



E-News Bulletin

Gulf of Mexico

Large Marine Ecosystem (GoMLME)



INDICE

Nuevas metodologías para el análisis de los
florecimientos fitoplanctónicos implementadas en el
Golfo de México
New methodologies for the analysis of phytoplankton blooms
implemented in the Gulf of Mexico **3**

Turismo costero en Yucatán y sus efectos en el medio
ambiente
Coastal tourism in Yucatán and its effects on the environment. **6**

Taller Internacional para Desarrollar una Red de
Observación de la Acidificación del Océano
International Workshop to Develop an Ocean
Acidification Observing Network **10**



Nuevas metodologías para el análisis

de los florecimientos fitoplanctónicos
implementadas en el Golfo de México

Eduardo Santamaria-del-Angel^{1*}, Sergio Cerdeira-Estrada², Inia Soto³, Roberto Millán-Nuñez¹,
Adriana Gonzalez-Silvera¹, Frank Muller-Karger³, Porfirio Álvarez-Torres⁴,
* email: santamaria@uabc.edu.mx

¹ UABC, Ensenada Baja California, México; ²

CONABIO, México, D.F.; ³ USF, St. Petersburg, Florida, USA; ⁴ UNIDO GoM-LME, México, D.F.

Introducción

En la actualidad, las imágenes espectroradiométricas en el visible, también conocidas de cómo imágenes del color del océano, se han convertido en una herramienta con un alto potencial de uso en actividades acuaculturales y pesqueras, debido a que proporcionan una base sólida para los monitoreos marinos a largo plazo en escalas desde locales hasta globales (IOCCG, 2009).

Dentro de todos los fenómenos que cuentan con vectores de dimensiones humanas, los florecimientos fitoplanctónicos pueden ser uno

New methodologies for the analysis of phytoplankton blooms implemented in the Gulf of Mexico

Introduction

Nowadays, spectroradiometric images in the visible, also known as ocean color images, have become a tool with a high potential for use in fisheries and aquacultural activities, because they provide a solid base for monitoring marine long-term scales from local to global (IOCCG, 2009).

de los más impactantes, tanto por sus signos como por sus posibles consecuencias ecológicas y económicas. Posiblemente, debido a la asociación básica de que los florecimientos fitoplanctónicos cambian el color del mar y que, por lo tanto, este cambio podría ser detectado por imágenes de color del océano, se han creado una serie de expectativas sobre usar este tipo de imágenes en la detección de florecimientos fitoplanctónicos. Sin embargo, estas expectativas pueden llevar a verdaderos mitos, promovidos principalmente por el un nulo conocimiento sobre la naturaleza de las imágenes espectralométricas del visible, así como de la autoecología de los parches fitoplanctónicos.

Ya sea por el amarillismo de los medios de comunicación o por las pérdidas económicas que ocasionan las medidas de prevención sobre la toxicidad del fenómeno, es un hecho que en la última década, se han incrementado los reportes de este tipo de fenómenos en las zonas costeras (Hallegraeff, 2009). Por otro lado, la explicación científica sobre este incremento en los reportes de florecimientos fitoplanctónicos, puede deberse a los procesos de eutricación antropogénica que conlleva al incremento de los desechos domésticos, industriales, agrícolas y acuaculturales (Hallegraeff, 1993) vertidos a las zonas costeras.

Hoy en día, aun no se ha entendido de una manera integral la dinámica de los florecimientos, sobre todo en la definición de las variables causales, sus interacciones y sinergias, lo cual deriva en que no se tengan ningún modelo predictivo fiable sobre la aparición, evolución, desarrollo y la dilución de estos florecimientos. Por otra parte, la naturaleza y los conceptos básicos de óptica hidrológica, en los cuales se basan las imágenes espectralométricas en el vis-

Among all the phenomena that have human dimensions vectors, phytoplankton blooms may be one of the most impressive, both for its signs and its potential ecological and economic consequences. Possibly because the basic association that phytoplankton blooms change the color of the sea and, therefore, this change could be detected by ocean color images, have created a set of expectations about using these images in detecting phytoplankton blooms. However, these expectations can lead to real myths, promoted mainly by a zero knowledge about the nature of spectroradiometric images of the visible and the ecology of phytoplankton patches.

Either by the sensationalism of the media or the economic loss prevention measures on the toxicity of the phenomenon, the fact that in the last decade there have been increased reports of such phenomena in coastal areas (Hallegraeff, 2009). On the other hand, the scientific explanation of this increase in reporting of phytoplankton blooms may be due to anthropogenic eutrophication processes that lead to increased domestic, industrial, agricultural and aquacultural (Hallegraeff, 1993) discharges to coastal areas.

Today, it is still not understood in a comprehensive manner the dynamics of blooms, especially in the definition of causal variables, their interactions and synergies, which leads us to not have any reliable predictive model of the emergence, evolution, development and dilution of these blooms. Moreover, the nature and the basic concepts of optical basin, which are based on the spectroradiometric images in the visible, are not generally known, so that in an unknown event, it is believed that a satellite image concentration chlorophyll-a (Chla) may reflect the spatial variability of phytoplankton blooms.

While it is true that the phenomena of phyto-

ible, no son de todos conocidos, por lo que en un acto de desconocimiento, se cree que una imagen satelital de concentración de clorofila-a (Chla) puede reflejar la variabilidad espacial del florecimiento fitoplanctónico.

Si bien es cierto que los fenómenos de florecimientos fitoplanctónicos afectan el color del océano de la localidad y a su vez influyen en las propiedades ópticas del lugar, consideramos que aún falta mucha información para poder potenciar el uso de este tipo de imágenes en los florecimientos fitoplanctónicos. En este trabajo se sientan las bases para comprender las firmas espectrales que pueden indicar la presencia de un florecimiento fitoplanctónico, así como adentrarse en la auto ecología propia del parche. Para ello nos enfocamos en la calidad de los datos medidos en campo y en cuales variables pueden ser usadas para desarrollar en el futuro algoritmos específicos que permitan la detección de los florecimientos fitoplanctónicos.

Materiales y métodos

El muestreo in situ se llevó a cabo en dos campañas de muestreo durante el 2011: (1) del 27-30 de Agosto en Dzilam de Bravo, Yucatán y en la Isla de Holbox, Quintana Roo; y (2) del 22-24 de Septiembre, en la región Sur-Occidental del Banco de Campeche, Campeche (Fig. 1). Las dos campañas fueron planeadas una vez que se recibieron los reportes de eventos de florecimientos declarados. La campaña (1) se basó en reportes de peces muertos a través de pescadores de Dzilam de Bravo. La (2) fue planeada basada en un florecimiento masivo con un fuerte cambio de color del mar en Campeche, mortandad de peces y conteos preliminares de oficiales del Estado de Campeche de la especie *Karenia brevis*.

plankton blooms affect the color of the ocean from the town and in turn influence the optical properties, we believe that there is still much information to promote the use of such images in phytoplankton blooms. This work lays the foundation for understanding the spectral signatures that may indicate the presence of a phytoplankton bloom and go into the auto ecology own patch. To do this we focus on quality field measured data and which variables can be used to develop specific algorithms in the future to allow the detection of phytoplankton blooms

Materials and methods

*Spot sampling was conducted in two sampling campaigns in 2011: (1) August 27-30 in Dzilam Bravo, Yucatan and Holbox Island, Quintana Roo, and (2) 22-24 September in the South-Western Bank of Campeche, Campeche (Fig. 1). The two campaigns were planned after reports were received event of blooms reported. The campaign (1) was based on reports of dead fish by fishermen Dzilam Bravo. The (2) was planned based on a massive bloom with a strong color change of the sea in Campeche, fish kills and preliminary official counts of the State of Campeche on the species *Karenia brevis*.*

In both campaigns, sampling was conducted in conjunction with institutions that regularly monitor the phenomena of phytoplankton blooms. Campaign (1) involving the Ministry of Health of Yucatán and the Center for Research and Advanced Studies (CINVESTAV) National Polytechnic Institute (IPN), Mérida Unit, while for the campaign (2) were the Ministry of Health Campeche, the State Public Health Laboratory of Campeche, the Commission for Protection Against Health Risks of Campeche (COPRISCAM), the Seventh Naval Zone of Lerma and the Ministry of Fisheries.

