

**PRADERAS DE PASTOS MARINOS EN LAGUNA SAN IGNACIO, B.C.S.
Y ÁREAS ADYACENTES: UNA EVALUACIÓN DE HÁBITATS
CRÍTICOS Y CONSERVACIÓN DE ESPECIES PROTEGIDAS**

Rafael Riosmena-Rodriguez, Ph.D.

Programa de Investigación en Botánica Marina, Departamento de Biología Marina,
Universidad Autónoma de Baja California Sur, Apartado postal 19-B, km. 5.5
carretera al Sur, La Paz B.C.S. 23080 México. Tel. 52-612-1238800 ext. 4140; Fax.
52-612-12800880; Email: riosmena@uabcs.mx

Participantes: Dr. Gustavo Hernández Carmona (CICIMAR), M. en C. Jorge M. López
Calderón (UABCS), M. en C. Jazmín Hernández-Kantún (UABCS), M. en C.
Mario Vergara-Rodarte (UABCS), Biol. Juan Manuel Rodríguez Barón
(CICIMAR).

Periodo de reporte: Septiembre a abril de 2009, viaje de campo adicional en octubre de
2009.

Objetivo: Determinar áreas críticas en la distribución de las praderas de fanerógamas
marinas y macroalgas en Laguna de San Ignacio y Laguna Gilmore (Estero La
Pitahaya) hacía el sur como hábitats para la conservación de especies amenazadas y
la conservación de otras especies marinas y su biodiversidad asociada.

Contenido del reporte:

- a. Un mapa SIG de las praderas de pastos marinos y macroalgas mostrando su distribución actual.
- b. Una evaluación espacial de la densidad y cobertura de las principales especies en relación con diferentes áreas de la laguna.
- c. Una evaluación espacial de la biodiversidad asociada para determinar si existen cambios a lo largo de la laguna.
- d. La distribución temporal y espacial de las especies invasoras *Gracilaria vermiculophylla* y su amenaza potencial para la distribución de *Zostera marina*.
- e. Comparar los hábitos alimenticios de la tortuga verde entre las principales áreas de alimentación en la costa Pacífico de BCS.

Metas futuras de la investigación (entre octubre 2010 y abril 2012):

- a. Desarrollar un análisis comparativo de la distribución de pastos marinos en diferentes escalas de tiempo (años, décadas).
- b. Evaluar alternativas para la restauración de praderas y sus funciones ecológicas.
- c. Determinar al menor nivel taxonómico los invertebrados en el sedimento.
- d. Determinar los cambios en la composición de sedimento e invertebrados.
- e. Evaluar los disturbios causados por huracanes recientes sobre la región (oct. 2009).

RESUMEN

Laguna San Ignacio es parte de la Reserva de la Biosfera del Vizcaíno, un sitio declarado como parte de la Convención sobre los Humedales o convención RAMSAR y es considerada como zona crítica para la conservación de las aves de Norteamérica. En esta laguna se llevan a cabo muchas actividades económicas (turismo, pesca y acuicultura) pero otras (como minería o cultivo de macroalgas) potencialmente pueden realizarse. San Ignacio es conocida por sus extensos mantos de pasto marino y macroalgas que la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), ganso de collar (*Branta bernicla*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*) (todas ellas incluidas en la NOM 059) usan como hábitat de alimentación en algún momento. Sin embargo poco se conoce sobre la extensión de esos hábitats críticos para la conservación (tales como pastos marinos y macroalgas) y la urgente necesidad de tener una evaluación histórica de su distribución para evaluar cuales áreas son críticas para la conservación y para mantener la diversidad de especies en la laguna. Otra necesidad es comprender el rol de estos hábitats vegetales en relación con la biodiversidad asociada y el reclutamiento de especies para la pesca.

Respecto a los pastos marinos realizamos visitas estacionales (verano, otoño 2009, primavera 2009) a la laguna para realizar evaluaciones de densidad, cobertura y área de las praderas de pastos marinos, para tener una línea base de información para comparar con imágenes de satélite. En el caso de la biodiversidad asociada, se tomaron núcleos en sitios representativos dentro de la laguna y se evaluó de densidad y riqueza de la macrofauna. Los mantos de macroalgas están dominadas por *Gracilaria vermiculophylla* (una especie introducida) y fueron evaluados de manera similar a los pastos marinos pero el grupo de datos provino de visitas de 2006 a 2008. Evaluaciones sobre el volumen y riqueza del

alimento de la tortuga verde se llevaron a cabo al menos para una temporada, junto con un análisis isotópico comparando las cuatro principales lagunas (p.ej. Guerrero Negro, Ojo de Liebre, Bahía Magdalena y Laguna de San Ignacio).

Los resultados muestran que la distribución de pasto marino es altamente variable en la laguna, basados en el tamaño y densidad de las praderas, además el tamaño de las praderas fue diferente entre los muestreos de diciembre y abril de 2009. Las densidades observadas son similares a los valores obtenidos en nuestro estudio previo (1999) y otras publicaciones recientes (Cabello Pasini *et al.* 2002). Sin embargo, dos de nuestros más notables hallazgos fueron la presencia de poblaciones de *Ruppia maritima* en el lado oeste de la laguna, junto con muy bajos números de semilla en los núcleos. En relación con la fauna asociada encontramos heterogeneidad espacial relacionada con el tipo de sedimento y la presencia de pasto marino o macroalgas. Se detectaron pequeños mantos de rodolitos al sur de las islas en la parte media de la laguna. En el caso de los mantos de *Gracilaria* determinamos una alta variación interanual y espacial que se probó es dependiente de la temperatura del agua pero además puede incluir un componente de herbivoría (tal como tortugas y nudibranchios). Esto es evidente tras analizar el contenido estomacal de tortugas verdes, debido a la alta proporción de macroalgas rojas en su dieta y notables cantidades de *Ruppia maritima*. En relación con la biodiversidad de invertebrados continuaremos con la identificación de especies (al nivel más bajo posible) y evaluaremos su tendencia temporal y espacial en relación al sustrato. Continuaremos con el muestreo de contenidos esofágicos (y el uso potencial de tortugas muertas) y muestras de sangre/piel en relación con su alimento, para entender la ecología alimenticia de la tortuga verde en las Lagunas del Pacífico de Baja California Sur usando análisis isotópicos.

Estudiante doctoral involucrado en este proyecto: Jorge Manuel López Calderón (Tendencias históricas de los pastos marinos en Lagunas Costeras del Noroeste de México) CIMACO UABCS. Estudiantes de Maestría: Mario Vergara (Variaciones poblacionales y químicas de *Gracilaria vermiculophylla* en Laguna de San Ignacio) y Juan Manuel Rodríguez (ecología alimenticia de la tortuga verde) CICIMAR IPN.

ANTECEDENTES

Es bien conocido que las lagunas costeras son sistemas donde ocurren procesos clave (i.e. alta producción primaria, reproducción, reclutamiento, sitios de alimentación, etc.) en áreas cercanas a la costa (Vailiela 1989). En México, el lado Pacífico de la península de Baja California posee cinco lagunas costeras: San Quintín, Punta Banda, Ojo de Liebre, San Ignacio y Bahía Magdalena, que son áreas críticas para las interacciones biológicas marinas y costeras (CONABIO 2000). Esas lagunas son sitios relevantes para la alimentación y el desarrollo de juveniles de la tortuga negra (*Chelonia mydas*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) (Seminoff *et al.* 1999; Gardner & Nichols 2000; Koch *et al.* 2006). También es un sitio bien conocida para el desarrollo y alimentación de crías de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en los meses de invierno (Urban *et al.* 2003, Caraveo and Soto 2005), un sitio de alimentación para aves migratorias (Sedinger *et al.* 2004; Ward *et al.* 2005) como los gansos de collar (*Branta bernicla*). Un herbívoro más en esta área es la tortuga verde (*Chelonia mydas*), cuya dieta se compone principalmente de algas rojas pertenecientes a la familia Gracilariaceae en Bahía de Los Angeles (Seminoff *et al.* 1999), una combinación de especies de algas verdes, rojas y pastos marinos en Bahía Magdalena (López-Mendilaharsu *et al.* 2005, López-Mendilaharsu *et al.* 2008) y está dominada por pastos marinos en Laguna San Ignacio (Santos-Baca 2008). Todas estas especies de vertebrados están incluidas en la lista mexicana para especies amenazadas (NOM ECOL 059) y en la lista roja de la IUCN para especies amenazadas (www.uicnredlist.org); en tanto que los pastos marinos están mencionados en la NOM-022 para humedales.

