



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**EFFECTO DEL SEDIMENTO RETENIDO EN LA
ESTRUCTURA DE LOS ENSAMBLAS ALGALES
SUBMAREALES**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGA**

**PRESENTA:
PERLA VÁZQUEZ TEXOCOTITLA**

**DIRIGIDA POR:
DRA. NORMA ANGÉLICA LÓPEZ
GÓMEZ**



2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Datos del Jurado

1. Datos del alumno.

Vázquez
Texcotitla
Perla
21 61 32 67
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
30021960-7

2. Datos del tutor.

Dra.
Norma Angélica
López
Gómez

3. Datos del sinodal 1

Dra.
Dení Claudia
Rodríguez
Vargas

4. Datos del sinodal 2

M. en C.
Carlos Federico
Candelaria
Silva

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
María Edith
Ponce
Márquez

6. Datos del sinodal 4

Biol.
Mayra Adriana
García
Cerecedo

7. Datos de la tesis.

Efecto del sedimento retenido en la estructura de los Ensamblados Algales Submareales
70 p.
2009

DEDICATORIA

A mis padres, a mi hermana.....

A mi padre.....ese hombre a quien le debo todo lo que soy. Infinitamente gracias por enseñarme el respeto hacia la vida, por sembrarme las ganas de querer saber más, la ambición de ser mejor cada día, por inculcarme el estudio, la ciencia, la pasión por la música, por apoyarme en todo, por eso y mucho más, eres la persona que más admiro en este mundo. Te amo.

A mi madre.....por ser la mujer que me enseñó siempre a estar de pie frente al mundo entero. Por darme la vida, por tu fortaleza, por enseñarme la responsabilidad, la perseverancia, el orgullo y la consciencia....por todo, por todo, gracias.

A mi hermana.....por ser mi compañera. Gracias por todos estos años juntas. Por enseñarme tanto, por todas tus sonrisas y por todas las andanzas, por compartir la música. Te quiero.

AGRADECIMIENTOS

A esta Universidad que me ha dado todo, todo lo que cualquier ser humano puede pedir.....el conocimiento y a los más grandes amigos.

A mi asesora, la Dra. Norma Angélica López Gómez por confiar en mí para la realización de este trabajo, por guiarme, por toda su dedicación y perseverancia, por mostrarme el maravilloso mundo de las algas, pero sobre todo, por contribuir invaluablemente a mi formación. Por las pláticas y por el cariño.

A mis sinodales.

A la Dra. Dení Claudia Rodríguez Vargas por sus valiosísimas contribuciones a este trabajo, por su amabilidad y cortesía. Pero sobre todo, por darme una visión más amplia de la Biología.

Al M. en C. Carlos Federico Candelaria Silva por todo este tiempo de trabajo, por sus grandes contribuciones, por su aportación a mi formación, por las pláticas, por los debates constructivos, por considerarme parte del equipo.

A la M. en C. María Edith Ponce Márquez por sus valiosas recomendaciones a esta tesis, pero sobre todo, por darme la confianza para desarrollar mi trabajo en el Taller de Protistas y Algas. Por ser tan linda.

A la Bióloga Mayra Adriana García Cerecedo por darme las herramientas para la realización de los análisis estadísticos, por sus contribuciones y comentarios a este trabajo. Por dedicarme un poco de su tiempo, por ser tan linda y amable.

A David Salinas por su gran ayuda en este trabajo y por su sincera confianza.

A mis primos..... Armando y Alfredo por todo su apoyo, cariño y preocupación, por ser los hermanos que nunca tuve.

A mis amigos...

A Dulce..... mi más grande amiga. Gracias por tantos años y tantas vivencias maravillosas juntas, por compartir el amor hacia la biología, al mar y a las tortugas. Gracias por existir, sin ti, nada valdría la pena. Siempre, hasta el fin.....

A Fernando..... por hacer de mí a alguien más libre, con más esencia, por darme fuerza y lealtad, por escuchar mi mundo de ideas y por ser el mejor de los amigos. De aquí a la eternidad.....

A Elizabeth..... es bastante difícil expresar todo lo que has significado en más de 10 años de ser mi amiga, eres simplemente de lo mejor que me ha pasado.

A Armando..... por compartir todos esos maravillosos momentos, pero sobre todo por ser mi amigo, por ser incondicional y estar a mi lado siempre. De aquí para toda la vida mi peke-Armand.

A Carlo..... gracias por enseñarme a ser más, simplemente más en todo. Por regalarme tú esencia, por darme tu alegría y compartir las risas, por perder el glamour conmigo jajaja. Simplemente gracias por existir.

A Juan Carlos..... gracias por mostrarme la lucha día a día. Eres más que un amigo y hermano para mí, eres esencial.....juntos hasta el fin.

A Ángel..... gracias por haberme regalado parte de tu vida, por haberme dado y seguir dando tanto, por quererme aún, por amarme aún. Gracias por siempre apoyarme a seguir y ser más grande cada día. Por siempre te llevaré en el corazón.

A Jannis..... por todo su apoyo, por ser tan linda, por preocuparse por mí, por escucharme, por comprenderme y aconsejarme, pero sobre todo, por ser mi amiga.

A Neza.... por compartir su mente maravillosa, por darme un mundo de fantasía, de dimensiones y sueños. Por ser mi maestro y amigo.

A Ricardo..... por ser un verdadero amigo, por escucharme, por toda tu infinita confianza, por regañarme y orientarme, por ser mi confidente.

A Kich y Moni..... por haber vivido conmigo ese maravilloso mundo de las tortugas. Gracias por seguir juntas, por las aventuras y viajes, por su sincera amistad, por escucharme y sonsacarme jajaja.

A María José..... por tantos años juntas en la carrera y hasta hoy, por las risas, festejos y conciertos, por seguir conmigo.

A Rey..... gracias por cada momento juntos, por cada aventura, por seguir siendo mi amigo y apoyarme siempre.

A Zaira y Carlos Alberto.... por tantas y tantas locuras y risas, por ser mis hermanos. Los quiero y llevo siempre conmigo.

A Claudia, Gabriela, Yezenia, Sarahí, Estrella y Yesica..... gracias por su sincera amistad, por haber hecho de la prepa una de las mejores etapas de mi vida, las llevo siempre en el corazón.

A Ismael..... por ser mi anhelo, mi luz.

A mis demás amigos y compañeros: Eloísa, Hiram, Carolina, Adrián, Rubén, Omar, Héctor, Juanjo, Carlos Enrique, Tatiana, Hugo, Mauricio, Carlitos, Carlos Lara, Marco, Alejandra, Urika, Javier, Nat y Xochipa, porque directa o indirectamente siempre me impulsaron a seguir y cumplir mis sueños, gracias por todas las aventuras y las risas, gracias por todo....

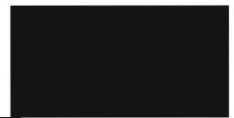
A mis maestros y compañeros de buceo.....sin ellos jamás lo hubiera logrado, gracias por mostrarme las sorprendentes profundidades del mar.....el mar.....el mar.....

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. MARCO TEÓRICO	10
3.1. Marco conceptual	11
3.1.1. Concepto de césped	11
3.1.2. Concepto de forma-funcional	13
3.2. Impacto de la urbanización en las costas rocosas sobre las comunidades marinas (céspedes algales)	17
3.3. Proyecto general “Biodiversidad Marina de la Región de Zihuatanejo, Guerrero (BMRZ)”	17
4. ÁREA DE ESTUDIO	19
4.1. Playa Las Gatas	22
5. OBJETIVOS	24
6. MÉTODO	26
6.1. Procedimiento de campo	27
6.2. Procedimiento de laboratorio	28
6.2.1. Análisis gravimétrico	28
6.2.1.1. Sedimento grueso	28
6.2.1.2. Sedimento fino	29
6.2.2. Identificación taxonómica de las especies	29
6.2.3. Asignación a los grupos forma-funcional algales	29
6.2.4. Medición de la biomasa por grupo forma-funcional	30
6.3. Procedimiento de gabinete	30
6.3.1. Análisis estadísticos	30
7. RESULTADOS	32
7.1. Composición	33

7.2.	Formas-Funcionales	36
7.3.	Biomasa de las formas-funcionales	39
7.4.	Sedimento	41
7.5.	Variación de la biomasa total y el sedimento total por fecha de colecta	42
7.6.	Análisis estadísticos	42
8.	DISCUSIÓN	49
9.	CONCLUSIONES	56
10.	BIBLIOGRAFÍA	58
11.	ANEXOS	67

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

Los ensambles macroalgales dominados por especies que forman céspedes son abundantes en todo el mundo, en regiones templadas y tropicales y en costas intermareales y submareales (Airoldi, 2001). La forma de crecimiento denominada césped se compone de algas que no sobrepasan los 5 cm de altura y que tienden a atrapar grandes cantidades de sedimento (Hay, 1981; Kendrick, 1991; Airoldi *et al.*, 1996; Garrabou *et al.*, 2002; Irving y Connell, 2002; Birrel *et al.*, 2005).

Los céspedes algales son relevantes desde el punto de vista ecológico, debido a que contribuyen al 80% de la producción primaria del arrecife y fijan una considerable cantidad de nitrógeno (Williams y Carpenter, 1998). Asimismo son la fuente principal de alimentación de una gran gama de peces e invertebrados, también constituyen el hábitat para su protección, refugio e incubación de estadios ontogénicos (Palma y Ojeda, 2002). En ambientes arrecifales, los céspedes son de gran importancia, ya que los patrones de distribución, abundancia y comportamiento trófico de muchos peces con importancia comercial para el hombre, parecen estar principalmente influenciados por la gran abundancia de diversas especies de algas cespitosas (Cheroske *et al.*, 2000; Palma y Ojeda, 2002; Chapman *et al.*, 2005).

La presencia o ausencia de arena en el césped influye en la composición específica de esta forma de crecimiento y es un factor que debe ser considerado en el entendimiento de los sistemas biológicos (Stewart, 1983).

El sedimento es un material sólido que es transportado desde un sitio de origen ya sea por aire, agua, hielo o viento hasta un yacimiento. La deposición ocurre cuando una gran cantidad de sedimentos llega a ser transportada a un ambiente en particular. El proceso de deposición de sedimento depende de algunas características como el tipo de suelo original, la tasa de deposición, el tipo de sedimento y la profundidad a la cual éste se deposita (National Soil Survey Center y Soil Quality Institute NRCS, USDA, 1996).

Para los sedimentos marinos en particular, la distribución depende de varios factores, tales como los cambios en el nivel del mar, la configuración de la línea de costa, oleaje, corrientes locales, y el drenaje de ríos y lluvias. La acción selectiva más eficaz, corresponde a las olas y corrientes de marea, y le sigue en importancia la acción de las corrientes oceánicas (De Miró Orell, 1971). De acuerdo con lo anterior, la dinámica de deposición de sedimento se lleva a cabo con una alta variabilidad temporal y espacial, ya que la mayor parte del transporte ocurre en un período de tiempo muy reducido debido a la distribución de los episodios de lluvia, así, la capacidad de transporte, transferencia y dispersión de sedimentos no es uniforme, y por lo tanto, conlleva a modificaciones en las cantidades transportadas y depositadas (Balasch *et al.*, 2007). Este es un fenómeno que se presenta cada vez con mayor frecuencia en muchas costas del mundo (Airoldi, 2003; Balata *et al.*, 2005), ya que éstas representan áreas de gran importancia económica, lo que ha traído como consecuencia el asentamiento e incremento poblacional en las últimas décadas (Gabriel y Pérez, 2006). Estas zonas se vuelven vulnerables a los procesos provocados por la actividad humana, derivando en la alteración de la biodiversidad y provocando la pérdida progresiva de las costas, la desaparición de especies animales y vegetales, la disminución de la calidad del agua, la sobreexplotación producto de las actividades turísticas e industriales y la modificación de la belleza escénica (Lárez *et al.*, 2005), además del incremento en la concentración de nutrientes en el agua y en los sedimentos (Gorgula y Connell, 2004), cambios en la carga de sedimento, temperatura y salinidad dentro de las aguas costeras (Vitousek *et al.*, 1997).

La estructura de los ensambles algales es influida y mantenida por diversos factores físicos. La distribución y la abundancia de las algas cespitosas pueden estar relacionadas con las variaciones en la temperatura del agua, intensidad luminosa, cambios en el nivel de marea exposición al oleaje, nutrientes, estabilidad del sustrato, etc. (Airoldi, 1995). La sedimentación es uno de los muchos factores físicos que en combinación con otros factores biológicos, influye en la composición y estructura de los ensambles algales (Airoldi *et al.*, 1995; Airoldi, 2003; Balata *et al.*, 2007). Los efectos provocados por la deposición sobre las algas bentónicas son la abrasión y el sofocamiento, los

cuales pueden influir en su tamaño, tasa de crecimiento, reproducción, morfología y biomasa (Airoldi *et al.*, 1996; Airoldi y Cinelli, 1997; Shaw y Richardson, 2001; Widdows y Brinsley, 2002; Carballo, 2006). También afecta a las comunidades de animales bentónicos, en especial, a los invertebrados, ya que el incremento en la deposición provoca un decremento de su riqueza y abundancia y un cambio en la composición de especies (Garrabou y Flos, 1995; Shaw y Richardson, 2001; Gleason *et al.*, 2003; Carballo, 2006).

Por lo tanto, la relevancia de estudiar la relación entre la deposición de sedimento y las comunidades algales radica no solo en los cambios que este proceso puede provocar en su estructura, sino también en otros factores biológicos, como el control que ejerce el pastoreo (Cheroske *et al.*, 2000).

Aunque el conocimiento de los efectos del proceso de sedimentación es amplio en todo el mundo, en el Pacífico Tropical Mexicano es escaso y prácticamente circunscrito al efecto del sedimento sobre las esponjas (Carballo *et al.*, 2002; Carballo, 2006). Particularmente en la región de Zihuatanejo solo se cuenta con un estudio referente al efecto del sedimento sobre las comunidades de poliquetos, crustáceos, equinodermos y moluscos (García-Martínez, 2009).

Debido a la falta de conocimiento acerca del efecto de los sedimentos sobre las comunidades algales, es que se propone la presente tesis, la cual forma parte del proyecto “Efecto del sedimento retenido en los céspedes algales submareales sobre la estructura de los ensamblajes y su biomasa”. Dicho proyecto pretende realizar estudios de mayor alcance temporal y espacial que permitan obtener información de la variación de la deposición de sedimento, contribuyendo así a la generación de datos para el entendimiento de la dinámica de los crecimientos cespitosos algales a nivel regional y la obtención de información científica que a largo plazo, contribuya al establecimiento de una propuesta de manejo y conservación de los recursos marinos de la Región de Zihuatanejo en beneficio de la población.

ANTECEDENTES



2. ANTECEDENTES

Los primeros estudios dedicados a evaluar el efecto de los sedimentos sobre los céspedes de macroalgas fueron realizados en la década de 1980 por Stewart (1983) en San Diego, California, quien documentó la variabilidad estacional en la cantidad de arena atrapada en el césped en extensas plataformas rocosas encontrando que su estructura se modificó cuando el sedimento retenido fue de hasta 4.5 cm de altura. Posteriormente Hay (1981) investigó si la forma de crecimiento cespitosa le confiere ventajas a las especies que los forman, para ello planteó seis hipótesis que fueron probadas haciendo mediciones de fotosíntesis, respiración, desecación, herbivorismo y competencia, comparando la respuesta entre tres especies del césped, *Laurencia papillosa*, *Halimeda opuntia* y *Dictyota bartayesii*, y con agregaciones de varias especies del césped. Encontró que éste es energéticamente costoso pero sufre menos daño fisiológico durante la desecación y pierde menos biomasa por herbívoros. Un hallazgo importante fue que en presencia de un alto herbivorismo, las algas mostraron un crecimiento compacto, de menor tamaño y altamente ramificado, correspondiente con el césped, mientras que en presencia de bajo herbivorismo, las algas muestran un mayor crecimiento y se encuentran menos compactadas.