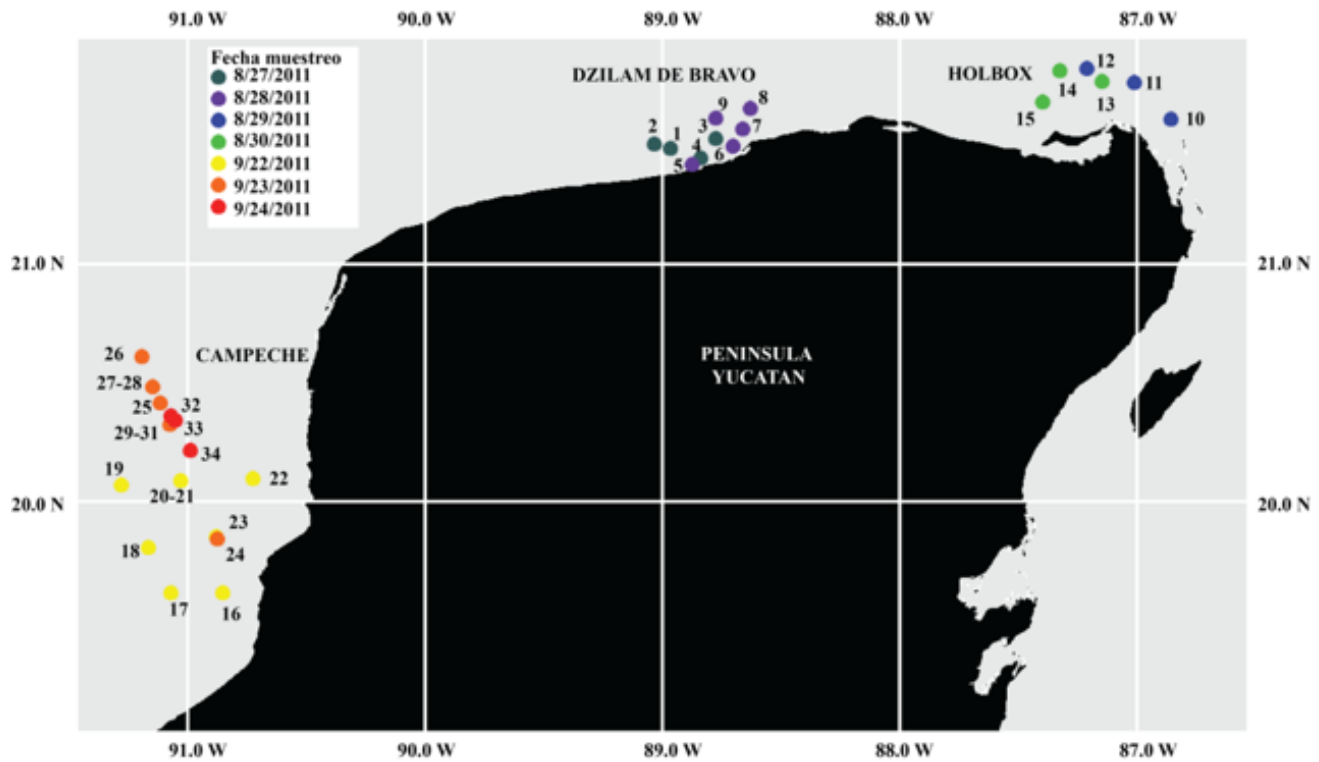


Figura 1. Estaciones muestreadas en las dos campañas del 2011: (1) Dzilam de Bravo y Holbox; (2) Campeche
Figure 1. Stations sampled in the two campaigns of 2011: (1) Bravo Dzilam and Holbox, (2) Campeche

En ambas campañas, el muestreo fue realizado junto con instituciones que habitualmente monitorean los fenómenos de florecimientos fitoplanctónicos. Para la campaña (1) participaron la Secretaría de Salud de Yucatán y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Unidad Mérida; mientras que para la campaña (2) estuvieron la Secretaría de Salud de Campeche, el Laboratorio Estatal de Salud Pública de Campeche, la Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios de Campeche (COPRISCAM), la Séptima Zona Naval de Lerma y la Secretaría de Pesca.

Para cada región las estaciones de muestreo fueron previamente seleccionadas con base al análisis de los productos espectralradiométricos estándar del satélite de NASA Aqua: Fluorescence Line Height (FLH), Chla, Temperatura

For each region, sampling stations were previously selected based on the analysis of standard products espectralradiométricos NASA satellite Aqua: Fluorescence Line Height (FLH), Chla, Sea Surface Temperature (SST) and diffuse attenuation coefficient at 490 nm (Kd_490), derived from observations of the sensor the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) from the previous day receive the satellite receiving antenna CONABIO. The processing of these images are made operationally through the Ocean Monitoring Satellite System (SATMO) [www.biodiversidad.gob.mx/pais/mares/satmo] of CONABIO, which uses the base characteristics of NASA program. These products were also processed ocean for each day of the campaign.

At each station, GPS geo-referenced digital photographs were taken of the surface water and assessed the attenuation of light in the wa-

tura Superficial del Mar (SST), y coeficiente de atenuación difusa a 490 nm (K_d_{490}), derivados de las observaciones del sensor The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) del día anterior recibas en la antena de recepción satelital de la CONABIO. El procesamiento de dichas imágenes se realizan operacionalmente a través del Sistema Satelital de Monitoreo Oceánico (SATMO) [www.biodiversidad.gob.mx/pais/mares/satmo] de la CONABIO, el cual utiliza de base el programa SeaDAS de NASA. Estos productos oceánicos también fueron procesados de para cada día de la campaña.

En cada estación georreferenciada por GPS se tomaron fotos digitales de la superficie del agua; se evaluó la atenuación de la luz en la columna de agua (K_d), se registraron diversos parámetros meteorológicos (velocidad del viento, temperatura del aire, estrés térmico, sensación térmica del viento, humedad relativa, punto de rocío, índice de calentamiento, y presión barométrica del aire), se muestreo además la salinidad, la temperatura, el oxígeno disuelto, la reflectancia satelital in situ (R_{rs}), la retrodispersión (backscattering, bb), la fluorescencia de materia orgánica disuelta coloreada (Colored Dissolved Organic Matter, CDOM) y la chl_a medida con un fluorómetro in situ a un 1 m de profundidad y/o en la columna de agua.

De igual forma se tomaron muestras de agua utilizando una bomba de agua con una manguera de 1 m de largo aproximadamente, para la campaña (1), teniendo cuidado de que la muestra de agua no tuviera contacto con la bomba o parte mecánica de ella. Antes de tomar la muestra se dejó correr agua para limpiar la bomba durante unos 2-3 minutos. Para la campaña (2) se utilizó un tubo muestreador para obtener una muestra integrada a 3 mts. Para ambas se evaluó:

ter column (K), there were various meteorological parameters (wind speed, air temperature, heat stress, feeling of precipitation, relative humidity, dew point, heat index, barometric pressure and air) are also sampling salinity, temperature, dissolved oxygen, in situ satellite reflectance (R_{rs}), backscattering (backscattering, bb), the fluorescence of colored dissolved organic matter (Colored Dissolved Organic Matter CDOM) and measured with a fluorometer chl_a in situ to a depth of 1 m and / or in the water column.

Similarly water samples were taken using a water pump with a hose approximately 1 m long, for the campaign (1), taking care that the water sample had no contact with the pump or mechanical part of it. Before taking the sample water was used to clean the pump for about 2-3 minutes. For the campaign (2) a tube sampler was used to obtain an integrated sample to 3 meters. For both were evaluated:

(A) *abundance and taxonomy of phytoplankton: 100 ml were collected in dark bottles Nalgene high density polypropylene (HDPE) of 125 mL with neutral Lugol based solution of sodium acetate in a ratio 1:100 previously added. Once a hermetically closed samples were stored in darkness in a cool place. Counts and identification were performed at the Institute of Fisheries and Wildlife of Florida (FWRI) by CM Jennifer Wolny and Dr. Karen Steidinger.*

(B) *hydrological Optics: 2 L were collected in dark water bottles Nalgene HDPE at a depth of between 1.5 and 2.0 m. The samples were placed in a cooler with crushed ice and filtered within 8 hours to obtain.*

(B-1) *Colored Dissolved organic absorption matter (CDOM) was collected approximately 70 mL of filtered water in an amber glass bottle and then the samples were frozen for transport to the USF*

(a) Abundancia y taxonomía de fitoplancton: Se colectaron 100 ml en botellas Nalgene oscuras polipropileno de alta densidad (HDPE) de 125 mL con solución Lugol neutro con base de acetato de sodio en una proporción 1:100 previamente añadido. Una vez cerradas de una manera hermética las muestras fueron almacenadas en oscuridad en un lugar fresco. Los conteos e identificación fueron realizados en el Instituto de Pesca y Vida Silvestre de la Florida (FWRI) por la M.C. Jennifer Wolny y la Dra. Karen Steidinger.

