

Una aproximación a la geografía física del sur de Quintana Roo, Península de Yucatán, Méjico

An approach to the physical geography of southern Quintana Roo,
Yucatan Peninsula, Mexico

David Velázquez Torres¹ y Ricardo R. Ceballos Martínez²

A la memoria del amigo Dr. Ricardo Ferré D'Amaré, un mexicano de excepción, formador de varias generaciones de investigadores y profesionistas en la Península de Yucatán.

To the memory of our friend, Dr. Ricardo Ferré D'Amaré, an exceptional Mexican, trainer of various generations of searchers and professionals in the Yucatan Peninsula.

Resumen

El presente trabajo analiza el medio físico del sur de Quintana Roo, Méjico, con el propósito de convertirse en un insumo de los futuros planes de ordenamiento y desarrollo territorial de la región. Para realizar el presente trabajo se recurrió a fuentes bibliográficas y cartográficas diversas y recorridos de campo en la franja costera de Mahahual-Xcalak, y Chetumal-Bacalar utilizando como georeferencia principal el Atlas digital de Costa Maya (2004). La principal aportación del trabajo es la realización de un diagnóstico de la geografía física del sur de Quintana Roo en la Península de Yucatán, de donde se podrán desprender nuevas líneas de investigación como la del turismo y el desarrollo regional y cohesión física y social en nuevos territorios turísticos de Méjico.

Palabras clave: Quintana Roo; Península de Yucatán; Fisiografía; territorios turísticos de Méjico.

Abstract

The present work analyzes the physical environment of southern Quintana Roo, Mexico, with the aim of turning into a supply of management and territorial region development future plans. To perform the present work we resorted to diverse bibliographical and cartographic sources and field tours in Mahahual-Xcalak's coastal band, and Chetumal-Bacalar using like georeference principally the digital Atlas of Mayan Coast (2004). The main contribution of the work is the accomplishment of a diagnosis of the physical geography of the south of Quintana Roo in the Yucatan Peninsula, from where new lines of investigation will be inferred like tourism, regional development and physical-social cohesion in new tourist territories of Mexico.

Keywords: Quintana Roo; Yucatán Peninsula; Physiography; Mexico's tourist territories.

¹ Profesor-Investigador de la Universidad de Quintana Roo, Méjico. Mail to: davvelaz@uqroo.mx

² Estudiante del Doctorado en Geografía, UQROO, Méjico

Fecha de publicación: 30/06/2010. 19 páginas.

Introducción

Comprender el medio físico y social del sur del Estado de Quintana Roo nos obliga primero a conocer su fisiografía, que identifica y describe las principales geoformas que distinguen el paisaje de la Península de Yucatán, así como la localización y caracterización de las distintas zonas fisiográficas que comprende su territorio.

Esto último se realiza mediante el análisis de una serie de datos geológicos, hidrológicos y climatológicos que destacan las características generales de su composición natural, así como los rasgos y atributos sobresalientes de la geografía física que caracterizan a cada una de sus regiones.

Ya en esta primera década del siglo XXI, resulta inexcusable desconocer el medio natural de varias regiones de México; entre éstas el sur de la Península de Yucatán, donde la geología, la hidrología, el clima y la fisiografía de los paisajes naturales juegan un papel fundamental para un diagnóstico y planificación en busca del desarrollo sustentable. Cabe hacer la anotación de que no siempre existe coincidencia entre los límites geográficos y los determinados en los elementos de análisis espacial y territorial.

La civilización maya se asentó en esta región geográfica y según un estudio del Centro de Investigaciones sobre la Tierra, Alemania, publicado en la *revista Nature* (febrero 2007), se indica que la sequía provocada por los bruscos cambios en el régimen de lluvias produjo catastróficas disminuciones de las cosechas y un empobrecimiento casi generalizado; lo que podría explicar las tensiones profundas que llevaron a la caída de la civilización maya.

Fisiografía de Quintana Roo

El paisaje peninsular, a pesar de que tuvo considerables oscilaciones de niveles entre el mar y la tierra, está constituido por llanuras con suave inclinación de sur a norte y una altitud media sobre el nivel del mar no mayor a 30 metros, presentando pocas indicaciones de fallas o movimientos tectónicos en general (Wright, A.C.S.; 1967).

En el Estado de Quintana Roo se distinguen tres unidades fisiográficas:

Meseta de Zohlaguna

Esta estructura se presenta en la parte sur y suroeste del Estado, en bloque tectónico elevado o "horst", sobre una serie de fallas pequeñas noroeste-suroeste, que le dan una apariencia escalonada. Con una altitud media de 200 msnm, alcanza en su parte más alta 426msnm.

Esta formada por calizas del Cretácico Superior-Paleoceno-Eoceno Inferior (Álvarez, 1954; Miranda, 1958; Butterlin, 1958).

Llanura Costera del Caribe

Ocupa la zona centro y sur del Estado. La zona costera es una llanura con un micro relieve ondulado, a veces "achipotado"³, con amplias depresiones que abrigan pequeñas llanuras y petenes⁴.

³ ACHIPOTADO: con amplias depresiones que abrigan pequeñas llanuras y pantanos.

Tierra adentro, el paisaje se torna más ondulado, integrando en algunos casos cadenas de colinas no muy coherentes que reciben el nombre de “Sierritas”.

La altura aumenta de la periferia al sector oeste del Estado. Está formada por calizas del Paleoceno-Eoceno Inferior y por calizas del Mioceno Superior y Plioceno (Butterlin, 1958; Miranda, 1958; Wright, 1967).

Litoral coralífero del norte

Presenta un relieve aplanado y ondulado que se debe, principalmente, a la presencia de una coraza litificada sobre la mayoría de las rocas carbonatadas. En muchos lugares ha permitido la preservación de los rasgos originales del interior de la costa que existió en la época del levantamiento.