En la década de 1990 aumentó el interés sobre el fenómeno de la sedimentación, particularmente de su efecto sobre la estructura de los ensambles cespitosos.

Kendrick (1991) evaluó el efecto del sedimento sobre el reclutamiento de las coralinas costrosas y de los céspedes filamentosos en las Islas Galápagos a través de experimentos que simulaban las condiciones de acumulación, erosión y abrasión de sedimento. Los resultados mostraron que la biomasa de las coralinas fue más alta en los tratamientos de abrasión y que en los tratamientos de acumulación y erosión de sedimento aumentó la biomasa del césped filamentosos.

El efecto del sedimento sobre los céspedes se ha determinado a través de las tasas de sedimentación y las variaciones espacio-temporales de la deposición, así como el estrés que éstos provocan (Airoldi *et al.*, 1995; Airoldi *et al.*, 1996;

Airoidi y Cinelli, 1997; Airoidi, 1998 y Airoidi y Virgilio, 1998). Algunos de los hallazgos mas sobresalientes han sido que un césped dominado por *Polysiphonia setacea*, se caracterizó por una alta tasa de deposición, la composición y estructura del ensamble permanecieron relativamente constantes en todo el año y sólo el 23% de las especies fueron reproductivas a lo largo del periodo de trabajo (Airoidi *et al.*, 1995). Por otro lado, el sedimento retenido representó más del 96% de la biomasa total del césped y también la cantidad de éste permaneció constante a lo largo del año; el césped se vió afectado por abrasión severa y su cobertura no fue afectada significativamente ya que logró recuperar su dominancia espacial (Airoidi *et al.*, 1996).

El sedimento atrapado en los céspedes parece tener un fuerte impacto sobre estos ensambles. Whorff *et al.* (1995) encontraron que el césped formado por algas filamentosas y corticadas en la Isla San José en Texas, atrapó un promedio anual de 270 a 2600 g m⁻² de sedimento, siendo influenciado por la pendiente del sustrato y la exposición al oleaje.

La cantidad de sedimento acumulado sobre un ensamble coralino en costas de Italia, afectó su desarrollo y estructura, ya que el césped, conformado por talos erectos fue más extenso en áreas con baja deposición de sedimento, mientras que las algas incrustantes fueron más abundantes en áreas con alta acumulación de sedimento (Balata *et al.*, 2005).

Asimismo, la variación espacial y temporal de la acumulación de sedimento en el césped algal y su impacto en la fauna se investigó en las Islas Británicas (Prathey *et al.*, 2004). Los resultados revelaron que la diversidad del césped y las abundancias de 24 especies de invertebrados asociadas al él, variaron estacionalmente debido a la cantidad de sedimento acumulado, al nivel de la roca donde se encontraban y al tamaño de las partículas de sedimento que acumuló el césped. Se demostró que muchos invertebrados están influenciados por la deposición de sedimento y por las variaciones temporales de las algas que conforman el césped.

Algunos otros aspectos acerca de cómo afectan los sedimentos a los ensamblajes algales se mencionan a continuación. El efecto conjunto de los sedimentos y la microtopografía se evaluaron cuantificando la tasa de sedimentación y las fracciones fina y gruesa del sedimento atrapado en placas experimentales con superficies lisa y áspera, así como la biomasa y la cobertura del césped. Los resultados sugieren que las habilidades de las algas para propagarse vegetativamente y atrapar y retener sedimentos, determinan su persistencia y dominancia espacial, ya que la reducción en la tasa de deposición de sedimento tiene “efectos positivos” en estas características y que dicho efecto ocurre independientemente de la microtopografía del sustrato (Irving y Connell, 2002).

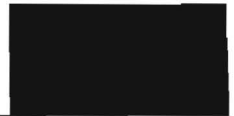
Gorgula y Connell (2004) estimaron la cobertura de un césped y su relación con la urbanización de las costas rocosas del sur de Australia. Evaluaron el efecto del incremento en la carga de sedimento y la cantidad de nutrientes en dos localidades, una urbanizada y la otra no urbanizada. Se cuantificó el porcentaje de cobertura del césped y se adicionaron experimentalmente cantidades de sedimento y nutrientes. Ambos factores fueron relacionados con la cobertura del césped, la cual fue más extensa en costas rocosas submareales no urbanas que en costas rocosas urbanas. Se comprobó que existen tres características ambientales que determinan la variación en la cobertura: incremento de los nutrientes en el agua, incremento de nutrientes en el sedimento e incremento en la deposición de sedimento. La diferencia entre el porcentaje de cobertura de la costa urbana y la no urbana fue considerablemente alta (93%). Estos resultados sugirieron que la actividad humana reduce la producción de nutrientes y causa un aumento en la carga de sedimento.

En la Bahía de Kaneoke, Hawaii, fueron evaluados simultáneamente los efectos de los disturbios físicos, tales como el régimen de velocidad de corriente, la profundidad, y la ubicación dentro del arrecife, y biológicos como los efectos del pastoreo por peces, erizos y cangrejos, y la competencia por espacio entre *Sargassum echinocarpum* y *S. polyphyllum* y el césped. Se cuantificó la biomasa del césped y se encontró que los ensamblajes tuvieron una reducción significativa siendo de 21.8% a 27% causada por los herbívoros y un

50% debida a que las especies de *Sargassum* son mejores competidoras que las especies del césped. Se concluyó que los disturbios físicos y biológicos son los responsables de la estructura de las comunidades cespitosas de arrecifes coralinos rocosos, siendo éstos últimos los de mayor impacto en estos ensamblajes (Cheroske *et al.*, 2000).

Lo anterior representa sólo algunos de los estudios más relevantes encaminados a conocer el efecto de diferentes disturbios, incluido el sedimento en las comunidades algales cespitosas, ya que la gran cantidad de información generada en los últimos años es prácticamente imposible e innecesaria de describir para los fines de este trabajo. Dichos estudios han sido llevados a cabo en diversas localidades de Francia, Gran Bretaña, Australia, Nueva Zelanda, Hawaii, California y Panamá, por mencionar algunas. Sin embargo, los estudios siguen siendo escasos para las costas del continente Americano y en particular en el Pacífico Tropical Mexicano. En la Bahía de Zihuatanejo, ubicada en esta región, se ha observado que los ensamblajes algales forman crecimientos cespitosos que acumulan sedimento, lo que sugiere, de acuerdo con lo anterior, que la estructura de estos ensamblajes también puede estar sometida a sus efectos, manifestándose en variaciones en la composición, riqueza y biomasa algal. Por lo tanto, el presente estudio, es el primero en evaluar el efecto del sedimento retenido en los céspedes algales submareales de Playa Las Gatas, Zihuatanejo, Guerrero, a través de una aproximación en dos niveles de integración, especie y grupo forma-funcional.

MARCO TEÓRICO



3. MARCO TEÓRICO

3.1. Marco conceptual

3.1.1. Concepto de césped

Una forma de crecimiento está referida a la apariencia que adquiere un grupo de especies en colectivo en respuesta a condiciones ambientales particulares (Lincoln *et al.*, 1986; Seoáñez, 1999; Perreta *et al.*, 2000; Allaby, 2005). El césped es una forma de crecimiento que en muchas costas rocosas del mundo se presenta como una respuesta a las condiciones ambientales predominantes.

Los céspedes se han descrito con base en la dominancia de diferentes características, como por ejemplo, las especies, las formas-funcionales y los grupos taxonómicos, entre otros. No obstante, la mayoría de los autores coincide en que esta forma de crecimiento no sobrepasa los 2 cm de altura y que tiende a atrapar y acumular grandes cantidades de sedimento.

Cuando los autores describen a los céspedes, hacen referencia a la heterogeneidad de los ensamblajes en cuanto a su estructura y composición en los diferentes ambientes particulares donde se ubican. Esta heterogeneidad es debida a la influencia que tienen los factores bióticos y abióticos sobre los ensamblajes y a la capacidad de respuesta intrínseca de las especies que los conforman.

Garrabou *et al.* (2002) propusieron siete categorías de césped con diferentes criterios para simplificar su estructura y dinámica: 1) césped de diferentes especies de algas ramificadas estacionales con talos erectos o semierectos con una o más zonas múltiples de anclaje al sustrato; 2) césped de algas laminadas incrustantes perennes, ancladas completamente al sustrato; 3) césped mixto estacional, constituido por pequeñas especies de algas y especies de animales en su mayoría briozoarios e hidrozoarios, además de sedimento y fragmentos de detritus; 4) césped constituido por animales estacionales; 5) césped perenne constituido por animales que abarcan una gran extensión; 6) césped perenne constituido por animales que forman un

montículo o que abarca poca extensión y 7) césped perenne constituido por animales erectos.

En 1978 van den Hoek *et al.*, caracterizaron dos tipos de césped en un arrecife de las Antillas, uno formado por una especie del género *Bryobesia* de menos de 5 mm de altura y otro formado por *Dictyota dichotoma*, de hasta 5 cm de altura. También han sido descritos céspedes formados por ensambles de macroalgas pequeñas, densamente empaquetadas, con sedimento atrapado y dominados por una especie, como *Polysiphonia setacea* (Airoldi *et al.*, 1995).

Hay (1981) describió dos tipos de césped: uno formado por algas arborescentes, escasamente ramificadas y no compactadas sujetas a bajo herbivorismo, como *Laurencia papillosa*, *Dictyota bartayresii* y *Halimeda opuntia*; y otro formado por algas pequeñas, erectas y altamente ramificadas y compactadas que se encuentran sujetas a la desecación y alto herbivorismo. El autor realizó evaluaciones de tasas fotosintéticas y respiratorias, daño por desecación, pérdida de biomasa por herbivorismo y competencia en estas tres especies para probar que la forma cespitosa pequeña y compactada es resultado de la desecación e intenso herbivorismo.

Los céspedes a los que hizo referencia Kendrick (1991) están conformados por algas laminadas, ramificadas, pero principalmente filamentosas, las cuales tienen en común la retención de sedimento. Otros céspedes consisten de algas de 0.5 cm hasta 2 cm de altura y pertenecientes a diferentes grupos formafuncional como filamentos y pequeñas foliosas, hasta las coralinas articuladas. (Palacín *et al.*, 1998; Irving y Connell, 2002; Birrell *et al.* 2005).

Según Coleman (2002) y Kelaher y Rouse (2003), las algas coralinas son un componente abundante y conspicuo del césped y en muchas ocasiones está compuesto casi en su totalidad por este grupo.

3.1.2. Concepto de forma-funcional

Uno de los aspectos más sobresalientes de muchas macroalgas submareales, es su marcada variación en la morfología, ya que muestran un gradiente de formas del talo, las cuales son de suma importancia para su desarrollo fisiológico como la fotosíntesis, captación de nutrientes y susceptibilidad al herbivorismo, lo cual indica respuestas adaptativas convergentes ante condiciones ambientales críticas, favoreciendo la longevidad y la resistencia ante un ambiente estresante y por otro lado, aquellas que muestran respuestas divergentes, las cuales favorecen la productividad y la reproducción (Littler y Littler, 1980).

El modelo de forma-funcional sostiene que las características funcionales de las algas, tales como la fotosíntesis, la captura de nutrientes y la susceptibilidad al pastoreo, están relacionadas con la morfología y la proporción superficie-área: volumen. Los grupos forma-funcional son láminas, filamentosas, bastamente ramificadas, gruesas y carnosas, calcáreas y articuladas, y costrosas (Tabla 1).

Tabla 1. Grupos forma-funcional de macroalgas (Littler y Littler, 1980).

Grupo Funcional	Morfología Externa	Anatomía	Textura	Ejemplos
Láminas	Delgadas, tubulares y láminas	Ecorticadas, una o varias células de grosor	Suave	<i>Ulva</i> , <i>Enteromorpha</i> , <i>Dictyota</i>
Filamentosas	Delicadamente ramificadas	Uniseriadas, multiseriadas o ligeramente	Suave	<i>Centroceras</i> , <i>Polysiphonia</i> , <i>Chaetomorph</i> ,

		corticadas		<i>Microcoleus</i>
Bastamente Ramificadas	Ramificadas toscamente, erectas	Corticadas	Carnosa, tiesa	<i>Laurencia, Chondria, Caulerpa, Penicillus, Gracilaria</i>
Gruesas y carnosas	Hojas gruesas y ramificadas	Diferenciadas, densamente corticadas, paredes gruesas	Carnosa, elástica	<i>Laminaria, Fucus, Udotea, Chondrus</i>
Calcáreas articuladas	Articuladas, calcáreas y erectas	Genícula calcificada, intergenícula flexible con hileras de células paralelas	Pétrea	<i>Corallina, Halimeda, Galaxaura</i>
Costrosas	Postradas, incrustantes	Calcificadas o no calcificadas con hileras de células paralelas	Pétrea o dura	<i>Lithothamnion, Ralfsia, Hildenbrandia</i>

Así, es posible hacer predicciones de la función a partir del análisis de la forma (Littler y Littler, 1980; Lobban y Harrison, 1994). En otras palabras, el modelo de forma-funcional clasifica a las algas en grupos jerárquicos, considerando la forma y la función que en colectivo un grupo de especies es capaz de presentar como respuesta a condiciones ambientales particulares en un espacio determinado.

La forma de crecimiento de césped ha sido estudiada por diversos autores con base en el grupo forma-funcional dominante, por ejemplo, los céspedes coralinos (Kelaher y Rouse, 2003; Gorgula y Connell, 2004; Balata *et al.*, 2005; Kelaher y Castilla, 2005), y filamentosos (Airoldi *et al.*, 1995; Airoldi y Cinelli, 1997).

Otros autores han propuesto un modelo gráfico para predecir la composición de la comunidad algal basada en la productividad y el disturbio por herbívoros; cada grupo funcional presenta patrones convergentes en la biomasa, diversidad y dominancia. Los grupos resultantes tienen tasas características de productividad de masa específica, longevidad del talo y altura del dosel que les provocan un comportamiento similar. Los disturbios por herbívoros tienen un impacto funcional sobre las características anatómicas y morfológicas que son similares en cada grupo (Steneck y Dethier, 1994). Los autores presentan ocho grupos jerárquicos que van desde los menos hasta los más resistentes al herbivorismo: microalgas, filamentosas, foliosas, corticadas foliosas, macrofitas corticadas, macrofitas carnosas, calcáreas articuladas y costrosas (Fig. 1).