Todas estas lagunas son áreas relevantes debido a su biodiversidad e importancia económica; están listadas como Áreas Marinas Protegidas y como Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA) por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en México (www.conabio.gob.mx). Laguna San Ignacio es una de las lagunas más prístinas de la península de Baja California (www.pronatura.org) y está bajo una constante amenaza debido a desarrollos costeros mal planeados. Laguna San Ignacio es también relevante por su alta productividad y la pesquería de distintas especies (i.e. peces, callo de hacha, almeja, camarón, etc., listados en CONABIO 2000, Carta Nacional Pesquera 2006) o la acuacultura de ostras.

La laguna forma parte del sitio RAMSAR no. 1341 y es parte de la Reserva de la Biosfera y un Patrimonio de la Humanidad (UNESCO, <http://whc.unesco.org/en/list/554>). La sobrepesca y el inadecuado desecho de la basura son considerados los principales problemas en la laguna. Existen distintos esfuerzos por parte de varias compañías para comprar o arrendar el área con fines de desarrollo. Aún tenemos la oportunidad de entender las condiciones naturales del área y, con esto, desarrollar un plan de manejo adecuado. De hecho, existen distintas agencias no gubernamentales (PRONATURA, TNC, SFS, Wildcoast ; Nichols *et al.* 2000) que están llevando a cabo esfuerzos para proteger esta área como un todo a través de un plan de manejo que está en función desde el año 2000 (Wildcoast <http://www.wildcoast.net/> sitio/index.php?option=com_content&task=view&id=218&Itemid=147). Sin embargo, el poco conocimiento de algunas de las áreas marinas críticas para la conservación continúa. El potencial para el desarrollo económico de muchas de estas lagunas representa una amenaza para la conservación de las especies y el hábitat en general de esta región.

En la laguna existen distintos hábitats relevantes para la conservación dominados por plantas o algas: praderas de pastos marinos, mantos de rodolitos, comunidades de macroalgas y bosques de manglar. De entre estos hábitats, se ha mostrado que la tortuga verde se alimenta principalmente de macroalgas (8 especies) y pastos marinos (3 especies) en la costa abierta y en estuarios (Hilbert *et al.* 2000; López-Mendilaharsu *et al.* 2005, 2008). Se ha observado que la ballena gris se alimenta de las praderas de pastos marinos en estuarios, debido a una especie de anfípodo asociado (Caraveo-Patiño & Soto 2005). Los gansos de collar se alimentan de las praderas de *Zostera marina* en los estuarios de la Península de Baja California (Davison & Hughes, 1998; Sedinger *et al.* 2004). No se conoce con certeza el impacto acumulativo de las interacciones de los herbívoros y las pesquerías sobre las praderas de pastos marinos o mantos de macroalgas en la laguna o sus impactos en la biodiversidad asociada.

La alimentación de las especies mencionadas en las lagunas del Pacífico de Baja California es probablemente parte de la fluctuación natural a lo largo del tiempo de las poblaciones de *Zostera marina*. Entre los diversos estudios mencionados anteriormente, estudios comparativos sobre dinámica poblacional y el estatus fisiológico de *Zostera marina* cerca de su límite sur (Cabello-Pasini *et al.* 2002; 2003, 2004; Santamaría-Gallegos *et al.* 2001, 2007) han comenzado para comprender que la mayoría de las lagunas costeras poseen poblaciones con estrategia perenne debido a las similitudes ecológicas de los cuerpos de agua y su dinámica oceanográfica (Obeso *et al.* 2004). Esta organización espacial altamente estructurada en las lagunas está reflejada en la estructura genética de las poblaciones (Muñiz *et al.* 2005) en donde el flujo génico es de norte a sur.

Sin embargo, las variaciones espaciales deben estar más relacionadas con la relación que tienen con la abundancia de macroalgas. Se sabe muy poco acerca de la distribución natural (cambios de cobertura en espacio y tiempo) de la composición de especies de macroalgas en los sitios de alimentación (como Bahía de Los Ángeles-Pacheco-Ruiz & Zertuche-González 1996a, 1996b, 2002 o Bahía Magdalena González-Ramos & Santos-Baca 2005), especialmente la información es limitada para Laguna San Ignacio (Nuñez-Lopez & Casas-Valdez 1998a, 1998b; Riosmena-Rodríguez 1999). Por otro lado, se conoce un poco más acerca de la dinámica poblacional del componente principal de la dieta de la tortuga. Sólo los trabajos espaciales de Pacheco-Ruiz & Zertuche-González (1999, 2003b) sobre *Gracilariopsis lameneiformis* y el estudio de variación temporal hecho por Riosmena-Rodríguez y Holguin-Acosta (2008) en Bahía de La Paz para *Codium amplivesiculatum* son conocidos.

Los pastos marinos y las macroalgas son especies de importancia clave en términos de su biomasa y su contribución en la cadena alimenticia (Coleman and Williams 2002), también son reconocidas por el reciclamiento de nutrientes (McRoy & McMillan, 1977; Short, 1987; Hemminga *et al.* 1991; McRoy & Goering, 1974). En el caso del pasto marino sus hojas atenúan las corrientes y las raíces son relevantes para la estabilización del sedimento (Rassmusen, 1977). Las anteriores características físicas permiten que las praderas posean muchas más especies de invertebrados y peces respecto a áreas adyacentes (Mann 2000). La estructura física de las praderas y los mantos de macroalgas son un buen sustrato para una amplia variedad de organismos que incrementarán la biodiversidad local (Harlin, 1980; Siqueiros-Beltrones e Ibarra-Obando, 1985; Sánchez-Lizaso & Riosmena-

Rodríguez 1996; Schneider & Mann, 1991a, 1991b; Harrison, 1987; Heck *et al.* 1989). Al mismo tiempo, las praderas y los mantos de macroalgas funcionan como refugios y alimento para muchas larvas de las especies locales de invertebrados y peces y sus interacciones (Blaber *et al.* 1992; Perkins-Visser *et al.* 1996; Pohle *et al.* 1991; García-Esquivel & Bricelj, 1993).

El desarrollo costero turístico, industrial o las actividades pesqueras pueden dañar las praderas o mantos de macroalgas al punto de desaparecerlas/sustituirlas en áreas extensas (Wyllie-Echeverria 2003) que van de lo local a lo regional. El impacto de esta modificación es intenso y se han desarrollado técnicas activas de restauración para recuperar dichas áreas. Éstas van del trasplante de plantas adultas, usando técnicas de jardinería convencionales, a la siembra activa de semillas de la planta en áreas nuevas para su desarrollo “natural”, además pueden ser plantadas en pequeños contenedores y transplantar las plantas jóvenes al campo.

Recientemente, el gobierno mexicano ha cambiado la NOM-022 (Diario oficial de la Federación 2004) para humedales, sugiriendo actividades de restauración y mitigación para recuperar áreas perdidas in relación al desarrollo costero, pero la regulación no especifica la manera, ni recomienda ninguna forma de restauración o mitigación, dejando un vacío. Sin embargo, el primer acercamiento para desarrollar una estrategia de conservación apropiada es el entendimiento de las áreas críticas en donde el pasto marino y las macroalgas se distribuyen en espacio y tiempo. Debido a eso, el uso de herramientas científicas modernas como el SIG serán críticas para establecer los límites de distribución de las especies principales en las áreas de pastos marinos y macroalgas.

APROXIMACIÓN CIENTÍFICA.

Las siguientes actividades serán usadas para determinar la distribución de áreas críticas para pastos marinos y macroalgas como hábitats para la conservación de especies amenazadas.

