

CONOCIMIENTOS Y SABERES SOBRE EL KARST TROPICAL DE MÉXICO

Oscar Frausto Martínez
Coordinador



Skiu

Con apoyo de:
Asociación Mexicana de Estudios
sobre el Karst A.C
Sociedad Mexicana de Geografía y
Estadística
Univerdidad de Quintana Roo

Conocimientos y saberes sobre el karst tropical de México

Oscar Frausto Martínez
Coordinador

Con apoyo de
Asociación Mexicana de Estudios sobre Karst A. C.
Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística
Universidad de Quintana Roo

MIEMBROS FUNDADORES DE LA AMEK

Mesa directiva

Dr. Francisco Bautista Zúñiga (Presidente)
Dra. Patricia Fragoso Servón (Secretaria)
Dra. Yameli Guadalupe Aguilar Duarte (Tesorera)
Dr. Alberto Pereira Corona (Vocal 1)
Dr. David Palma López (Vocal 2)

Socios

Dra. Patricia Negreros Castillo
Dr. Héctor Estrada Medina
Dr. Joel Zavala Cruz
Dr. Rufo Sánchez Hernández
Dr. Manuel Eduardo Mendoza Cantú
Dra. Silvia Ramos
Dr. Nino Simoes
Dr. Jesús Martín Kantun Balam.
M. en I. Gonzalo Neftali Gijón Yescas
M. en C. Oscar Álvarez Rivera

Comité Editorial

Dr. Oscar Frausto Martínez (Coordinador de la obra)
Dr. Francisco Bautista Zúñiga
Dra. Patricia Fragoso Servón
Dra. Yameli Guadalupe Aguilar Duarte
Dr. Alberto Pereira Corona
Dr. Adolfo Iván Batún Alpuche
Dr. Adrián Cervantes Martínez

Los capítulos se sometieron a dictamen bajo el sistema doble ciego y se aceptaron aquellos que cumplieron con el proceso de revisión y corrección del dictamen.

Frausto Martínez, Oscar.

Conocimientos y saberes sobre el karst de México / Oscar Frausto Martínez
-CDMX: Acts With Science. 2019. 264 p.

ISBN 978-607-97684-1-6

1. Sustentabilidad, 2. Seguridad ambiental, 3. Suelos, 4. Karts tropical.

Oscar Frausto Martínez
Coordinador

Diseño editorial:
Gema Alín Martínez Ocampo

Primera edición: 2019

Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas
Registro número: 1900084
© ACTS WITH SCIENCE S DE RL DE CV

ISBN 978-607-97684-1-6

Fotografías de entrada de capítulo y portada a excepción de los que se indican:
<https://pixabay.com/es/>

Fotos de páginas 40, 41, 94, 95, 134, 135, 214, 215, 154 y 155, cortesía de Gema Alín Martínez Ocampo.

Fotos de páginas 78 y 79, cortesía de Gabriela Itzel Schmidt Montes de Oca.

Las opiniones, datos y citas presentados en esta obra son responsabilidad exclusiva del autor y no refleja, necesariamente, los puntos de vista de la institución que edita esta publicación.

Prohibida su reproducción parcial o total, por cualquier medio, mecánico, electrónico, de fotocopias, térmico u otros, sin permiso de los editores.

