

## **Crece Quintana Roo: observaciones sobre las costas biogénicas en el norte del estado**

**Alberto Pereira Corona**

*apereira@correo.uqroo.mx*

Departamento de Ciencias, Universidad de Quintana Roo  
Boulevard Bahía s/n esq. Ignacio Comonfort, Col. del Bosque  
Chetumal, Quintana Roo, México C.P. 77019

### **RESUMEN**

El presente trabajo muestra observaciones que prueban el crecimiento por acreción de las superficies emergidas de tierra en la costa norte del estado. Se establece la relación entre los procesos climáticos en la zona, así como los ecológicos, tanto desde el punto de vista fisiográfico como del biológico, como elementos determinantes en los procesos de modificación del perfil costero en lapsos menores a los de escala geológica. Se presentan, asimismo, los resultados de una primera determinación de la constitución de los perfiles sedimentarios superficiales en la zona y las tasas estimadas de deposición de materiales. Se concluye de los resultados presentados, la importancia de los fenómenos ecológicos y fisiográficos de corta duración, como componentes principales en la modificación perceptible a corto plazo de las modificaciones en los perfiles costeros, al menos para la zona norte de la costa de Quintana Roo.

Palabras clave: costa – acreción – geología – sedimentos – fisiografía.

### **INTRODUCCIÓN**

El mundo no es dinámico solamente por la existencia de cambios en nuestras sociedades; lo ha sido desde su origen. Sin embargo, los cambios que en él se producen tienen tiempos y ritmos muy diferentes dependiendo de la naturaleza de los objetos que vemos o estudiamos en un momento dado.

Los tiempos que hoy somos capaces de estudiar, van desde lapsos extremadamente pequeños –en los cuales, los átomos cambian su estado de energía– hasta los tiempos extremadamente largos en que ocurren los cambios en la estructura interna del planeta. Entre estos dos extremos, nuestro periodo de vida, nos permite observar una serie de procesos y captar el ritmo en

que éstos se dan; no obstante, hay cambios en el mundo que solamente podemos percibir mediante la observación detallada y el estudio de los efectos que dichos cambios han producido en los objetos que percibimos.

El estudio de los procesos geológicos data de un par de centurias pero, solo ha sido hasta hace unas décadas que se ha comprendido parte de los procesos que dan origen a los cambios que tienen las costas de los continentes. Durante mucho tiempo se concibió el cambio solamente en el sentido de pérdida de superficies emergidas, debido a los procesos erosivos, concibiendo la formación de nuevas superficies de tierra solamente por acciones volcánicas o tectónicas de gran magnitud, en las cuales inmensos volúmenes de material de la corteza terrestre son movidos de lugar. En fechas relativamente recientes, se ha dado un estudio más cercano de algunos procesos que no tienen ritmos semejantes a los geológicos y que sin embargo, son capaces de modificar sensiblemente el perfil costero de una zona, sin la intervención aparente de los fenómenos cataclísmicos antes mencionados. En ésta dirección, hay procesos de tipo erosivo que se dan en diferentes espacios y que muestran sus consecuencias, no solamente en los cambios inducidos en las áreas erosionadas, sino que sus consecuencias se manifiestan en sitios distintos, en los cuales ese material originado en procesos erosivos se deposita creando ambientes diferentes a los que originaron el material y a los que privaban en el sitio al que llegaron. A este proceso, se incorporan elementos relacio-

nados con otros ritmos y tiempos, como son los cambios que la acción de los seres vivos introduce en los sistemas físicos sobre los cuales se desarrollan.

En esta dirección, son conocidos los cambios que introducen organismos como los castores en los ambientes a los cuales llegan, cambiando las condiciones de corrientes superficiales desde su estado de formación como ambientes lóticos hasta la constitución de sistemas lénticos; sin embargo, estos procesos no llegan a modificar el perfil orográfico de una región de manera sustancial. Es diferente el proceso cuando son incontables organismos los que forman ya no simples grupos familiares, sino que, en su interacción conforman ecosistemas completos. Tal es el caso que se analiza, para determinar en cuál de los procesos constructivos de origen orgánico de los sistemas arrecifales costeros se puede modificar de manera sensible el perfil orográfico de una región costera en el norte de Quintana Roo.