1. Determinar la variación en la distribución con base en trabajos de campo y SIG de los hábitats principales en la Laguna de San Ignacio y Laguna Gilmore para evaluar áreas críticas para la conservación.
2. Determinar especies asociadas de importancia ecológica biomasa por medio de núcleos dentro de las praderas.
3. Determinar áreas de distribución para especies bajo alguna categoría de protección.
4. Estimar la distribución de otras macroalgas relevantes in la Laguna.
5. Determinar la dieta de la tortuga verde en San Ignacio y compararla en relación con otras lagunas de la costa Pacífico.

MATERIAL Y MÉTODOS

La distribución actual e histórica de las praderas de pastos marinos se encuentra en desarrollo basada en trabajo de campo, datos de archivo e imágenes de satélite. Todos los mapas se desarrollan en el pico de la temporada de pastos marinos (febrero a abril) y cuando no están presentes (octubre a diciembre). Los mapas intentarán representar la condición actual y, de ser posible, serán comparados con información histórica de las colecciones de Riosmena 1999 en relación con la base de datos fotográfica del INEGI. Al mismo tiempo, la evaluación sobre la variación espacial de la flora y fauna asociada se encuentra en desarrollo basándose en la metodología NAGISA (Rigby *et al.* 2007)

intentando entender los componentes principales de la comunidad y su estructura. El espectro del muestreo considerará desde el intermareal bajo hasta poblaciones submareales alrededor de los 10m de profundidad con un esfuerzo de réplica.

El muestreo de campo involucrará transectos en lancha en cada laguna en busca de sitios con praderas de pastos marinos y mantos de macroalgas; cada pradera/manto será marcada con un GPS Juno ST® para estimar el área de cobertura. Las praderas/mantos serán seleccionadas para muestreo SCUBA que involucra mediciones de densidad y extracción de núcleos de sedimento. Las mediciones de densidad se llevan a cabo con un cuadrante de 0.25m hecho de PVC y cuatro réplicas a lo largo de los 40m del transecto.

Los núcleos de sedimento son extraídos con un nucleador de PVC de 15cm de diámetro (tres réplicas por transecto), y tendrán una altura aproximada de 10cm (mediciones estándar en la metodología NAGISA). Los núcleos de sedimento serán tamizados a bordo con un grupo de tres tamices con las siguientes luces de malla:

3300 μ m – para eliminar material grande (hojas, conchas, rocas),

840 μ m – para coleccionar semillas de pasto marino y macro-invertebrados,

420 μ m – para coleccionar micro-invertebrados,

El material tamizado será preservado en recipientes individuales (840 μ m y 420 μ m) con suficiente alcohol isopropílico (70%) para cubrir todo el material muestreado. Adicionalmente, material vegetal será coleccionado para cada sitio muestreado y preservado en bolsas de plástico con silica gel para realizar pruebas de ADN en el laboratorio.

Todo el material será depositado en el Museo de Historia Natural de la UABCS y será identificado con claves clásicas y modernas de especies. En el caso de las macroalgas usaremos las claves compiladas por Riosmena-Rodríguez (1999), anfipodos (Barnard 1965), equinodermos (Cintra *et al* 2001), poliquetos (Salazar-Vallejo *et al.* 1989) y moluscos (Keen 1980). Para identificar macro-invertebrados bentónicos Rosa de Bengala será diluida en agua de mar y aplicada a cada muestra previamente colocada en una charola de disección. Viales etiquetados de cristal serán usados para separar cada grupo taxonómico encontrado en la muestra. Los especímenes serán identificados y cuantificados, a simple vista y después verificados con la ayuda de un estereoscopio y claves para cada taxa. Se creará un catálogo fotográfico para cada uno de los taxa mayores observados (poliquetos, equinodermos, crustáceos, ascidias y semillas de pasto marino).

Material crítico será preparado para enviarlo a personas especializadas para una identificación formal y ser depositados en otras colecciones. La abundancia relativa de cada especie será evaluada con base en el porcentaje de cobertura y densidad, dependiendo del espécimen. El diseño básico considerará tres áreas principales de la laguna (cabeza, medio y boca) y tres profundidades (intermareal, 1m y 4m) con un diseño ortogonal. En todos los casos se calculará la media y la desviación estándar y se probará normalidad/homocedasticidad. Análisis multivariados serán realizados para evaluar cuales áreas son las más críticas para la distribución y abundancia de especies. Con base en nuestros resultados seleccionaremos estas áreas en relación con los sitios de alimentación/reproducción de especies críticas para la conservación y la pesquería, para determinar si podemos proponer áreas potenciales para la conservación debido a procesos

sinérgicos que estén ocurriendo.

RESULTADOS PRELIMINARES

Un mapa SIG de la densidad de semillas de pastos marinos, posibles praderas y principales macroalgas mostrando su distribución actual.

En el presente reporte estamos presentando los datos de todas las visitas (septiembre, diciembre 2008 y abril 2009) en donde determinamos la distribución del área de cobertura para *Zostera marina* & *Ruppia maritima* (Fig. 1A) y calculamos la densidad de haces y en muchos sitios realizamos núcleos para la biodiversidad asociada y la densidad de semilla (Fig. 1B). Tenemos para nuestro mapa 67 sitios dentro de la laguna entre la zona intermareal y los 6m de profundidad (Fig. 1C combining seagrass and sediment cores).

Basados en nuestros mapas SIG de Laguna San Ignacio (diciembre 2008) es clara la amplia distribución de *Zostera marina* (círculos verdes, Fig. 1A), una distribución significativa de *Ruppia maritima* (cuadros verdes y bandera, Fig. 1A) y áreas en donde *Zostera marina* con *Ruppia maritima* se encontraron combinadas (círculo azul, Fig. 1A). Basados en la distribución espacial calculamos el área total de cobertura de *Zostera marina* (círculos verdes, Fig. 1D, Fig. 2) y comparamos entre temporadas. Como parte de nuestro muestreo hemos encontrado extensas áreas cubiertas con *Ruppia maritima* (López-Calderón *et al.* en prensa) que no habían sido encontradas en el área en estudios previos (Santamaria Gallegos *et al.* 2001; Cabello-Pasini *et al.* 2003).