(b) Óptica hidrológica: Se colectaron 2 L de agua en botellas Nalgene oscuras HDPE a una profundidad de entre 1.5 y 2.0 m. Las muestras fueron colocadas en una hielera con hielo molido y filtradas antes de 8 horas para obtener:

(b-1) Absorción de Colored dissolved organic matter (CDOM): se colectó aproximadamente 70 mL del agua filtrada en una botella de cristal ámbar y luego se congelaron las muestras para ser transportadas a la USF donde fueron procesadas siguiendo la técnica descrita en Mueller y Fargion (2002).

(b-2) Absorción de partículas: las muestras fueron filtradas con filtros de fibra de vidrio Whatman's GF/F de 25 mm diámetro y 0.7 µm tamaño de poro. El volumen filtrado variaba por estación dependiendo la cantidad de partículas en el agua. El color del filtro nos indica cuando parar de filtrar (no se desea un filtro ni muy claro ni muy oscuro). El volumen filtrado fue anotado para cada muestra. Cada filtro fue colocado en un contenedor de filtros y a su vez almacenados en nitrógeno líquido hasta su procesamiento en la USF siguiendo la técnica descrita por Mitchell (1990). Para la determinación del espectro de absorción de la clorofila se siguió la técnica descrita por Kishino et al., (1985).

which were processed using the technique described in Mueller and Fargion (2002).

(B-2) *Absorption of particles: the samples were filtered with glass fiber filters Whatman's GF / F of 25 mm diameter and 0.7 µm pore size. The volume filtered varied by season depending on the amount of particles in the water. The color filter indicates when to stop the filter (not like a filter or too light nor too dark). The filtrate volume was recorded for each sample. Each filter was placed in a filter container and in turn stored in liquid nitrogen until processing in the USF using the technique described by Mitchell (1990). For determining the absorption spectrum of chlorophyll following the technique described by Kishino et al., (1985).*

(B-3) *photosynthetic pigments: Following the same procedures absorption samples were filtered with glass fiber filters Whatman's GF / F of 25 mm and a pore size of 0.7 microns. The volume filtered varied by season depending on the amount of particles in the water. In this case the maximum sought color filter. The filtrate volume was recorded for each sample. Each filter was placed in a container of filters, and stored in liquid nitrogen until analysis. In the USF concentration was determined by the method of acid chlorophyll (Holm-Hansen and Riemann, 1978), as well as non-acid method (Welschmeyer, 1994) and in parallel at the Laboratory of the UABC by HPLC (High -performance liquid chromatography), Varian model Prostar, following the technique described by Wright et (1991), Barlow et al., (1997) and Bidigare & Trees (2000). With these data was estimated pigment Chemical Taxonomy (CHEMTAX) following the observations of Mackey et al., (1996).*

(C) *PhytoPAM: It took 100 ml of water and stored in Black Teflon bottles. After 15 minutes in the dark were read 2 ml of each bottle in an amplitude*

(b-3) Pigmentos fotosintéticos: siguiendo los mismo procedimientos de absorción las muestras fueron filtradas con filtros de fibra de vidrio Whatman's GF/F de 25 mm y tamaño de poro de 0.7 μm . El volumen filtrado variaba por estación dependiendo la cantidad de partículas en el agua. En este caso se buscó el máximo color del filtro. El volumen filtrado fue anotado para cada muestra. Cada filtro fue colocado en un contenedor de filtros, y almacenados en nitrógeno líquido hasta su análisis. En la USF se determinó la concentración de clorofila por el método ácido (Holm-Hansen y Riemann, 1978), así como por el método no-ácido (Welschmeyer, 1994); y paralelamente en el Laboratorio de la UABC mediante un HPLC (High-performance liquid chromatography), modelo Varian Prostar, siguiendo la técnica descrita por Wright et al., (1991), Barlow et al., (1997) y Bidigare y Trees, (2000). Con estos datos de pigmentos se estimó la Taxonomía Química (CHEMTAX) siguiendo las observaciones de Mackey et al., (1996).

(c) PhytoPAM: Se tomó 100 ml de agua y se almacenaron en botellas de Teflón Negras. Después de 15 minutos en oscuridad fueron leídas 2 ml de cada botella en un fluorímetro de amplitud modulada para fitoplancton (PhytoPAM) con la finalidad de construir curvas rápidas de Fotosíntesis vs. Irradiancia (P-E). Con ello se analizaron las respuestas rápidas de la comunidad de fitoplancton a sus aclimataciones a la luz, basándose en experimentos rápidos de cambio a intensidades de luz desarrollados en estaciones con un evento declarado de floración. De igual forma se pretende analizar las respuestas rápidas de los grandes grupos haciendo una aproximación gruesa al analizar la respuesta en los canales azules verdes café y rojo, suponiendo que estos canales pueden inte-

modulated fluorometer for phytoplankton (PhytoPAM) in order to build Photosynthesis vs. fast curves. Irradiance (P-E). This rapid responses were analyzed phytoplankton community of their acclimation to light, based on rapid exchange experiments light intensity developed at stations with an event declared of flowering. Likewise, it aims to analyze the rapid responses of large groups making a rough approximation to analyze the response in the blue channel and red green coffee, assuming that these channels can integrate the response of blue-green algae, green, diatoms and dinoflagellates, respectively .

(D) *taxonomic identification of phytoplankton in vivo: one for the campaign (2) phytoplankton samples were taken alive, which were observed in the field using an inverted microscope field microscope connected to a digital photo acquisition, which allowed us through photos-videos identify and assess the different angles that can have the different species present in the station.*

Preliminary Results and Discussion

Generally both campaigns showed four possible scenarios:

- 1. A greenish mass flowering mainly dominated by diatoms high surface area and high mortality of marine organisms in Dzilam Bravo.*
- 2. Mixed flowering difficult to distinguish with the naked eye, with lower concentrations of phytoplankton and possibly deeper, on the island of Holbox.*
- 3. Surface mixed flowering patches as filaments, which also found higher concentrations of dinoflagellates in the island of Holbox.*
- 4. Intense bloom throughout the water column, forming patches visible in the form of filaments (in Campeche), mainly dominated by the dinoflagellate *Karenia brevis* in waters far from the coast.*

grar la respuesta de algas verde-azules, verdes, diatomeas y dinoflagelados respectivamente.

(d) Identificación taxonómica del fitoplancton in vivo: solo para la campaña (2) se tomaron muestras de fitoplancton vivo, las cuales fueron observadas en campo mediante un microscopio invertido para microscopía de campo conectado a un sistema de adquisición de fotos digitales, lo que nos permitió por medio de fotos-videos identificar y ponderar los diferentes ángulos que puede presentar las diferentes especies presentes en la estación.

Resultados y discusiones preliminares

De manera general ambas campañas mostraron cuatro posibles escenarios:

1. Un florecimiento masivo de color verdoso dominado principalmente por diatomeas de gran extensión superficial y alta mortandad de organismos marinos en Dzilam de Bravo.
2. Florecimiento mixto difícil de distinguir a simple vista, con menores concentraciones de fitoplancton y posiblemente más profundos, en la Isla de Holbox.
3. Florecimiento mixto superficial con parches en forma de filamentos, donde también se encontraron concentraciones mayores de dinoflagelados en la Isla de Holbox.
4. Florecimiento intenso en toda la columna de agua, formando parches visibles en forma de filamentos (en Campeche), principalmente dominado por el dinoflagelado *Karenia brevis* en aguas más lejanas a la costa.

Siguiendo los principios básicos de óptica hidrológica, cada escenario presentó diferentes colores del mar como resultado de la combinación de variables físicas-químicas específicas como la alta irradiancia, baja energía cinética turbulenta y la disponibilidad y evolución de los

Following the basic principles of hydrological optics, each scenario presented different colors of the sea as a result of the combination of specific chemical-physical variables such as high irradiance, low turbulent kinetic energy and the availability and development of nutrients, which resulted in a taxocenosis different in each scenario.

*A generally blooms on stage were characterized by: dominance of diatoms in the genus *Rhizosolenia* spp Dzilam Bravo dinoflagellates of the genus *Scrippsiella* spp on the island of Holbox and dominance of dinoflagellate species *Karenia brevis* in Campeche..*

In Bravo Dzilam chlorophyll concentration exceeded 5 mg/m³ of chlorophyll while in Holbox chlorophyll concentrations ranged from 2.4 mg/m³. In Campeche, concentrations were greater than 15 mg/m³. Also, the absorption of particles, phytoplankton and CDOM was much higher in Campeche.