### **Objetivo**

El objetivo del presente trabajo es presentar una visión general de los procesos biológicos y ecológicos que han tenido y tienen influencia marcada sobre la estructura y perfil orográfico de las zonas de costa biogénica en el norte del estado de Quintana Roo.

### **ANTECEDENTES**

El estudio de los cambios en el perfil y la estructura orográfica de espacios

pequeños, en particular de las zonas costeras, ha tenido desde hace algunas décadas una mayor importancia, debido al aumento del número de poblaciones que se han ido asentando en las costas de todo el país; sin embargo, estos estudios se han limitado a los aspectos más relevantes desde el punto de vista de la ingeniería, debido a la demanda de desarrollo que surge en dichos espacios, con concentraciones poblacionales más altas cada vez y con una sobredemanda de espacios para servicios turísticos. Este enfoque, no ha permitido el estudio de estos espacios, al menos, no tanto como sería deseable en términos de sus dinámicas y comportamientos como sistemas complejos, reduciendo los estudios a sitios específicos, en los cuales, se desea desarrollar alguna obra de ingeniería que reclama un mayor conocimiento de la estructura subyacente a estos lugares y paisajes.

Entre los pocos trabajos que hay, en los cuales se aborda el trabajo con un punto de vista más regional, se encuentran los de Bonet y Butterlin (1962), para la *Enciclopedia yucatanense* y las descripciones generales de geomorfología de la península de Yucatán, realizadas por el INEGI en la década de los setenta y más recientemente la descripción general de la geomorfología de la península de Yucatán, elaborada por Lugo Hubp (1992), así como el trabajo realizado para la elaboración del *Atlas de procesos territoriales de Yucatán* por Duran *et al.* (2000).

Todos estos trabajos, al contrario de lo requerido para una obra de ingeniería, presentan como característica

común el abarcar un área mucho mayor, en la cual los detalles de las microregiones se pierden en el proceso de generalización de los datos. Un primer trabajo, en el cual se aborda la región en una escala adecuada para la descripción de estos fenómenos que se salen de la escala física y temporal de la geología sin llegar al extremo de escalas adecuadas para la ingeniería de proyectos, se encuentra en Pereira (2000), modificaciones de la línea de costa por efectos mayores de huracanes en la costa de Quintana Roo, trabajo elaborado para el Banco Mundial y disponible a través del mismo organismo.

### Área de estudio

El área de estudio es la zona costera del norte del estado de Quintana Roo, específicamente el espacio comprendido entre la Isla de Holbox y la cadena de islotes que se encuentra sobre el extremo noreste de la península de Yucatán. Abarca un sistema costero de origen biogénico, que se encuentra cubierto por vegetación de manglar en prácticamente toda su extensión y se encuentra sometido al efecto de las corrientes del Canal de Yucatán por el norte y del Mar Caribe por el este.

De particular importancia para este trabajo es el complejo lagunar que se extiende desde el sistema Chacmo-chuch en el sur hasta el complejo formado por las lagunas al oriente de Laguna Yalahau.

La zona tiene una marcha climática reportada por García como cálido subhúmedo, el menos húmedo de los

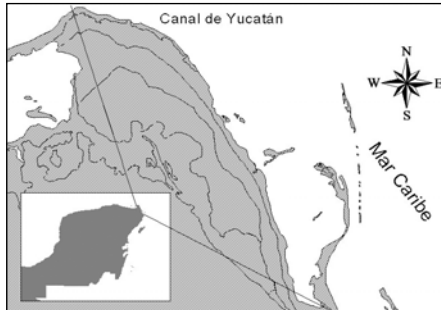


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

subhúmedos con lluvias en verano, es decir, un tipo  $Aw''_2i$ .

La zona se encuentra, desde el punto de vista de fenómenos meteorológicos extremos, en un sitio sumamente expuesto a la influencia de huracanes severos, por lo que se considera una de las regiones de la península con mayor frecuencia de impactos por parte de estos fenómenos (Konrad, 1996).

Hay que hacer mención de al menos dos fenómenos extremadamente intensos y de reciente impacto en la zona, a saber: los de los huracanes Gilberto en 1988 e Isidoro en 2002, este último afectando sólo de manera marginal al desplazarse paralelamente a la costa en dicha región sobre el Canal de Yucatán.