Hecho en México

Índice

Presentación AMEK	7
Presentación SMGyE	9
Presentación UQRoo	13
Introducción	15
Sección I Conocimientos	19
1. Geomorfología de los paisajes kársticos y la protección ambiental: Balam-kú, Campeche	21
1.1. Resumen	21
1.2. Introducción	22
1.3. Problemática	23
1.4. Métodos, técnicas o aproximación metodológica	25
1.5. Resultados	29
1.6. Conclusiones	38
1.7. Referencias bibliográficas	38
2. Análisis geomorfológico de cuencas fluviales del Río Lacantún, Chiapas	41
2.1. Resumen	41
2.2. Introducción	42
2.3. Metodología	43
2.4. Discusión	49
2.5. Conclusiones	51
2.6. Referencias	51
3. Cálculo automatizado de la profundidad de depresiones kársticas a escala detallada	55
3.1. Resumen	55
3.2. Introducción	55
3.3. Antecedentes	56
3.4. Problemática	57
3.5. Métodos y técnicas	60
3.5.1. Fase 1	60
3.5.2. Fase 2	63
3.5.3. Fase 3	65
3.5.4. Método vectorial.	65
3.5.5. Método ráster	67
3.5.6. Resultados	69
3.6. Discusión y Conclusiones	74
3.7. Referencias bibliográficas	76
4. Actualización del Listado Florístico del Parque Nacional Islas Marietas, Nayarit	79
4.1. Resumen	79
4.2. Introducción	80
4.3. Problemática	81
4.4. Métodos	82
4.4.1. Área de estudio	82
4.5. Registro de datos	84
4.6. Resultados	86
4.6.1. Isla Redonda	87
4.6.2. Isla Larga	87
4.7. Discusión	89
4.7.1. Referencias Bibliográficas	91
5. Actualización cartográfica forestal en una zona kárstica del sureste mexicano	95
5.1. Resumen	95
5.2. Introducción	96
5.3. Problemática	98
5.4. Métodos, técnicas o aproximación metodológica	99

5.5.	Resultados	102
5.6.	Conclusión	110
5.7.	Referencias	112
6.	Características físicas de pozos de absorción en la zona urbana de Cozumel, Quintana Roo	117
6.1.	Resumen	117
6.2.	Introducción	118
6.3.	Problemática	119
6.4.	Métodos y técnicas	119
6.5.	Resultados	121
6.5.1.	Comportamiento del nivel freático	124
6.6.	Discusión	130
6.7.	Conclusión	131
6.8.	Referencias	133
7.	Contaminación de suelos kársticos por uso de detergentes en el municipio de Hunucmá, Yucatán, México	135
7.1.	Resumen	135
7.2.	Introducción	136
7.3.	Materiales y métodos	138
7.3.1.	Área de estudio	138
7.3.2.	Detergentes: identificación de marcas y hábitos de uso	138
7.3.3.	Muestreo de suelos	138
7.3.4.	Análisis de suelos	139
7.3.5.	Análisis estadístico	140
7.4.	Resultados	140
7.4.1.	Detergentes: identificación de marcas y hábitos de uso	140
7.4.2.	Propiedades del suelo	141
7.5.	Discusión	144
7.5.1.	Propiedades del suelo	144
7.5.2.	Impacto del vertido de detergentes sobre el suelo de los solares de Yucatán.	145
7.6.	Conclusiones	148
7.7.	Referencias bibliográficas	148
	Sección II Saberes	153
8.	Indicadores de sustentabilidad de la calidad del agua de pozo en un asentamiento irregular en zonas kársticas	155
8.1.	Resumen	155
8.2.	Introducción	156
8.3.	Antecedentes	157
8.4.	Problemática	158
8.5.	Metodología	159
8.6.	Resultados	161
8.6.1.	Extensión territorial del asentamiento irregular "Ranchitos"	161
8.6.2.	Caracterización de los indicadores de sustentabilidad del asentamiento irregular	163
8.6.3.	Indicadores Sociales	164
8.6.4.	Indicadores Económicos	165
8.6.5.	Indicadores Ecológicos	166
8.7.	Discusión	170
8.7.1.	Condiciones sociales, económicas y ecológicas del asentamiento irregular	170
8.7.2.	Calidad del agua: parámetros físico-químicos y bacteriológicos	171
8.7.3.	Condiciones socio-ecológicas del usuario	172
8.8.	Conclusiones	173
8.9.	Referencias Bibliográficas	174

