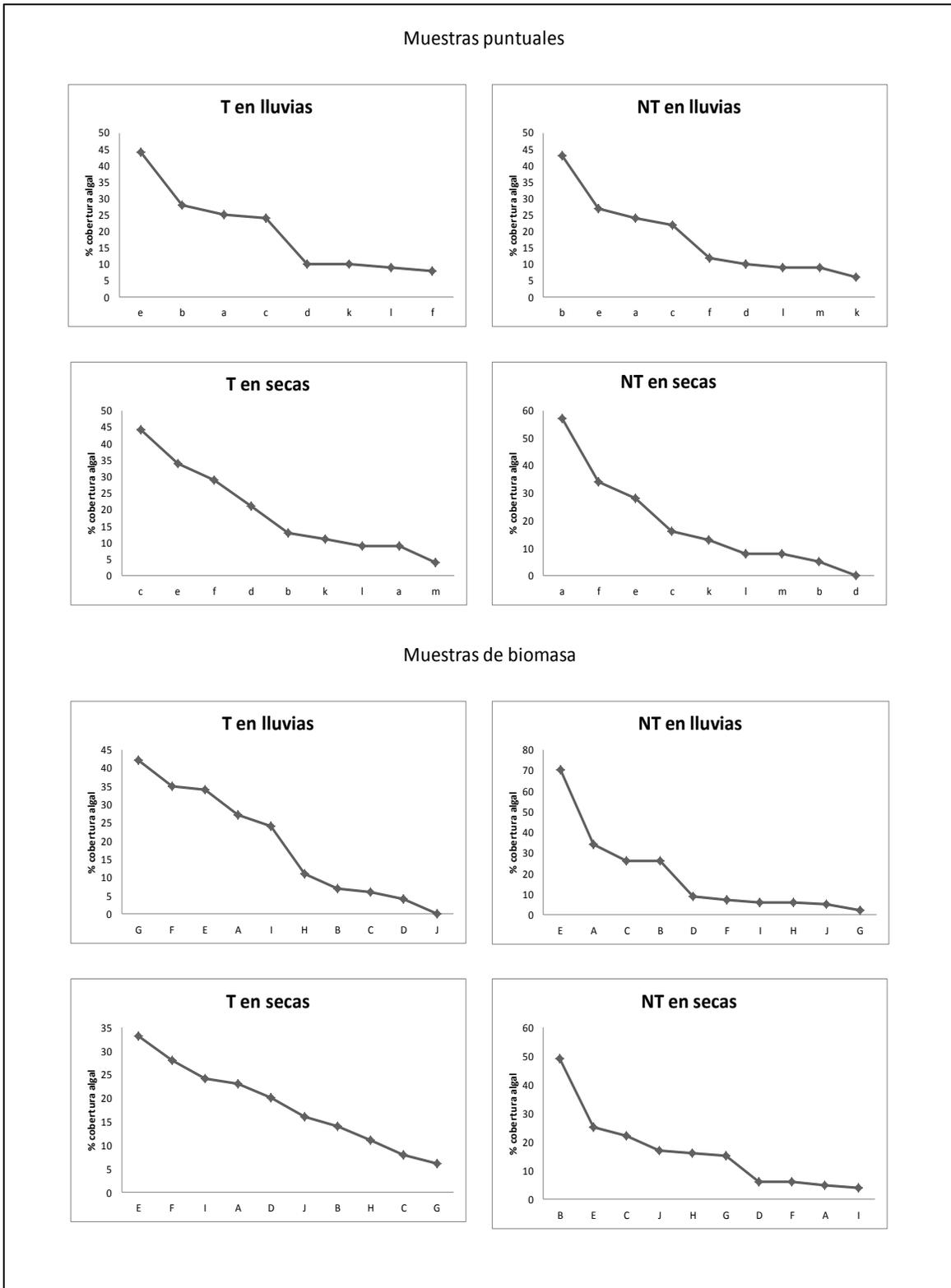
En la Figura 6, se observa que los valores de abundancia relativa (en porcentaje de cobertura algal) de las especies seleccionadas, tienen rangos distintos dependiendo de los sitios de colecta y la temporada.

En las gráficas de muestras puntuales (crecimientos algales y puntos de alimentación), en los Territorios de lluvias el rango fue de 37 a 8 % de cobertura algal de las especies más representativas y en los No-Territorios de 46 a 6 %. En los Territorios de secas el rango fue de 44 a 4 % de cobertura algal de las especies más representativas y en los No-Territorios de 57 a 5 % de cobertura algal.