Esto le da un matiz blanquecino al material arenoso del litoral. Está formada por calizas del Pleistoceno y Holoceno (Miranda, 1958, Sapper, 1946 Wright, 1967).

Geología y Tectónica de Quintana Roo

El estado de Quintana Roo se localiza en la parte oriental de la Península de Yucatán, que a su vez, es un elemento de la placa tectónica de Norte América El bloque de Yucatán, como es llamado, es el resultado de múltiples procesos tectónicos que lo han afectado durante su evolución geológicamente reciente (Aguayo y Trápaga, 1996). (Fig. N° 1).

Es en el Cretácico inferior que se produce el levantamiento de la Provincia tectónica de Yucatán conformada por sedimentos marinos.

En el Cretácico Medio la Plataforma de Yucatán estaba constituida por un inmenso atolón arrecifal alrededor de la actual Península de Yucatán. Los sedimentos calizos de esta estructura geológica sirvieron para contener las enormes reservas petroleras que se encuentran en esta región, principalmente en la Sonda de Campeche (Nava, 1979).

La palabra PETÉN (idioma maya) significa *campos llanos junto al mar a manera de islotes*. Los petenes son islas de vegetación arbórea, principalmente de selva mediana perennifolia y subperennifolia y de manglar, que se encuentran inmersas en medio de amplias zonas inundables de tipo pantanoso o de selva estructuralmente más baja (Natalia Cervera Pacheco, 01/06/2010).

Fig. N° 1- Tectónica de Quintana Roo



Fuente: Lugo Hubp, José (1999)

Otro hecho que caracteriza a la historia geológica del Bloque de Yucatán es el choque del meteorito que extinguió a los dinosaurios hace 65 millones de años. Es a finales de la era Mesozoica y principios de la era Cenozoica, más específicamente a finales del periodo Cretácico y comienzo del periodo Terciario -época del Paleoceno-, cuando un meteorito de aproximadamente 10 km de diámetro cayó dentro del atolón que conformaba la Plataforma de Yucatán (Nava, 1979).

En la actualidad el cráter se encuentra a 2.500 metros bajo la superficie, en la porción noroeste de Yucatán bajo el poblado de Chichulub. En esta zona se presentan anomalías magnéticas que conforman un círculo de 180 kilómetros de diámetro. Además, cerca de la Ciudad de Mérida se localiza una faja de cenotes⁵ alineados en forma de espiral, exactamente en donde se presenta el borde del enterrado cráter.

Geología Histórica de la Península de Yucatán

La Península de Yucatán presenta tres principales agrupamientos fosilíferos: organismos del Cretácico Superior -Paleoceno-Eoceno- en la parte centro y sur; del Mioceno-Plioceno, periférico a los anteriores, con máxima extensión en el sector noroeste; del Pleistoceno-Holoceno, también periférico y en estrecha franja en la parte norte y noroeste de la Península (Alvarez, 1954; Butterlin 1958; Sapper, 1946 Wedell, 1926).

Los *organismos fosilíferos del Paleoceno-Eoceno* están representados por las siguientes formaciones:

Formación Petén

⁵ CENOTE (del maya ts'onot: caverna con agua) es una dolina -depresión- inundada de origen kárstico que se encuentra en algunas cavernas profundas.

Se ha agrupado en esta unidad a un conjunto de rocas que no suministran fósiles determinables, pero que por las relaciones estratigráficas con la Formación Chichen-Itza, se deduce que son de la misma edad o más antigua, quizá del Cretácico Superior.

Representan una fase lateral de ellas. Se componen de calizas masivas compactas macro y microcristalinas, de color que va del amarillo al blanco, en parte manchadas de color café por óxidos de hierro. (Butterlin y Bonet, 1963; López Ramos, 1979).

Formación Icaiché

Está formada por calizas de origen lacustre, con marga, yeso y anhidrita, encontrándose fuertemente dolomitizadas o silicificadas. En este caso, sólo la presencia de yeso las distingue de las rocas de la Formación Petén. A esta formación se le considera del Eoceno Inferior (Butterlin y Bonet, 1963).

Formación Chichen-Itza

Se trata de calizas blancas amarillentas, a veces masivas, microcristalizadas, de grano fino y con aspecto marmoteado. Los ángulos de inclinación son muy débiles y de orientación variable.

Descansa directamente sobre rocas de la Formación Icaiché, por lo que se le considera del Eoceno Medio (López Ramos, 1979; Butterlin, 1958).

Los *organismos fosilíferos del Mioceno-Plioceno* están representados por las siguientes formaciones:

Formación Bacalar

Corresponde a calizas margosas y cretas blancas o amarillentas, cubiertas de coquina y calizas macizas, blancas nodulosas. A veces ligeramente margosas, sobre todo en los niveles inferiores, pudiendo ser entonces de grano muy fino.

En algunas ocasiones se detectan delgados niveles de yeso o de calizas más duras y amarillentas. Se endurecen en la superficie por intemperización formando caliche laminar, cuya superficie es generalmente de color gris o negro.

A esta formación se le considera del Mioceno Medio o Superior. (Butterlin, 1958; López Ramos, 1979).

Formación Estero-Franco

Está constituida por calizas y dolomitas amarillas muy cristalinas, en capas regulares, a menudo delgadas, a veces con nódulos de calcita y de textura sacaroide; calizas coquinoideas, más o menos cementada con carbonato de calcio.

En los niveles superiores las capas son macizas de color blanco o rosa. La formación Estero-Franco parece cubrir la Formación Bacalar; por tanto, su edad debe estar comprendida entre el Mioceno Superior y Plioceno (López Ramos, 1979; Álvarez, 1954).

Formación Carrillo Puerto

Esta formada por coquinas y calizas duras, macizas de color gris o blanco. Se observa un deslizamiento progresivo de estas calizas macizas, o calizas nodulosas arenosas muy impuras, blandas de color amarillo a amarillo rojizo, margas amarillas arena y areniscas.