Geológicamente la zona es un borde acumulativo de formación reciente (cuaternario), constituido por deposiciones sucesivas sobre la placa original de sedimentos del Terciario Superior. Éstas deposiciones muestran aún en términos de la estructura geológica variaciones en el tipo de material, predominando las formaciones lacustres y litorales, consecuencia de los cambios eustáticos en el nivel medio del mar

durante dicha época para el espacio que nos ocupa.

## METODOLOGÍA

Los resultados que se presentan son producto del análisis de muestreos realizados para las fases de caracterización y diagnóstico del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Continental de Isla Mujeres (POETZCIM; UQRoo, 2001) y el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial de Quintana Roo (PEOT; UQRoo, 2002), así como de muestreos y observaciones realizados de 1980 a la fecha sobre las características de los sistemas lagunares costeros del estado.

Las metodologías empleadas son diversas en escala y detalle, por lo que se pueden hallar los detalles para cada una de éstas en los documentos mencionados.

Para la obtención de los perfiles sedimentológicos se emplearon núcleos obtenidos en fresco para diversos puntos de los transectos definidos en la figura 3, determinando la profun-

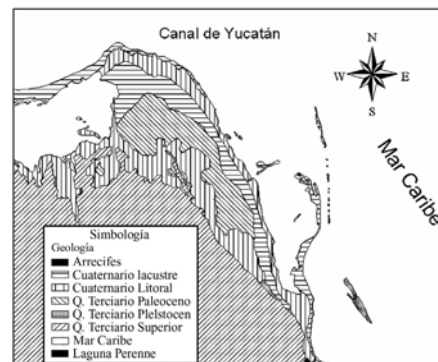


Figura 2. Geología del área de estudio.

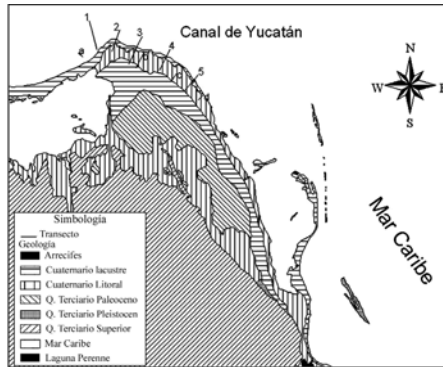


Figura 3. Sitios de muestreo en el área de estudio.

didad de la primera y segunda capas de consolidación de materiales y la composición general de los sedimentos extraídos hasta dicho punto.

Con la información recopilada se elaboraron los perfiles correspondientes a cinco transectos principales y cuatro secundarios. Se identificaron los organismos y sus restos para el estrato superficial para la elaboración de los descriptores florísticos y faunísticos y en el caso de los sedimentos, se tomaron solamente aquellos que se encontraban consolidados y garantizaban la pertenencia de los restos al núcleo obtenido.

En los espacios emergidos, se registraron las características de los materiales superficiales y subsuperficiales para la descripción.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se arreglan en tres partes, primero la correspondiente a la descripción de los perfiles y su composición; segundo, la concer-

niente a los cambios de largo plazo de origen climático y geomorfodinámico, y en tercer lugar los cambios debidos a procesos ecológicos.

Los perfiles elaborados consideran la información correspondiente a la profundidad de la lámina de agua sobre los espacios marcados como transectos (figura 3), los cuales delimitan aproximadamente los puntos sobre los cuales se tomaron muestras en algún momento y que permiten la determinación de los tipos de material existentes y el grado de consolidación de los mismos.

Como se puede apreciar en los diagramas que representan los perfiles (figura 4), existe una tendencia que va de occidente a oriente a disminuir en altura relativa al nivel del mar, el perfil en su parte más interior (lado izquierdo de la figura), es decir, conforme se avanza hacia el oriente desde el espigón de material biogénico antiguo que forma la cresta rocosa sobre la que se levanta el faro de Cabo Catoche.

De hecho, las observaciones realizadas permiten asegurar que los sedimentos que forman el piso de estas lagunas costeras, no se corresponden con materiales típicos de ambientes lacustres, por el contrario, corresponden más con materiales de deposición típicos de las lagunas arrecifales.