En las gráficas de biomasa, en los Territorios de lluvias el rango fue de 42 a 4 % de cobertura algal de las especies más representativas y en los No-Territorios de 70 a 2 % de cobertura algal. En los Territorios de secas el rango fue de 36 a 6 % de cobertura algal de las especies más representativas y en los No-Territorios de 49 a 4 % de cobertura algal.

En las gráficas correspondientes a los puntos de alimentación / céspedes algales, en la época de lluvias (2009), en los Territorios, la mayor abundancia relativa, en términos de porcentaje de cobertura está dada por la especie *Polysiphonia sertularioides* (44 %) seguida de *Derbesia marina* (45 %) y *Bryopsis pennata* var. *minor* (25 %). Por su parte, fuera de los Territorios *Derbesia marina* es la especie con mayor cobertura (43 %), seguida de *Polysiphonia sertularioides* (27 %) y *Bryopsis pennata* var. *minor* (24 %).

Fig. 6. Cobertura algal representativa de los T y NT en las muestras puntuales y de biomasa en lluvias y secas.



En secas se observa que hay 2 especies que se invierten en el orden de mayor abundancia relativa (las especies que están en segundo y tercer orden) *Polysiphonia sertularioides* y *Wurdemannia miniata*. En los Territorios la especie con más cobertura es *Gayliella flaccida* (44 %), seguida de *Polysiphonia sertularioides* (34%) y de *Wurdemannia miniata* (29 %). En los No-Territorios la especie con mayor cobertura es *Bryopsis pennata* var. *minor* (57 %), seguida de *Wurdemannia miniata* (34 %) y *Polysiphonia sertularioides* (28 %). Si se compara la cobertura algal de los sitios de colecta entre las estaciones, la época de lluvias aportó los valores más altos de cobertura algal.

Por su parte en las muestras de biomasa, en lluvias (2009) el mayor porcentaje de cobertura algal de los Territorios fue de la especie *Amphiroa dimorpha* (42 %), después *Wurdemannia miniata* (35 %) y *Polysiphonia sertularioides* (34 %). Por su parte en los No-Territorios *Polysiphonia sertularioides* es la especie con mayor cobertura (70 %), seguida de *Bryopsis pennata* var. *minor* (34 %) y de *Gayliella flaccida* (26 %).

En secas (2010), particularmente en los Territorios la especie con mayor porcentaje de cobertura algal es *Polysiphonia sertularioides* (33 %) después *Wurdemannia miniata* (28 %) y *Hypnea pannosa* (24 %). En los No-Territorios fue *Derbesia marina* (49 %), *Polysiphonia sertularioides* (25 %) y *Gayliella flaccida* (22 %).

En lluvias, particularmente en las muestras puntuales las especies: *Derbesia marina* y *Polysiphonia sertularioides*, estuvieron presentes entre los 2 valores más altos de cobertura algal. En los Territorios *Polysiphonia sertularioides* fue la especie con mayor abundancia relativa y en los No-Territorios fue la segunda; por su parte con *Derbesia marina* sucedió lo contrario en lo T fue la segunda especie con mayor abundancia relativa y en los NT la primera. A diferencia, en secas se presentaron diferencias por tipo de muestra. En las muestras puntuales las

especies en segundo y tercero orden de abundancia relativa fueron las que coincidieron (de entre los tres primeros lugares) y se invirtieron, dependiendo el sitio (T y NT), *Polysiphonia sertularioides* se encontró como la especie en segundo lugar de abundancia relativa en los Territorios y en tercer lugar en los No-Territorios. Por su parte *Wurdemannia miniata* en los Territorios se encontró en el tercer orden y en los NT en el segundo orden de importancia.

Las muestras de biomasa, *Polysiphonia sertularioides* es la especie que comparten los T y NT entre los primeros tres valores de abundancia relativa, en ambas muestras (puntuales y de biomasa). En las muestras de biomasa en lluvias, en los Territorios dicha especie se registró en 3 orden de importancia, por su parte en los No-Territorios fue la especie en primer lugar. En secas *Polysiphonia sertularioides* dentro de los Territorios fue la especie con mayor abundancia relativa, mientras que en los No-Territorios se presentó en segundo orden de importancia en la abundancia relativa algal.

La variación existente entre los sitios de colecta (T y NT) fue la especie *Polysiphonia sertularioides* debido a que se mantiene entre los primeros tres lugares de importancia de abundancia relativa en ambos muestreos (lluvias y secas), de ambas bahías (Cacaluta y La Entrega) y en ambos sitios de colecta (Territorios y No-Territorios).