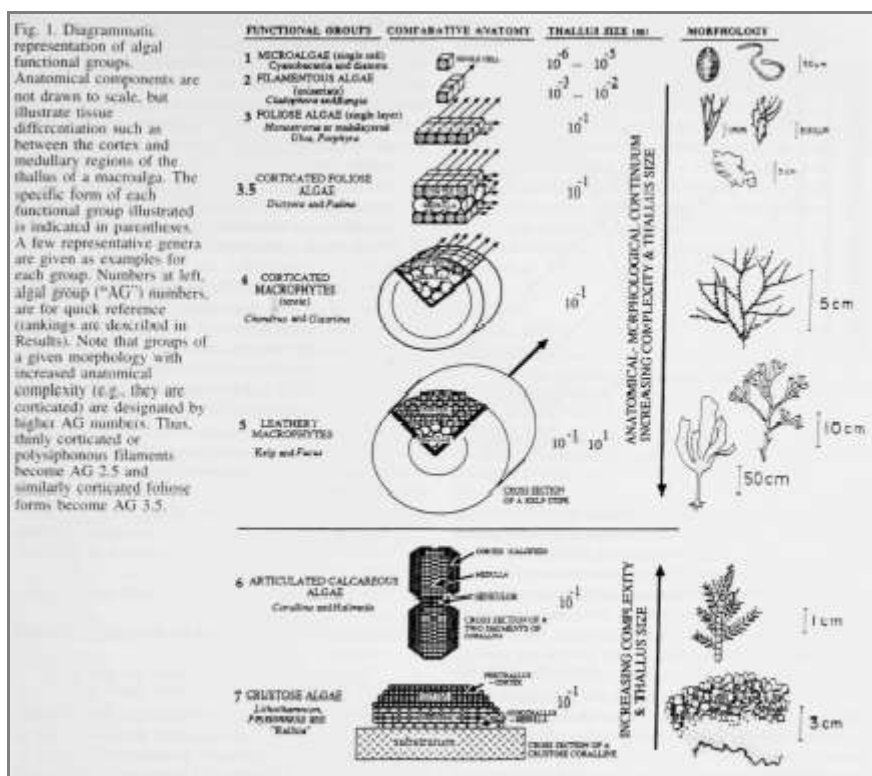


Fig. 1. Grupos funcionales algales (Steneck y Dethier, 1994)

Las semejanzas entre los dos modelos son los grupos de las láminas, las filamentosas, las calcáreas articuladas y las costrosas. El herbivorismo es una de las presiones ambientales evaluadas en la morfología y anatomía de las algas, y en un nivel más general, proponen que las características de las especies que forman un grupo son respuestas convergentes a un conjunto particular de disturbios.

Entre las diferencias, se encuentran el número de grupos formados y los géneros que constituyen a cada uno de esos grupos (ver tabla 1 y figura 1). Las variables evaluadas para constituir los grupos en términos de las características morfológicas y anatómicas son, en el modelo de Littler y Littler (1980) la fotosíntesis y la captación de nutrientes y en el de Steneck y Dethier (1994) son la productividad (tasa máxima de producción de biomasa) y el disturbio (tasa máxima de pérdida de biomasa) a partir del herbivorismo.

En este trabajo se consideró la propuesta de Littler y Littler (1980) por dos razones fundamentales, la primera es que representa el modelo más aceptado actualmente por los ecólogos marinos, por ello se pueden hacer comparaciones entre este y otros trabajos. La segunda es que considera menos grupos que otros modelos, dentro de los cuales es más fácil ubicar a las especies. Además este modelo incluye más variables ambientales, tanto bióticas como abióticas. Por el contrario, el modelo de Steneck y Dethier (1994) está constituido por grupos que resultan sólo del efecto de una variable biótica, el herbivorismo, lo cual es una limitante para el presente estudio ya que se consideró una variable abiótica, el sedimento.

De lo anterior se desprende que el estudio de la forma de crecimiento cespitosa a través de la propuesta de forma-funcional tiene ventajas metodológicas (como la manipulación y cuantificación de las entidades algales en campo y laboratorio) y posibilita generar patrones a un nivel más general que el de especie, es decir, de respuestas en colectivo de varias especies.

Sin embargo, es necesario reconocer que cada una de las especies pertenecientes a un mismo grupo forma-funcional tiene capacidades de

respuesta individuales, producto de su historia evolutiva (González-González, 1992).

Asimismo, es necesario considerar que los céspedes están conformados por poblaciones de diferentes especies. Cada especie es producto de una historia evolutiva particular, resultado de un largo proceso adaptativo como respuesta a diferentes factores ambientales. Las especies algales son afectadas por factores tales como la luz, el sedimento, la temperatura, mecánica del agua, herbivorismo, competencia, etc. Todos estos múltiples factores cambian a lo largo del tiempo, modifican sus valores, llamándose así, gradientes ambientales. El conjunto de todos los gradientes ambientales influye sobre las especies que conforman una comunidad, las cuales suelen expresarse de diferente manera, manifestándose así en su morfología, tasa de crecimiento y reproducción en determinado momento. Es también de considerarse que las especies poseen un rango adaptativo, el cual es resultado de un intervalo de respuesta ante la variación en los valores de los gradientes ambientales, que en combinación con la capacidad intrínseca de respuesta de los individuos, da como resultado una expresión particular en determinado espacio-tiempo (González-González, 1992; Lobban y Harrison, 1994; López, 2001).

3.2. Impacto de la urbanización en las costas rocosas sobre las comunidades marinas (céspedes algales)

Las costas rocosas urbanizadas tienen una gran importancia económica para las poblaciones humanas que habitan ahí (Gabriel y Pérez, 2006). Sin embargo, el desarrollo urbano no planificado tiene consecuencias ecológicas que pueden ser muy graves como producto de la actividad humana, manifestándose en muchas ocasiones, en alteraciones que repercuten negativamente en la estructura de los ensambles cespitosos, como la pérdida o disminución de la abundancia y biodiversidad y modificación de los patrones de distribución de las especies (Brown y Taylor, 1999; Airoidi, 2003; Lárez *et al.*, 2005). Sin embargo, estos no son los únicos efectos negativos que pueden presentarse, también hay una disminución en la cantidad de nutrientes y por ende en la capacidad de captación de las especies que los utilizan para su

metabolismo, de igual manera el aumento en la carga y calidad de sedimento, tanto espacial como temporalmente puede verse afectada. Otros efectos del crecimiento desmedido de la mancha urbana son la alteración en la calidad de agua, la sobreexplotación de la fauna y flora, el aumento en la temperatura y salinidad del agua y la pérdida de la belleza del paisaje como un servicio ecosistémico (Radmer, 1996; Vitousek *et al.*, 1997; Airoldi, 2003; Gorgula y Connell, 2004).

3.3. Proyecto general “Biodiversidad Marina de la Región de Zihuatanejo, Guerrero (BMRZ)”

El proyecto general BMRZ se desarrolla en el Laboratorio de Ficología en colaboración con la Sección de Algas del Herbario, ambos de la Facultad de Ciencias. Los objetivos de dicho proyecto son diseñar estrategias y métodos de trabajo que permitan abordar los problemas taxonómicos, ecológicos y biogeográficos relacionados con la biodiversidad marina de la región, los cuales pueden ser utilizados como criterios de evaluación de la biodiversidad como recurso real o potencial.

En el ámbito ecológico, se desarrolla el proyecto particular “Efecto del sedimento retenido en los céspedes algales submareales sobre la estructura de los ensamblajes y su biomasa” cuyo objetivo general es: determinar el efecto de la cantidad y tamaño del sedimento retenido en los ensamblajes algales, sobre la composición, la biomasa total, y la morfo-estructura de los céspedes algales, en diferentes condiciones de sedimentación-resuspensión en tres localidades de la Bahía de Zihuatanejo.

La presente tesis forma parte de este proyecto particular con la intención de generar y analizar la información correspondiente a una localidad, Playa Las Gatas y dos campañas de trabajo, diciembre de 2006 y marzo de 2007.

ÁREA DE ESTUDIO



4. ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se llevó a cabo en el Estado de Guerrero (16° 18' y 18° 48' 17N y 98° 03' y 102° 12' W), en la localidad de Playa Las Gatas (17° 37' 18.4s, 101° 33' 08.9s) ubicada en la Bahía de Zihuatanejo (Fig. 2).



Fig. 2. Mapa del área de estudio. Edo. de Guerrero (arriba), Bahía de Zihuatanejo (centro) y un acercamiento de Playa Las Gatas (abajo).

El tipo de clima que predomina, de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1973) son el *Aw* correspondiente al clima caliente subhúmedo con lluvias en verano. Las precipitaciones en la zona costera oscilan entre los 750 y 1300 mm anuales (Carranza-Edwards *et al.*, 1975), sin embargo este intervalo se ha extendido recientemente de 600 mm a más de 2500 mm (INEGI, 2008). La temporada de lluvias comprende desde principios de junio a mediados de septiembre. La precipitación media anual es de 1 200 mm.

El litoral de Guerrero es de aproximadamente 500 km de longitud desde la desembocadura del Río Balsas en el noreste, hasta el límite del municipio de Cuajinilapa en el sureste, y posee una extensión de plataforma continental de 5 402 km² aproximadamente (Salcedo *et al.*, 1988). Esta planicie costera está sujeta a un proceso de inmersión que provoca una disminución del ancho de la planicie y la formación de bahías como las de Zihuatanejo y Acapulco con formación de litorales rocosos (Carranza-Edwards *et al.*, 1975).

La Bahía de Zihuatanejo se localiza en el litoral del Pacífico Sur de México al poniente del estado de Guerrero. La costa es abrupta, rodeada de farallones rocosos, acantilados, playas arenosas y numerosos morros aislados (Salcedo *et al.*, 1988). La Bahía tiene una amplitud promedio de marea de 51 cm, alcanzando un máximo de 60 cm de amplitud con la marea viva (Salcedo *et al.*, 1988). La temperatura ambiente es relativamente alta, a excepción de la época invernal donde la temperatura mínima es de 18°C. Durante los meses de mayo a noviembre el área se ve afectada por fenómenos que se manifiestan como depresiones tropicales, después como tormentas tropicales y llegan en ocasiones a formar huracanes o ciclones tropicales, que siguen una trayectoria casi paralela a la línea de costa (Carranza-Edwards *et al.*, 1975). Se han registrado para las aguas superficiales de la Bahía de Zihuatanejo valores máximos de temperatura de 32°C en el verano, y 20°C mínimos en primavera, así como salinidades máximas de 36‰ en otoño y mínimas de 32‰ en verano, otoño e invierno (Salcedo *et al.*, 1988).

Los vientos en la época de lluvias son predominantes del sureste y durante la época de sequía predominan los del noreste. Esto provoca un cambio en la corriente litoral debida al oleaje, dominando del noreste de abril a septiembre y al sureste de octubre a marzo (Salcedo *et al.*, 1988).

4.1. Playa Las Gatas

La localidad de Playa Las Gatas, está ubicada al sur de la Bahía de Zihuatanejo. Destacan sus aguas tranquilas y transparentes prácticamente todo el año, además de un pretil de rocas ígneas ubicado a 40 m frente a la playa. Es una playa de arena gruesa y fina de color marfil, limitada en uno de sus extremos SW por manglar y en el otro (SE) por un acantilado de roca ígnea (Salcedo *et al.*, 1988). El fondo es rocoso-arenoso. Las rocas tienen diversos tamaños, abarcando desde cantos rodados hasta bloques que en su mayoría llegan a medir 150 cm de diámetro y algunos otros de mayor diámetro, las cuales se distribuyen de manera irregular y entre ellas destacan acumulaciones de arena de extensiones variables. Tiene una pendiente de 15 a 20° y una profundidad que va de los 4 a los 8 m (López *et al.*, 2004; observación personal).

La fauna consiste de varias especies de peces, cnidarios, anélidos, equinodermos, crustáceos y moluscos, siendo dos especies de esta última Clase, *Pinctada mazatlánica* y *Cardita crassicostata* de importancia comestible, ornamental e industrial (Vázquez-Delfín, 2008).

Con respecto a la flora, se presentan numerosas especies de algas, algunas de ellas con importancia comercial (Tabla 2).

Tabla 2. Especies con importancia comercial para Playa Las Gatas (Vázquez-Delfín, 2008).

Especie	Uso
<i>Caulerpa racemosa</i>	Comestible, industria farmacéutica y agropecuaria y utilidad médica.

<i>Caulerpa sertularioides</i>	Comestible, industria farmacéutica y agropecuaria y utilidad médica.
<i>Halimeda discoidea</i>	Utilidad médica
<i>Chnoospora minima</i>	Utilidad médica
<i>Dictyota dichotoma</i>	Utilidad médica
<i>Padina durvillaei</i>	Comestible, industria farmacéutica y agropecuaria y utilidad médica.
<i>Padina gymnospora</i>	Utilidad médica
<i>Padina crispata</i>	Utilidad médica
<i>Sargassum liebmani</i>	Extracción de ficoloides, industria farmacéutica y agropecuaria y utilidad médica.
<i>Centroceras clavulatum</i>	Utilidad médica
<i>Gelidium pusillum</i>	Extracción de ficoloides
<i>Gracilaria crispata</i>	Extracción de ficoloides, industria farmacéutica y agropecuaria y utilidad médica.
<i>Hypnea pannosa</i>	Extracción de ficoloides
<i>Hypnea spinella</i>	Extracción de ficoloides
<i>Hypnea johnstonii</i>	Extracción de ficoloides
<i>Lithophyllum</i> sp.	Industria farmacéutica y agropecuaria

OBJETIVOS



5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del sedimento retenido en la estructura de los ensambles algales submareales de la localidad de Playa Las Gatas, Zihuatanejo, Guerrero.

5.2. Objetivos particulares

1. Determinar la cantidad y tamaño del sedimento retenido en los ensambles algales cespitosos y sus variaciones temporales.
2. Determinar la composición de los ensambles algales cespitosos y sus variaciones temporales.
3. Determinar los grupos forma-funcional en los céspedes algales cespitosos.
4. Determinar la biomasa de los grupos forma-funcional y sus variaciones temporales.
5. Establecer la relación entre el tamaño y la cantidad de sedimento retenido y la biomasa de los grupos forma-funcional.

MÉTODO



6. MÉTODO

La estrategia metodológica de este trabajo fue dividida en:

1. Procedimiento de Campo
2. Procedimiento de Laboratorio
3. Procedimiento de Gabinete

6.1. Procedimiento de campo

El estudio se realizó en Playa Las Gatas, en dos fechas de colecta: diciembre de 2006, (inicio de la época de secas) y marzo de 2007 (finales de la sequía) utilizando equipo autónomo de buceo (SCUBA).

En cada fecha se colectaron 8 muestras de algas, para obtener un total de 16. Para la colecta se realizó un muestreo semiazaroso, el cual consistió en ubicar un punto de referencia permanente en la localidad, en donde las condiciones del fondo lo permitieran. Este punto fue el centro de cuatro cuadrantes: I (0° - 90°), II (91° - 180°), III (181° - 270°) y IV (271° - 360°) (Fig. 3).

En cada cuadrante, en un radio de 2 m de distancia a partir del centro, se tomaron 4 muestras al azar. Las restantes 4 muestras se tomaron de igual manera, pero a una distancia de 4 m a partir del centro (Fig. 3).

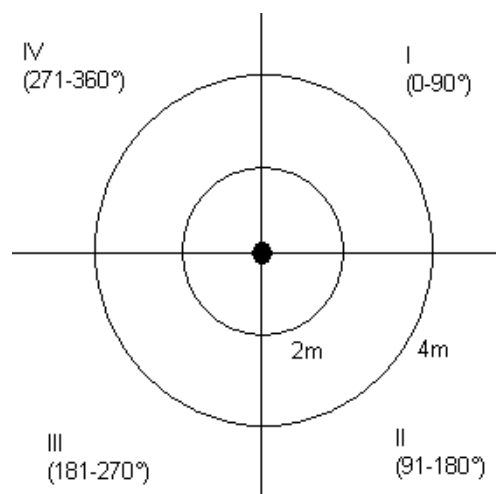


Fig. 3. Esquema del muestreo semiazaroso llevado a cabo en Playa Las Gatas.