En toda la región, donde afloran las calizas macizas blancas o grises se encuentran suelos rojos lateríticos. Esta formación corresponde esencialmente al Plioceno, sin embargo su base pertenece al Mioceno Superior (Butterlin, 1958); Sapper, 1945).

Los *organismos fosilíferos del Cuaternario* están representados por:

Formación Pleistoceno-Holoceno

Está constituida por calizas con gran cantidad de conchas de moluscos y coquinas masivas de color blanco y crema. Forman una banda de afloramientos, más o menos amplia, a lo largo de las costas norte y este del Estado (Fig. N° 2).

Las calizas consolidadas pertenecen al Pleistoceno. Existen también, en las porciones pantanosas, calizas alteradas, calcarenitas y margas que bordean la Península, terminando en playa (Butterlin, 1958; López Ramos, 1979).

Fig. N° 2 Cronología de las eras geológicas Cenozoica y Mesozoica*

Años atrás	Época	Período/Era	Era
Día actual	Holoceno	Cuaternario	Cenozoica
10.000 años	Pleistoceno	Cuaternario	Cenozoica
1.6 millones	Plioceno	Terciario----- Neógeno	Cenozoica
5 millones	Mioceno	Terciario-----Neógeno	Cenozoica
23 millones	Oligoceno	Terciario-----Paleógeno	Cenozoica
38 millones	Eoceno	Terciario-----Paleógeno	Cenozoica
55 millones	Paleoceno	Terciario-----Paleógeno	Cenozoica
64.3 millones		Cretáceo	Mesozoica
146 millones		Jurásico	Mesozoica
208 millones		Triásico	Mesozoica

*referenciadas en este apartado de geología y tectónica.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/>

Hidrología y su expresión cárstica. Biodiversidad

El Río Hondo es el principal de la región sur de Quintana Roo con una cuenca de 2,688.54 km², corre sobre un fallamiento geológico con una longitud de 209 km, sus recursos hídricos principales son la formación de cenotes, lagunas como Milagros, Negra y Encantada y la formación de diferentes tipos de manglares.

La biodiversidad existente son: selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, sabana y pastizal cultivado y presencia de mangle rojo.

Sus principales problemas son la modificación del entorno, deforestación debido al incremento de la agricultura de la caña de azúcar, ganadería y uso intensivo forestal.

Requiere para su conservación de las especies endémicas, regular la explotación forestal y evitar el desagüe de fertilizantes al cauce del río o a los sumideros de la región.

Como resultado de sus exploraciones geológicas Sapper (1941) propone que, habiendo sido la Península primitivamente una sola planicie elevada un poco inclinada al norte, las aguas de la lluvia se infiltraron por falta de declive suficiente y por la porosidad y cavernosidad del terreno.

Después de haber formado cuevas y ríos subterráneos, éstos causaron hundimientos locales en la superficie. De esta manera resultó el desnivel local y la acción de las aguas comenzó a formar y transformar las colinas y las depresiones del terreno hasta el grado que se observa ahora.

En las depresiones, por lo ondulado del terreno, se forman algunos bajos de escasa profundidad y los de extensión considerable se denominan ak'alche'. Se forman estanques superficiales que se llaman *aguadas*, algunas de las cuales conservan el agua durante todo el año.

Después de un levantamiento lento y desigual, por una parte, y de la erosión por otra, la región fue estableciendo sus características actuales.

En su estudio de la geología y la geohidrología de Yucatán, Robles Ramos (1958) opina que la erosión diferencial en la superficie caliza y la erosión de infiltración en el subsuelo, al unir sus efectos, imponen el característico relieve calizo, con alturas no mayores de 100 m.

Se observan afloramientos en estratos y fragmentos calizos de formas desiguales con aristas redondeadas; depresiones separadas por altos topográficos con dimensiones variables, contornos sinuosos, uvalas y hoyadas.

El relieve consiste en lomeríos, zonas irregulares de poca altitud, que circundan depresiones en forma de llanos más o menos extensos separados unos de otros.

Por otra parte, Butterlin y Bonet (1963) consideran que la Península de Yucatán presenta una topografía cárstica madura, muy característica, con particularidades ligadas a la débil altitud general; tal razón es por la que se encuentran allí un gran número de cenotes, es decir, pozos naturales más o menos circulares, abiertos o no, llenos de agua.

En sus trabajos sobre fisiografía de la Península de Yucatán, Miranda (1958) reconoce que el proceso de evolución geológica de las capas horizontales de caliza en la mayor parte de la península, no es característico de las típicas regiones cársticas, debido a la falta de verdaderos ríos superficiales. Miranda propone que el principal tipo de evolución fisiográfica que se presenta consiste en el relleno de zonas de erosión de los salientes, con la consiguiente tendencia hacia la nivelación del terreno.

Por otro lado, con relación a la presencia de una capa o laja litificada sobre la parte superior de las rocas carbonatadas Wright, A.C.S (1967) señala que la persistencia a la erosión y disolución de esta coraza ha ocasionado que en la Península de Yucatán no se presenten características de las típicas regiones cársticas.

Así mismo, Quiñones (1975) sugiere que el anegamiento permanente o semipermanente a que está sujeto el subsuelo en los bajos inundables, es una de las causas por las que no ocurre el endurecimiento que requiere el sascab para transformarse en laja, tal como se observa en donde predomina la alternancia de condiciones de humedecimiento y secado, esencial para la solubilización y recristalización de los carbonatos de calcio y magnesio.

Jakucs (1977) señala que el principal tipo de erosión en las zonas cársticas tropicales es por la erosión, por la contribución de ácidos orgánicos provenientes del humus y de las raíces, y por los procesos de descomposición en la génesis de los suelos.