9. Potencial turístico del sistema de cenotes del municipio de Tulum, México	177
9.1. Resumen	177
9.2. Introducción	178
9.3. Zona de estudio	179
9.4. Proceso metodológico detallado	181
9.5. Resultados	185
9.6. Aktun Chen	187
9.6.1. Labna Ha	187
9.6.2. Dos ojos	189
9.6.3. Gran cenote	189
9.6.4. Cenote calavera	189
9.6.5. Cenote Zazil Ha	190
9.6.6. Cenote Aktun ha	190
9.6.7. Cenote escondido	190
9.7. Conclusiones	191
9.8. Referencias	194
10. Indicadores clave para operativizar la capacidad de carga de visitantes en cenotes	197
10.1. Resumen	197
10.2. Introducción	198
10.3. Antecedentes	199
10.3.1. Capacidad de carga	202
10.3.2. Indicadores y estándares	203
10.3.3. Percepción de congestión como indicador clave para operativizar la capacidad de carga	204
10.4. Métodos y técnicas	207
10.5. Resultados	209
10.6. Discusión y Conclusión	210
10.7. Referencias Bibliográficas	211
11. Riesgo de hundimientos y subsidencia kárstica en la zona maya de Quintana Roo	215
11.1. Resumen	215
11.2. Introducción	216
11.3. Problemática	219
11.4. Aproximación metodológica	224
11.5. Resultados	226
11.5.1. Peligro de hundimientos y subsidencia	226
11.5.2. Riesgo de hundimientos y subsidencia	228
11.6. Conclusiones	230
11.7. Referencias	235
12. El manejo del karst en Vietnam y en China: ejemplos para la Península de Yucatán	237
12.1. Resumen	237
12.2. Introducción	238
12.3. Materiales y métodos	239
12.4. Resultados	240
12.5. Discusión y conclusiones	247
12.6. Agradecimientos	250
12.7. Referencias bibliográficas	250
Conclusiones	253
Índice Figuras	255
Índice Tablas	259





Presentación AMEK

La “Asociación Mexicana de Estudios sobre el Karst A.C. (AMEK)”, celebra el tercer aniversario correspondiente a su tercera reunión anual, lo que es motivo de celebración, pues, como se sabe, ocho de cada 10 emprendimientos fracasan al segundo año.

Esta celebración está acompañada de la publicación del primer libro de la AMEK que lleva por título “Conocimientos y saberes sobre el karst tropical de México” promovido por el Dr. Oscar Frausto Martínez. El mundo, y en este caso el karst, necesita de gente que haga que las cosas sucedan, y el Dr. Frausto es una de esas.

Aprovecharemos para hacer un homenaje al geógrafo y cartógrafo Dr. Thomas Joseph Ihl por sus contribuciones al conocimiento del karst de la península de Yucatán.

Vivir en el karst no es como vivir en zonas volcánicas ni en zonas fluviales, ni de montañas con rocas metamórficas. El vivir en el karst con objetivos de sustentabilidad y de seguridad, requiere en primera instancia, estar consciente de que el ambiente kárstico funciona de manera muy diferente a otros. La solubilidad de la roca, la formación de dolinas, úvalas y poljes son un riesgo ante el que hay que tomar precauciones. La presencia de acuíferos someros requiere un tipo de agricultura muy particular, de bajos insumos en agroquímicos, para no contaminarlos y después beberlos. El estudio y manejo de la biodiversidad requiere el conocimiento de la gran diversidad y heterogeneidad de suelos a cortas distancias. Son muchos los aspectos en los que el karst es singular.

Para vivir en el karst, se requiere un amplio conocimiento, y es por esto, por lo que este libro y la AMEK son necesarios para el país. Disfrútenlo.

Dr. Francisco Bautista Zúñiga
Presidente de la Asociación Mexicana de Estudios sobre Karst A. C.