Los materiales obtenidos con los núcleos que se extrajeron, muestran una composición basada en arenas calizas de origen coralino principalmente, así como grandes cantidades de otros materiales típicos de los ambientes marinos como son: exoesqueletos de algas calcáreas e incrustantes,

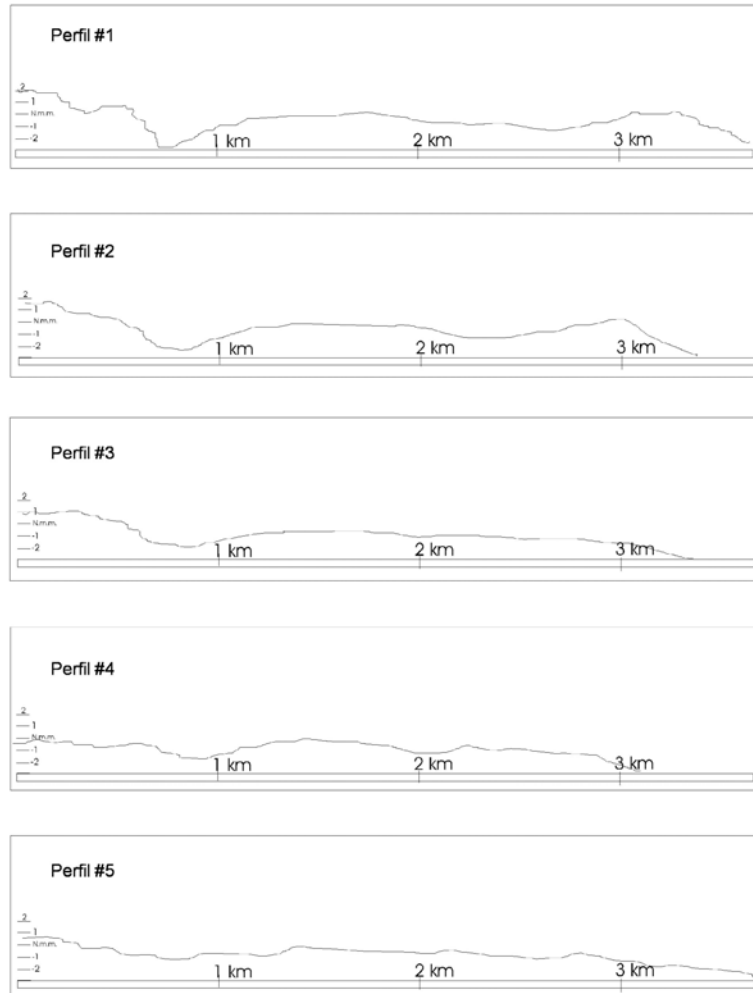


Figura 4. Perfiles de profundidad-elevación para los transectos en el área de estudio.

pedacería de conchas de moluscos y en menor grado exoesqueletos calcificados de crustáceos. El material fino que actúa como cementante de estos materiales es igualmente carbonato de calcio, muy posiblemente del mismo origen biogénico, además del que pudiera proveer el arrastre de sales, producto de la disolución cárstica de las

losas más antiguas tierra adentro. En este punto es importante hacer mención de que las cantidades de arcillas de origen terrígeno que se observaron en las muestras más cercanas a la Laguna Yalahau, se corresponden con los materiales componentes de los suelos que hallamos en los bajos que se localizan al sur de Chiquilá y que muy po-

siblemente son arrastrados hacia la costa solamente en casos de eventos extremos donde la saturación de los suelos por una gran precipitación posibilita la formación de escorrentías superficiales.

En el perfil #1 se observa buena parte de la estructura biogénica litoral antigua en la forma de zonas donde la ribera de la laguna presenta un aspecto rocoso, éstas son, en efecto formaciones coralinas cementadas y consolidadas muy antiguas que han sufrido ya procesos de intemperización pronunciados volviéndose quebradizas; estas formaciones siguen tierra adentro formando depresiones y ondulaciones típicas de la estructura de cresta de los arrecifes costeros del Mar Caribe. La fauna hallada en estas formaciones, es una fauna moderna y existe una gran cantidad de restos de moluscos que no han sido completamente sustituidos en el proceso de consolidación sedimentaria, lo que apunta a un origen relativamente reciente para la formación.