Sin embargo, la presencia de la laja litificada y el relleno de zonas de deposición (bajos) con arcilla montmorillonita de drenaje interno lento, ocasionan que el paisaje sea principalmente ocasionado por procesos cársticos subterráneos.

Los procesos cársticos subterráneos son producidos por la dilución del carbonato de calcio y de magnesio en los acuíferos o ríos subterráneos que al desplomarse del techo, forman cenotes, dolinas, un relieve achipotado y amplias depresiones que caracterizan el paisaje al oeste de la laguna Bacalar.

Además se presentan poljes llanos de acumulación que contienen depresiones a lo largo de las fallas tectónicas como es el caso de los bajos del sistema lagunar Bacalar - Guerrero.

Cenotes y población

Los cenotes desempeñaron un papel fundamental en la cultura maya, representaron los lugares de vida y de ceremonias religiosas, mientras en tierras bajas los mayas drenaban el exceso de agua en la superficie, fue necesario almacenar en chultunes y aguadas el agua de lluvia, posiblemente racionada durante la temporada de secas, en las partes altas o extraer el agua subterránea, eran las respuestas a estos problemas de escasez del vital líquido.

Una región predominantemente desprovista de agua superficial es el sur de Quintana Roo, donde los asentamientos humanos han tenido una correlación con la existencia del agua que se localiza en cenotes, ríos y lagunas, que representan la mayor riqueza hidrológica de la región.

En nuestra región sur de la entidad, los principales cenotes están asociados a asentamientos humanos; por ejemplo:

- la población de Bacalar está asociada a la laguna del mismo nombre y al cenote azul,
- la población de la Unión está asociada al río Hondo y al cenote El Cocodrilo dorado.

Son dos ejemplos importantes y, aunque no son de carácter determinante, la presencia del vital líquido es una razón histórica y cultural que asocia a las poblaciones con los cenotes, ríos y lagunas.

Humedales y retenes: vitales fuentes de abastecimiento de agua

Los humedales y petenes son ecosistemas fundamentales para el desarrollo de la vida silvestre y las zonas protegidas del mundo y podrían ser en el futuro vitales fuentes de abastecimiento de agua.

Tan solo en la Península de Yucatán, los humedales cubren aproximadamente ocho mil kilómetros cuadrados a través de una banda de casi 550 kilómetros en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Esta área la convierte en una de las zonas de humedales más extensos del mundo, y de ésta, casi el 50 por ciento se encuentra en Quintana Roo, y casi la mitad, 24 por ciento, corresponde a la Reserva de Sian Ka'an.

Los petenes son una maravilla de la naturaleza, sitios privilegiados que muy pocos tienen la oportunidad de disfrutar, ya que, por lo general, están a varios kilómetros de la costa, rodeados de zonas fangosas de baja profundidad que dificultan el desplazamiento de las embarcaciones.

Sin embargo, por caprichos de la propia naturaleza estos espacios tienden a morir por sí mismos; algunas veces por la obstrucción de la fuente natural de agua como consecuencia de un exceso de sedimento y material orgánico y otras cuando los huracanes transforman el entorno natural. O bien por las acciones antrópicas (causadas por el hombre).

Cuando la obstrucción del flujo del agua y la creciente del mar abren bocas en el estero, la salinidad del lugar se eleva a niveles preocupantes, lo que termina por destruir la vegetación de mangle y los petenes.

Cuando estas áreas mueren, cientos de especies animales padecen por la falta de agua dulce y refugio contra los depredadores naturales; en consecuencia, emigran a otras partes y alteran el equilibrio ecológico de la zona. *"Los manglares aportan subsidio trófico y físico y contribuyen con alimento vivo y material orgánico que forma parte esencial de la dieta de especies de importancia comercial para la pesca"*.

También, controlan las condiciones de salinidad y temperatura, lo que establece los rangos de tolerancia de numerosas especies de importancia comercial (Fig. N° 3) I.

Fig. N° 3 Ríos, Lagunas y Cenotes del sur de Quintana Roo

Río	Longitud	Localización	Desemboca en
<u>Río Hondo</u>	209 km	Sur de Quintana Roo	Bahía de Chetumal
Río Azul	sin datos	Suroeste de Chetumal	-Afluente del Río Hondo
Río Jass	Sin datos	Norte de Chetumal	-Mar Caribe
Río Indio	Sin datos	Sur de la Bahía del Espíritu Santo	-Mar Caribe
Río Kik	Sin datos	Noreste de Calderitas	-Mar Caribe

Laguna	Localización
Laguna de Bacalar (o <i>Laguna de los Siete Colores</i>)	Sur de la entidad
Laguna Guerrero	Sureste de la entidad
Laguna Mariscal	Sur de la entidad
Laguna Chichanhá	Sur de la entidad
Laguna Milagros	Sistema del Río Hondo
Lagunas Negra y Encantada	Sistema del Río Hondo

Cenote	Localización
Cenote Lagarto de Oro (o <i>Cocodrilo Dorado</i>)	Localidad de la Unión
Cenote Azul	Localidad de Bacalar

Fuente: Wikipedia, Inmetoeven con modificaciones de Velázquez, D. (2006)

Dicho de otra manera, si la aportación de agua dulce, los nutrientes y el material en suspensión no fueran retenidos en los manglares, ecosistemas costeros como los arrecifes de coral no podrían permanecer.

Agua y población son el gran reto de inicios del siglo XXI para las ciudades y asentamientos humanos de la región sur de la entidad y del cuál deberá derivarse un nuevo paradigma en el manejo sustentable del recurso agua.

Clima de la zona de estudio

El gradiente climático de la Península de Yucatán desde la zona norte más seca hasta las zonas más húmedas al sur, aunado a las variables climáticas como precipitación, geología, topografía y edafología, hace de esta región un área con una gran riqueza natural.