El tamaño de las unidades muestrales fue de 10 cm x 10 cm (utilizando un marco de metal). Cada unidad de muestreo fue removida con martillo, cincel y espátula y colocada dentro de una bolsa de plástico (con cierre) previamente numerada. Finalmente, las muestras colectadas fueron llevadas al laboratorio y preservadas en un congelador Sanyo Modelo MDF-236 a -33°C.

6.2. Procedimiento de laboratorio

6.2.1. Análisis gravimétrico

El análisis gravimétrico consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida, que sea susceptible de pesarse (Brown y Sallee, 1977; Skoog y West, 2002; Harris, 2007).

Cada muestra algal contenía una cantidad variable de sedimentos. Para el análisis gravimétrico de cada muestra, el sedimento retenido en el césped fue separado en dos fracciones, gruesa y fina. Cada una fue filtrada, secada y pesada.

6.2.1.1. Sedimento grueso

Cada muestra fue descongelada y el sedimento retenido fue retirado y pasado a través de una malla previamente pesada de 250 μm de luz para separar el sedimento grueso (mayor a 250 μm) del sedimento fino (menor a 250 μm).

Las mallas con el sedimento grueso fueron colocadas en cajas de Petri para ser secadas en una estufa Modelo Lab Tech a una temperatura de 60°C durante 24 horas. Pasadas las 24 hrs, la malla con el sedimento grueso fue pesada en una balanza Sartorius Modelo BL210S, el peso fue registrado en el formato correspondiente (Anexo 1).

Éste último procedimiento de secado y pesado se realizó hasta que el peso del sedimento fuera constante.

6.2.1.2. Sedimento fino

Del sedimento fino que pasó a través de la malla se tomaron alícuotas de 10 ml de un volumen total de 75 ml que fueron filtradas con un sistema Portafiltros “All-Glass” 47 mm utilizando filtros Watmann Millipore GSWP de 0.22 μm (47 mm de diámetro) previamente pesados.

Posteriormente los filtros fueron colocados en cajas de Petri de plástico. El procedimiento de secado y pesado fue el mismo del sedimento grueso.

6.2.2. Identificación taxonómica de las especies

La identificación taxonómica de las especies se realizó utilizando microscopios estereoscópico Olympus Modelo SZ2-ILST y óptico Olympus Modelo CX31RTSF, así como las claves y descripciones taxonómicas correspondientes (Dawson 1953; 1954; 1960; 1961; 1962; 1963a; 1963b; Earle, 1971; Abbott y Hollenberg, 1976; Abbott y Dawson, 1978; Sentíes-Granados, 1995; Dreckmann, 1999; Sentíes y Dreckmann 2008), las especies identificadas fueron registradas en el formato correspondiente (Anexo 1). Las especies fueron clasificadas con base en el esquema de van den Hoek *et al.* (1997). Además, se elaboraron preparaciones semipermanentes de talos completos y cortes histológicos de las especies con gelatina glicerinada al 25%.

6.2.3. Asignación a los grupos forma-funcional algales

Cada especie identificada fue ubicada dentro de su grupo de forma-funcional correspondiente con base en la propuesta de Littler y Littler (1980) (ver Marco Teórico).

Las especies pertenecientes a los grupos de articuladas y costrosas fueron descalcificadas en una solución descalcificadora al 5%.

La forma-funcional de cada especie fue registrada en el formato correspondiente (Anexo 1).

Se utilizó esta propuesta de agrupación de las algas para cuantificar la biomasa, debido a que de esta manera se evita descartar biomاسas de especies menores a 1g lo cual dificulta la realización de los análisis estadísticos.

6.2.4. Medición de la biomasa por grupo forma-funcional

La cuantificación de la biomasa por forma-funcional fue realizada colocando a las especies de cada grupo en papel glassine (No. 2 y 6) previamente pesado y llevado a una estufa Modelo Lab Tech a 60°C durante 24 horas. El proceso de secado y pesado se realizó de la misma manera que para los sedimentos fino y grueso.

Una vez obtenida la biomasa final de los grupos forma-funcional de cada muestra, las algas fueron colocadas en bolsas de plástico para después ser incorporadas a la Colección de la Sección de Algas del Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) de la UNAM, con los siguientes datos: fecha de colecta, localidad, número de muestra, número PTM (Pacífico Tropical Mexicano) y colectores.

6.3. Procedimiento de gabinete

Los datos de pesos de sedimento fino, grueso, biomasa de las formas-funcionales y especie registrados en el Formato de Registro de Datos (Anexo 1 y 2), fueron capturados en hojas de cálculo dentro del programa Microsoft Office Excel versión 2007.

6.3.1. Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica versión 7 (StatSoft). Para determinar la relación entre los grupos forma-funcional de ambas fechas de trabajo, se realizó una prueba *t* de Student, posteriormente se

sometieron a una prueba de regresión lineal simple para conocer el efecto del sedimento sobre la biomasa de los grupos forma-funcional.

RESULTADOS



7. RESULTADOS

7.1. Composición

Para este estudio se encontró un total de 29 especies de algas submareales. Del total de las algas determinadas, 22 especies (76%) pertenecen a Rhodophyta, 4 (14%) a Heterokontophyta (Phaeophyceae) y 3 (10%) a Chlorophyta (Tabla 3, Fig. 4).

Tabla 3. Composición de algas submareales de Playa Las Gatas.

División	Especie
Rhodophyta	<i>Amphiroa beauvoisii</i> <i>Amphiroa misakiensis</i> <i>Amphiroa rigida</i> <i>Ceramium flaccidum</i> <i>Ceramium paniculatum</i> <i>Champia</i> sp. <i>Chondria</i> sp. <i>Gelidiella hancockii</i> <i>Gelidiopsis tenuis</i> <i>Gelidium mcnabbianum</i> <i>Gelidium pusillum</i> <i>Gracilaria veleroae</i> <i>Gracilaria</i> sp. <i>Grateloupia</i> sp. <i>Halymenia</i> sp. <i>Herposiphonia littoralis</i> <i>Herposiphonia secunda</i> <i>Hypnea pannosa</i> <i>Hypnea spinella</i> <i>Jania subpinnata</i> <i>Polysiphonia simplex</i> Rodofitas costrosas
Chlorophyta	<i>Bryopsis pennata</i> <i>Caulerpa sertularioides</i> <i>Cladophora</i> sp.

Heterokontophyta-Phaeophyceae

Dictyopteris delicatula

Dictyota dichotoma

Feofitas costrosas

Sphacelaria rigidula

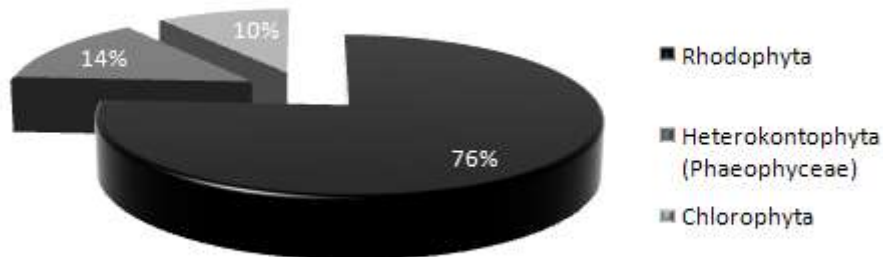


Fig. 4. Riqueza de especies por División.

El número más alto de especies se registró en marzo de 2007 con un total de 26, mientras que en diciembre se observó un total de 17 (Tabla 4). Catorce especies fueron registradas en ambas fechas. Las especies exclusivas de diciembre fueron 3 y las de marzo 12 (Tabla 4).

Tabla 4. Composición algal por campaña de trabajo.

Especie	Campaña de trabajo	
	diciembre de 2006	marzo de 2007
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	X	X
<i>Amphiroa misakiensis</i>	X	X
<i>Amphiroa rigida</i>		X
<i>Bryopsis pennata</i>	X	X
<i>Caulerpa sertularioides</i>	X	X
<i>Ceramium flaccidum</i>		X
<i>Ceramium paniculatum</i>	X	X
<i>Champia</i> sp.		X
<i>Chondria</i> sp.		X
<i>Cladophora</i> sp.	X	X

<i>Dictyopteris delicatula</i>	X	
<i>Dictyota dichotoma</i>		X
Feofitas costrosas		X
<i>Gelidiella hancockii</i>		X
<i>Gelidiopsis tenuis</i>	X	X
<i>Gelidium mcNabbianum</i>	X	
<i>Gelidium pusillum</i>	X	X
<i>Gracilaria veleroae</i>	X	X
<i>Gracilaria</i> sp.	X	X
<i>Grateloupia</i> sp.		X
<i>Halymenia</i> sp.	X	
<i>Herposiphonia littoralis</i>	X	X
<i>Herposiphonia secunda</i>		X
<i>Hypnea pannosa</i>	X	X
<i>Hypnea spinella</i>		X
<i>Jania subpinnata</i>	X	X
<i>Polysiphonia simplex</i>		X
Rodofitas costrosas	X	X
<i>Sphacelaria rigidula</i>		X
Total	17	26

Tabla 5. Número de muestras en que aparecieron las especies de Playa Las Gatas.

Espece	Frecuencia de aparición en las muestras
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	10
<i>Amphiroa misakiensis</i>	7
<i>Amphiroa rigida</i>	1
<i>Bryopsis pennata</i>	6
<i>Caulerpa sertularioides</i>	11
<i>Ceramium flaccidum</i>	3
<i>Ceramium paniculatum</i>	9
<i>Champia</i> sp.	1
<i>Chondria</i> sp.	3
<i>Cladophora</i> sp.	4
<i>Dictyopteris delicatula</i>	4
<i>Dictyota dichotoma</i>	1
Feofitas costrosas	1
<i>Gelidiella hancockii</i>	1

<i>Gelidiopsis tenuis</i>	4
<i>Gelidium mcNabbianum</i>	1
<i>Gelidium pusillum</i>	8
<i>Gracilaria veleroae</i>	8
<i>Gracilaria</i> sp.	6
<i>Grateloupia</i> sp.	5
<i>Halymenia</i> sp.	5
<i>Herposiphonia littoralis</i>	7
<i>Herposiphonia secunda</i>	1
<i>Hypnea pannosa</i>	13
<i>Hypnea spinella</i>	1
<i>Jania subpinnata</i>	6
<i>Polysiphonia simplex</i>	1
Rodofitas costrosas	12
<i>Sphacelaria rigidula</i>	4

Las especies dominantes en términos del número de veces que aparecieron en las muestras fueron: *Hypnea pannosa*, rodofitas costrosas, *Caulerpa sertularioides* y *Amphiroa beauvoisii*, y las especies que aparecieron menos fueron: *Amphiroa rigida*, *Champia* sp., *Dictyota dichotoma*, feofitas costrosas, *Gelidiella hancockii*, *Gelidium mcNabbianum*, *Herposiphonia secunda*, *Hypnea spinella* y *Polysiphonia simplex* (Tabla 5).

7.2. Formas-funcionales

Las formas-funcionales registradas fueron: Ramificadas, Filamentosas, Articuladas, Laminadas y Costrosas.

Los grupos con mayor número de especies fueron las Ramificadas (11) y las Filamentosas (9), cabe destacar que los grupos restantes tuvieron menos de la mitad de la riqueza de los dos primeros (Tabla 6, Fig. 5).

Tabla 6. Riqueza de especies por grupo forma-funcional.

GRUPOS FORMA-FUNCIONAL				
Ramificadas	Filamentosas	Articuladas	Laminadas	Costrosas
<i>Champia</i> sp.	<i>Bryopsis pennata</i>	<i>Amphiroa beauvoisii</i>	<i>Dictyopteris delicatula</i>	Feofitas
<i>Chondria</i> sp.	<i>Caulerpa sertularioides</i>	<i>Amphiroa misakiensis</i>	<i>Dictyota dichotoma</i>	Rodofitas
<i>Gelidiella hancockii</i>	<i>Ceramium flaccidum</i>	<i>Amphiroa rigida</i>	<i>Halymenia</i> sp.	
<i>Gelidiopsis tenuis</i>	<i>Ceramium paniculatum</i>	<i>Jania subpinnata</i>		
<i>Gelidium mcNabbianum</i>	<i>Cladophora</i> sp.			
<i>Gelidium pusillum</i>	<i>Herposiphonia littoralis</i>			
<i>Gracilaria veleroae</i>	<i>Herposiphonia secunda</i>			
<i>Gracilaria</i> sp.	<i>Polysiphonia simplex</i>			
<i>Grateloupia</i> sp.	<i>Sphacelaria rigidula</i>			
<i>Hypnea pannosa</i>				
<i>Hypnea spinella</i>				
Total				
11	9	4	3	2

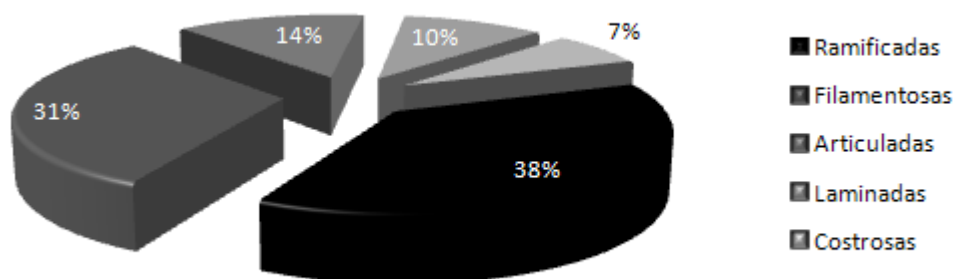


Fig. 5. Riqueza de especies por grupo forma-funcional. Treinta y ocho por ciento Ramificadas (11 especies), 31% Filamentosas (9 especies), 14% Articuladas (4 especies), 10% Laminadas (3 especies) y 7% Costrosas (2 especies).

Los grupos forma-funcional ramificadas y filamentosas fueron las que en su mayoría presentaron mayor cantidad de especies compartidas por ambas fechas de trabajo, seguidas de las articuladas, costrosas y laminadas respectivamente, siendo éste último grupo el único que no compartió especies en ambas campañas de trabajo (Tabla 7).

Tabla 7. Forma-funcional de cada especie y fecha en la que se presentaron.

Grupo forma-funcional	Presencia de especie por fecha de colecta	
	<i>diciembre 2006</i>	<i>marzo 2007</i>
Ramificadas		
<i>Champia</i> sp.		X
<i>Chondria</i> sp.		X
<i>Gelidiella hancokii</i>		X
<i>Gelidiopsis tenuis</i>	X	X
<i>Gelidium mcnabbianum</i>	X	
<i>Gelidium pusillum</i>	X	X
<i>Gracilaria veleroae</i>	X	X
<i>Gracilaria</i> sp.	X	X
<i>Grateloupia</i> sp.		X
<i>Hypnea pannosa</i>	X	X
<i>Hypnea spinella</i>		X
Filamentosas		

<i>Bryopsis pennata</i>	X	X
<i>Caulerpa sertularioides</i>	X	X
<i>Ceramium flaccidum</i>		X
<i>Ceramium paniculatum</i>	X	X
<i>Cladophora</i> sp.	X	X
<i>Herposiphonia littoralis</i>	X	X
<i>Herposiphonia secunda</i>		X
<i>Polysiphonia simplex</i>		X
<i>Sphacelaria rigidula</i>		X
<hr/>		
Articuladas		
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	X	X
<i>Amphiroa misakiensis</i>	X	X
<i>Amphiroa rigida</i>		X
<i>Jania subpinnata</i>	X	X
<hr/>		
Laminadas		
<i>Dictyopteris delicatula</i>	X	
<i>Dictyocta dichotoma</i>		X
<i>Halymenia</i> sp.	X	
<hr/>		
Costrosas		
Feofitas		X
Rodofitas	X	X

7.3. Biomasa de las formas-funcionales

La biomasa de cada una de las formas-funcionales presentó variaciones temporales. El grupo de las articuladas fue el que presentó mayor biomasa en diciembre de 2006 (5.786 g). La biomasa de las ramificadas en ambas fechas de colecta fue mayor a 1 g. Los grupos restantes en ambas fechas de colecta, excepto las articuladas, tuvieron una biomasa menor a 1 g (Tabla 8, Fig. 6).