Si se toma en cuenta la abundancia relativa por tipo de muestra, por localidad y temporada podemos observar lo siguiente: En las muestras de biomasa, en lluvias se observan diferencias marcadas entre las localidades y sitios de colecta (T y NT), el mayor aporte de abundancia relativa está dado por bahía Cacaluta debido a que los valores son más altos; pero bahía La Entrega aporta un mayor número de “especies representativas” con respecto a Cacaluta.

En Cacaluta los No-Territorios presentaron los valores más altos de abundancia en relación a los Territorios al igual que en La Entrega. En secas lo anterior difiere,

ya que en ambas bahías (Cacaluta y La Entrega) los Territorios aportaron la mayor abundancia relativa (porcentaje de cobertura algal) con respecto a los No-Territorios. De manera general en los Territorios se observó que fueron 2 o 3 especies las que aportaron los valores más altos de abundancia relativa; en comparación con los No-Territorios en donde la mayor abundancia relativa, estuvo dada por una especie. (Tabla 3).

Tabla 3. Muestras de biomasa que muestran las especies con cobertura representativa en las temporadas de lluvias y secas y en los sitios de colecta (Territorios y No-Territorios).

Especie	Biomasa							
	lluvias (octubre de 2009)				secas (abril de 2010)			
	TCaca09	NTCaca09	TLE09	NTLE09	TCaca10	NTCaca10	TLE10	NTLE10
<i>Amphiroa dimorpha</i>	28%		4%	2%	1%	15%	5%	
<i>Hypnea pannosa</i>	16%		8%	6%	18%	4%	6%	
<i>Hypnea spinella</i>			4%	9%	7%		13%	6%
<i>Wurdemannia miniata</i>			33%	7%		2%	28%	4%
<i>Ceramium serpens</i>	3%		8%	6%	6%	10%	5%	6%
<i>Gayliella flaccida</i>			6%	26%	2%	8%	6%	14%
<i>Neosiphonia Sphaerocarpa</i>				5%	12%	13%	4%	4%
<i>Polysiphonia sertularioides</i>	27%	57%	7%	13%	28%	21%	5%	4%
<i>Derbesia marina</i>	7%	18%		8%	10%	13%	4%	36%
<i>Bryopsis pennata</i> var. <i>minor</i>	9%	25%	18%	9%	10%	5%	13%	

Considerando las muestras puntuales, en lluvias no se registraron diferencias marcadas en el número de especies que aportaron la mayor abundancia relativa; pero las diferencias fueron entre los sitios de colecta y la localidad. En Cacaluta los Territorios aportaron la mayor abundancia algal en comparación con los No-Territorios y en La Entrega fueron los No-Territorios los que aportaron los valores más altos de abundancia relativa (% de cobertura algal).

En secas no se observaron diferencias entre las localidades, ni entre los sitios de colecta (T y NT) debido a que el número de especies y sus porcentajes que determinan la mayor abundancia relativa en los T y NT en cada bahía son parecidos. En Cacaluta los No-Territorios fueron los que aportaron la mayor abundancia relativa en comparación con los Territorios. En la Entrega por su

parte fueron los Territorios los que aportaron la mayor abundancia relativa (en función del porcentaje de cobertura algal) Tabla 4.

Tabla 4. Muestras puntuales que muestran las especies con cobertura representativa en las temporadas de lluvias y secas y en los sitios de colecta (Territorios y No-Territorios).

Especie	Muestras puntuales							
	lluvias (octubre de 2009)				secas (abril de 2010)			
	TCaca09	NTCaca09	TLE09	NTLE09	TCaca10	NTCaca10	TLE10	NTLE10
<i>Hypnea spinella</i>	3%	6%	7%	4%			21%	
<i>Wurdemannia miniata</i>	1%	6%	7%	6%	8%	4%	21%	30%
<i>Gayliella flaccida</i>	6%	5%	18%	17%	23%	9%	21%	7%
<i>Herpósiphonia secunda</i>		2%	9%	7%	3%	3%	6%	5%
<i>Heterosiphonia crispella</i> var. <i>laxa</i>	2%	4%	6%	5%		3%	4%	5%
<i>Polysiphonia sertularioides</i>	26%	14%	11%	13%	27%	22%	7%	6%
<i>Derbesia marina</i>	21%	30%	7%	13%	7%	5%	6%	
<i>Bryopsis pennata</i> var. <i>minor</i>	11%	10%	14%	14%	5%	31%	4%	26%
<i>Chlorodesmis hildebrandtii</i>	3%		7%	6%	7%	8%	4%	5%