La confluencia de estos factores conduce a diferentes tipos de ecosistemas y asociaciones de vegetación. Así podemos ver una mezcla de selvas secas en el norte hasta selvas medianas y altas en la zona sur de la península.

En los últimos cuarenta años, la dinámica del crecimiento demográfico y económico de la región han tenido un impacto evidente en la disminución de la superficie de selva en la Península de Yucatán. Sin embargo, aún quedan áreas importantes de selva en regular estado de conservación, lo cuál influye necesariamente para determinar los climas y sus variaciones, convirtiéndose en zonas menos húmedas en la medida que la deforestación, los incendios, las afectaciones por el paso de huracanes y la acción destructiva del hombre hacen presencia.

La Reserva de Sian´Kaan en Quintana Roo es especialmente importante ya que aún posee una diversidad biológica, una variedad de ecosistemas en regular estado de

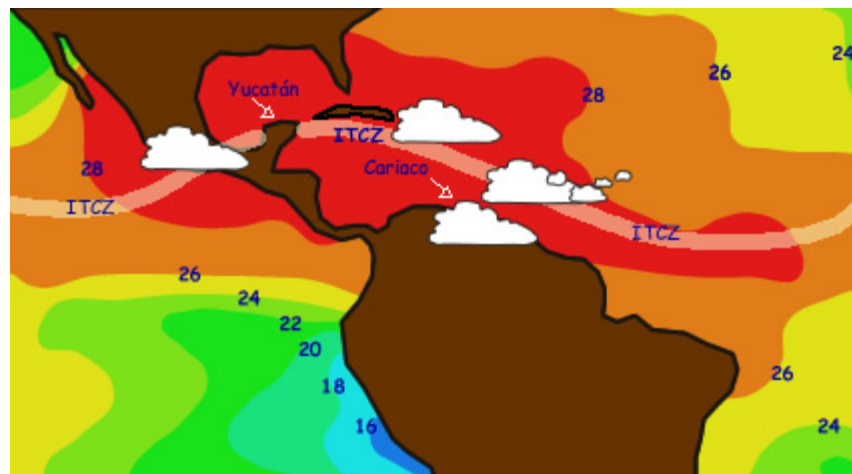
conservación, un alto grado de endemismos y la existencia de especies carismáticas, sumada a su gran riqueza arqueológica y cultural.

El Estado de Quintana Roo, geográficamente hablando, se encuentra dentro de la zona tropical del hemisferio norte, en la franja de vientos alisios. Los vientos alisios provienen del centro subtropical de alta presión de las islas Azores, frente a las costas africanas en el Atlántico, y van hacia el centro de baja presión ubicado aproximadamente a lo largo de las costas occidentales de Norte América. (García, 1965; Mosiño y García, 1966).

La formación de los centros de alta y baja presión obedece a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que es un cinturón de baja presión que ciñe el globo terrestre en la región ecuatorial. Debido a las altas temperaturas las masas de aire son forzadas a ascender originando abundante nubosidad y fuertes precipitaciones.

La ZCIT no es uniforme ni continua, se puede interrumpir y su grosor variar de un sitio a otro, también su comportamiento en zonas marítimas y continentales. Las variaciones de posición de la ZCIT afecta las precipitaciones en las regiones ecuatoriales, como es el caso de la costa de Quintana Roo, produciendo estaciones secas y húmedas en lugar de frías y cálidas como en las latitudes superiores (Wikipedia, Inmetoeven) (Fig. N° 4).

**Fig. N° 4 Zona de convergencia intertropical
Estación lluviosa. Situación del ITCZ en Septiembre y temperatura del mar**



Fuente: "<http://homepage.mac.com/uriarte/mayas.html>"

En la estación lluviosa o caliente (mayo-agosto) del año, con el desplazamiento hacia el norte de la ZCIT, la zona de alisios aumenta de intensidad, latitud y altura, por lo que prácticamente todo el país queda bajo la influencia de los vientos alisios que soplan con una dirección de noreste (NE) a sudoeste (SW) en superficie. En invierno cuando la zona intertropical de convergencia se desplaza hacia el sur, los alisios actúan sólo en la parte sur de México (García, 1965).

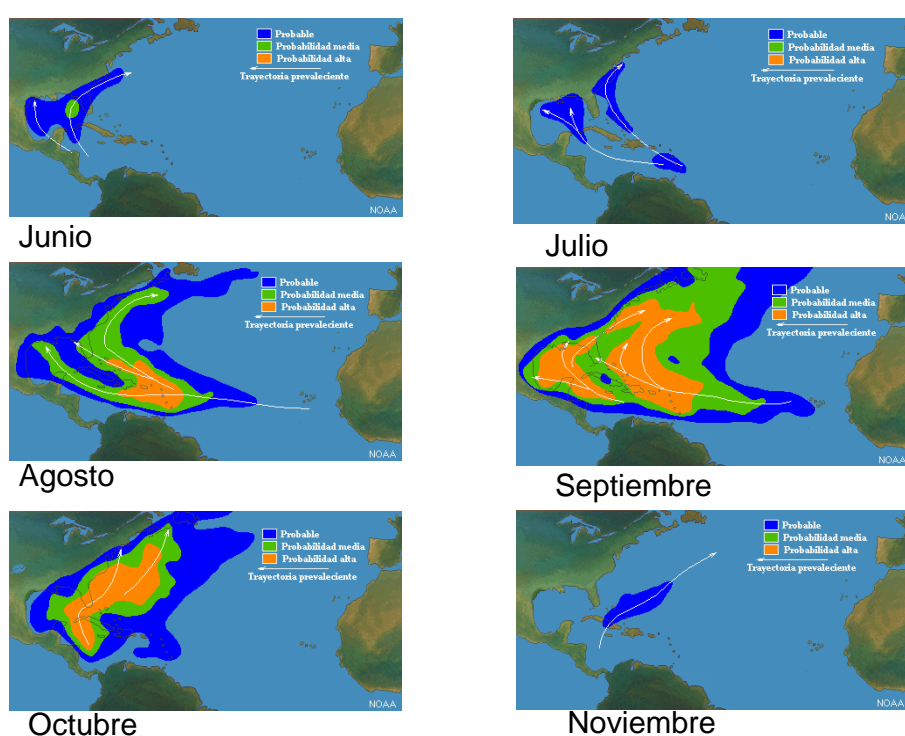
Con el desplazamiento hacia el sur de la ZCIT en la temporada de seca o fría (noviembre-abril) del año, dominan los vientos del oeste y los del norte. Los "nortes" son vientos procedentes del norte de los Estados Unidos y sur de Canadá que soplan violentamente por varios días seguidos, sobre las costas del Golfo de México (García, 1965).