This was reflected in measurements of Secchi disc (SD, for its acronym in English), although one of the most simple, reflects the decrease of the light field in the water, caused by the different solutes contained in it. At stations with intense blooms, as discussed in the campaign (1) in Dzilam were estimated Secchi disk depths (ZSD) less than 3 m (between 1 to 2.5 m) while in the cities with weaker blooms and / or more deep, as the campaign (1) in Holbox, apparently ZSD were larger than 3 m (3.5 to 6.5 m). Whereas the first optical depth ($1/\text{Kd}$) is the layer where the remote sensor of the type of spectroradiometers derive their observations, in the case of surface or subsurface phytoplankton blooms (in Dzilam) this information comes from the first 1 to 2.78 m, while the weaker blooms and deeper (Holbox) are more than 3.5 m.

nutrientes, lo que dio como resultado una taxocenosis diferente en cada escenario.

A manera general los florecimientos en los escenarios fueron caracterizados por: dominancia de diatomeas del genero *Rhizosolenia* spp en Dzilam de Bravo; dinoflagelados del genero *Scrippsiella* spp en la Isla de Holbox y dominancia de dinoflagelados de la especie *Karenia brevis* en Campeche.

En Dzilam de Bravo la concentración de clorofila superó los 5 mg/m³ de clorofila mientras que en Holbox las concentraciones de clorofila estuvo entre 2-4 mg/m³. En Campeche, las concentraciones fueron mayores a 15 mg/m³. Así mismo, la absorción de partículas, fitoplancton y CDOM fue mucho mayor en Campeche.

Lo anterior se vio reflejado en las mediciones de Disco de Secchi (SD, por sus siglas en ingles), que aunque es uno de los instrumentos más sencillos, refleja la disminución del campo de luz en el agua, ocasionado por los diferentes solutos contenidos en ella. En las estaciones con florecimientos intensos, como el analizado en la campaña (1) en Dzilam, se estimaron profundidades de disco de Secchi (ZSD) menores a 3 m, (entre 1 a 2.5 m) mientras que en las localidades con florecimientos más débiles y/o más profundos, como el de la campaña (1) en Holbox, aparentemente las ZSD fueron mayores a 3 m (entre 3.5 y 6.5 m). Considerando que la primera profundidad óptica ($1/K_d$) es la capa de donde los sensores remotos del tipo de los espectroradiómetros derivan su observaciones, en el caso de los florecimientos fitoplanctónicos superficiales o subsuperficiales (en Dzilam) esta información proviene de primeros 1 a 2.78 m, mientras que en los florecimientos menos fuertes y más profundos (en Holbox) son más de 3.5 m.

These preliminary results are very promising because the empirical approach provides us with the SD, can easily be used in models of the same nature as associations empirical linear or higher degree polynomials. However, particularly in the Yucatan Peninsula, the shallow depth by the great breadth of the continental shelf and the whites of their sediments, leads us to propose the need to learn more about the influence of these funds shallow white in spectroradiometric signal in this region. In a similar way we need to know what the answer to this and other optical properties not bloom scenarios.

It was seen that in stations where the bloom was always the highest abundance were subsurface and were below the first optical depth. This may indicate preliminarily that although spots are very large blooms, the satellite can only see a small portion of it. To determine that portion can be and how it can fluctuate as much abundance throughout the day, you need to make at least two diurnal cycles in the patch with time series of at least 1 hour.

As for the possible rapid productivity curves derived from observations with the PhytoPAM, the results show that within the spot there is a flourishing community acclimated to low irradiances, which can be a possible adaptation to self shading of the patch. In areas where the bloom is weaker, shows up as expected, a community acclimated to lower irradiances, and less biomass. In cafes Dzilam channels (possibly due to a mixture of diatoms) and red (possibly a mixture of diatoms dinoflagellates) have the same pattern, showing steeper slopes than the blue (possible response of cyanobacteria) and green (chlorophyll .) The steep slope at low irradiances from these graphs, indicates that they are acclimated to lower light (possibly by self shading of the patch) and brown-red combination

Estos resultados preliminares, son muy prometedores pues la aproximación empírica que nos proporciona el SD, puede ser fácilmente utilizada en modelos de la misma naturaleza empírica como asociaciones lineales o polinomios de mayor grado. Sin embargo, y en particular en la península de Yucatán, la poca profundidad presentada por la gran amplitud de la plataforma continental, así como lo blanco de sus sedimentos, nos lleva a proponer la necesidad de conocer más de la influencia de estos fondos someros blancos en la señal espectral radiométricas en esta región. De una manera similar se necesita saber cuál es la respuesta de ésta y de las demás propiedades ópticas en escenarios de no florecimientos.

Se pudo apreciar que en las estaciones donde estaba el florecimiento siempre los máximos de abundancia eran subsuperficiales y estaban por debajo de la primera profundidad óptica. Esto puede indicar preliminarmente que aunque las manchas de florecimientos sean muy extensas, el satélite solamente puede observar una pequeña porción de él. Para determinar cuál puede ser esa porción y como puede fluctuar el máximo de abundancia a lo largo del día, es necesario hacer por lo menos dos ciclos diurnos en el parche con series de tiempo de al menos 1 hora.

En cuanto a las curvas rápidas de posible productividad derivadas de las observaciones con el PhytoPAM, los resultados muestran que dentro de la mancha de florecimiento existe una comunidad aclimatada a bajas irradiancias, lo cual puede ser una posible adaptación al auto sombreado del parche. En zonas donde el florecimiento es más débil, se muestra como era de esperar, una comunidad aclimatada a menores irradiancias, así como con menor biomasa. En Dzilam los canales cafés (posiblemente debido

dominate the phytoplankton community to the station (to obtain higher values of RETR), but the blue and green are present. Blue channel is showing a very high irradiance acclimation (gentle slope), followed by green. It is noteworthy that in both scenarios are very similar Dzilam.

At the station HOD4S3 with chl a extremely high, green and red channels show that coffee different groups of microalgae are acclimated to low irradiances (again self shading), although not as low as Dzilam, as the slope is lower. In addition there is a more homogeneous pattern, as the red brown and green curves are very similar in their slopes. Similarly, at the station HOD3S3 is observed acclimation to higher irradiances, but not the greatest, possibly again by the self shading.

It is possible that the observed blooms are dominated by a complex mixture between cyanobacteria, diatoms, dinoflagellates and chlorophyll, ranging in contribution from station to season. Using the diurnal variation, we could determine if a daily sequence, as well as variability in the vertical of the patch to explore the dependence of these to changes of light throughout the day.

Conclusions

The Blossoming phytoplankton commonly called red tides, are the expression of rapid growth and proliferation of one or more types of microalgae. These blooms, above common abundances in the sampling location, can change the color of the sea where they originate. Monitoring of the optical properties of us can quickly characterize the type of event we have. The water color changes due to increased particulate matter, as these have photosynthetic pigments (chlorophylls, carotenoids, phycobiliproteins, etc..), Which can cause water to take colors from red, orange, yellow, green, coffee, or combinations thereof.

a una mezcla de diatomeas) y los rojos (posiblemente por una mezcla de diatomeas con dinoflagelados) tienen el mismo patrón, mostrando pendientes más abruptas que las azules (posible respuesta de las cianobacterias) y verdes (clorofilas). La pendiente abrupta en bajas irradiancias derivadas de estas gráficas, nos indica que están aclimatadas a luz más bajas (posiblemente por el auto sombreado del parche), así la combinación café-rojas dominan la comunidad fitoplanctónica de la estación (al obtener valores más altos de RETR), pero las azules y verdes están presentes. Es el canal azules que muestran una aclimatación a irradiancias muy altas (pendiente muy suave) seguidas de las verdes. Es de notar que en ambos escenarios en Dzilam son muy similares.

En la estación HOD4S3, con chl_a extremadamente alta, los canales rojo verde y café muestran que los diferentes grupos de microalgas están aclimatados a irradiancias bajas (otra vez auto sombreado), aunque no tan bajas como en Dzilam, pues la pendiente es menor. Además se observa un patrón más homogéneo, pues las curvas roja café y verde son muy similares en sus pendientes. De igual manera, en la estación HOD3S3 se observa una aclimatación a irradiancias más altas, pero no las mayores, posiblemente otra vez por el auto sombreado.