Tabla 8. Biomosas totales de cada grupo forma-funcional por fecha de colecta.

Forma-funcional	Biomasa total (g) por fecha de colecta		
	<i>diciembre de 2006</i>	<i>marzo de 2007</i>	<i>Total</i>
Ramificadas	1.6688	1.6197	3.2885
Filamentosas	0.3493	0.2201	0.5694
Articuladas	5.786	0.3025	6.0885
Laminadas	1.1847	0.007	1.1917
Costrosas	0.4127	0.844	1.2567
Total	9.4015	2.9933	12.3948

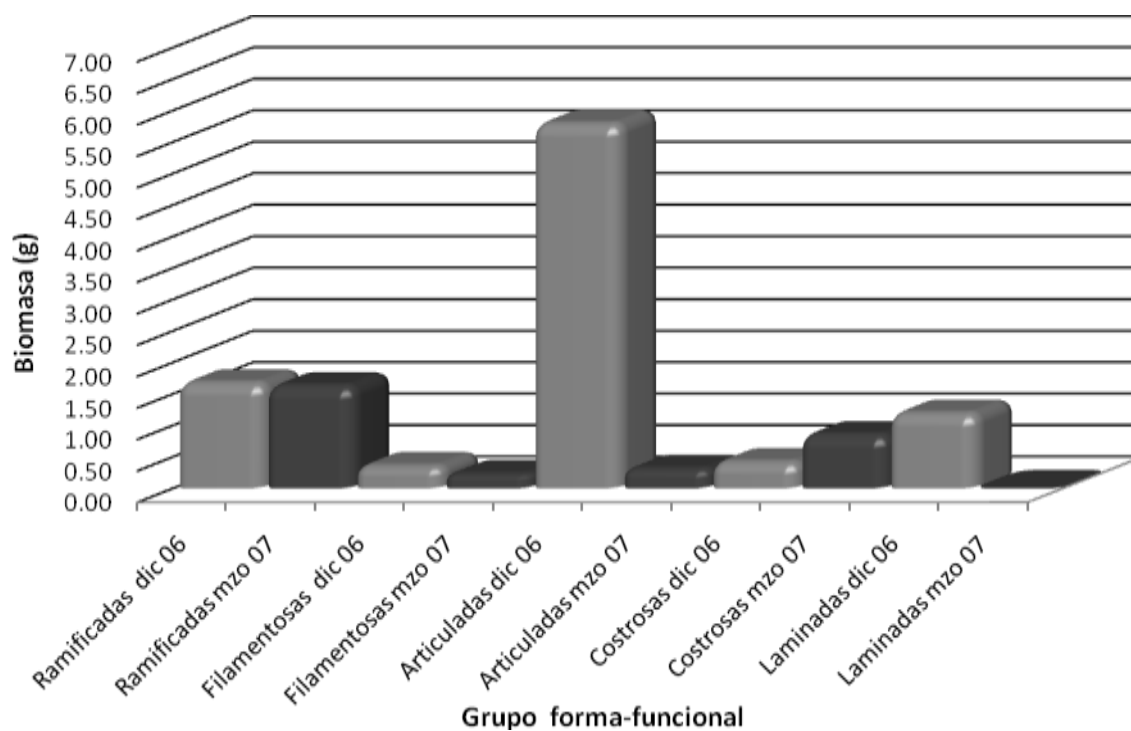


Fig. 6. Variación temporal de la biomasa de los grupos forma-funcional.

7.4. Sedimento

La cantidad total de sedimento y sus fracciones fina y gruesa, fueron mayores en marzo de 2007. El sedimento total fue 3 veces mayor que el registrado en diciembre del año anterior. En cuanto a las fracciones del sedimento, la fina fue dos veces mayor y la gruesa fue aproximadamente 3 veces mayor (Tabla 9, Fig. 7).

Tabla 9. Sedimento fino, grueso y total por fecha de trabajo.

Fracción de sedimento	Cantidad (g) por fecha de trabajo	
	<i>diciembre de 2006</i>	<i>marzo de 2007</i>
Fino	0.8873	1.5089
Grueso	5.3885	17.1015
Total	6.2758	18.6104

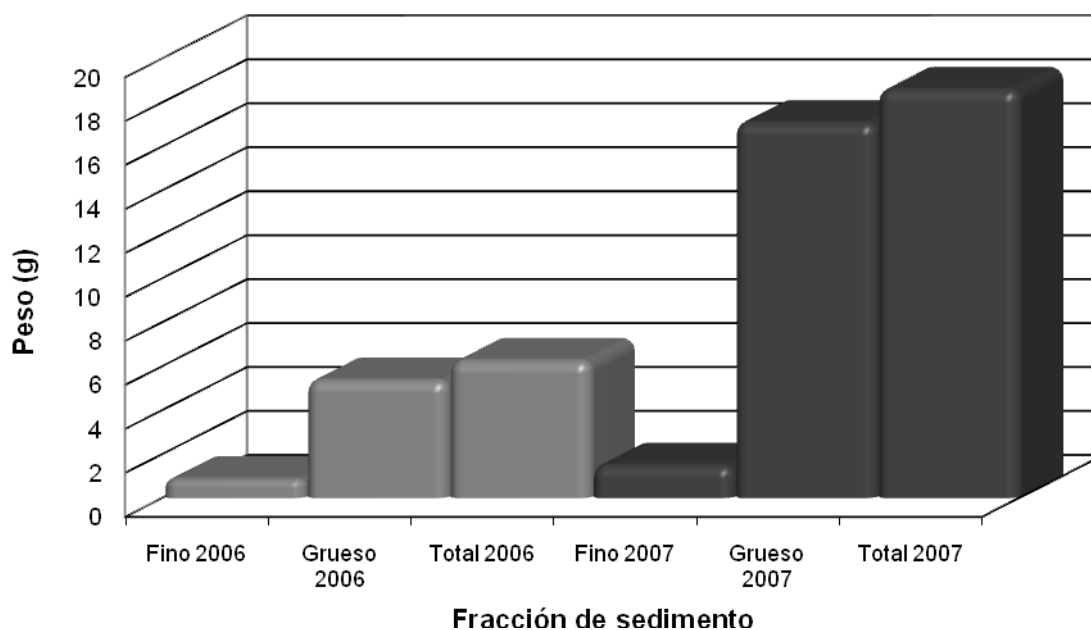


Fig. 7. Cantidad (g) de sedimento fino, grueso y total en diciembre de 2006 y marzo de 2007.

7.5. Variación de la biomasa total y del sedimento total por fecha de colecta.

La variación entre la cantidad de sedimento total y la biomasa total en ambas fechas de colecta fue inversa, esto es, la cantidad de sedimento fue mayor y la biomasa menor en diciembre y el sedimento total menor y la biomasa mayor en marzo (Fig. 8).

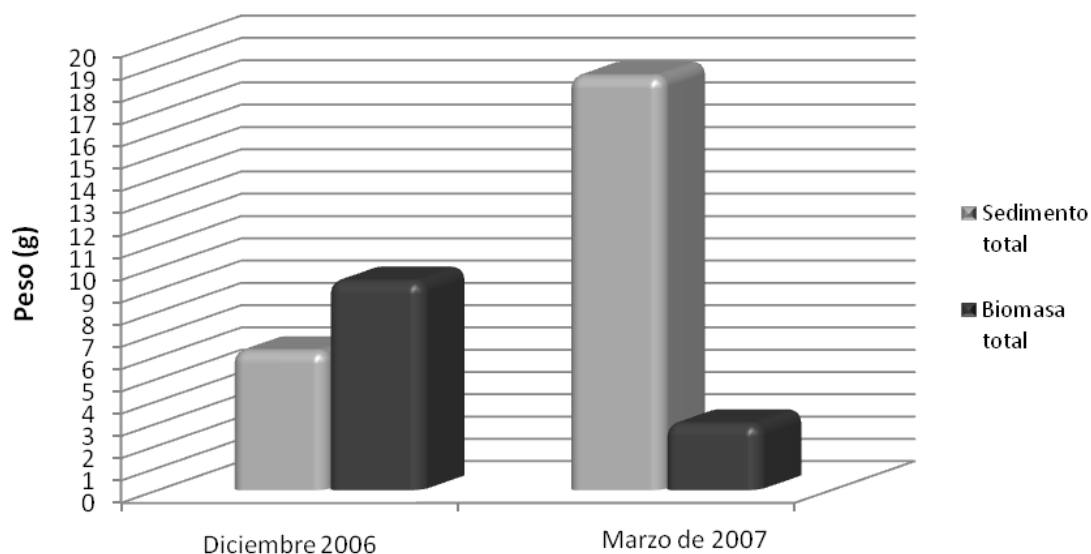


Fig. 8. Variación de la biomasa total y del sedimento total por fecha de colecta.

7.6. Análisis estadísticos

El análisis de la prueba *t* de Student mostró diferencias significativas en dos grupos forma-funcional, las Articuladas ($t = 2.2471$, $gl = 14$, $p = 0.0412$) y las Laminadas ($t = 4.3942$, $gl = 14$, $p = 0.000611$), en los grupos restantes las diferencias fueron no significativas (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis del efecto de la sedimentación sobre la biomasa de las formas-funcionales.

Fuente de variación	<i>t</i>	<i>gl</i>	<i>P</i>
•Ram 06 vs Ram 07	0.082592	14	0.935345

•Fil 06 vs Fil 07	0.495494	14	0.627938
•Art 06 vs Art 07	2.247166	14	0.041274*
•Cost 06 vs Cost 07	-1.08626	14	0.295715
•Lam 06 vs Lam 07	4.394299	14	0.000611*

• Ramificadas, Filamentosas, Articuladas, Costrosas y Laminadas

*P < 0.05 en comparación con Ramificadas, Filamentosas y Costrosas.

Las variaciones temporales del sedimento total en Las Gatas no resultaron significativas a pesar de las diferencias registradas. Esto sugiere que el sedimento no tuvo un efecto sobre la biomasa de las formas-funcionales. Sin embargo, la riqueza es mayor durante marzo, cuando la cantidad de sedimento también fue mayor. Dado que la prueba de t mostró que las diferencias no fueron significativas, los datos fueron sometidos a un análisis de regresión lineal simple para conocer el efecto del sedimento sobre la biomasa de las formas-funcionales. Primero se sometieron a prueba las biomásas totales contra el sedimento total de cada muestra por fecha de colecta, dado que los resultados no fueron significativos, se hizo otra regresión lineal simple con los datos de cada fecha de trabajo de la biomasa de cada grupo forma-funcional por muestra y su correspondiente cantidad de sedimento de ésta última, nuevamente los resultados fueron no significativos. Posteriormente, se volvieron a someter los mismos datos por fecha de colecta de cada grupo forma-funcional por muestra con cada una de las fracciones de sedimento (fino y grueso) correspondiente. Estas últimas pruebas resultaron no significativas.

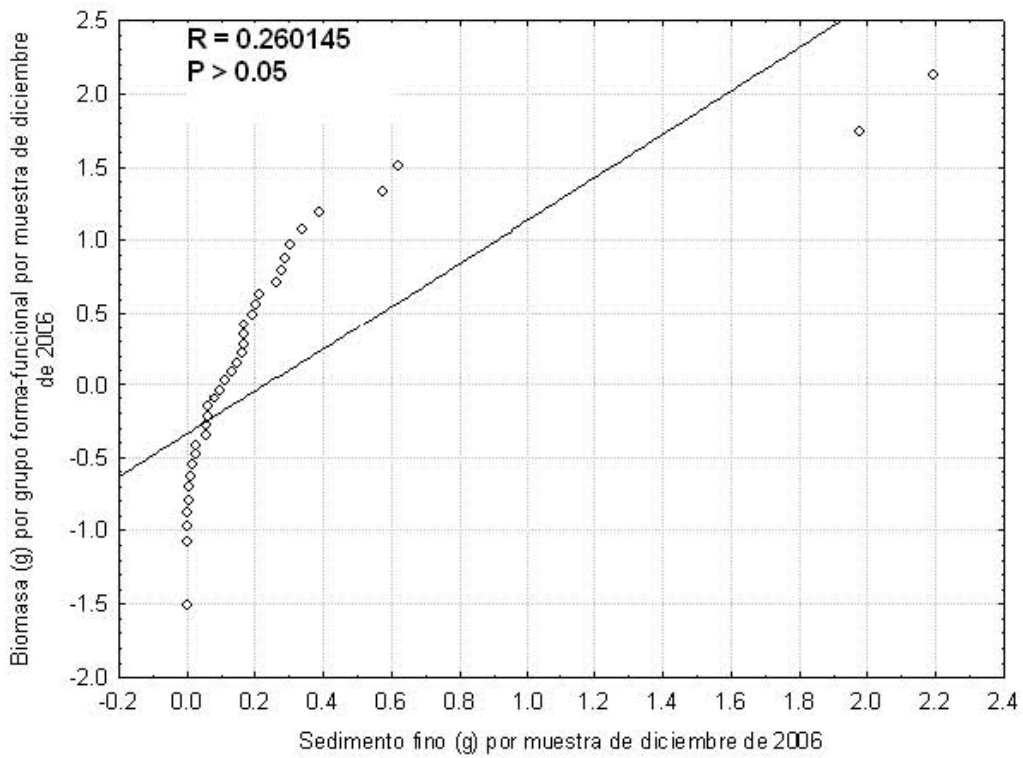
En total se realizaron nueve regresiones lineales simples que resultaron no significativas en ninguno de los casos. Se muestran cinco de ellas en las figuras correspondientes (Tabla 11, Fig. 9, 10 y 11):

Tabla 11. Efecto del sedimento sobre la biomasa de las formas-funcionales.