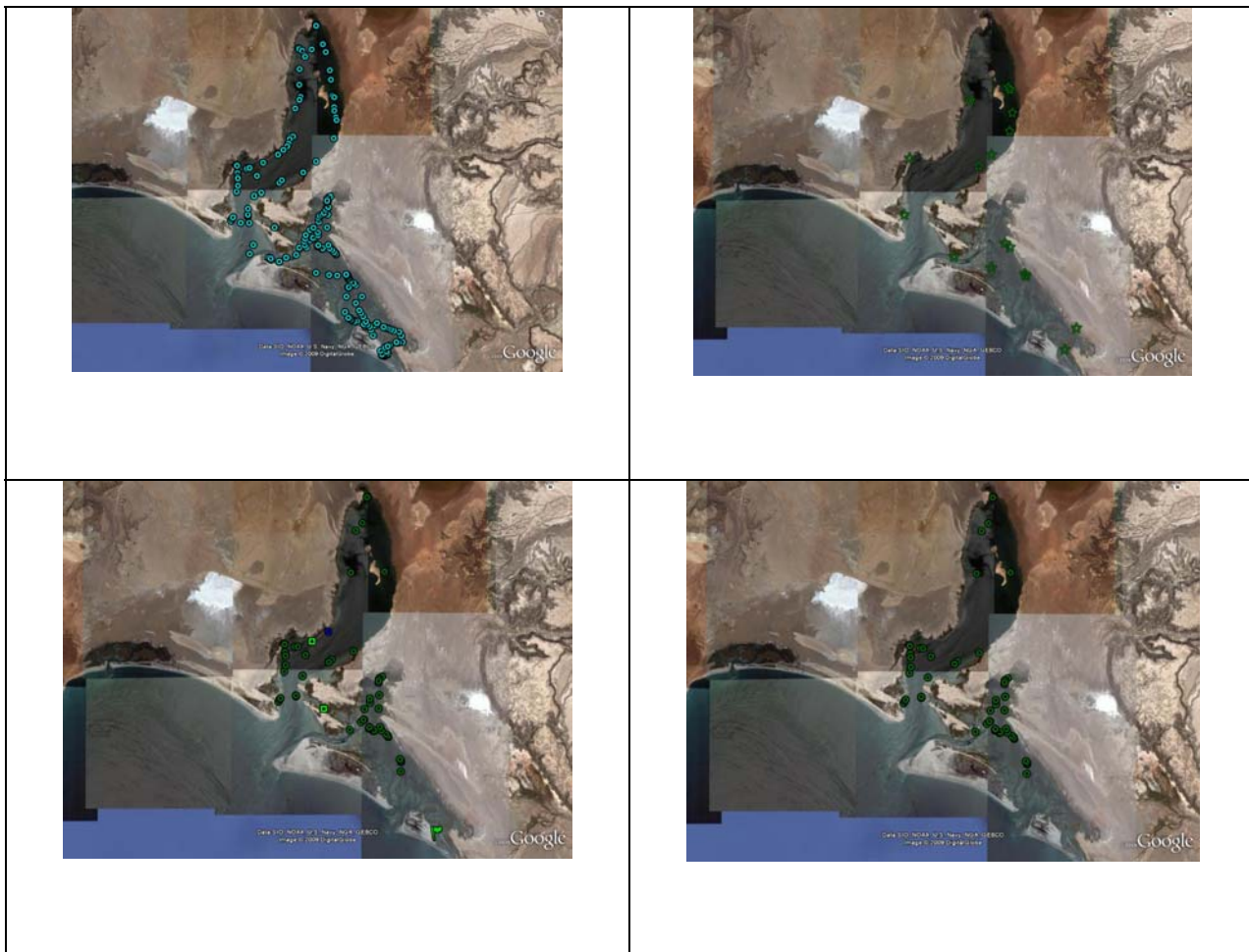


Figura 1. Mapas SIG para Laguna San Ignacio (diciembre 2008) mostrando: a) distribución espacial de *Zostera marina* (círculo verde), *Ruppia maritima* (cuadro verde y bandera) y *Z. marina* con *R. maritima* (círculo azul); b) sitios de núcleos de sedimento (estrella verde); c) todos los sitios muestreados (círculo azul); d) distribución espacial de *Zostera marina* (círculo verde).

Pudimos determinar el área de cobertura para *Zostera marina* en diciembre y abril (Fig. 2A-B). En diciembre encontramos 29 praderas de pasto marino que representan 3012 hectáreas (Fig. 2A); mientras en abril encontramos 23 praderas de pasto marino representando un área de 1114 hectáreas. La diferencia entre temporadas fue 1899 hectáreas menos.

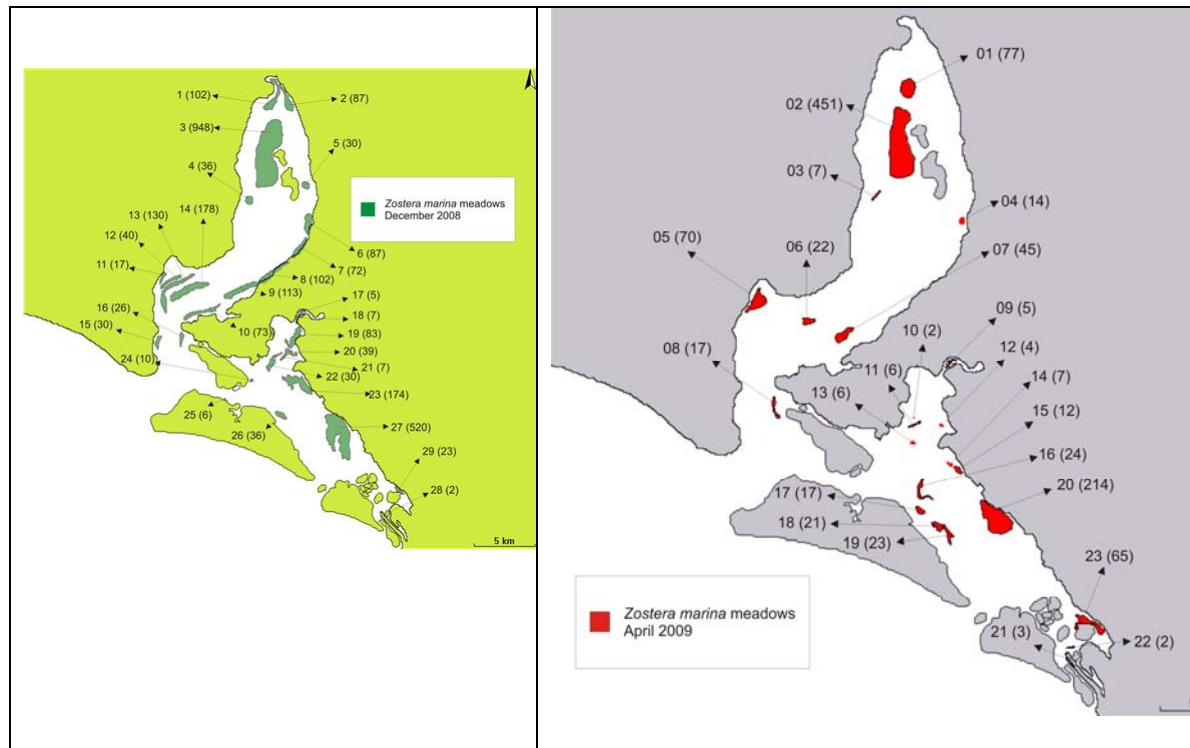


Figura 2. Número de núcleo para el muestreo llevado a cabo en septiembre (A) y diciembre 2008 (B).

Una evaluación especial sobre la densidad y cobertura de las principales especies en relación con diferentes áreas de la laguna.

La densidad de *Zostera* fue variable alrededor de los sitios en donde encontramos la especie en la Laguna (Fig. 3A, B: 18 sitios en septiembre vs. 10 sitios en diciembre), en particular en septiembre 2008 encontramos mucho sitios con pasto marino y con valores que iban de 100 haces por metro cuadrado a áreas con 800 haces por metro cuadrado (Fig. 3A). La variación observada en este mes fue similar con una densidad promedio mínima de 50 haces por metro cuadrado y una densidad máxima de 450 haces por metro cuadrado (Fig. 3B). Esperamos encontrar mayor densidad de haces en la visita de abril de 2009 y más sitios con *Zostera*.

En el caso de *Ruppia* estuvo presente en un menor número de sitios en la laguna en ambas visitas (Fig. 3C, D) pero la densidad observada en septiembre (2 sitios) fue mayor, con una densidad promedio de 1200 haces por metro cuadrado (Fig. 3C). En diciembre observamos *Ruppia* en 5 sitios y la densidad promedio en dos sitios fue baja (uno con 100 y el otro con 400 haces por metro cuadrado) y los otros sitios tuvieron densidades promedio mayores a 1000 haces por metro cuadrado (Fig. 3D).