Presentación

SMGyE

Como estudioso de las Ciencias de la Tierra necesito explicarme el paisaje que observo al momento de viajar. De todos los elementos que componen la naturaleza, es el relieve el que llama más mi atención. En este contexto recuerdo la primera vez que recorrí Yucatán para llegar a la isla de Cozumel, ahí en la UQRoo impartimos un curso.

Desde la carretera fue difícil y desesperante, el no poder distinguir algún tipo de relieve asociado con el karst superficial, solo era posible observar plataformas subhorizontales con ligeros contrastes altitudinales entre ellas, la densa cubierta vegetal no me dejaba ver más, de vez en cuando era posible reconocer efímeros plegamientos expuestos en los cortes de carretera. Mi incapacidad de “no ver nada” provocó un prolongado silencio que fue interrumpido por uno de mis tesisas, quien manejaba, y pedía una explicación de lo que observaba. La respuesta no podía ser “nada” y lo primero que se me ocurrió contestar fue que el relieve estaba oculto, que en su mayoría se trataban de espacios disueltos subterráneos.

La necesidad de entender lo que observamos es un hábito que existe en muchas personas y que lo llevan a cabo de una manera interdisciplinaria, muy completa y profesional, como el libro que se presenta y que coordina el Dr. Oscar Frausto Martínez.

Este libro es resultado del esfuerzo de un grupo de investigadores; se compone de doce capítulos divididos en dos secciones. En la primera parte se explican las características del relieve kárstico, sus ríos, la medición de las depresiones producto de la disolución, la flora que soporta este tipo de sustrato, la representación cartográfica

de estas superficies y el peligro al que se ve expuesto el suelo por descargas de aguas residuales.

La segunda parte del libro se dedica al uso, manejo y conservación del paisaje kárstico. Se hace visible la preocupación por la sustentabilidad y calidad del agua subterránea, el potencial turístico y las políticas para implementar capacidad de carga de visitantes, los autores tienen claro que la actividad turística modela nuevos paisajes y que en la mayoría de los casos no son compatibles con la dinámica natural del lugar; en este análisis no se escapa el binomio de pozos de absorción y crecimiento urbano. En este marco se evidencian los cambios en el terreno y el establecimiento de condiciones que ponen en peligro la estabilidad de las construcciones por hundimientos y subsidencias.



Sin lugar a duda, este es un libro que hay que leer para conocer la relación entre la naturaleza y la sociedad en terrenos kársticos, de esta manera, los espacios disueltos subterráneos, dejarán de estar ocultos y aunque enterrados, podrán ser visibles gracias a la generosidad de los autores que nos comparten su conocimiento, lo intercambian entre ellos y lo ponen a nuestra disposición. Este proceder es inspirador para otros grupos de investigación, para nuestros estudiantes y el público en general.

Dr. José Juan Zamorano Orozco
Presidente de la Academia de Geografía
Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística





Presentación

UQRoo

El conocimiento sobre el karst ha tomado auge desde hace tiempo, diferentes disciplinas han hecho aportaciones sustanciales, especialmente en regiones del mundo donde el desarrollo de las actividades humanas tiene una relación directa con el tipo de suelo en la región. En México el 20 por ciento del territorio nacional cuenta con este tipo de suelo y existen diversas regiones para su desarrollo.

Una gran parte del territorio con karst se encuentra en la región tropical, por lo que un libro como el presente, en donde se inicia con un estado del arte sobre el conocimiento y contiene un aporte de los saberes del karst tropical con énfasis en la Península de Yucatán, así como otras zonas kársticas del país, representa un primer aporte para entender un punto de partida en las siguientes investigaciones del índole geomorfológico, biológico, turístico y de uso del karst. Siempre es necesario contar con esa primera fotografía de partida, a fin de establecer las líneas de generación y aplicación del conocimiento, por lo que considero que este libro representa el primer paso.