Este borde es apreciable por cuanto se ha mantenido un canal paralelo a una región de la costa interior de las lagunas, en parte por la acción de la vegetación y lo escaso de los materiales finos que pudieran consolidar el material y en parte por la corriente de descarga del sistema. Debido a la diferente anchura de las bocas de Laguna Yalahau al occidente y el sistema hacia el oriente, este canal es utilizado como vía de navegación por las comunidades de pescadores de la región.

Más allá de este canal que se ha mantenido limpio de manera artificial,

encontramos una fuerte deposición de materiales arenosos con las características que antes mencionamos y que da soporte a camas de *Thalassia testudinum*.

A partir del perfil #2, se observa un proceso en el cual gradualmente la formación litoral antigua se hace cada vez menos aparente, debido a una menor perturbación de los depósitos costeros por un lado, y a la misma inclinación de los depósitos por otro. Es decir, el perfil #1 muestra una marcada alineación con la cuña de mayor protrusión de la formación del terciario que da soporte a estos depósitos (figura 3).

Por su parte, los perfiles más orientales presentan una composición ligeramente diferente, si bien las dominantes siguen siendo los materiales de origen biogénico, el grano de los mismos es más heterogéneo ya que se encuentra formado principalmente por guijarros o fragmentos de la formación coralina muy intemperizados con tamaños variables, embebidos en una matriz de materiales finos en los que dominan fragmentos muy pequeños de exoesqueletos de moluscos, particularmente formas juveniles, gran cantidad de esqueletos de foraminíferos, micromoluscos y protoconchas de las formas juveniles de los mismos, todo ello con abundancia de materiales calcáreos de grano muy fino (limo-arcilloso) escasamente cementados.

Como elemento común en todos los perfiles (figura 4), se encuentra la cresta de materiales arenosos que se ha formado en el frente marino, directamente sobre la siguiente cresta de la

formación arrecifal, la cual ha sido colonizada por formaciones vegetales de manglar y matorral costero. Esta formación discontinua separa la laguna arrecifal antigua y en proceso de asolvamiento de la laguna arrecifal actual, la cual se extiende mar adentro con un grado de asolvamiento considerable.

Desde el punto de vista climático y particularmente paleoclimático, la información disponible para la zona es muy escasa; sin embargo, en algunos de los núcleos extraídos se observaron dos y tres capas en las cuales, los materiales embebidos se hallaban mezclados con material vegetal carbonizado posiblemente producto de incendios en la zona. Actualmente se sabe que es frecuente que en la temporada de secas que sigue a fenómenos meteorológicos extremos como los huracanes, se presenten incendios de gran intensidad y extensión por la abundancia de materiales flamables producto del daño a la cobertura vegetal. Dadas las condiciones en que se tomaron las muestras y los recursos con que se contaba en el momento para el procesamiento de las mismas, no fue posible establecer la edad aproximada de los restos encontrados, ya sea por el análisis estratigráfico o por una medición de las características de los materiales; sin embargo, considerando que estos sistemas rápidamente desarrollan condiciones anaerobias a unos centímetros por debajo de la superficie del sedimento, es posible que más adelante con estudios dirigidos a ello sea posible establecer la edad de dichos restos vegetales carbonizados.

En tanto, la estratificación que se puede apreciar en capas de materiales finos y medianos alternativamente, con inclusiones de materiales gruesos, pueden permitir una aproximación al fechado al menos, de algunos de los eventos climáticos más extremos que se han abatido sobre la zona; será trabajo posterior el tratar de establecer alguna relación –si existe– entre la estratificación observada de los sedimentos y las condiciones climáticas recientes en la región.

Como último elemento, aunque no menos importante, se debe tomar en cuenta la naturaleza de los ecosistemas que se asientan en y alrededor de los cuerpos de agua, estudiados como elementos determinantes en la naturaleza y la evolución de los mismos; es decir, deben ser analizadas las condiciones que presentan estos ecosistemas como fuente de los materiales sedimentarios que hallamos en el sitio.