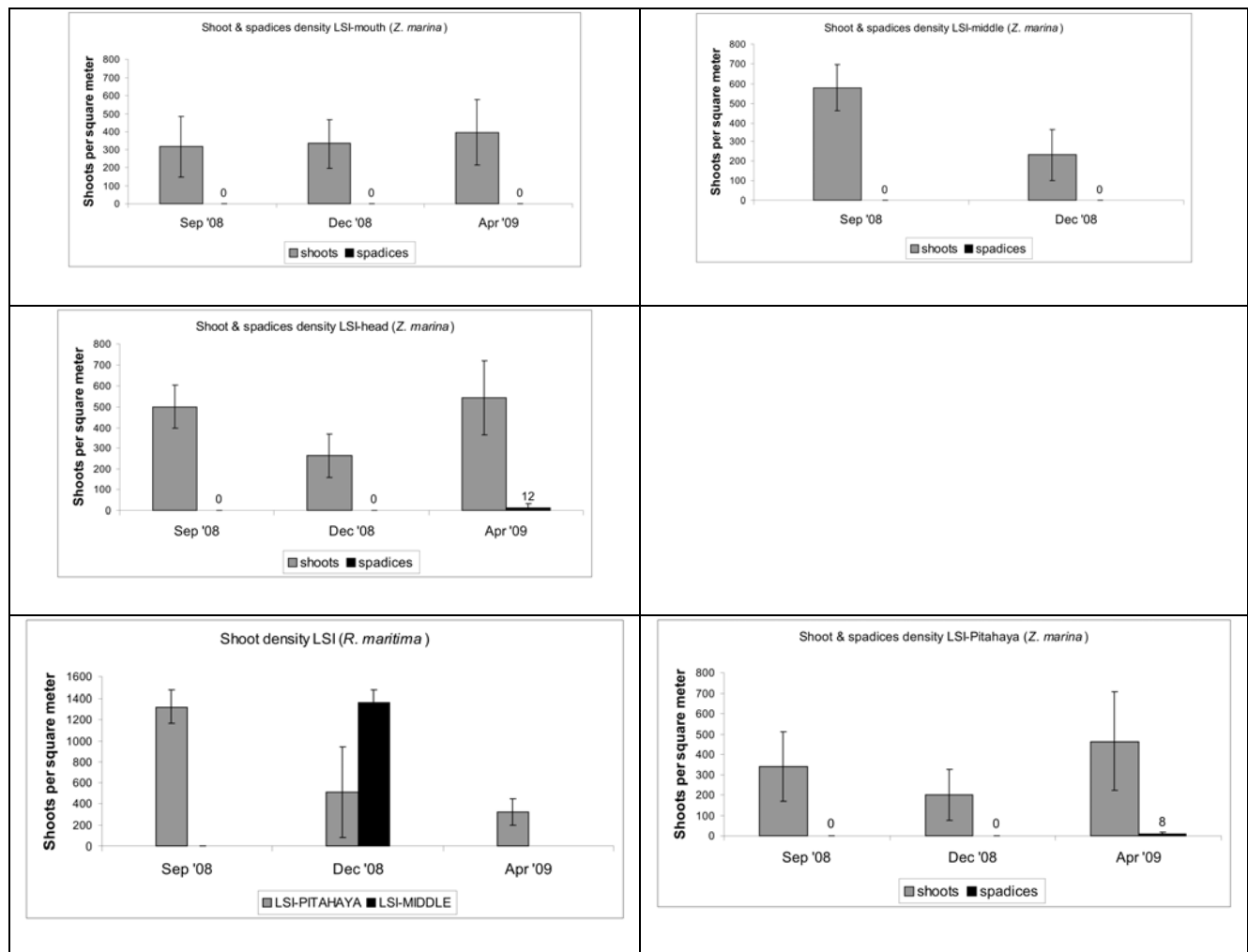


Figura 3. Densidad promedio (desviación estándar) por metro cuadrado de *Zostera marina* en septiembre (A), diciembre (B) y *Ruppia marina* en septiembre (C) y diciembre (D) mostrando diferencias temporales y espaciales.

- Una evaluación especial de la biodiversidad asociada (infauna principal) para determinar si existen cambios a lo largo de la laguna.

Encontramos 5 taxa principales de invertebrados en las praderas de pastos marinos: ascidias, crustáceos, anomuros, moluscos y poliquetos junto con las semillas de *Zostera* (Fig. 4). Encontramos una fuerte variación espacial y temporal en la abundancia de todos los grupos, particularmente fue significativa la extremadamente baja densidad de semillas y su restricción a 3 sitios de núcleo en la cabeza y en la parte media de la laguna. En el caso de los invertebrados encontramos una situación similar con una fuerte diferencia temporal (en la mayoría de los casos) y espacial (en todos los casos).

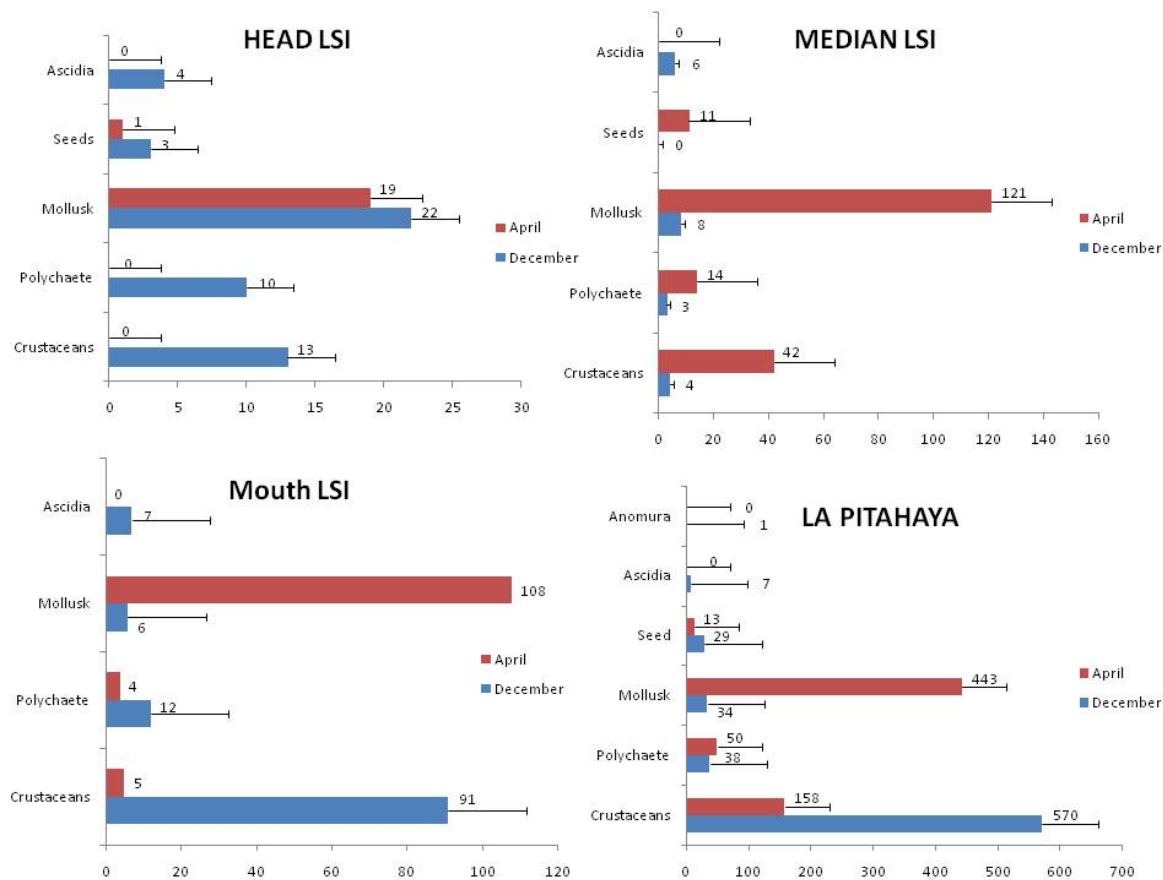


Figura 4. Biodiversidad de macrofauna y semillas de *Zostera* asociadas a las praderas de pasto marino en San Ignacio y Laguna Gilmore (Estero La Pitahaya).

- Determinar la distribución de otros productores de biomasa macroalgal.

La biomasa (peso húmedo) de *G. vermiculophylla* fue significativamente diferente para cada zona muestreada ($p < 0.05$) durante el año muestreado (2007-2008). Esa variación fue observada además en la aparición y desaparición de los mantos en el mismo sitio durante el año (Fig. 5), muy similar a lo observado en 2004-2005 (datos no publicados). En otoño 2007, sólo un manto fue observado en la laguna, incluyendo el Estero La Pitahaya (Fig. 5), con un área total de 44,500 m² y una biomasa de 135 ± 34 toneladas húmedas. Ese manto representa una zona inexplorada sin reportes para esta especie, así que esto incrementa la expectativa porque eso sugiere un incremento en la biomasa para la siguiente temporada. En invierno 2008 la biomasa decreció significativamente hasta 12 ± 6.6 toneladas húmedas. Debido a que sólo se encontraron dos pequeños mantos en diferentes sitios (Fig. 5). El manto observado en otoño fue observado nuevamente en invierno pero en un estado más deteriorado, con una mayor abundancia de individuos de *Aplysia* con longitudes mayores a los 30cm y densidades de 1m⁻², forrajeando activamente sobre talos de *Gracilaria*. Finalmente, en verano ocurrió una disminución significativa para 2005 y 2008, contrario a lo esperado, sólo 228 ± 52 ton húmedas fueron estimadas. Pero algo importante fue la ausencia en 2007-2008 de mantos de *G. vermiculophylla*, en la boca de Laguna San Ignacio. En el muestreo de 2006 el observar mantos en la zona de la boca fue algo inesperado. En lugar de *Gracilaria*, pequeños parches del pasto marino *Zostera marina* fueron encontrados en sitios en donde los mantos de *G. vermiculophylla* estaban en 2004-2005.