Fuente de variación	R	R²	F	df Modelo	df Residual	P
Biomasa total vs sedimento total por muestra de 06	0.510061	0.260162	2.109	1	6	0.196563
Biomasa total vs sedimento total por muestra de 07	0.257240	0.066172	0.425	1	6	0.538531
Biomasa por grupo forma-funcional vs sedimento total por muestra de 06 y 07 (juntas ambas fechas)	0.074284	0.005518	0.432	1	78	0.512553
Biomasa por grupo forma-funcional por muestra vs sedimento total por muestra de 06	0.198720	0.039490	1.562	1	38	0.218972
Biomasa por grupo forma-funcional por muestra vs sedimento total por muestra de 07	0.081230	0.006598	0.252	1	38	0.618287
Biomasa por grupo forma-funcional vs sedimento fino	0.260145	0.067676	2.758	1	38	0.104979

por muestra 06						
Biomasa por grupo formafuncional vs sedimento grueso por muestra 06	0.174232	0.030357	1.189	1	38	0.282265
Biomasa por grupo formafuncional vs sedimento fino por muestra 07	0.002309	0.000005	0.0002	1	38	0.988717
Biomasa por grupo formafuncional vs sedimento grueso por muestra 07	0.092120	0.008486	0.325	1	38	0.571837

A



B

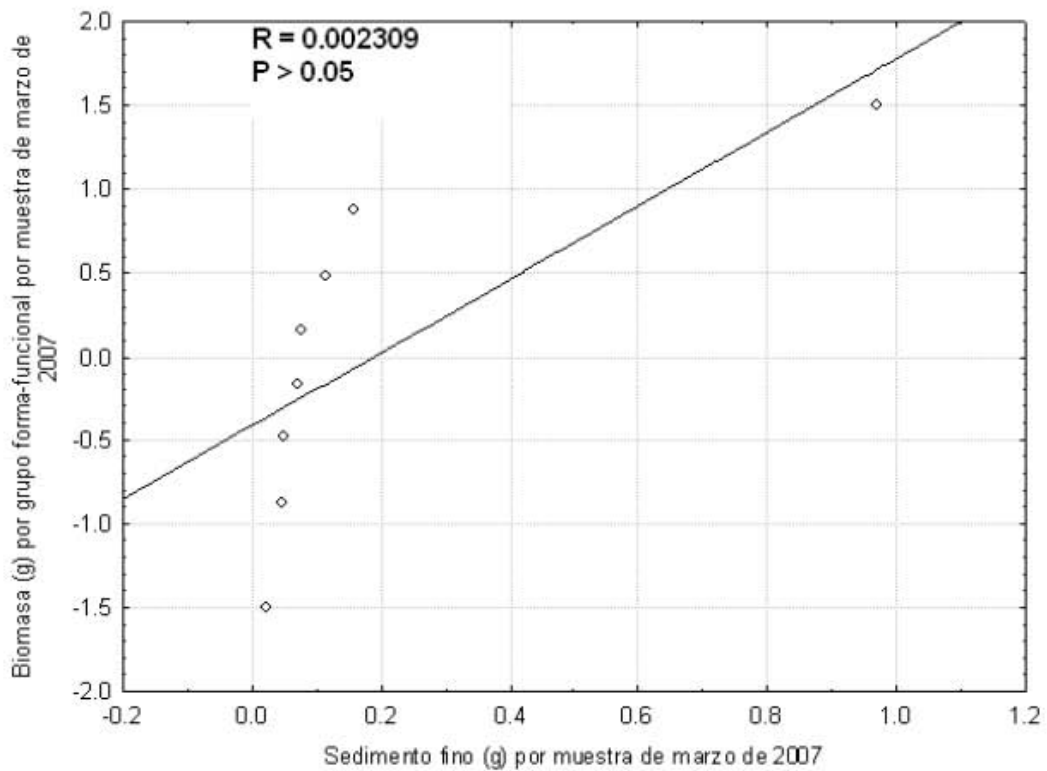
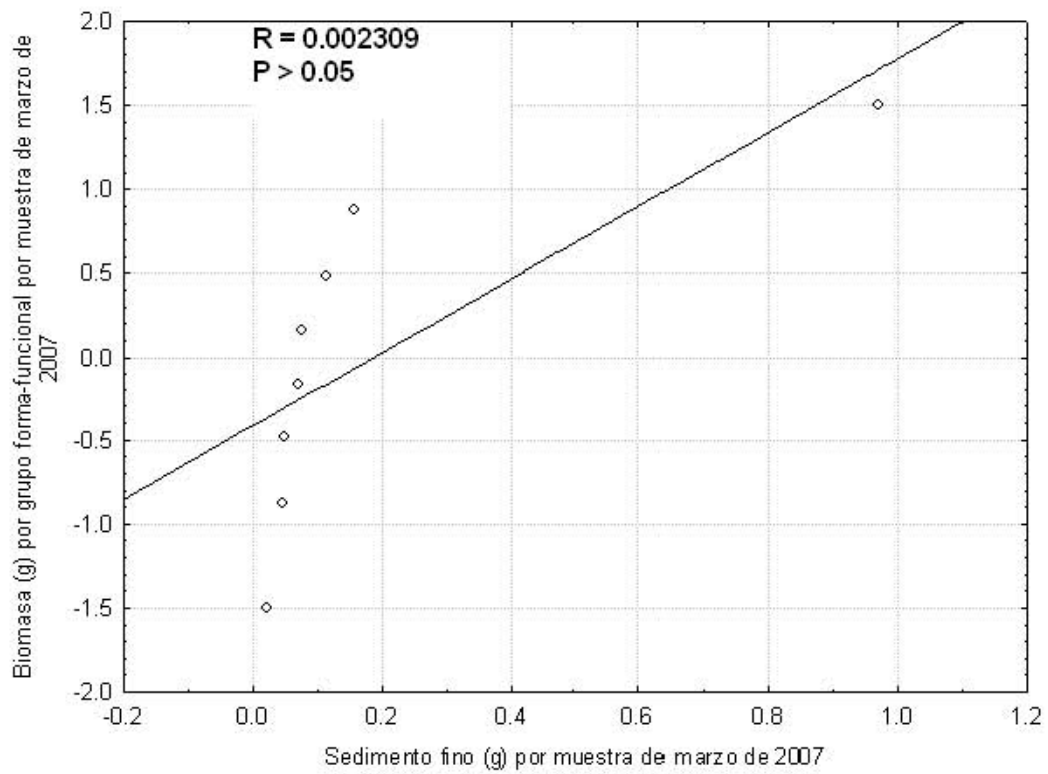


Fig. 9. Efecto de la fracción fina de sedimento sobre la biomasa de los grupos forma-funcional por muestra en diciembre de 2006 (A) y marzo de 2007 (B).

A



B

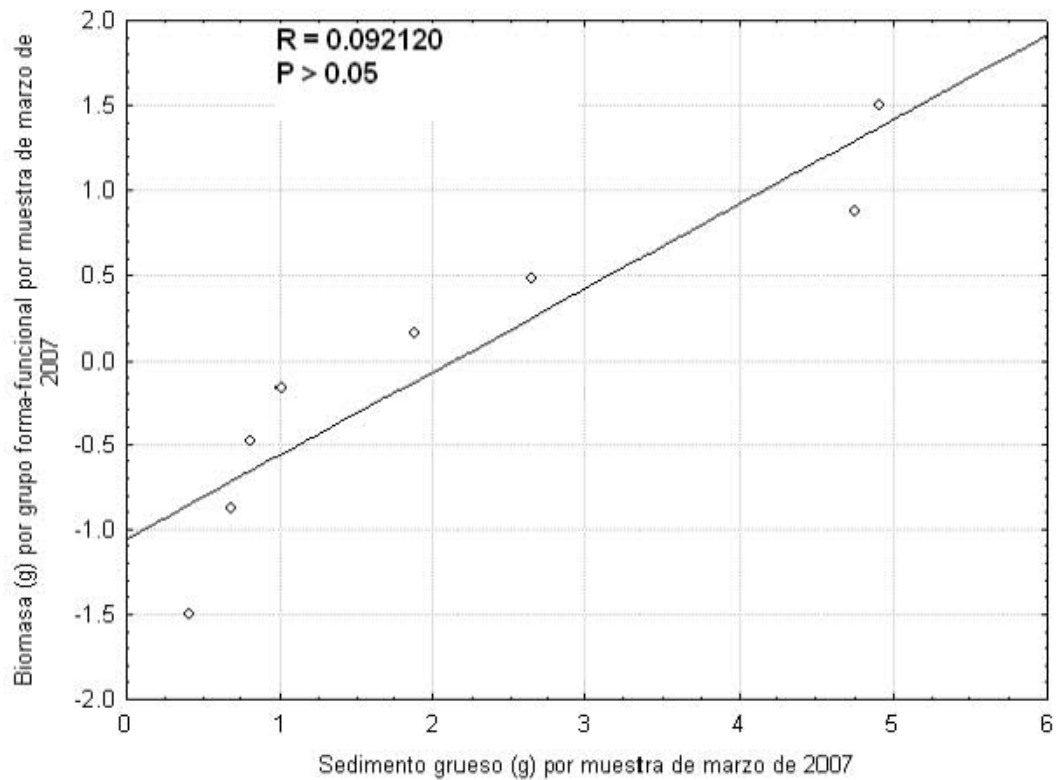


Fig. 10. Efecto del sedimento fino (A) y grueso (B) sobre la biomasa de los grupos forma-funcional por muestra en marzo de 2007.

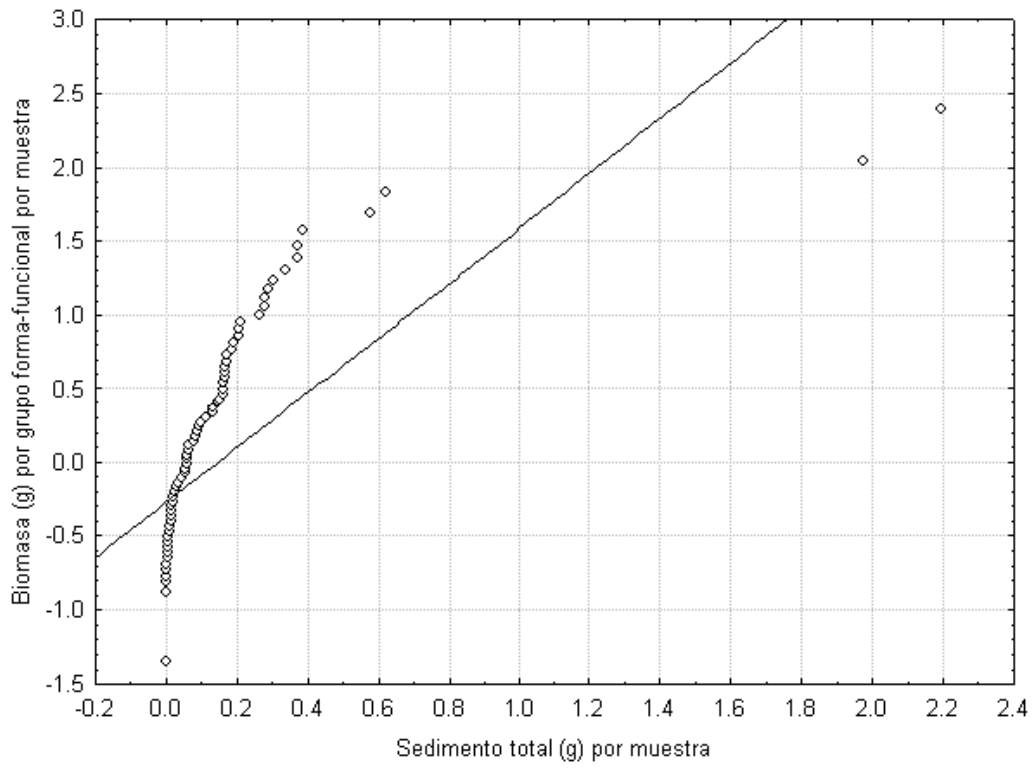


Fig. 11. Relación de la biomasa por grupo forma-funcional con respecto a la cantidad de sedimento retenido por muestra de ambas fechas de trabajo ($R^2= 0.005518$, $P>0.05$).

DISCUSIÓN



8. DISCUSIÓN

El 50% de las especies registradas en Playa Las Gatas cambió de una fecha a otra, por ejemplo *Dictyopteris delicatula*, *Gelidium mcnabbianum* y *Halymenia* sp. estuvieron presentes solo en diciembre de 2006 y *Ceramium flaccidum*, *Grateloupia* sp., entre otras, se encontraron solo en marzo de 2007. Ha sido reportado en numerosas ocasiones que el sedimento provoca cambio en la composición de especies (Airoldi, 2003). También ha sido mencionado que provoca declinamiento, mortalidad o remoción de especies y por lo tanto reducción en la diversidad, éste puede ser el caso de *Dictyopteris delicatula*, *Gelidium mcnabbianum* y *Halymenia* sp. en esta localidad. En contraste también puede producir el enriquecimiento de la diversidad de especies, lo cual puede explicar el aumento en la cantidad de especies de diciembre a marzo, que fue de 17 a 26.

Los cambios en la composición de los ensamblajes afectados por sedimentos han sido atribuidos a las estrategias de vida de las especies, por ejemplo en la costa rocosa intermareal de New Hampshire se registraron especies oportunistas y perennes psamofíticas, las cuales son tolerantes al sedimento.

La presencia de catorce especies en ambas fechas de trabajo sugiere que tienen estrategias reproductivas que posibilitan su supervivencia como la producción de esporas vía asexual como en el caso de *Amphiroa beauvoisii*, *Gelidiopsis tenuis* y *Herposiphonia secunda*, o por fragmentación como en el caso de *Bryopsis pennata* y *Caulerpa sertularioides*. Uno de los mecanismos de reproducción más eficiente y extenso en numerosas especies de algas cespitosas, es la propagación vegetativa, la cual ha sido interpretada como una respuesta ante un ambiente estresante. Este mecanismo provoca el desplazamiento de otras especies que se reproducen por esporas, y por lo tanto a la rápida colonización del sustrato por altas tasas de reproducción y crecimiento (Airoldi *et al.*, 1995; Airoldi y Cinelli, 1997; Airoldi, 2003; Balata *et al.*, 2007). También se ha reportado que como una vía de monopolización del espacio, como *Polysiphonia setacea* en las costas del Mediterráneo en Italia (Airoldi *et al.*, 1995).

Las algas que forman céspedes, presentan una talla de unos cuantos centímetros, abundante ramificación y talos estrechamente empaquetados (Hay, 1981; Airoldi *et al.*, 1995; Stewart, 1983) tal como se observó en Las Gatas, con especies como *Hypnea pannosa*, *Grateloupia* sp. y *Ceramium flaccidum*. Se ha fundamentado que esta forma de crecimiento permite a las algas tener una mayor resistencia ante el estrés por sedimento (Airoldi, 2003). Algunas de las especies de esta localidad tienen un tipo de crecimiento heterótrico, es decir, talos que consisten de rizoides, un eje rastrero y ramas erectas, como *Herposiphonia littoralis*, *H. secunda*, *Caulerpa sertularioides*, *Gelidium mcNabbianum*, *G. pusillum*, etc., se ha documentado que resisten al estrés por sedimentos. La regeneración de las frondas erectas a partir del sistema basal resistente al enterramiento ha sido observado en *Gracilariopsis lemaneiformis* (Santelices *et al.*, 1984). Meristemas apicales con activa división celular bajo condiciones de enterramiento, un pico de crecimiento y reproducción sincronizados con las fluctuaciones estacionales de arena, talos engrosados y calcificados han sido observados en numerosas algas incluyendo a *Pterocladia capillacea*, *Dictyota* sp. y *Sphacelaria rigidula* (Stewart, 1983).

Los céspedes tienen tasas fotosintéticas reducidas, la fotosíntesis se concentra en las partes superiores de los talos y la respiración se reduce a las partes inferiores, produciendo un ajuste fisiológico que conduce a un menor daño durante periodos de desecación (Hay, 1981). La morfología de las especies cespitosas les confiere una mayor resistencia a la deposición de sedimento y tolerancia al sofocamiento y abrasión (Steward, 1983; Airoldi *et al.*, 1995; Airoldi y Cinelli, 1997; Daly y Mathieson, 1997; Cheroske *et al.*, 2000; Irving y Connell, 2002). Los céspedes algales submareales tienden a estar formados por talos arborescentes, separados entre sí y con ramificación dispersa, en contraste con los céspedes intermareales, sometidos a un alto grado de desecación y/o moderada presión de herbivorismo, los cuales presentan talos frecuentemente más cortos, más erectos y más altamente ramificados y compactados (Hay, 1981).