Los “nortes” se originan por la invasión de masas de aire polar continental modificado. Estos vientos, al pasar sobre el Golfo de México, recogen abundante humedad que después es liberada en forma de lluvia en la Península de Yucatán, principalmente en Quintana Roo (García, 1965).

Por su posición geográfica y su escasa elevación que no llega a 300 msnm, la Península de Yucatán, recibe menos precipitación que la parte de la llanura costera del Golfo Contigua a ella (Tabasco y Veracruz). Su precipitación decrece de 1500 mm en el sur a 500 mm en el noroeste, teniendo el estado de Quintana Roo la mayor precipitación.

Los ciclones y las depresiones tropicales son afectados por la aparición del fenómeno del Niño y de la Niña en el océano Pacífico (Fig. N° 5).

Fig. N° 5 Trayectoria y probabilidad de los huracanes



Fuente: National Weather Service. 2006

El fenómeno de La Niña se manifiesta cuando llevadas al oeste por los vientos alisios, las aguas cálidas de la superficie del mar circulan rumbo a Asia, aguas profundas más frías suben a la superficie a lo largo de Perú. La corriente en chorro subtropical se debilita por las mismas causas dejando que los huracanes del Atlántico se desplacen hacia el oeste y cobren fuerza (NOAA, 2006).

Todos estos fenómenos traen consigo variaciones de la precipitación a través del tiempo, que ocasionan que aumenten o disminuyan las precipitaciones a lo largo de los años. Estas anomalías en la precipitación se presentan en Quintana Roo con un 50% en la parte noroeste pegada a Yucatán. El resto del Estado presenta entre el 25 y 50 % de anomalías pluviométricas (García y Hernández, 1989; Mosiño y García, 1979 y 1981).

Otro aspecto de interés es la presencia de una pequeña temporada de seca a mediados de la estación lluviosa en la parte oriental y su de la República Mexicana. A este periodo de sequía, localizado en la mitad lluviosa del año se le denomina sequía intraestival o

sequía de medio verano, aunque también se le conoce como canícula (Mosiño y García, 1966).

En esta circunstancia la corriente alisia es bloqueada por dicha vaguada y no penetra al Golfo de México, sino que se dirige hacia el norte a lo largo de la porción de la misma. Concomitantemente se establece una rama circulatoria descendente y que alimenta de aire seco al Golfo de México localizándose al oeste de la vaguada antes mencionada.

La extrema variabilidad de la lluvia puede ser determinante en la agricultura con lo que la moda o valor más frecuente para poder planificar mejor cualquier agricultura de temporal. Y la distribución gamma como una familia de curvas sumamente versátil que se ajusta a los datos de precipitación de manera extraordinaria (García y Mosiño, 1981).

Regiones climáticas

Es una porción de la superficie terrestre en la cual, por su situación geográfica y por la orientación general de los accidentes del relieve, dominan los mismos sistemas de vientos. Por su latitud registra análogas condiciones de calentamiento, de aquí que muestre un clima homogéneo.

No obstante las diferencias de altitud y exposición de los vientos dominantes, al modificar la cantidad de lluvia y el valor de las temperaturas, dentro de una misma región puedan encontrarse diferentes tipos de clima, pero que presentan características comunes en cuanto a régimen de lluvias, marcha anual de temperaturas y oscilaciones térmicas (García et al 1983).

El estado de Quintana se encuentra dentro de la Región Climática Península de Yucatán donde además están Campeche y Yucatán.

Las principales características de la región climática de la Península de Yucatán son:

- a) Vientos dominantes: vientos alisios todo el año nortes en invierno, y tormentas en verano y otoño.
- b) Régimen de lluvias: intermedio (x') y de verano $W(x')$, w .
- c) Marcha anual de la temperatura: dos máximos el mayor en mayo (marcha Ganges g).
- d) Oscilación anual de la temperatura: litoral i , sierrita ϵ , resto de la región (i').
- e) Climas dominantes: por su humedad, Subhúmedos (w_0, w_1, w_2) semisecos (BS) en litoral norte; por su temperatura, cálidos A.

Mediante la observación de los datos de precipitación y temperaturas se pueden determinar los meses en que la precipitación es suficiente para mantener el terreno húmedo; esto ocurre cuando la gráfica de precipitación se encuentra arriba de la de temperatura. Cuando sucede lo contrario, se considera que hay déficit de lluvia.

Utilizando las gráficas ombrotérmicas (precipitaciones y temperaturas), se determina que en el estado de Quintana Roo el número de meses secos al año es de 2 a 6 meses.

- Climas subhúmedos de menor humedad w_0 de 6 a 8 meses secos.
- Climas subhúmedos w_1 , de 4 a 6 meses secos.
- Climas subhúmedos de mayor humedad w_2 de 2 a 4 meses secos

- Climas húmedos f, m. menos de 2. (García y Trejo, 1992).

El estado de Quintana Roo presenta una temperatura media anual de 26° C, los promedios de temperatura mínima y máxima son de 23° y 28° C respectivamente. La precipitación media anual es de 1200 mm.