Es posible que los florecimientos observados estén dominados por una mezcla compleja entre cianobacterias, diatomeas, dinoflagelados y clorofilas, variando su contribución de estación a estación. Usando la variación diurna, podríamos determinar si existe una sucesión diaria, así como la variabilidad en la vertical del parche para explorar la posibilidad de la dependencia de estos a los cambios de luz a lo largo del día.



The optical properties and different photosynthetic pigments may allow us to use techniques such as remote sensing satellite imaging sensors of the type espectralradiométricos to detect and delineate these blooms and study the temporal variation. However, the blooms can occur at depths beyond the reach of the sensor (below the first optical depth) and not necessarily on the surface, so we have several case studies to find out how you can relate the concentration of pigments and optical properties above the first depth and what occurs in the subsurface maximum bloom itself.

Acknowledgements

A Karen Steidinger, FWC, St. Petersburg, Florida; Chuanmin Hu, Jennifer Cannizzaro and Jennifer Wolny, USF, USA; Fausto Tafoya-del-Angel, COPRISCAM, Campeche, México; JorgeHerrera Silveira, CINESTAV-Mérida, México, and Jeanne Allen, EPA-GMP, Stennis Space Center, Miss; Secretaría de Salud de Yucatán y; la Secretaría de Salud de Campeche; el Laboratorio Estatal de Salud Pública de Campeche; la Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios de Campeche (COPRISCAM); la Séptima Zona Naval de Lerma y la Secretaría de Pesca.

Conclusiones

Los florecimientos fitoplanctónicos comúnmente llamados mareas rojas, son la expresión del crecimiento rápido y proliferación de uno o varios tipos de microalgas. Estas proliferaciones, por arriba de las abundancias comunes en la localidad de muestreo, pueden cambiar el color del mar donde se originan. El monitoreo de las propiedades ópticas nos podrá de una manera rápida caracterizar el tipo de evento que tenemos. Los cambios de color del agua debido al aumento de partículas en suspensión, y a que estas cuentan con pigmentos fotosintéticos (clorofila, carotenoides, ficobiliproteínas, etc.), los cuales pueden causar que el agua tome tonalidades desde color rojo, naranja, amarillo, verde, café o combinaciones de ellos.

Las propiedades ópticas y los diferentes pigmentos fotosintéticos nos podría permitir utilizar técnicas como la percepción remota por imágenes satelitales de sensores del tipo de los espectroradiométricos, para detectar y delinear estos florecimientos así como estudiar su variación temporal. Sin embargo, los florecimientos pueden ocurrir a profundidades fuera del alcance del sensor (por debajo de la primera profundidad óptica) y no necesariamente en la superficie, por lo que debemos de tener varios casos de estudio para poder saber como se puede relacionar la concentración de pigmentos y las propiedades ópticas por arriba de la primera profundidad y lo que se da en el máximo subsuperficial del propio florecimiento.

Agradecimientos

A Karen Steidinger, FWC, St. Petersburg, Florida; Chuanmin Hu, Jennifer Cannizzaro and Jennifer Wolny, USF, USA; Fausto Tafuya-del-Angel, COPRISCAM, Campeche, México; Jorge-

Herrera Silveira, CINVESTAV-Mérida, México, and Jeanne Allen, EPA-GMP, Stennis Space Center, Miss; Secretaría de Salud de Yucatán y; la Secretaría de Salud de Campeche; el Laboratorio Estatal de Salud Pública de Campeche; la Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios de Campeche (COPRISCAM); la Séptima Zona Naval de Lerma y la Secretaría de Pesca.

Referencias

References

- Barlow, R.G., D. G. Cummings, and S. W. Gibb, 1997. Improved resolution of mono- and divinyl chlorophylls a and b and zeaxanthin and lutein in phytoplankton extracts using reverse phase C₁₈ HPLC. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 161: 303-307.
- Bidigare, R.R. and C.C. Trees, 2000. HPLC phytoplankton pigments: sampling, laboratory methods, and quality assurance procedures. In: *Ocean Optics Protocols for Satellite Ocean Color Sensor Validation*. Farigon G.S. y J.L. Muller (Eds). Revision 2, Chapter 4, NASA Technical Memorandum 2000-209966, pp. 154-161.
- Hallegraeff, G.M., 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia* 32: 79-99.
- Hallegraeff, G.M., 2009. Impacts of Climate Change on Harmful Algal Blooms. *SciTopics*. Retrieved December 14, 2011, from http://www.scitopics.com/Impacts_of_Climate_Change_on_Harmful_Algal_Blooms.html
- Holm-Hansen, O. and B. Riemann, 1978. Chlorophyll a determination: improvements in methodology. *Oikos* 30: 438-447.
- IOCCG, 2009. Remote Sensing in Fisheries and Aquaculture. In: *Reports of the International Ocean Colour Coordinating Group*. Forget, M.H., V. Stuart y T. Platt, T (Eds.). No. 8, IOCCG, Dartmouth, Canada.
- Kishino, M., M. Takahashi, N. Okami and S. Ichimura, 1985. Estimation of the spectral absorption coefficients of phytoplankton in the sea. *Bulletin of Marine Science* 37: 634-642.
- Mackey, M.D., D.J. Mackey, H.W. Higgins and S.W. Wright, 1996. CHEMTAX: a program for estimating class abundances from chemical markers: application to HPLC measurements of phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series* 114:265-283.
- Mitchell, B.G., 1990. Algorithms for determining the absorption coefficient of aquatic particulates using the quantitative filter technique (QFT). *Proc. SPIE* 1302: 137.
- Mueller, J.L. and G.S. Farigon, 2002. Ocean optics protocols for satellite ocean color sensor validation, revision 3, volume 2. NASA/TM-2002-210004, NASA/GSFC, Greenbelt, Maryland, pp. 231-257.
- Welschmeyer, N.A., 1994. Fluorometric analysis of chlorophyll a in the presence of chlorophyll b and pheopigments. *Limnology and Oceanography* 39(8): 1985-1992.
- Wright, S.W., S.W. Jeffrey, R.F. Mantoura, C.A. Llewellyn, T. Bjornland, D. Repeta and N. Welschmeyer, 1991. Improved HPLC method for the analysis of chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series* 77: 183-196.



Turismo costero en Yucatán y sus efectos en el medio ambiente

Las zonas costeras son una de las áreas más perturbadas en el mundo: contaminación, desarrollo urbano, sobreexplotación pesquera, viajes de recreación e industrialización son tan solo algunas de las causas. La importancia de analizar las interacciones entre estas zonas y otros factores como la forma en la que las sociedades han contribuido a su deterioro así como los proyectos creados para un manejo integrado que mitigue las problemáticas ambientales más comunes son abordadas en este trabajo. Es importante destacar que, a nivel mundial, los ecosistemas costeros, como áreas de transición entre las aguas costeras y los sistemas terrestres, han sido catalogados como zonas de elevada riqueza en recursos naturales. Debido a este alto potencial estas zonas han sido atractivas para el establecimiento de comunidades

Coastal tourism in Yucatán and its effects on the environment.

Coastal zones are one of the most perturbed areas in the world: pollution, urban development, fishing overexploitation, recreational journeys and industrialization are only a few of the causes [CROSSLAND 2004]. The importance of analyzing the interactions between these zones and other factors such as the way in which societies have contributed to their deterioration as well as projects created for an integral management that mitigate the more common environmental problems are boarded in this essay. It is important to highlight that at global level the coastal ecosystems, as transitional areas between coastal waters and terrestrial systems, have been cata-

humanas y para el desarrollo de actividades recreativas [POETCY 2007].

Conocer los aspectos que afectan las zonas de costa y la forma en la que impactan a estos ambientes, constituyen uno de los mayores retos para las sociedades hoy en día. El propósito de este artículo es el comprender y prestar atención a la actividad turística examinando un caso especial en su desarrollo en México. El turismo en Yucatán representa el caso ideal debido a que posee una rica diversidad de recursos naturales y a que dicha actividad representa una de las principales fuentes de empleo en la región. Por lo anterior, analizamos algunos conceptos relacionados con el tipo de turismo, su desarrollo, impactos y el mercado para quien está dirigido.