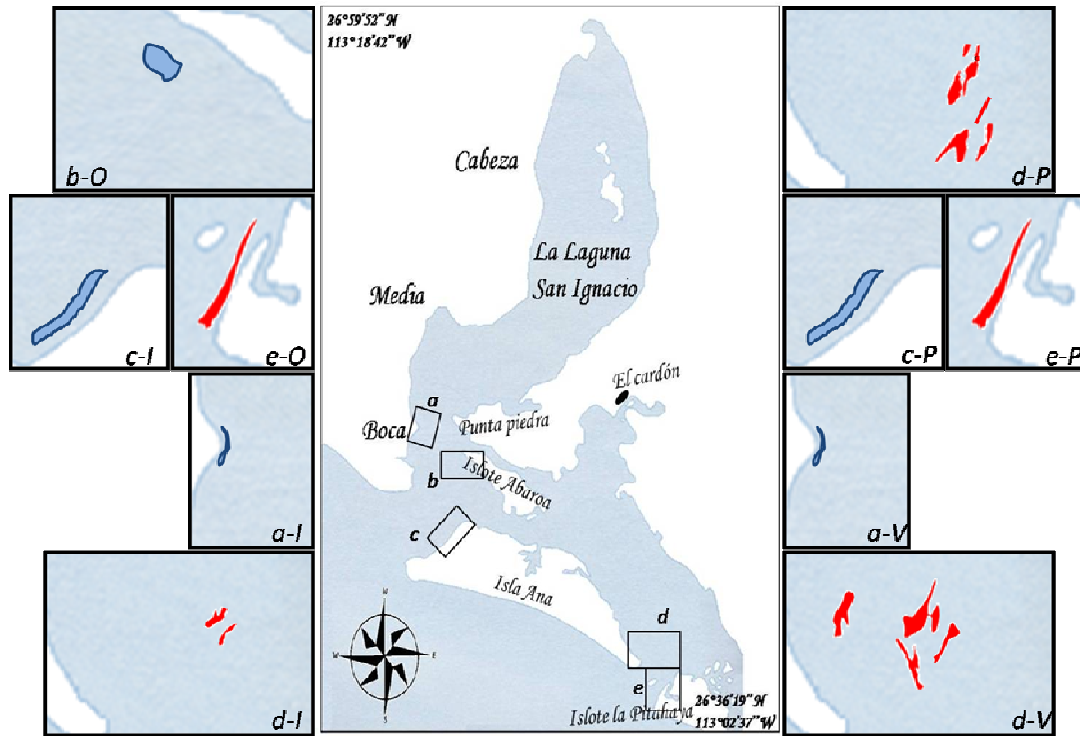


Figura 5. Distribución de la biomasa de *Gracilaria vermiculophylla* en Laguna San Ignacio entre 2006 (mantos azules) y 2008 (mantos rojos).

En el caso de la comparación interanual de la temperatura del mar, no encontramos ninguna diferencia significativa en el tiempo (Fig. 6). El valor más bajo observado fue 15°C y el mayor fue de 26.5°C, lo que representa una diferencia de 10 grados en el año. La tendencia histórica no es aún suficientemente larga como para mostrar diferencias históricas consistentes (López-Calderón *et al.* sometido).

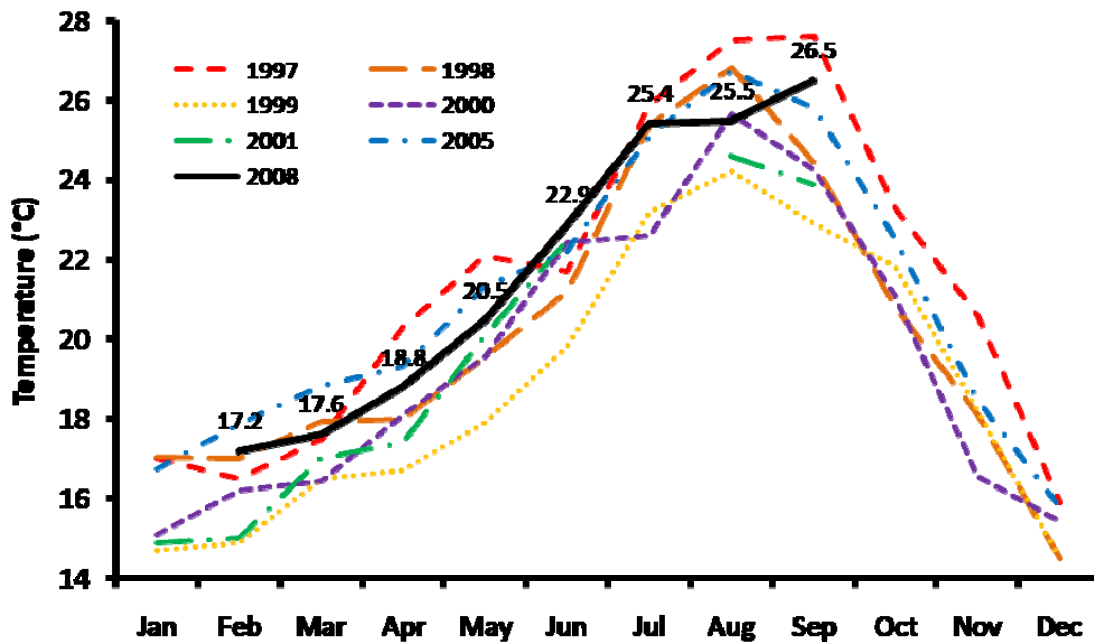


Figura 6. Variación interanual en la temperatura del agua de mar en áreas someras de San Ignacio.

- Comparar los hábitos alimenticios de la tortuga verde entre las principales áreas de alimentación en la costa Pacífico de BCS.

Analizamos los hábitos alimenticios de la tortuga verde entre los principales sitios de alimentación (Magdalena, San Ignacio, Punta Abreojos y Ojo de Liebre) y encontramos diferencias significativas en la dieta de la tortuga entre las distintas áreas (Fig. 6) en la composición de la dieta pero también en el valor de cada elemento. En particular encontramos un cambio notable en la dieta de la tortuga verde en relación con la cantidad de *Ruppia maritima* consumida en esta área en relación con datos previos (Santos Baca 2008). Sin embargo, este patrón también fue observado en Bahía Magdalena (Rodríguez datos no publicados) y fuertemente sugiere cambios en la abundancia relativa de las presas.