La mayor parte de la precipitación pluvial se presenta de mayo a octubre, siendo los meses más lluviosos de junio a septiembre. La época de formación de ciclones coincide con los máximos de precipitación en el Estado. En invierno se presenta una sequía, siendo la precipitación del mes más seco menor a 60 mm. Los vientos dominantes son los alisios, que soplan del mar al continente.

Por consiguiente, tomando como base el sistema de clasificación de Köppen, modificado para México por García (1964), el tipo de clima que prevalece es el Aw o cálido subhúmedo, con lluvias en verano.

Posibles efectos del cambio climático

El impacto de un cambio climático dependerá del balance, a nivel regional, de los cambios y el uso que se haga de los recursos naturales. Es decir, que la incidencia del calentamiento global estaría muy vinculado, entre otros factores, a:

- la variabilidad del recurso mismo,
- el consumo/destrucción de la riqueza natural
- el uso del agua subterránea y superficial,
- la explotación racional y sustentable de las selvas
- la conservación de los humedales en Quintana Roo,

Según expertos internacionales el cambio climático afectará los sistemas costeros debido al aumento del nivel del mar, a un mayor riesgo de huracanes y fenómenos extremos en zonas tropicales como en la Península de Yucatán.

El cambio climático podría influir en la salud humana incrementando la mortalidad debido al calor, las enfermedades tropicales transmitidas por vectores y la contaminación del aire y el agua (Fig. N° 6 y 7).

Fig. Nº 6 Localidad de Mahahual, Yucatán



Fuente: archivo de los autores

Fig. Nº 7 Contaminación en la Playa Mahahual-Xcalak, Yucatán



Fuente: archivo de los autores

Los cambios del clima podrían exacerbar la escasez periódica y crónica del agua. No obstante, se intensificarán aún más la frecuencia y magnitud de las sequías en algunos lugares.

La investigadora mexicana E. García, durante una conferencia que dictara en la Universidad Autónoma del Estado de México (1998), señaló que la única región del país que ha registrado un cambio de clima en los últimos 20 años es la Península de Yucatán, donde cada día sus zonas tropicales son cada vez más secas.

En realidad no todo es culpa del cambio climático. Según la investigadora J. Curry del Instituto Tecnológico de Georgia, no todos los huracanes que se presentan en la Península de Yucatán se deben al calentamiento global, sino que es una combinación del fenómeno del Niño, oscilación del Atlántico Norte y al calentamiento global. Tal fue el caso del huracán *Wilma*, que afectó a Quintana Roo en 2005.

(www.tierramérica.pnuma.com.2007).

Reflexiones finales

Hoy, por el interés creciente que ofrecen las amenazas naturales del medio ambiente, resulta básico entender el significado de los procesos físicos y sus consecuencias.

Actualmente, en la primera década del siglo XXI, existe la necesidad de conocer el medio natural de varias regiones de México; entre éstas el sur de la Península de Yucatán, donde la geología, la hidrología, el clima y la fisiografía de los paisajes naturales juegan un papel fundamental para un diagnóstico y planificación en busca del desarrollo sustentable.

Entre las deducciones principales de este trabajo podemos señalar la importancia que guarda la geografía física de la región por el número de humedales, petenes, cenotes o dolinas que presenta.

Del mismo modo es vital el análisis de la trayectoria de los huracanes sobre este espacio geográfico, para señalar los cambios climáticos sobre el sur de la península, aunque se reconoce una problemática diversa en la zona, tal como la deforestación de la selva tropical y el aumento del turismo masivo, que impacta tan negativamente en la búsqueda de la sustentabilidad de la biodiversidad.

En general la geografía física guarda una especial relación con el ordenamiento territorial, porque este es un proceso de carácter técnico-político-administrativo. Con él se pretende configurar, en el mediano y largo plazo, una organización del uso y ocupación del territorio, acorde con sus potencialidades y limitaciones, con las expectativas y aspiraciones de la población y con los objetivos del desarrollo.

Se pone especial énfasis en el riesgo de descuidar la enseñanza, a los futuros profesionales planificadores, de la Geografía física como un conjunto de fenómenos y hechos naturales, sujeto a análisis y prospectivas. El medio físico se entrelaza con lo humano bajo las perspectivas de un modelo *sistema-mundo* y de un conjunto de sistemas locales.

Por último, no queremos cerrar este trabajo sin dejar de señalar el concepto de la APROPIACIÓN GEOGRÁFICA que corresponde a tres momentos históricos que tipifican la organización antrópica del paisaje en el descripto substrato geológico y en los modos de producción hegemónicos; a saber: la civilización maya, la colonial europea -española, francesa, inglesa- y la instauración de la república federada.

El ordenamiento espacial refleja los momentos críticos de la transformación morfogenética de las ciudades, que fueron el teatro de las revoluciones urbana e industrial en México y de la colonización y apropiación de los “espacios vacíos” de extensos territorios del sur de nuestro país.

Entre las posibles líneas de investigación a futuro, podemos contemplar las siguientes:

1. Turismo y desarrollo regional

2. Nuevas territorialidades turísticas
3. Geografía física y cohesión social
4. Fragmentación del espacio natural ó físico