Grupos forma-funcional. El análisis de una comunidad a través de grupos que comparten características (Littler y Littler, 1980 y Steneck y Dethier, 1994), permite explicar la relación entre una expresión colectiva (formas-funcionales) y las condiciones del entorno, como el alto grado de compactación de los talos de las especies cespitosas que favorece su desarrollo fisiológico a causa de la desecación y el herbivorismo (Hay, 1981). Han sido descritos céspedes con base en el grupo al que pertenece la especie dominante, por ejemplo los céspedes filamentosos (Airoldi *et al.*, 1995; Airoldi y Cinelli, 1997) y coralígenos (Kelaheer y Rouse, 2003; Gorgula y Connell, 2004; Balata *et al.*, 2005; Kelaheer y Castilla, 2005). El césped de Las Gatas es único ya que está dominado por el grupo de las ramificadas, siendo la especie más frecuente *Hypnea pannosa*, lo cual no había sido reportado con anterioridad. Esto sugiere que las especies ramificadas tienen características que les confieren un grado de resistencia a diferentes factores ambientales, tales como el sedimento, algunas de ellas son que poseen talos estructurales con mucho tejido o biomasa lo que les confiere una mayor robustez y habilidad por colonizar el espacio y captar la luz, una alta resistencia al herbivorismo y al estrés físico como la poda y la abrasión debido a su complejidad estructural, mayor producción de cuerpos reproductivos que pueden reducir la mortalidad y el almacenamiento de compuestos de alta energía en condiciones desfavorables (Littler y Littler, 1980). Sin embargo, la realización de estudios posteriores acerca de la biología de las especies de este grupo forma-funcional en la localidad de Playa Las Gatas, arrojarán las primeras respuestas acerca de su dominancia.

El segundo grupo dominante fue el de las filamentosas, las cuales fueron principalmente epífitas. El epifitismo es común como forma de vida dentro de las especies algales. Por ejemplo, en un césped de *Corallina* de la zona intermareal del sur de California, el 60% de las algas presentes se encontró epifitando al césped coralino (Stewart, 1982).

Se ha reportado que la mayoría de las algas epífitas constituyen uno de los principales alimentos para los herbívoros, minimizando el daño que causan éstos a las frondas que albergan a las especies epífitas. También, los talos delicados son fácilmente desprendidos por fuerzas de poda de las olas y

fraccionadas por partículas sedimentarias. (Littler y Littler, 1980; Lobban y Harrison, 1994; Quan-Young *et al.*, 2006). Esto sugiere que la biomasa de las especies filamentosas de Las Gatas se vio reducida probablemente por estas causas.

Algunas de las especies laminares encontradas en este estudio, como *Dictyopteris delicatula*, *Halymenia* sp. y *Dictyota dichotoma*, estuvieron presentes en una fecha de colecta, esto puede sugerir que son especies colonizadoras y que posteriormente, en etapas de sucesión más avanzadas, son más susceptibles al herbivorismo y pastoreo aún en baja intensidad, además a esto se le pudo haber sumado la poca resistencia ante la abrasión por granos de sedimento, una “débil” fijación al sustrato y por lo tanto baja resistencia ante las corrientes de agua, dando como resultado el rompimiento del talo parcial o totalmente y por lo tanto, la escasa presencia de estas especies (Littler *et al.*, 1983; Airoidi, 2003). Sin embargo, fue el grupo (junto con el de las articuladas), que presentó diferencias significativas en ambas fechas de colecta. De acuerdo con Littler y Littler (1980), las algas laminares son rápidas colonizadoras sobre nuevas superficies clareadas debido a su alta capacidad reproductiva y rápido crecimiento potencial, sin embargo, poseen cuerpos reproductivos que tienen alta mortalidad y sus talos delicados son más fácilmente desplazados y dañados por formas menos delicadas, que a su vez, son relativamente inaccesibles y resistentes al pastoreo por herbívoros.

En cuanto al otro grupo cuyas diferencias fueron significativas entre fechas de colecta, es el de las articuladas. El pastoreo es un factor ambiental que ejerce una presión sobre los grupos forma-funcional, siendo el de las coralinas articuladas y el de las costrosas, particularmente las coralinas costrosas, los más resistentes por su gruesa y dura capa de carbonato de calcio que favorece su longevidad en condiciones de estrés (Littler y Littler, 1984; Lobban y Harrison, 1994; Kim, 1997; Kelaher y Castilla, 2005). También se ha reportado que la capa de carbonato de calcio confiere una protección ante el efecto de abrasión. Esto puede explicar la presencia de *Amphiroa beauvoisii* y de coralinas costrosas en Playa Las Gatas a lo largo de este trabajo.

El estudio de las comunidades de céspedes ha sido más frecuente a través del análisis de especies individuales. Los atributos morfológicos, fisiológicos y de su ciclo de vida les permiten persistir y mantener una dominancia espacial en presencia de sedimentos, por ejemplo la regeneración de ejes erectos tolerantes al enterramiento y abrasión, ciclos de vida oportunistas y propagación vegetativa, talos gruesos y duros entre otras características (ver ejemplos en Airoidi, 2003). En la localidad de Las Gatas, la presencia de las especies cespitosas, como *Gelidiopsis tenuis*, *Sphacelaria rigidula*, *Dictyota dichotoma* también pueden presentar estos atributos, los cuales han sido observados en las mismas especies en otras regiones. Especies como *Gracilaria gracilis* (Cotton, 1912 en Airoidi, 2003) forman talos cilíndricos ramificados y gruesos cubiertos por arena en el intermareal y submareal. *Pterocliadiella capillacea*, *Dictyota* sp. y *Sphacelaria rigidula* cuentan con meristemas apicales que permiten la división celular cuando se encuentran enterradas en el sedimento, regeneración de porciones erectas resistentes al enterramiento, crecimiento y reproducción sincronizadas con las fluctuaciones estacionales del sedimento y propagación vegetativa (Stewart, 1983).

En este estudio se encontró que la mayor riqueza de especies ocurrió cuando la cantidad de sedimento fue mayor, en contraste, la menor riqueza se registró cuando la cantidad de sedimento fue menor. El análisis de regresión lineal simple mostró que el sedimento total y por cada una de sus fracciones no fue significativo sobre la biomasa de los grupos forma-funcional. Esto sugiere, que las variaciones temporales de la biomasa no se deben exclusivamente a la deposición de sedimento, sino al efecto conjunto de los demás gradientes de los factores ambientales que predominan en un momento determinado, los cuales influyen de manera determinante en la manifestación morfológica y funcional de las especies en colectivo y como entidades separadas, como por ejemplo la capacidad de captar y translocar nutrientes en aguas ricas en sedimento a través de los sistemas rizoidales, la cual se ha registrado en especies de *Halimeda*, *Udotea* y *Penicillus*, también a la gran capacidad de colonizar tanto sustratos blandos como duros (Lobban y Harrison, 1994), así como al crecimiento de ramas erectas que confieren una mayor habilidad para

captar luz y a la resistencia de otros factores físicos como la poda por efecto del oleaje (Littler *et al.*, 1983).

Finalmente, si bien no todos los análisis resultaron no significativos, fueron notables las diferencias temporales entre la biomasa total y la cantidad total de sedimento, de hecho este resultado se esperaba a este nivel de generalidad, aún cuando esta relación no se expresó a nivel de grupo forma-funcional (ver Anexo 2). Por otro lado, es necesario considerar que una posibilidad de generar resultados significativos, es conveniente incluir en estudios posteriores más muestras y/o más fechas de colecta. También es indispensable hacer comparaciones con más campañas de trabajo a lo largo de diferentes estaciones del ciclo anual y en diferentes años para determinar los posibles factores ambientales además del sedimento, que puedan estar influyendo de manera precisa y directa sobre la estructura de los ensambles algales cespitosos en la localidad de Playa Las Gatas. Este trabajo sentó el conocimiento básico para la planeación de futuros estudios que ayuden a comprender la dinámica de las comunidades cespitosas sometidas al estrés por sedimentos.

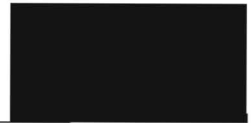
CONCLUSIONES



9. CONCLUSIONES

1. La localidad de Las Gatas presentó un césped dominado por algas ramificadas, siendo las especies dominantes *Hypnea pannosa*, Rodofitas costrosas, *Caulerpa sertularioides* y *Amphiroa beauvoisii*, diferente en términos de especies y grupos forma-funcional predominantes en otras regiones del mundo.
2. Las variaciones temporales en la biomasa de los grupos forma-funcional se deben a otros factores distintos del sedimento retenido.
3. Las variaciones temporales en la estructura de los ensambles de algas cespitosas se deben al efecto conjunto y simultáneo de otros factores ambientales predominantes.
4. Es necesario ampliar los análisis temporalmente, que incluyan más fechas de colecta y a la época de lluvias para conocer con precisión la dinámica de los ensambles algales cespitosos.

BIBLIOGRAFÍA



10. BIBLIOGRAFÍA

Abbott I.A. & Hollenberg G.J. 1976. MARINE ALGAE CALIFORNIA. Stanford University Press. Stanford, California. 827 pp.

Abbott I.A. & Dawson E.Y. 1978. HOW TO KNOW THE SEAWEEDS. Wm. C. Brown Company Publishers. U.S.A. 141 pp.

Airoldi L. 1998. Roles of disturbance, sediment stress, and substratum retention on spatial dominance in algal turf. *Ecology* 79(8): 2759-2770.

Airoldi L. 2003. Effects of sedimentation on rocky coast assemblages. *Oceanography Marine Biology Annual Review* 161-236.

Airoldi L. & Cinelli F. 1997. Effects of sedimentation on subtidal macroalgal assemblages: an experimental study from a Mediterranean rocky shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 215: 269-288.

Airoldi L. Fabiano M. & Cinelli F. 1996. Sediment deposition and movement over a turf assemblage in a shallow rocky coastal area of the Ligurian Sea. *Marine Ecology Progress Series* 133: 241-251.

Airoldi L., Rindi F. & Cinelli F. 1995. Structure, seasonal dynamics and reproductive phenology of a filamentous turf assemblage on a sediment influenced, rocky subtidal shore. *Botanica Marina* 38: 227-237.

Airoldi L. & Virgilio V. 1998. Responses of turf-forming algae to spatial variations in the deposition of sediments. *Marine Ecology Progress Series* 165: 271-282.

Albrecht A. S. 1998. Soft bottom versus hard rock: community ecology of macroalgae on intertidal mussel beds in the Wadden Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 229: 85-109.

Allaby M. 2005. A DICTIONARY OF ECOLOGY. Oxford University Press. U.S.A. 473 pp.

Baker V.R., Kochel R.C. & Patton P.C. 1988. FLOOD GEOMORPHOLOGY. Wiley & Sons, New York. 503 pp.

Balash J.C., Vericat D. & Batalla R.J. 2007. Deposition de sedimentos finos durante una crecida en un tramo del Ebro Medio. *Cuaternario y Geomorfología* 21: 41-55.

Balata D., Piazzini L., Cecchi E. & Cinelli F. 2005. Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposition. *Marine Environmental Research* 60: 403-421.

Balata D., Piazzì L. & Cinelli F. 2007. Increase of sedimentation in a subtidal system: Effects on the structure and diversity of macroalgal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 351: 73-82.

Beven K. & Carling P. 1989. FLOODS. HYDROLOGICAL, SEDIMENTOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL IMPLICATIONS. J. Wiley & Sons, Chichester. 290 pp.

Birrell C.L., McCook L.J. & Willis B.L. 2005. Effects of algal turfs and sediment on coral settlement. *Marine Pollution Bulletin* 51: 408-414.

Brown G.H. & Saltee E.M. 1977. QUÌMICA CUANTITATIVA. Editorial Reverté. Buenos Aires, Argentina. 2^a Edición. 780 pp.

Brown P.J. & Taylor R.B. 1999. Effects of trampling by humans on animals inhabiting coralline algal turf in the rocky intertidal. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 235: 45-53.

Carballo J.L. 2006. Effect of natural sedimentation on the structure of tropical rocky sponge assemblages. *Ecoscience* 13(1): 119-130.

Carballo J.L., Olabarria C. & Garza O.T. 2002. Analysis of four macroalgal assemblages along the Pacific Mexican coast during and after the 1997–1998 El Niño. *Ecosystems* 5: 749-760.

Carranza Edwards A., Gutiérrez Estrada M. & Rodríguez Torres R. 1975. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas Centro. Instituto de *Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México 2(1): 81-88.

Chapman M.G., People J. & Blockley D. 2005. Intertidal assemblages associated with natural coralline turf and invasive mussel beds. *Biodiversity and Conservation* 14(7): 1761-1776.

Cheroske A.G., Williams S.L. & Carpenter R.C. 2000. Effects of physical and biological disturbances on algal turfs in Kaneohe Bay, Hawaii. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 248: 1-34.

Coleman M.A. 2002. Small-scale spatial variability in intertidal and subtidal turfing algal assemblages and the temporal generality of these patterns. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 267: 53-74.

Daly M. A. & Mathieson A. C. 1977. The effects of sand movement on intertidal seaweeds and selected invertebrates at Bound Rock, New Hampshire, USA. *Marine Biology* 43: 45-55.

Dawson E.Y. 1953. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 1. Bangiales to Corallinaceae subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pac. Exped* 17(1): 1-239.

Dawson E.Y. 1954. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 2. Cryptonemiales (cont.). *Allan Hancock Pac. Exped* 17(2): 241-397.

Dawson E.Y. 1960. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 3. Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. *Pacific Naturalist* 2: 3-125.

Dawson E.Y. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 4. Gigartinales. *Pacific Naturalist* 2: 191-343.

Dawson E.Y. 1962. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 7. Ceramiales: Ceramiaceae, Delesseriaceae. *Allan Hancock Pac. Exped* 26: 1-207.

Dawson E.Y. 1963a. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 6. Rhodymeniales. *Nova Hedwigia* 5: 437-476.

Dawson E.Y. 1963b. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia* 6: 401-481.

Dayton P.K., Tegner M.J., Edwards P.B. & Riser K.L. 1998. Sliding baselines, ghosts, and reduced expectations in kelp forest communities. *Ecological Applications* 8(2): 309-322.

De Miró Orell M. 1971. Morfología submarina y sedimentos marinos recientes del Margen continental de Venezuela. *Acta Geológica Hispana* 6(1): 24-31.

Dreckmann K.M. 1999. El género *Gracilaria* (Rhodophyta) en el Pacífico Centro-Sur de México. I. *Gracilaria parvispora* I. A. Abbott. *Hidrobiológica* 9(1): 71-76.

Earle S.A. 1971. Phaeophyta of the Eastern Gulf of Mexico. *Phycologia* 7(2). 254 pp.

Gabriel Morales J.G. & Pérez-Damián J.L. 2006. Crecimiento poblacional e instrumentos para la regulación ambiental de los asentamientos humanos en los municipios costeros de México. *Gaceta Ecológica* 79, INE.SEMARNAT.

García E. 1973. MODIFICACIÓN AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN (PARA ADAPTARLO A LAS CONDICIONES DE LA REPÚBLICA MEXICANA). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 246 pp.

García Martínez M. 2009. ESTRUCTURA COMUNITARIA DE LA FAUNA ASOCIADA A LAS ALGAS SUBMAREALES EN TRES SITIOS CONTRASTANTES EN ZIHUATANEJO, GUERRERO. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 87 pp.

Garrabou J., Ballesteros E. & Zabala M. 2002. Structure and dynamics of North-western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55: 493-508.

Garrabou J. & Flos J. 1995. A simple diffusion-sedimentation model to explain planktonic gradients within a NW Mediterranean submarine cave. *Marine Ecology Progress Series* 123: 273-280.