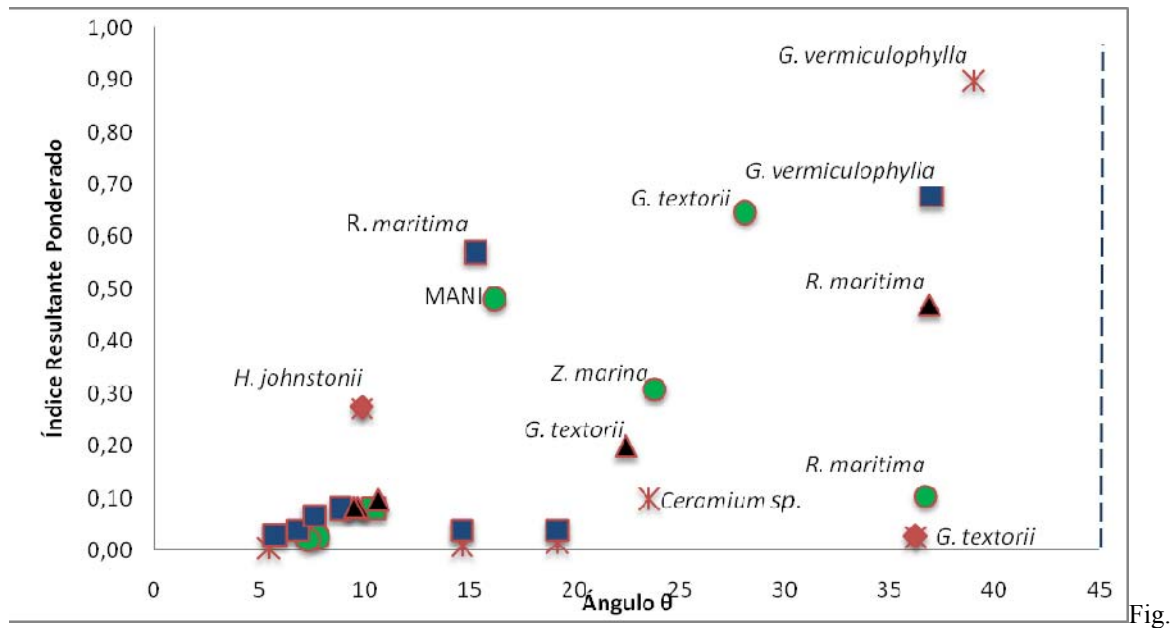


Figura 7. Comparación espacial de las preferencias alimenticias de la tortuga verde entre Bahía Magdalena (estrella), Laguna San Ignacio (círculo verde), Punta Abrejos (cuadro azul) y Laguna Scammon (triángulo negro).

Direcciones futuras (oct 2009 a 2012).

1. Muestreo en octubre 2010 para evaluar el tamaño de los bancos de semilla.
2. Evaluar efectos potenciales del huracán Jimena en los bancos documentados.
3. Desarrollar mapas históricos basados en fotos aéreas de INEGI e imágenes viejas de satélite.
4. Desarrollar potencialmente un proyecto de mitigación (sometido a CONABIO) y más esfuerzos de mapeo en zonas profundas de la Laguna (una propuesta para UMAs para ser sometida a CONABIO noviembre 2009).
5. Identificar al menor nivel taxonómico los invertebrados colectados en 2008 y 2009.

REFERENCES

- Barnard J.L. (1965). Marine amphipoda of the family Ampithoidae from southern California. *Proceedings of U.S. Natural History Museum* 118: 1-46.
- Blaber S.J.M., D.T. Brewer, J.P. Salini, J.D. Kerr & C. Conacher (1992) Species composition and biomasses of fishes in tropical seagrasses at Groote Eylandt, northern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 35:605-620
- Cabello-Pasini A., C. Lara-Turrent & R.C. Zimmerman. (2002). Effect of the storms on photosynthesis, carbohydrates and survival of eelgrass populations from a coastal lagoon and the adjacent open sea. *Aquatic Botany* 74: 149-164
- Cabello-Pasini A., R. Muñoz-Salazar & D.H. Ward (2003). Annual variations of biomass and photosynthesis in *Zostera marina* at its southern end of distribution in the North Pacific. *Aquatic Botany* 76: 31 –47.
- Cabello-Pasini A., R. Muñoz Salazar & D.H. Ward. (2004). Biochemical characterization of eelgrass (*Zostera marina*) in Baja California. *Ciencias Marinas* 30(1A):21-34.
- Cintra-Buenrostro, C.E. (2001). Los asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) de aguas someras del Golfo de California, México. *Oceánides* 16 (1): 49-90.
- Coleman F.C. & S.L. Williams (2002). Overexploiting marine ecosystem engineers: v Potential consequences for biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 40–43.
- Caraveo-Patiño, J. & L. A. Soto (2005). Stable carbon isotope ratios for the gray whale (*Eschrichtius robustus*) in the breeding grounds of Baja California Sur, Mexico. *Hydrobiologia* 539: 99-107.

- Carrera González E. & G. de la Fuente de León (2003). *Inventario y Clasificación de Humedales en México Parte I*. Ducks Unlimited de México, México. 239 p.
- CONABIO (2000). Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. CONABIO 120 p.
- Cruz Escalona V. (1998). Análisis trófico de la Ictiofauna de Laguna San Ignacio B.C.S. Tesis de Maestría CICIMAR-IPN 50 pp.
- Davison D. M., & D. J. Hughes (1998), *Zostera biotopes (volume I), An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs*, Scottish Association for Marine Science (UK Marine SACs Project), 95 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 20 de Octubre del 2004. NOM 083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
- Diario Oficial de la Federación, 25 de Agosto 2006. Carta Nacional Pesquera 2006.
- García-Esquivel Z. & V. Bricej (1993). "Ontogenetic changes in microhabitat distribution of juvenile bay scallops, *Argopecten irradians irradians* (L.), in eelgrass beds, and their potential significance to early recruitment." *Biological Bulletin* 185: 42-55.
- Gardner S. C. & W. J. Nichols (2001). Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahía Magdalena region, Baja California Sur, Mexico, *Chelonian Conservation* 4(1): 197–199.
- González Ramos S. & L. Santos Baca (2005). Macroalgas asociadas a la zona de alimentación de tortuga verde (*Chelonia mydas agassizii*) en el Estero Banderitas, B.C.S. Parte I: Variación espacial y temporal de la estructura de la Comunidad.

- Parte II: Estructura poblacional y tendencias reproductivas. Tesis de Licenciatura UABCS, La Paz, México.
- Jones M.L. & S.L. Swartz (1984). Demography and phenology of breeding gray whales in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico: 1978 to 1982. Pp 309-374. In: Jones, et al. (eds) *The Gray Whale*. Academic Press, Inc., Orlando. 602.
- Harlin M.M. (1980). Seagrass epiphytes. In: R.C. Phillips & C.P. McRoy, Editors, *Handbook of Seagrass Biology*. An Ecosystem Perspective, STPM Press, pp. 117-51,
- Harrison, P.G. (1987). Natural expansion and experimental manipulation of seagrass (*Zostera* spp.) abundance and the response of infaunal invertebrates. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 24(6): 799-812.
- Heck K.L., K.W. Able, M.P. Fahay & C.T. Roman (1989) Fishes and decapods crustaceans of Cape Cod eelgrass meadows: species composition, seasonal abundance patterns and comparison with unvegetated substrates. *Estuaries* 12:59–65
- Hemminga M.A., P.G. Harrison & F. Van Lent (1991). The balance of nutrient losses and gains in seagrass meadows. *Marine Ecology Progress Series* 71: 85-96
- Keen A.M. (1980). *Sea shells of tropical West America*. 2a. ed. Stanford Univ. Press, California, 1064 pp., 3325 figs. 22 pls.
- Koch V., W. J. Nichols, H. Peckham & V. Toba (2006), Estimates of sea turtle mortality from poaching and by catch in Bahia Magdalena, Baja California Sur, Mexico, *Biological Conservation* 128(3): 327–334.
- Kurth S., W. Megill, & M. Yasue (2007). Preliminary report on the epibenthic and benthic environment of San Ignacio Lagoon. LSIESP unpublished report.