Definir el turismo no es una tarea fácil pero, después de varios años de discutir sus características, en pocas palabras éste consiste en viajes y desplazamientos de nuestro lugar habitual de residencia a otros con fines de descanso y recreación. En la actualidad el turismo es una de las industrias más dinámicas a nivel mundial influyendo en el crecimiento urbano y en las formas de interacciones sociales. En materia de conservación ambiental sabemos que el turismo, si bien produce efectos negativos en el ambiente, también puede proporcionar opciones viables y modalidades complementarias que contribuyan eficazmente al aprovechamiento racional de los recursos naturales y la diversidad biológica de las comunidades. Es importante destacar que en el turismo existen también tipologías y segmentos específicos del mercado; esto es, así como podemos encontrarnos con turistas quienes prefieren visitar atractivos culturales o de naturaleza, otros viajan por motivos salud, religión, aventura, congresos, etcétera.

Tomando en cuenta que la forma predominante de turismo en México es un turismo de masas cen-

logged as huge natural resources rich zones. Due to this high potential these zones have been attractive for the establishment of human communities and for the development of recreational activities [POETCY 2007].

Knowing the different aspects that affect coastal zones and the way these ones impact environments nowadays constitutes one of the main challenges for the societies. The purpose of this article is to understand and pay attention to the tourist activity by examining an especial case in its developing in Mexico. Tourism in Yucatán represents an ideal case because the latter possesses a rich diversity of natural resources and the former represents one of the main sources of employment of the region. Some concepts about type of tourism, its development, impacts and market for those who is directed are analysed.

Defining tourism is not an easy task but, after many years of its characteristics' discussion, it is accepted as consistent of any journey and moving from our habitual residence place to other one with the aim of leisure/rest/relaxation and recreation. Tourism is currently one of the most dynamic industries at global level with influence in the urban development and the social interaction ways. Regarding to environmental conservation we know that tourism, even though produces negative effects over environment, it can provide of viable options and complementary modalities that effectively contribute to the rational use of natural resources and the biological diversity of communities as well. It is important to highlight that in tourism there are typologies and market specific segments; that is, as we can find tourists who prefer to visit cultural or natural attractions, we can also find those who travel for health or religion reasons.

trado a lo largo de las playas y costas de todo el país [Clancy 2001], y que es considerado también como uno de los destinos turísticos más populares en el mundo con una actividad turística que ha crecido notablemente en los últimos 30 años, consideramos importante el caso de Yucatán, debido principalmente al auge del turismo que busca atractivos de sol y playa. En la región, con el desarrollo de un turismo regional, en un principio, y con la intervención de capital extranjero después, las costas se vieron envueltas en una serie de cambios debido al incremento de zonas urbanizadas lo que acrecentó al mismo tiempo la demanda de recursos, estimulando el crecimiento y propagación de un turismo a gran escala.

Si analizamos en particular la situación de Yucatán, podemos identificar que su economía se ha basado principalmente en el turismo [Kandelaars 2000; García 2011] debido a que sus atractivos atraen a un gran número de turistas en busca principalmente de comodidades de un resort de playa, pues consideran a Yucatán como una opción alternativa en la península junto con Quintana Roo y Campeche. Tradicionalmente en la costa yucateca, el turismo de sol y playa constituye una de las principales formas para desarrollar turismo lo que provoca una visible degradación ambiental. Por ejemplo, Yucatán ha vivido grandes transformaciones relacionadas con el desarrollo del turismo provocada en su mayoría por el involucramiento de organizaciones financieras internacionales de forma similar a lo que ocurrió con Cancún, uno de los grandes proyectos de turismo de masas de sol y playa, con el que a partir de su creación se promovería el establecimiento de muchos otros en toda la península.

El uso recreativo de las playas en Yucatán se origina con el establecimiento del puerto de Progreso como principal puerto de la península y la subsecuente construcción de la línea ferroviaria

Taking into account that the predominant kind of tourism in Mexico is a mass tourism focused in the beaches and coasts of the whole country [CLANCY 2001], and that is also considered as one of the most popular tourist destination in the world with an activity that have grown up in the last 30 years, we consider as important the case of Yucatán mainly because of the tourism boom that searches for a sea and sun attraction. At first, with the development of a regional tourism in the area and then with the foreign capital intervention the coasts were involved in a series of changes due to the growth of urbanised zones which at the same time increased the resources demand, stimulating the growing and propagation of a large scale tourism.

If we analyse particularly the situation of Yucatán we can identify that its economy has been based mainly in tourism [KANDELAARS 2000, GARCIA et al. 2011] and this is because its attractions attract a high number of tourists that search often for the facilities of a beach resort since they consider Yucatán as an alternative option in the peninsula jointly with Quintana Roo and Campeche. Traditionally in the Yucatecan coast the sun and sea tourism constitutes one of the main forms for developing tourism, which provokes a visible environmental degradation. For example, Yucatán has suffered huge transformations related to the development of tourism mainly caused by the involvement of international financial organisations in a similar fashion as occurred with Cancun, one of the biggest sun and sea tourism projects, and with its creation it would promote the establishment of many other ones in the entire peninsula.

The recreational use of the Yucatán beaches is originated with the establishment of Progreso Port as a main port of the peninsula and with the sub-

que uniría a dicho puerto con la ciudad de Mérida. Es un tiempo después cuando las playas yucatecas empezaría a convertirse en populares destinos vacacionales principalmente para los residentes de Mérida [Meyer-Arendt 1994]. Más recientemente, empezaría a impulsarse un turismo masificado y competitivo a lo largo de toda la costa yucateca que resultaría atractivo para el turista provocando también que las comunidades se sometieran a la dinámica de esta actividad lo que finalmente influiría de manera decisiva en la reconfiguración del medio ambiente y la sociedad. Las playas de la región empezaría a estar sujetas a presiones cada vez más grandes debido al crecimiento explosivo de la industria turística y a otras actividades como la acuicultura y la pesca a gran escala. Sin embargo, y a pesar de que el gobierno trataría de regular el crecimiento, lo cierto es que muy poca planeación sería llevada a cabo y las presiones seguirían en aumento.

Por ejemplo, en materia ambiental, la zona costera del estado de Yucatán ha experimentado en los últimos 10 años un crecimiento desordenado generando una serie de problemas que han modificado de forma alarmante los ecosistemas presentes en el área y sobre todo la línea de costa debido al establecimiento de zonas turísticas [Batllori-Sampedro, Febles-Patrón, y Díaz-Sosa 1999]. Se ha reportado la pérdida del 40% de duna costera poniendo en peligro la biodiversidad del área [Corredor Biológico Mesoamericano México 2010]. Los paisajes presentes en la región, como las playas, isla de barrera, ciénagas y selva baja y mediana han servido para practicar formas alternativas de turismo en las que se promueve su observación. Sin embargo todos estos paisajes presentan síntomas de impacto ambiental debido a la construcción de casas de verano cercanas al mar, provocando la desaparición de dunas costeras y afectando al transporte litoral

sequent construction of the railway that would join the port with the state capital Mérida in 1881. After a while, the Yucatecan beaches will become popular holiday destinations mainly for Mérida residents [MEYER-ARENDR]. More recently, it started to impulse a mass and competitive tourism through the whole Yucatecan coastal line that would result attractive for the tourist causing at the same time that communities got involved in this activity dynamics that finally would have a decisive influence on the reconfiguration of the environment and society. Regional beaches would start to be subjected to bigger pressures each time due to the explosive growth of the tourism industry and to other activities such as aquaculture and fishing at high scale. Nevertheless, and despite of the government efforts in order to regulate that growth, the fact is that a very poor planning would be carried out and the pressures would be increasing as well.

For instance, speaking of environmental matters, the coastal zone of the Yucatán state has experienced in the last ten years a disordered growth generating a series of problems that have modified in an alarming way the ecosystems located in the area and mainly in the coastal line due to the establishment of tourist zones [BATLLORI 1999]. It has been reported the loss of 40% of coastal dune, putting the biodiversity of the area in danger [CORREDOR BIOLOGICO 2010]. The landscapes in the region such as beaches, swamps, and lowland and midland jungles have served for practicing alternative ways of tourism by promoting their observation. However, all of these landscapes present symptoms of environmental impacts due to the construction of houses near the sea, causing the disappearance of coastal dunes and affecting the littoral transport of sediments. As a result of the visitors' affluence, the ecosystems located in the zone are affected

de sedimentos. Como resultado de la afluencia de visitantes, los ecosistemas presentes en la zona se ven afectados provocando pérdida de la biodiversidad, degradación del ambiente por contaminación y escasez de recursos, sobre todo en época de vacaciones [Batllori-Sampedro y Febles-Patrón 2009].