Bibliografía

- Aguayo, J. E. y Trápaga, R. (1996). *Geodinámica de México y minerales del mar*. 106 pps. La ciencia desde México/ 141. México D. F: Fondo de Cultura Económica.
- Álvarez, M. (1954). *Exploración geológica preliminar del río Hondo, Quintana Roo*. pp 207-213, Vol. VI No.5-6. México: .Boletín de la asociación mexicana de geólogos petroleros.
- Butterlin, J. (1958). *Reconocimiento geológico preliminar del territorio de Quintana Roo*. Vol. X. No. 9-10, pps. 531-564. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros: México.
- Butterlin, J. y Bonet F. (1963). *Mapas geológicos de la Península de Yucatán*. pp. 63-72 Ene/Marzo. Revista de Ingeniería Hidráulica en México. México D.F: Instituto Mexicano del Petróleo.
- Castillo V., Lourdes (2006). *El proceso de urbanización y sus efectos ambientales en la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo*. Tesis doctoral, México: UNAM.
- Cervera Pacheco, Natalia (2010). *De la zona de los retenes*. Disponible en <http://campecheonline.spaces.live.com/blog>. Recuperado 01/06/10.
- García, E. (1965). *Distribución de la precipitación en la República Mexicana*. pps. 171-191. Publicación del Instituto de Geografía, UNAM: México.
- García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*, 219 pp. México D.F: E. García de Miranda.
- García, E. y Hernández, M. E. (1989). *Anomalías de la Precipitación en la República Mexicana de 1921 a 1980*. Revista de INEGI, NO 3, año 1. pp. 41-74. Geografía. México D.F: INEGI.
- García, E. y Mosiño, P. A. (1981). *La Moda de Precipitación por Meses durante la Temporada Lluviosa en México*. VII Congreso Nacional de Geografía. Tomo I: 113-123. México D.F: Memoria.
- García, E., Vidal, R. Cardoso, M. D y Hernández, M. E. (1983). *Las Regiones Climáticas de México*. IX Congreso Nacional de Geografía. Tomo I: 123-110. México D.F: Memoria.
- García, E., M. E. Hernández y M. D. Cardoso (1983). *Las Gráficas Ombrométricas y los Regímenes Pluviométricos en la República Mexicana*. IX Congreso Nacional de Geografía. Tomo I: 140-149. México D.F: Memoria.

- Jakucs, L. (1977). *Morphogenetics of Karst Region (Variants of Karst Evolution)*, 284 pp. Bristol, Inglaterra: Adam Hilger.
- López, H., Landeros, J. G., López, M.F., Pech, L.J. y Galicia, G.I. (1977). *Estudio agrológico semidetallado de la cuenca del arroyo Ucúm, Quintana Roo*. Serie de Estudios. Subsecretaría de planeación. México. D.F.: Dirección General de Estudios, Subdirección de Agrología.
- López Ramos, E. (1979). *Estudio geológico de la Península de Yucatán*. Boletín de la asociación mexicana de geólogos petroleros: México. D.F.: Instituto Mexicano del Petróleo.
- Lugo H., José (1999). *La superficie de la tierra*. Vols. I y II. FCE. CONACYT: México.
- Lundell, C. (1938). *Botanical expedition to Yucatán and Quintana Roo*, Wash. Year-Book 37. pp 143-147. México: Carnegie Institute.
- Miranda, F. (1958). Rasgos fisiográficos. En: Los recursos Naturales de Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II, pp. 169-176 IMRNR: México D.F.
- Mosiño, P. A. y García, E. (1966). *Evaluación de la Sequía Interestival en la República Mexicana*. Tomo III: 500-516. Unión Geográfica Internacional.
- Mosiño, P. A. y García, E. (1974). *The Climates of México*. En: García, E., "In the Climates of North America, World Survey of Climatology". Antología. SMGE. Amsterdam: Elsevier Publ. Co.
- Mosiño, P. A. y E. García. (1981). *The Variability of Rainfall in Mexico and its Determination by Jeans of the Gamma Distribución*, pps. 63: 1-10. Geografiska Annaler. Suiza: Swedish Society for Anthropology and Geography.
- Nava García, Martín. (1979). *Tecnología para Petróleos Mexicanos. Ciencia y Desarrollo*, Septiembre-Octubre, No. 28. pp. 81-101 México. D.F.: Instituto Mexicano del Petróleo.
- Quiñones G. H. (1975). *Intrazonal soil of northern Yucatán Península*. En: Field trip No. 4. Tropical soil. Int. Clay Conference. Instituto de Geología. México D.F.: UNAM.
- Robles Ramos, R. (1958). *Geología y Geohidrología*. En: "Los recursos Naturales de Sureste y su Aprovechamiento". Tomo II, pp. 55-92. México D. F.:IMRNR:
- Sapper, C. (1945), *Geología de la Península de Yucatán*, Enciclopedia Yucatanense, pps. 19-28. Tomo I. Mérida, Yucatán. México.
- Seele, E. (1993). *Geografía y Medio Ambiente en el Sureste del Estado de Quintana Roo*. Geografía y Desarrollo. Vol. II, Nos. 8-9. pp. 2-16. Colegio de Geografía, UNAM.
- Velázquez, David (2006). *Agua y población en la Península de Yucatán*, Revista Caos Conciencia vol. 1, pps 39-49. Méjico: UQROO.
- UQROO.(2004) *Atlas Digital de Costa Maya, Quintana Roo. Chetumal*, elaborado por el Centro de Información Geográfica de la Universidad de Quintana Roo: México.

- Wedell, H. (1926). *La Península de Yucatán y su relación con las regiones contiguas centroamericanas*. Rep. Inst. Geol. Universidad de Lund, Serie 0 No. 7. Soc. Geol. Del Sur de Suecia: Lund.
- Wright, A.C.S. (1967). *El reconocimiento de los suelos en la Península de Yucatán. México*. Informe final.FAO, copia mimeografiada. México.

Otras fuentes

- www.lmmeteoven.org/itcz.html 20/09/06 Nature.com; 4/02/07. National Oceanic & Atmospheric Administration. Año 2006.
- <http://hurricanes.noaa.gov>.
- <http://www.elnino.noaa.gov/edu.html>"; 23 /10/06
- <http://homepage.mac.com/uriarte/mayas.htm>; 23/10/06
- <http://es.wikipedia.org/>.10/12/06
- <http://tierramerica.pnuma.com>; 05/02/07.
- <http://nationalweatherservice-29/12/06>.
- <http://tierramerica.pnuma.com>; 05/02/07.