El análisis de los sedimentos mostró un patrón, sin embargo, las muestras y observaciones realizadas en los cuatro sitios secundarios permitieron la confirmación de este gradiente en la composición sedimentaria. En este sentido, tanto los sitios primarios como los secundarios se encuentran formados en más del 90% por materiales sedimentarios de origen marino, siendo los sitios más al occidente, es decir, hacia la Laguna Yalahau los que presentan una mayor frecuencia de aparición de componentes dulceacuícolas o terrígenos.

Entre las especies que fue posible identificar a partir de los restos que forman el sedimento se encontraron,



entre otras, *Strombus gigas*, *Fasciolaria tulipa*, *Fasciolaria hunteria*, *Cerithium sp.*, *Columbella sp.*, *Polinices sp.*, *Murex sp.*, *Telina sp.*, *Chione sp.*, *Donax sp.*, *Lucina sp.*, en el grupo de los moluscos. Entre los corales que fueron identificados están: *Porites spp.*, *Diploria sp.*, *Astraea sp.*, *Acropora palmata*, *Acropora cervicornis*, *Agaricia sp.*, igualmente fue posible identificar espículas de alcionarios y esponjas entre los sedimentos, destacando entre los alcionarios *Gorgonia sp.*, *Eunicea sp.*, *Muricea sp.* y *Plexaura sp.*, entre otras.

Esta composición faunística muestra una mayoría de organismos de origen marino como fuente de los restos que forman el material sedimentario de la zona, los organismos dulceacuícolas son en general de más difícil conservación de modo que solamente en algunas de las muestras se pudieron observar algunas espinas de peces que posiblemente sean del género *Astianax* o *Gambusia* espinas que se hallaron en las capas superiores de los sedimentos.

Las comunidades vivas que se hallaron en esas lagunas costeras, son comunidades con un porcentaje de organismos marinos superior al 80%, lo que apunta hacia la idea de que las condiciones de origen de las lagunas son semejantes a las que se presentan hoy en día; los componentes marinos se encuentran representados en una gran variedad de grupos que van desde las algas con especies como *Caulerpa racemosa*, *Acetabularia crenulata*, *Amphiroa sp.*, *Galaxaura sp.* y *Padina sp.*, hasta fanerógamas acuáticas como *Thalassia testudinum*.

En los grupos faunísticos se hallaron además de las especies y géneros que se encuentran representados en los sedimentos otros organismos típicos de ambientes marinos, entre los crustáceos se registraron *Limulus polyphemus* y *Lyosquilla sp.*; entre los peces *Abudefduf sp.*, *Upsanus sp.*, *Muraena sp.*, *Tetraodon sp.* y *Gobiomorus sp.*

Entre los equinodermos se observaron ejemplares de *Echinometra sp.* en tanto que entre los moluscos se halló *Melongena corona*, *Astraea sp.*, *Littorina ziczac*, *Nerita peloronta*, *Vasum sp.* y varias especies del género *Conus*.

Se registraron colonias jóvenes de corales como *Porites sp.*, *Astraea sp.* y *Agaricia sp.*, alcionarios como *Plexaura homomalla* y *Eunicea lacinata*; tres especies de esponjas marinas, al igual que anélidos del género *Amphitrites* los cuales son más característicos de ambientes arrecifales.

## DISCUSIÓN

A partir de los datos presentados, es posible obtener resultados interesantes que, por un lado corroboran algunos de los postulados que existen sobre la evolución de los sistemas arrecifales y por otro, establecer de manera más clara la relación que existe entre los ecosistemas marinos costeros y los procesos de crecimiento por acreción de algunas partes de la costa del estado.

El aumento en la superficie emergida en las masas continentales, es un proceso generalmente asociado a even-

tos tectónicos o volcánicos. Dada la escala a la cual se manejan estos cambios resulta adecuado, sin embargo, a una escala mayor, en mucho, más perceptible por el hombre en su quehacer diario; esos procesos resultan cataclísmicos y existen, no obstante, otros procesos de origen distinto que aumentan esa superficie, si bien no en proporciones suficientes para afectar la representación a escala continental, si suficiente para ser notado en escalas más "humanas" (1:50000 y mayores). Este tipo de procesos no solamente presenta el problema de escala física para su comprensión, sino en muchos casos el problema fundamental es de escala temporal, es decir, los procesos de acreción tienen lugar en tiempos tan largos que es prácticamente imposible observarlos en su totalidad a lo largo de una vida.