En la costa Yucateca también se establecen millones de habitantes, incrementando esta cantidad con el ingreso de turistas provenientes principalmente de Canadá, Europa y Estados Unidos, quienes visitan la región por motivos de búsqueda de una segunda residencia. Esta situación ha provocado efectos negativos en la zona de playa como los problemas debido a las grandes concentraciones urbanas en las áreas cercanas a la franja costeras y a construcciones de casas e infraestructura turística. Si a lo anterior le añadimos la falta de estrategias que promuevan el manejo sustentable de las costas y de participación comunitaria, además de que estos impactos se agudizan provocando que sea difícil la identificación de los problemas y el seguimiento de éstos para su solución, entonces nos enfrentamos a un problema de consecuencias irremediables.

En Yucatán, desafortunadamente las legislaciones en materia ambiental resultan escasas y hasta cierto punto elementales debido a que no se cuenta con un marco legal que pueda aplicarse a aquellos proyectos de turismo alternativo y sobre todo que se desarrollen en las zonas costeras. La reciente intensificación del uso de la tierra para usos recreativos marcaría el inicio de una nueva era de un turismo “conflictivo” en la región sobre todo si no empezamos a mirarlo desde otro ángulo. Por ejemplo, en el turismo no todo debe verse como negativo pues contribuye significativamente en la promoción y crecimiento de la economía local, promueve el desarrollo de pequeñas y medianas empresas, genera empleos para las comunidades que

by provoking loss of biodiversity, degradation of environment by pollution, and lack of resources, mainly in vacation season [BATLLORI 2009].

In the Yucatan coastal zone millions of inhabitants are established as well, increasing this amount with the tourists coming mainly from Canada, Europe and United States, who visit the region searching for a second residence. This situation has caused negative effects in the beach zone such as problems due to big urban concentrations in areas near the coastal line and the construction of houses and tourist infrastructure. If we add to the above the lack of strategies that promote a sustainable management of the coasts and communitarian participation, in addition of these impacts are sharpened making it difficult to identify the problems and their monitoring for their solution, we are then facing to a problem of irremediable consequences.

Unfortunately, in Yucatán there are scarce legislations about environmental matters and the existent ones are elementary to a certain point, because there is no a legal framework that can be applied to those alternative tourism projects and to those developed in the coastal zones in general. The recent intensification of the land use for recreational uses would mean the beginning of a new era of a “conflictive” tourism in the region, especially if we do not start to look it at from another angle. For example, not all of it uses to be negative in tourism because it significantly contributes to the promotion and growth of the local economy, it promotes the development of small and medium enterprises, it generates jobs for communities offering services, and it promotes social participation. Also, according to the current tendencies of tourism, tourists are now more interested in sustainable and alternative activities such as ecotourism.

ofrecen servicios y promueve la participación social. Además, con las tendencias actuales del turismo, los turistas se han visto más interesados en actividades sustentables y alternativas como el ecoturismo y el turismo de naturaleza.

Tenemos que empezar a proyectar un mejor futuro que permita establecer mecanismos de participación que involucren a la sociedad en la planificación y toma de decisiones para el desarrollo sustentable de las actividades turísticas y trabajar sin perder la perspectiva de que los seres humanos somos parte integral del medio ambiente y función de los ecosistemas. Es necesaria la promoción de otras opciones de actividades turísticas que provean de oportunidades para mejorar condiciones económicas y proteger el patrimonio cultural y natural de las comunidades. Se requiere también de un enfoque integral en el estudio y control de las fuentes de contaminación terrestre que afectan las costas así como investigaciones futuras que aborden cuestiones sobre el desarrollo turístico costero de la península y el impacto medioambiental que esto provoca.

Deberá prestarse atención al desarrollo del turismo en la región, sobre todo en lo relativo al desarrollo de infraestructura, inversión y financiamiento, así como a las políticas de manejo. Considerar en el futuro qué producto turístico sería más atractivo para los visitantes, cómo se deberá promover, cuál es la escala turística apropiada para el lugar y cómo llevar a cabo las regulaciones ambientales pertinentes. Para ello habría que llevar a cabo una evaluación que nos proporcionara una comprensión de los sistemas ecológicos, económicos y las fuerzas socioculturales que promueven el desarrollo del turismo sustentable tomando en cuenta que la importancia del manejo de estas áreas es para que las futuras generaciones puedan disfrutar los recursos naturales y culturales que ahí se encuentran.

We need to start to project a better future that allow to set participation mechanisms involving society in the planning and decision making of sustainable development of tourist activities, and to work by keeping in mind that human beings are an integral part of the environment and a function of the ecosystems. It is necessary the promotion of other tourist activities that provide of opportunities in order to improve the economic conditions, and to protect the cultural and natural heritage of communities. An integral approach in the study and control of the terrestrial sources of pollution affecting the coasts is also required, as well as future investigations boarding issues about coastal tourism development in the peninsula, and its environmental associated impacts.

Special attention should be paid to development of tourism in the region, mainly in those related to infrastructure, investment, and financing development, as well as in management policies. Considering what tourist product would be more attractive for tourists, how it should be promoted, which it is the appropriate tourist scale for the place, and how it should be carried out the corresponding environmental regulations is also important. For this goal, we should make an evaluation that provide us of a comprehension of the ecological and economic systems, and the socio-cultural forces that promote a sustainable tourism development, taking into account that the importance of management of these areas is motivated by a future enjoying of those natural and cultural resources by the next generation.

**Yolanda López Maldonado. Phd Student
Ludwig-Maximilians Universität. Munich, Germany.
Rachel Carson Center.
yolandalopez2882@gmail.com*

Referencias

References

Batllore-Sampedro, E. y J. L. Febles-Patrón. 2009. "Adaptative management response of a rural fishery community due to changes in the hydrological regime of a tropical coastal lagoon." *Human Ecology Review* 26 (1): 9-18.

Batllore-Sampedro, E., J. L. Febles-Patrón y J. Díaz-Sosa. 1999. "Landscape change in Yucatan's northwest coastal wetlands (1948-1991)." *Human Ecology Review* 6 (1): 8-20.

Clancy, M. 2001. *Exporting paradise. Tourism and development in Mexico*. Kidlington, Oxford. Pergamon Elsevier.

Corredor Biológico Mesoamericano México. 2010. "Saneamiento ambiental y manejo de residuos sólidos en cuatro comunidades del Corredor Biológico Costa Norte de Yucatán, México". Yucatán, México. Unidad Técnica Regional Península de Yucatán.

García de Fuentes, A., M. Xool-Koh, J. I. Euán-Ávila, A. Munguía-Gil y M. D. Cervera-Montejano. 2011. *La costa de Yucatán en la perspectiva del desarrollo turístico*. 1ra ed, Conocimientos, No. 9. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Kandelaars, P. 2000. "Dynamic simulation model of tourism and environment in the Yucatan Peninsula." en *Population, development and environment on the Yucatan Peninsula: From ancient Maya to 2030*, eds. W. Lutz, L. Prieto y W. Sanderson, 173-203. Vienna, Austria. International Institute for Applied Systems Analysis.

Meyer-Arendt, K. 1991. *Tourism Development on the North Yucatan Coast: Human response to shoreline erosion and hurricanes*. Kluwer Academic Publishers. *Geojournal* 23(4), 327-336.

POETCY. 2007. "Decreto Número 801. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero de Yucatán". 96. Mérida, Yucatán. Secretaría de Ecología, Diario Oficial Gobierno del Estado de Yucatán.

Taller Internacional para Desarrollar una **Red de Observación de la Acidificación del Océano**

Barcos, Encuestas, Amarres, Flotadores y Planeadores
Jan Newton
Universidad de Washington, Seattle
newton@apl.washington.edu

Reportado por
Eduardo Santamaria-del-Angel
Universidad Autonoma de Baja California
santamaria@uabc.edu.mx

Con 63 científicos internacionales y directores de programas de 21 países (Australia, EE.UU., Suecia, Venezuela, Sudáfrica, Taiwán, China, Noruega, Canadá, Nueva Zelanda, Reino Unido, México, Chile, Corea, Japón, India, Islandia, Israel, Italia, Alemania y Francia), el Taller Internacional para Desarrollar una Red de Observación de la Acidificación del Océano fue desarrollado del 26 al 28 de junio (2012) en la Universidad de Washington en Seattle.