- López-Calderon J.; R. Riosmena-Rodriguez; J.M. Rodriguez-Baron; J. Carrión-Cortez; J. Torre-Cosio; A. Meling-López; G. Hinojosa-Arango; G. Hernandez-Carmona & J. García-Hernández (in press). Outstanding appearance of *Ruppia maritima* along Baja California Sur Mexico and its influence in trophic networks. *Marine Biodiversity*.
- López-Mendilaharsu M., S.C.Gardner, R. Riosmena-Rodríguez & J.Seminoff (2005). Identifying critical foraging habitats of the GreenTurtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, México. *Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems* 15: 259-269.
- López-Mendilaharsu M., S C Gardner, R. Riosmena-Rodriguez and J. A. Seminoff (2008). Diet Selection by Immature Green Turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging ground along the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, México. *Journal of the Marine Biology Association of the UK* 88:641- 647.
- McRoy CP & JJ Goering. (1974). Nitrogen kinetics in aquatic plants arctic Alaska. *Aquatic Botany* 1:3-10.
- McRoy, C.P. & C. McMillan. (1977). Productivity and physiological ecology of seagrasses. En: C.P. McRoy & C. Helfferich (eds.). *Seagrass ecosystems: a scientific perspective*. Marcel Dekker, New York, pp. 53-88.
- Muñiz-Salazar R., S. Talbot, G. K. Sage, D. H. Ward & A. Cabello-Pasini (2005). Population genetic structure of *Zostera marina* L. along the Pacific coast of Baja California and in the Gulf of California. *Molecular Ecology* 14:711-722.
- Nichols W.J., K.E. Bird & S. Garcia (2000). Community-based research and its application to sea turtle conservation in Bahia Magdalena, BCS, Mexico. *Marine Turtle Newsletter* 89: 4–7.

- Nuñez-López, R.A. & M.M. Casas-Valdez (1998a). Flora Ficológica de la laguna de San Ignacio, B.C.S., México. *Hidrobiologica* 8: 50-57.
- Nuñez-López, R.A. & M.M. Casas-Valdez (1998b). Seasonal variation of Seaweed biomass in San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, México. *Botanica Marina* 41: 421-426.
- Obeso Nieblas M., G. M. Shirasago, L. Sánchez-Velasco & H. Gaviño-Rodríguez (2004). Hydrographic variability in Bahía de La Paz, B. C. S, Mexico, during the 1997-1998 El Niño. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 51: 689-710.
- Pacheco-Ruiz I. & J.A. Zertuche-González (1996a) Brown algae (Phaeophyta) from Bahía de los Angeles, Gulf of California, México. *Hidrobiología* **326/327**.
- Pacheco-Ruiz I. & J.A. Zertuche-González (1996b) Green algae (Chlorophyta) from Bahía de los Angeles, Gulf of California, México. *Botánica Marina* **39**.
- Pacheco-Ruiz I. & J.A. Zertuche-González (1999) Population structure and reproduction of the carrageenophyte *Chondracanthus pectinatus* in the Gulf of California. *Hidrobiología* **398/399**.
- Pacheco-Ruiz I. J.A.Zertuche-González, F. Correa-Díaz, S. Arellano-Carbajal & A. Chee-Barragán (1999). *Gracilariopsis lemaneiformis* beds along the west coast of the Gulf of California, Mexico. *Hydrobiologia* 398/399: 509-514.
- Pacheco-Ruiz I. & J.A. Zertuche-González (2002) Red algae (Rhodophyta) from Bahía de Los Angeles, Gulf of California, México. *Botánica Marina* **45**.
- Perkins-Visser E., T.G. Wolcott & D.L. Wolcott (1996). Nursery role of seagrass beds: enhanced growth of juvenile blue crabs (*Callinectes sapidus* Rathbun). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 198, 155-173.

- Pohle D. G., V. Monica Bricelj & Z. Garcia-Esquivel. (1991). The eelgrass canopy: an above-bottom refuge from benthic predators for juvenile bay scallops *Argopecten irradians*. *Marine Ecology Progress Series* 74:47-59.
- Rasmussen E. (1977). The Wasting Disease of Eelgrass (*Zostera marina*) and Its Effects on Environmental Factors and Fauna. In *Seagrass Ecosystems: A Scientific Perspective*, edited by C.P. McRoy and C. Helfferich. Dekker, New York.
- Rigby R., Kato T., & R. Riosmena-Rodríguez (2007). NaGISA Seagrass Protocol. In: *Handbook for Sampling Coastal Seagrasses and Macroalgae Community Biodiversity* Chapter 6, pages 25-32 (R. Rigby, K. Iken y Y. Shirayama, eds.) Kyoto University Press.
- Riosmena-Rodríguez R. (1999). Vegetación subacuática. En: Informe Final de Actividades del Proyecto Salitrales de San Ignació (Ongay E., ed.). UABCS-ESSA.
- Riosmena-Rodríguez R., Holguin-Acosta E- (2008). Population dynamics of *Codium amplexiculatum* (Codiales, Chlorophyta) associated to rhodolith beds in the southwestern Gulf of California. *Algae* 23: 141-150.
- Salazar-Vallejo, S.I., J.A. De León-González & H. Salaces-Polanco (1989). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. Libros, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, 212 p.
- Sanchez-Lizaso J. L. & R. Riosmena-Rodríguez (1997). Macroalgas epífitas de *Zostera marina* L. en Bahía Concepción, B.C.S., México. *Oceanides* 12: 55-59.
- Santamaría-Gallegos N.A., R. Riosmena-Rodríguez & J.L. Sánchez-Lizaso (2001) Las praderas de *Zostera marina* L. en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, México. *Actas de la I Jornada sobre Reservas Marinas, Murcia, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación* 135–146

- Santamaría-Gallegos NA, Félix-Pico EF, Sánchez-Lizaso JL, Riosmena-Rodríguez R (2007) Ecología de la fanerógama *Zostera marina* en el sistema lagunar Bahía Magdalena–Bahía Almejas. In: Funes-Rodríguez R, Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R (eds) *Estudios ecológicos en Bahía Magdalena*, CICIMAR-IPN, La Paz, pp 101–112
- Santos-Baca L. (2008). Evaluación de los hábitos de alimentación de la tortuga verde *Chelonia mydas*, en Bahía Magdalena, México, Utilizando la técnica de isótopos estables de C y N. Unpublished M. Sc. Thesis. CIBNOR, 50 p.
- Schneider F.I. & K. H. Mann (1991a). Species specific relationships of invertebrates to vegetation in a seagrass bed. I. Correlational studies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 145, 101-117.
- Schneider F.I. & K.H. Mann (1991b). Species specific relationships of invertebrates to vegetation in a seagrass bed. 11. Experiments on the importance of macrophyte shape, epiphyte cover and predation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 145, 119-139.
- Sedinger J.S.; M.P.Herzog & D.H. Ward 2004. Early Environment and Recruitment of Black Brant (*Branta bernicla nigricans*) Into The Breeding Population. *Auk*, 121, 1, 68-73.
- Seminoff J.A., A. Resendiz, & W.J. Nichols. (2002). Home range of the green turtle (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging ground in the Gulf of California, México. *Marine Ecology Progress Series* 242:253-265
- Short F. T. (1987). Effects of sediment nutrients on seagrasses: Literature review and mesocosm experiment. *Aquatic Botany*, 27: 41-57.

- Siqueiros Beltrones D. A., S. E. Ibarra Obando & D.H. Loya Salinas (1985). Una aproximación a la estructura florística de las diatomeas epifitas de *Zostera marina* y sus variaciones temporales, en Bahía Falsa, San Quintín, B.C. *Ciencias Marinas*. Vol. 11, No. 2, p.
- Urban J.R., L. Rojas-Bracho, H. Perez-Cortez, A. Gomez-Gallardo, S. Swartz, S. Ludwig, & R.L. Brownell, Jr. (2003). A review of gray whales on their wintering grounds in Mexican waters. *Journal Cetacean Research and Management* 5(3):281-295. 14 pp.
- Valiela I. (1989). *Marine Ecological Process*. Springer Verlag 200pp.
- Ward D. H. (1983). The relationship of two seagrasses: *Zostera marina* and *Ruppia maritima* to the black brant, *Branta bernicla nigricans*, San Ignacio Lagoon, Baja California, Mexico. M. Sc. thesis. University of Oregon
- Ward D. H., A. Reed, J. S. Sedinger, J. M. Blacks, D. V. Derksen, & P. M. Castelli (2005), North American Brant: effects of changes in habitat and climate on population dynamics. *Global Change Biology* 11: 869–880.
- Wyllie-Echeverria S., P.A. Cox, A.C. Churchill & T. Wyllie-Echeverria. (2003). Seed size variation within *Zostera marina* L.(Zosteraceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 142:281-288.