En el caso del sistema lagunar estudiado, queda claramente denotado su origen litoral a partir del asolvamiento de la laguna arrecifal, en combinación con los cambios eustáticos del nivel del mar en los últimos miles de años, en este sentido, la velocidad de acumulación de sedimentos en la laguna arrecifal está determinada por la salud de los ecosistemas arrecifales que la rodean y las condiciones meteorológicas imperantes en la zona (Wiens, 1962). Para el sitio de estudio, las condiciones se han mostrado favorables bajo el punto de vista de la salud de los arrecifes cercanos ya que los procesos constructivos y destructivos de los mismos en el Mar Caribe es sumamente intenso.

En el mismo sentido, el planteamiento general de Darwin acerca del

proceso evolutivo de los atolones y aplicable a muchos de los sistemas arrecifales del mundo, se corrobora con las características del sistema lagunar estudiado, en el cual, son fácilmente observables las crestas arrecifales en las formaciones antiguas de tierra adentro. Al igual que en la zona más externa hacia la costa, la siguiente cresta arrecifal se encuentra formando la actual barra arenosa que separa los cuerpos lagunares del mar.

La composición faunística hallada tanto en la composición de los sedimentos como en las comunidades actuales que pueblan el área, apuntan hacia una composición efectivamente de tipo ecotonal, es decir, es un ecotono en el cual las comunidades extremas del mismo se corresponden por el lado terrígeno con las comunidades de los cenotes y cuerpos de agua dulce de la península y por el lado marino con las comunidades arrecifales costeras.

A diferencia de las consideraciones que reporta Lankford (1977), la Laguna de Yalahau no es un sistema único con las lagunas que se encuentran hacia el oriente de la misma, de hecho si bien ambos sistemas se encuentran comunicados, cada uno de ellos tiene una dinámica diferente y características de evolución igualmente diferentes, a pesar del origen común que se manifiesta en la estructura geomorfológica general. En este sentido, la diferencia existente entre ambos sistemas, está dada por la oclusión parcial reciente de la boca de comunicación entre ambos, debido al proceso evolutivo del sistema en el cual la deposición

de materiales se ha visto acentuada con el acarreo diferencial de sedimentos hacia la boca de Cabo Catoche (Boca Paila) la cual, debido al perfil general de la costa, se encuentra expuesta a la acumulación de una mayor cantidad de sedimentos arrastrados paralelamente a la costa desde la zona oriental por efectos de la Corriente del Canal de Yucatán.

Si bien no hay muchos estudios sobre la velocidad de acumulación de los materiales en estos cuerpos lagunares, un indicio importante lo proporciona el espesor de las capas apreciables en los núcleos extraídos, este dato aunado con la presencia de materiales carbonizados de origen terrígeno por los incendios locales, posiblemente consecuencia de huracanes, proporciona valores cercanos a los 30 mm de sedimentos por década en promedio, si la profundidad promedio del sistema fuera de los canales de navegación es de alrededor de 30 a 40 cm, puede considerarse tomando en cuenta la compactación, cementación y consolidación de los sedimentos un valor cercano a las cuatro o cinco décadas para alcanzar un azolve que ocluya la circulación, al menos en las partes más orientales y menos transitadas del sistema.

Esta estructura y proceso evolutivo en conjunto determinan la formación de suelos que son comunes en gran parte de la península de Yucatán en sus zonas costeras, es decir, tenemos suelos en los cuales el horizonte B de deposición se encuentra ausente y se pasa directamente del horizonte A de deposición de materiales orgánicos hacia el horizonte C, formado por

la intemperización de la roca caliza original o en este caso al horizonte de deposición de materiales carbonatosos de origen marino, este proceso ha sido antes documentado para la formación de los suelos típicos de formaciones de atolón en el Océano Pacífico (Stone, 1951; Catala, 1957; entre otros).

En el caso de las lagunas someras que se estudiaron, uno de los componentes vegetales sobresalientes son las praderas de *Thalassia testudinum*, mismas que son características de las lagunas arrecifales antiguas o en proceso de asolvamiento. Este tipo de comunidades sirve, tal como se ha reportado antes para la región, como zonas de refugio y criadero para diferentes especies marinas como son las langostas, algunas especies de peces y moluscos entre otros (UQRoo, 2001).