El enfoque de este taller fue el de diseñar una red mundial de observación de la acidificación del océano que delineará los procesos físico-químicos que controlan la acidificación de los océanos y sus impactos biológicos a gran escala (cambios en la productividad, distribución de nutrientes, etc.) La actual mundial red de observatorios de carbono oceánico para repetición de las encuestas hidrográficas, las estaciones de series de tiempo, los flotadores y las observaciones del planeador, y voluntarios observando los barcos en el Atlántico, Océano Pacífico y la India pueden proporcionar una sólida base de las observa-

International Workshop to Develop an Ocean Acidification Observing Network

With 63 international scientists and program managers from 21 countries (Australia, USA, Sweden, Venezuela, South Africa, Taiwan, China, Norway, Canada, New Zealand, UK, Mexico, Chile, Korea, Japan, Iceland, India, Israel, Italy, Germany and France) the International Workshop to Develop an Ocean Acidification Observing Network was developed from 26 to June 28 (2012) in the University of Washington, Seattle.

The focus of this workshop was to design a global ocean acidification observing network that will delineate the physical-chemical processes controlling the acidification of the oceans and its large-scale biological impacts (changes in productivity, nutrient distributions, etc.). The existing global oceanic carbon observatory network of repeat hydrographic surveys, time-series stations, floats and glider observations, and volunteer observing ships in the Atlantic, Pacific and Indian Oceans can provide a strong foundation of observations of the car-

ciones de la química del carbonato necesaria para entender la acidificación del océano. Potenciando estas actividades y ampliando la red mundial de series de tiempo de con carbón nuevo y sensores de pH en los flotadores y planeadores proporcionarán importante información adicional sobre las condiciones cambiantes, tanto en ambientes de alta mar y costeros que se encuentran actualmente en sub-muestreados.

Idealmente, esta red también tendría la capacidad de medir los estados de saturación de CaCO_3 , las tasas de producción biológica y los cambios de especies de grupos funcionales. Sensores adicionales para el carbono inorgánico disuelto y alcalinidad total también serían beneficiosos para la detección de cambios en el sistema del carbono inorgánico marino, tales como los aportes de otras fuentes que no son CO_2 de la acidificación. Las mediciones de la producción primaria neta, ya sea directamente o a través de un nutriente o inventarios de oxígeno, junto con una comprensión de los movimientos del agua en las zonas costeras, también son importantes para identificar las adaptaciones biológicas a la acidificación del océano. Estas medidas adicionales son necesarias para predecir las respuestas de los ecosistemas a la acidificación del océano.

Estas actividades requerirán de un esfuerzo internacional de investigación coordinada e integrada que está estrechamente vinculado con otros programas internacionales de investigación de carbono. Aprovechando la infraestructura existente y los programas de monitoreo de carbono se permitirá que la investigación se lleve a cabo de manera eficiente y rápida. Identificación de nuevas estaciones de series de tiempo, repetidas encuestas y mediciones en curso también se necesitan

bonate chemistry needed to understand ocean acidification. Enhancing these activities and expanding the global time-series network with new carbon and pH sensors on floats and gliders will provide additional important information on the changing conditions in both open-ocean and coastal environments that are presently under-sampled.

Ideally, this network would also have the capability to measure CaCO_3 saturation states, biological production rates and species functional group changes. Additional sensors for dissolved inorganic carbon and total alkalinity would also be beneficial for detecting changes in the marine inorganic carbon system including inputs of other non- CO_2 sources of acidification. Measurements of net primary production, either directly or from nutrient or oxygen inventories along with an understanding of water movements in coastal zones, are also important to identify biological adaptations to ocean acidification. These additional measurements are needed to predict ecosystem responses to ocean acidification.

These activities will require a coordinated and integrated international research effort that is closely linked with other international carbon research programs. Leveraging existing infrastructure and carbon monitoring programs will enable research to be conducted efficiently and quickly. Identification of new time series stations, repeat surveys and underway measurements are also urgently needed in under sampled open-ocean and coastal regions. Moored buoys equipped with carbon system sensors and ancillary technologies for ocean acidification should be added to the present carbon network as well as adding new sensors to the existing network. The global ocean acidification

con urgencia en virtud de la muestra de las regiones de alta mar y costeras. Amarrando boyas equipadas con sensores del sistema de carbono y las tecnologías auxiliares para la acidificación de los océanos, debe añadirse a la red de carbono presente, así como la adición de nuevos sensores de la red existente. La red mundial de observación de la acidificación del océano debe ser desarrollada en un contexto de colaboración internacional con el fin de guiar la coordinación internacional y el desarrollo de la infraestructura.

Con el fin de coordinar los esfuerzos internacionales para documentar el estado y progreso de la acidificación del océano en alta mar y entornos costeros, y para comprender sus causas y efectos sobre los ecosistemas marinos, será necesario desarrollar un enfoque multinacional multidisciplinario coordinado de observaciones y modelos que será fundamental para establecer una estrategia de éxito de la investigación para la acidificación de los océanos. Esto facilitará el desarrollo de nuestra capacidad para predecir las respuestas actuales y futuras de la biota marina, los procesos del ecosistema, la biogeoquímica y la retroalimentación sobre el cambio climático. Elementos necesarios de investigación que incluyen las redes regionales y mundiales de las observaciones recogidas en relación con los estudios de procesos, experimentos manipulativos, estudios de campo, y el modelado. Las redes de observación mundial y regional proporcionarán los datos necesarios para establecer firmemente los impactos atribuibles a la acidificación de los océanos. Con el apoyo del NOAA Programa de Acidificación del Océano, el océano Internacional de Coordinación de Proyectos de Carbono, el Sistema Mundial de

observing network must be developed in a collaborative international context in order to guide international coordination and infrastructure development.

In order to coordinate international efforts to document the status and progress of ocean acidification in open-ocean and coastal environments, and to understand its drivers and impacts on marine ecosystems, it will be necessary to develop a coordinated multidisciplinary multinational approach for observations and modeling that will be fundamental to establishing a successful research strategy for ocean acidification. This will facilitate the development of our capability to predict present-day and future responses of marine biota, ecosystem processes, biogeochemistry, and climate change feedbacks. Required research elements include regional and global networks of observations collected in concert with process studies, manipulative experiments, field studies, and modeling. Global and regional observation networks will provide the necessary data required to firmly establish impacts attributable to ocean acidification. With support from the NOAA Ocean Acidification Program, the International Ocean Carbon Coordination Project, the Global Ocean Observing System, the Integrated Ocean Observing System, and the University of Washington, this international workshop will propose an integrated global observing network for both carbon and ocean acidification that addresses the requirements of nations affected by this emerging environmental problem in response to societal needs.

The principal goals of this international workshop are to:

- 1. provide the rationale and design of the components and locations of an international car-*

Observación, el Sistema Integrado de Observación de Mar y la Universidad de Washington, este taller internacional propondrá una red integrada de observación mundial del carbono y la acidificación del océano que responda a las necesidades de las naciones afectadas por este problema ambiental emergente en respuesta a las necesidades de la sociedad.

Los principales objetivos de este taller internacional son los siguientes:

1. proporcionar la justificación y el diseño de los componentes y los puntos de una red internacional de observación de la acidificación de los océanos y del carbono, que incluye repetidos estudios hidrográficos, las medidas en curso sobre la observación de los barcos de voluntarios, amarres, boyas y planeadores, teniendo en cuenta las redes existentes y los programas siempre que sea posible;
2. identificar un conjunto mínimo de parámetros de medición y las métricas de rendimiento para cada uno de los principales componentes del sistema de observación;
3. desarrollar una estrategia de garantía de calidad de los datos y la distribución de los mismos, y
4. hablar de los requisitos para la integración del programa a nivel internacional.

El informe del taller proporcionará una estrategia para el sistema de observación para la revisión y análisis y esperanzados en el apoyo de los países involucrados.

Finalmente, se discuten cuál es el papel de la Oficina de Coordinación Internacional OA, será en la implementación y / o el seguimiento de la red internacional tanto en términos de la implementación de la infraestructura y la integración de los datos recogidos a través de plataformas y países.

bon ocean acidification observing network that includes repeat hydrographic surveys, underway measurements on volunteer observing ships, moorings, floats and gliders, taking into account existing networks and programs wherever possible;

- 2. identify a minimum suite of measurement parameters and performance metrics for each major component of the observing system;*
- 3. develop a strategy for data quality assurance and data distribution; and*
- 4. discuss requirements for program integration at the international level.*

The workshop report will provide the strategy for the observing system for review and vetting and hopeful support by the member countries.

Finally, we were discuss what the role of the International OA Coordination Office will be in implementing and/or tracking the international network in terms of both the infrastructure deployment and the integration of the data collected across platforms and countries.