Gleason R.A., Euliss N.H., Hubbard D.E. & Duffy W.G. 2003. Effects of sediment load on emergence of aquatic invertebrates and plants from wetland soil egg and seed banks. *Wetlands* 23(1): 26-34.

González González J. 1992. Flora ficológica de México: concepciones y estrategias para la integración de una flora ficológica nacional. *Ciencias (México)* Núm. 6 (especial): 13-33.

Gorgula S.K. & Connell S.D. 2004. Expansive covers of turf-forming algae on human-dominated coast: the relative effects of increasing nutrient and sediment loads. *Marine Biology* 145: 613-619.

Harris D.C. 2007. ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO. Editorial Reverté. Barcelona España. 3ª Edición. 744 pp.

Hay M. E. 1981. The functional morphology of turf-forming seaweeds: persistence in stressful marine habitats. *Ecology* 62(3): 739-750.

Irving A.D. & Connell S.D. 2002. Sedimentation and light penetration interact to maintain heterogeneity of subtidal habitats: algal versus invertebrate dominated assemblages. *Marine Ecology Progress Series* 245: 83-91.

Kelaker B.P. & Castilla J.C. 2005. Habitat characteristics influence macrofaunal communities in coralline turf more than mesoscale coastal upwelling on the coast of Northern Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63: 155-165.

Kelaker B.P. & Rouse G.W. 2003. The role of colonization in determining spatial patterns of *Proscoplos bondi* sp. nov. (Orbiniidae: Annelida) in coralline algal turf. *Marine Biology* 143: 909-917.

Kendrick G.A. 1991. Recruitment of coralline crusts and filamentous turf algae in the Galapagos archipelago: effects of simulated scour, erosion and accretion. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 147: 47-63.

Kim J.H. 1997. The role of herbivory, and direct and indirect interactions, in algal succession. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 217: 119-135.

Lárez J.H., Carrero de Blanco A.I. & García M. 2005. Las zonas costeras de Venezuela: una aproximación a su definición conceptual y a sus principales problemas ambientales. *Revista de Investigación* 56: 143-166.

Lincoln R.J., Boxshall G.A. & Clark P.F. 1986. DICCIONARIO DE ECOLOGÍA, EVOLUCIÓN Y TAXONOMÍA. Fondo de Cultura Económica. México. 488 pp.

Littler M.M. 1980. Morphological form and photosynthetic performances of marine macroalgae: tests of a functional/form hypothesis. *Botanica Marina* 22: 161-165.

Littler M.M. & Littler D.S. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *The American Naturalist* 116: 25-44.

Littler M. M. & Littler D. S. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 74: 13-34.

Littler M. M., Martz D. R. & Littler D. S. 1983. Effects of recurrent sand deposition on rocky intertidal organisms: importance of substrate heterogeneity in a fluctuating environment. *Marine Ecology Progress Series* 11: 129-139.

Lobban C.S. & Harrison P.J. 1994. SEAWEED ECOLOGY AND PHYSIOLOGY. Cambridge University Press. 366 pp.

López Gómez N.A. 2001. VARIABILIDAD FENOTÍPICA E IMPLICACIONES TAXONÓMICAS EN ESPECIES DE ALGAS SUBMAREALES DE PLAYA LA ROPA, ZIHUATANEJO, GUERRERO. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 169 pp.

López N., Rodríguez D. & Candelaria C. 2004. Intraspecific morphological variation in turf-forming algal species. *Universidad y Ciencia. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. Núm. I (especial): 7-15.

Maughan B.C., 2001. The effects of sedimentation and light on recruitment and development of a temperate, subtidal, epifaunal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 256: 59-71.

National Soil Survey Center & Soil Quality Institute NRCS. 1996. Soil Quality Resource Concerns: Sediment Deposition on Cropland. United States Department of Agriculture (USDA). National Soil Survey Center. 2 pp.

Palacín C., Giribet G., Carner S., Dantart L. & Turon X. 1998. Low densities of sea urchins influence the structure of algal assemblages in the western Mediterranean. *Journal of Sea Research* 39: 281-290.

Palma A.T. & Ojeda F.P. 2002. Abundance, distribution and feeding patterns of a temperate reef fish in subtidal environments of the Chilean coast: the importance of understory algal turf. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 189-200.

Perreta M.G., Tivano J.C. & Vegetti A.C. 2000. Forma de crecimiento en *Leptochloa chloridiformis* (Poaceae). *Darwiniana* 38: 219-226.

Pratthep A., Marrs R. & Norton T. 2004. Spatial and temporal variations in sediment accumulation in an algal turf and their impact on associated fauna. *Marine Biology* 142(2): 381-390.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guerrero, Fases I y II del POET: 2007. SEMAREN Gobierno del Estado de Guerrero. SEMARNANT.

Quan-Young L.I., Díaz-Martín M.A. & Espinoza-Ávalos J. 2006. Algas epífitas de Bajo Pepito, Isla Mujeres, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical* 54(2): 317-328.

Radmer R.J. 1996. Algal diversity and commercial algal products: new and valuable products from diverse algae may soon increase the already largemarket for algal products. *Bioscience* 46: 263-270.

Reed D. C., Laur D. R. & Ebeling A. W. 1988. Variation in algal dispersal and recruitment: the importance of episodic events. *Ecological Monographs* 58: 321-335.

Salcedo Martínez S., Green G., Gamboa Contreras A. & Gómez P. 1988. Inventario de macroalgas y microinvertebrados bénticos, presentes en áreas rocosas de la región de Zihuatanejo, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 15(1): 73-96.

Santelices B., Vásquez J., Ohme U. & Fonck E. 1984. Managing wild crops of *Gracilaria* in central Chile. *Hydrobiologia* 116/117: 77-89.

Sentíes Granados A. 1995. El género *Polysiphonia* (Ceramiales: Rhodomelaceae) en el Pacífico Tropical Mexicano. *Revista de Biología Tropical* 43(1-3): 39-54.

Sentíes Granados A. & Dreckmann K.M. 2008. MONOGRAFÍAS FICOLÓGICAS VOL .3. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México. 160 pp.

Seoáñez Calvo M. 1999. EL GRAN DICCIONARIO DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LA CONTAMINACIÓN. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 807 pp.

Shaw E.A. & Richardson J. 2001. Direct and indirect effects of sediment pulse duration on stream invertebrate assemblages and rainbow trout (*Oncorhynchus*

mykiss) growth and survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58(11): 2213-2221.

Skoog D.A. & West D.M. 2002. INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA ANALÍTICA. Editorial Reverté. Madrid, España. 604 pp.

Sousa W. P., Schroeter S. C. & Gaines S. D. 1981. Latitudinal variation in intertidal algal community structure: the influence of grazing and vegetative propagation. *Oecologia* 48: 297-307.

Stewart J.G. 1982. Anchor species and epiphytes in intertidal algal turf. *Pacific Science*. 36(1): 45-59.

Stewart J.G. 1983. Fluctuations in the quantity of sediments trapped among algal thalli on intertidal rock platforms in southern California. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 73: 205-211.

van den Hoek C., Breeman A. M., Bak R.P.M. & Buurt G. van. 1978. The distribution of algae, corals and gorgonians in relation to depth, Light attenuation, water movement and grazing pressure in the fringing coral reef of Curaçao, Netherlands Antilles. *Aquatic Botany* 5: 1-46.

van den Hoek C., Mann D.G. & Jahns H.M. 1997. ALGAE: AN INTRODUCCION TO PHYCOLOGY. Cambridge University Press. 627 pp.

Vázquez Delfín E.F. 2008. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA BIODIVERSIDAD MARINA DE LA REGIÓN IXTAPA-ZIHUATANEJO, GUERRERO: BASES PARA SU CONSERVACIÓN. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 193 pp.

Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenco J. & Melillo J.M. 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science* 277: 494-499.

Whorff J.S., Whorff L.L. & Sweet M.H. 1995. Spatial variation in an algal turf community with respect to substratum slope and wave height. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 75(2): 429-444.

Widdows J. & Brinsley M. 2002. Impact of biotic and abiotic processes on sediment dynamics and the consequences to the structure and functioning of the intertidal zone. *Journal of Sea Research* 48: 143-156.

Williams S.L. & Carpenter R.C. 1998. Effects of unidirectional and oscillatory water flow on nitrogen fixation (acetylene reduction) in coral reef algal turfs, Kaneohe Bay, Hawaii. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 226: 293-316.

Direcciones electrónicas

<http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/gro/precipit.cfm?c=444&e=12>

ANEXOS



ANEXO 1

PROYECTO: Efecto del Sedimento Referido en los Céspedes Algales Submareales sobre la Estructura de los Ensamblajes y su Biomasa
HOJA DE REGISTRO DE DATOS

Núm. muestra: _____ Localidad: _____
 Núm. PTM: _____ Fecha de colecta: _____
 Observaciones: _____ Analizó: _____

ESPECIE	GRUPO MORFO-FUNCIONAL
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()
	lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()

BIOMASA

Gpo. m-f: lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()			
Núm. caja: _____		Peso caja: _____	
Peso 1 _____	Peso 6 _____	Peso 11 _____	Peso 16 _____
Peso 2 _____	Peso 7 _____	Peso 12 _____	Peso 17 _____
Peso 3 _____	Peso 8 _____	Peso 13 _____	Peso 18 _____
Peso 4 _____	Peso 9 _____	Peso 14 _____	Peso 19 _____
Peso 5 _____	Peso 10 _____	Peso 15 _____	Peso 20 _____

Gpo. m-f: lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()			
Núm. caja: _____		Peso caja: _____	
Peso 1 _____	Peso 6 _____	Peso 11 _____	Peso 16 _____
Peso 2 _____	Peso 7 _____	Peso 12 _____	Peso 17 _____
Peso 3 _____	Peso 8 _____	Peso 13 _____	Peso 18 _____
Peso 4 _____	Peso 9 _____	Peso 14 _____	Peso 19 _____
Peso 5 _____	Peso 10 _____	Peso 15 _____	Peso 20 _____

Gpo. m-f: lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()			
Núm. caja: _____		Peso caja: _____	
Peso 1 _____	Peso 6 _____	Peso 11 _____	Peso 16 _____
Peso 2 _____	Peso 7 _____	Peso 12 _____	Peso 17 _____
Peso 3 _____	Peso 8 _____	Peso 13 _____	Peso 18 _____
Peso 4 _____	Peso 9 _____	Peso 14 _____	Peso 19 _____
Peso 5 _____	Peso 10 _____	Peso 15 _____	Peso 20 _____

Gpo. m-f: lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()			
Núm. caja: _____		Peso caja: _____	
Peso 1 _____	Peso 6 _____	Peso 11 _____	Peso 16 _____
Peso 2 _____	Peso 7 _____	Peso 12 _____	Peso 17 _____
Peso 3 _____	Peso 8 _____	Peso 13 _____	Peso 18 _____
Peso 4 _____	Peso 9 _____	Peso 14 _____	Peso 19 _____
Peso 5 _____	Peso 10 _____	Peso 15 _____	Peso 20 _____

Gpo. m-f: lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()			
Núm. caja: _____		Peso caja: _____	
Peso 1 _____	Peso 6 _____	Peso 11 _____	Peso 16 _____
Peso 2 _____	Peso 7 _____	Peso 12 _____	Peso 17 _____
Peso 3 _____	Peso 8 _____	Peso 13 _____	Peso 18 _____
Peso 4 _____	Peso 9 _____	Peso 14 _____	Peso 19 _____
Peso 5 _____	Peso 10 _____	Peso 15 _____	Peso 20 _____

Gpo. m-f: lám(), fil(), ram(), gru(), art(), cos()			
Núm. caja: _____		Peso caja: _____	
Peso 1 _____	Peso 6 _____	Peso 11 _____	Peso 16 _____
Peso 2 _____	Peso 7 _____	Peso 12 _____	Peso 17 _____
Peso 3 _____	Peso 8 _____	Peso 13 _____	Peso 18 _____
Peso 4 _____	Peso 9 _____	Peso 14 _____	Peso 19 _____
Peso 5 _____	Peso 10 _____	Peso 15 _____	Peso 20 _____

SEDIMENTO RETENIDO

Sedimento fino

Núm. filtro: _____		Peso filtro: _____	
Peso 1 _____	Peso 6 _____	Peso 11 _____	Peso 16 _____
Peso 2 _____	Peso 7 _____	Peso 12 _____	Peso 17 _____
Peso 3 _____	Peso 8 _____	Peso 13 _____	Peso 18 _____
Peso 4 _____	Peso 9 _____	Peso 14 _____	Peso 19 _____
Peso 5 _____	Peso 10 _____	Peso 15 _____	Peso 20 _____

Sedimento grueso

Núm. malla: _____		Peso caja: _____	
Peso 1 _____	Peso 6 _____	Peso 11 _____	Peso 16 _____
Peso 2 _____	Peso 7 _____	Peso 12 _____	Peso 17 _____
Peso 3 _____	Peso 8 _____	Peso 13 _____	Peso 18 _____
Peso 4 _____	Peso 9 _____	Peso 14 _____	Peso 19 _____
Peso 5 _____	Peso 10 _____	Peso 15 _____	Peso 20 _____

ANEXO 2. Cantidad de biomasa y sedimento por PTM y fecha de colecta

Fecha colectada	PTM	Número de Muestra	Biomasa (g) por grupo forma-funcional					Biomasa total (g)	Sedimento fino (g)	Sedimento grueso (g)	Sedimento total (g)
			Ramificada	Filamentosa	Articulada	Costrosa	Laminada				
Diciembre de 2006	8502	11	0.2649	0.0623	1.977	0	0.1906	2.4948	0.4653	1.6827	2.148
	8503	12	0.0836	0.213	0.111	0	0.2038	0.6114	0.097	1.349	1.446
	8504	13	0.336	0.0602	0.1678	0	0.1674	0.7314	0.0724	0.6941	0.7665
	8505	14	0.2899	0.0004	0.389	0.1337	0.1695	0.9825	0.0083	0.5321	0.5404
	8506	15	0.0076	0.0123	2.1926	0.0974	0.2783	2.5882	0.0912	0.4331	0.5243
	8507	16	0.5751	0.0001	0.6213	0.1459	0.1612	1.5036	0.1085	0.5139	0.6224
	8508	17	0.055	0	0.3021	0.0285	0	0.3856	0.0303	0.1256	0.1559
	8509	18	0.0567	0.001	0.0252	0.0072	0.0139	0.104	0.0143	0.058	0.0723
Total			1.6688	0.3493	5.786	0.4127	1.1847	9.4015	0.8873	5.3885	6.2758
Marzo de 2007	8510	22	0.2781	0.0001	0.0803	0.0878	0	0.4463	0.076	1.878	1.954
	8511	23	0.1312	0.022	0.004	0.0425	0	0.1997	0.0471	1.0088	1.0559
	8512	24	0.1869	0.0002	0.0576	0.0142	0	0.2589	0.0715	2.6383	2.7098
	8513	25	0.1613	0.0025	0.0955	0.2063	0	0.4656	0.0486	0.8143	0.8629
	8514	26	0.1532	0.0082	0.0358	0.058	0	0.2552	0.115	0.6887	0.8037
	8515	27	0.1691	0.1639	0	0.3732	0	0.7062	0.0227	0.4144	0.4371
	8516	28	0.372	0.018	0.0132	0	0.007	0.4102	0.9693	4.9094	5.8787
	8517	29	0.1679	0.0052	0.0161	0.062	0	0.2512	0.1587	4.7496	4.9083
Total			1.6197	0.2201	0.3025	0.844	0.007	2.9933	1.5089	17.1015	18.6104