## CONCLUSIONES

En primer lugar, queda manifiesta la necesidad de una revisión y precisión en las cartas de INEGI en cuanto al tipo de formación sedimentaria que reportan para la zona, ya que los depósitos distan mucho de ser depósitos lacustres típicos, siendo mucho más consistentes en su distribución y composición con aquellos de origen marino litoral.

Es clara la tendencia al asolvamiento del sistema con materiales, principalmente de origen marino con una muy escasa participación de los componentes terrígenos, debido a la falta de sistemas de escurrimiento superficiales que pudieran arrastrar materiales en cantidad suficiente para que

su aporte resultara significativo en la masa de sedimentos.

A partir de la velocidad estimada de acumulación de material depositado mediante la medición de la profundidad de las diferentes capas en los núcleos extraídos, podemos estimar que este sistema lagunar podría llegar a asolverse completamente en el lapso de unas décadas o a lo más, un par de centurias, dando origen a una formación de pantanos salados con comunidades de manglar y vegetación de matorrales costeros, desapareciendo las lagunas someras que actualmente existen.

Estas lagunas son refugio y criadero para especies de importancia comercial en la zona, tal como se ha demostrado para otros sistemas lagunares en la región, de donde es importante mantener los sistemas a modo de no alterar sensiblemente las condiciones de algunos de los recursos naturales de la zona.

Si bien el conocimiento actual de este tipo de sistemas es cada vez más completo, sigue siendo necesario establecer programas de investigación que permitan un más amplio conocimiento de los mismos y una más racional explotación de los recursos naturales asociados a ellos, ya sea de modo directo o indirecto, temporal o permanentemente.

De este modo, el paisaje que se puede observar, no es tanto el de una laguna costera típica de otras regiones del continente, sino más bien una laguna arrecifal en un avanzado estado de desarrollo; es decir, una forma-

ción arrecifal de origen que ha pasado ya por la mayor parte de sus etapas evolutivas, dejando atrás las comunidades marinas típicas conforme el ambiente terrígeno se hace más importante en sus componentes.

Se puede concluir que dicho sistema lagunar, al menos en términos de los tiempos de vida para estos sistemas, se encuentra muy cercano a su oclusión y por ende, a la conclusión de su ciclo evolutivo como cuerpo de agua para convertirse en un fragmento más de tierras emergidas, parte de la Península de Yucatán en general, y parte de la superficie de Quintana Roo en particular.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Catala, R. L. A. (1957), "Report on the Gilbert Islands: some Aspects of Human ecology", *Atoll Research Bulletin*, núm. 59, octubre.
- Duran *et al.* (2000), *Atlas de Yucatán*.
- Bonet, F. y J. Butterlin (1962), *Enciclopedia yucatanense*, México.
- Lankford, R. R. (1977), "Coastal Lagoons of Mexico Their Origin and Classification", en Wiley, M. (ed.), *Estuarine Processes*, Academic Press Inc. pp. 182-215.
- Lugo-Hubp, Joven, Aceves-Quesada y R. Espinasa-Pereña (1992), "Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán", *Revista del Instituto de Geología*, vol. 10, núm. 2, México, pp. 143-150.
- Pereira C., A. (2000), *Chapter 2. Coastline Effects in Hurricane Effects on the Quintana Roo Landscape; a Vulnerability Analysis*, World Bank, GEF, Nueva York.

Stone, L. E. Jr. (1951), "The Soils and Agriculture of Arno Atoll, Marshall Islands", *Atoll Research Bulletin*, núms. 5-6, noviembre.

UQRoo (2001), *Programa de ordenamiento ecológico territorial de la zona continental de Isla Mujeres, Q. Roo*, vol. 1, Caracterización y Diagnóstico.

\_\_\_\_ (2002), *Programa estatal de ordenamiento territorial de Quintana Roo*, vols. 1-2, Caracterización y Diagnóstico.

Wiens, H.J. (1962), *Atoll Environment and Ecology*, New Haven y London Yale University Press, Wilkinson, C.R.