El presente libro se organiza en dos secciones; la primera sobre el conocimiento y la segunda sobre los saberes y su aplicabilidad en el desarrollo cotidiano, en el que el aspecto del conocimiento es abordado al analizar la geomorfología, tanto de países cársticos como de las cuencas fluviales; genera propuestas para estudiar las depresiones kársticas; estudia la vegetación asociado a estos sitios o bien el lavado de los suelos kársticos en la Península de Yucatán. Por otro lado, en los saberes, se abordan temas como los indicadores de sustentabilidad en la calidad de agua en pozos de absorción, así como en pozos de asentamientos irregulares; el potencial turístico de los cenotes o algunos aspectos de la capacidad de carga de estos sitios; y finalmente aspectos de hundimientos en la Zona Maya de Quintana Roo concluyendo con un análisis del manejo del karst en Vietnam y su aplicabilidad para la Península de Yucatán.

Dr. Luis Manuel Mejía Ortiz
Director de la División de Desarrollo Sustentable
Universidad de Quintana Roo



12





El manejo del karst en Vietnam y en China: ejemplos para la Península de Yucatán

Francisco Bautista Zúñiga
Universidad Nacional Autónoma de México
leptosol@ciga.unam.mx

12.1. Resumen

Durante el 2018 tuve la oportunidad de viajar a cuatro ciudades de China y a dos ciudades de Vietnam para conocer el karst maduro y de relictos y sus formas de manejo. El resultado de las experiencias en este viaje, fueron las siguientes: en Vietnam el suelo urbano es muy caro lo cual se deduce del tipo de construcciones de pequeño espacio y de hasta cuatro niveles, terrenos de 6 por 15 m. Todo el suelo de las planicies kársticas es utilizado en la agricultura, en las montañas se deja crecer el bosque nativo y pequeñas superficies son utilizadas en plásti-cultura. El viaje turístico de la Ciudad de Ha Noi a Ha Long Bay incluye paradas para el descanso que son estratégicamente seleccionadas, allí tienen centros comerciales para la venta de artesanías además de baños y comida. Dentro del centro comercial están los talleres para la elaboración de las artesanías de manera que el turista puede apreciar el trabajo de la gente y del grupo al que pertenecen (grupos vulnerables con capacidades diferentes), las artesanías como cuadros y esculturas pequeñas y muy grandes se venden y se llevan hasta la casa del comprador en cualquier parte del mundo. Una vez llegando al sitio de recreo la estancia incluye la visita a los sitios de producción de perlas y visitas a las cuevas de las montañas kársticas. En ambos sitios hay centros comerciales para la compra de joyas o artesanías alusivas al karst, respectivamente. Los guías hablan inglés y hacen todo lo posible para que disfrutes el viaje, aprendas algunas tradiciones y comidas locales, y sobre todo, a que compres. En el caso de las cuatro ciudades Chinas sucede lo mismo, los viajes van acompañados del conoci-

miento de las culturas locales, las llaman minorías, durante el viaje te mencionan aspectos relevantes de la cultura asociados a objetos y comida para después vendértelos, aquí hay una mayor organización en cuanto a los recorridos que son prácticamente por pasillos donde ellos ya saben el tiempo que permaneceremos en los sitios y claro dan un tiempo para visitar los centros comerciales al final de los pasillos, todo con mucho orden. El karst es valorado, hay una gran cantidad de leyendas alrededor del karst e incluso las imágenes se encuentran en los billetes. En China existe un claro contraste entre las tradiciones y la modernidad viviendo en armonía. Orden y seguridad durante los viajes turísticos acompañados de cultura, artesanías, ambiente y comercio. Las diferencias entre Vietnam y China son contrastantes, en Vietnam el trato hacia el turista es muy cálido, aunque se nota el caos “ordenado” en el que viven. Por el contrario, los chinos son más fríos menos tolerantes al turista extranjero, muy pocos hablan inglés, pero el orden es su fortaleza; espacio y tiempo están bajo control. Por otra parte, la posibilidad de la construcción del tren maya abre grandes oportunidades para el turismo internacional, porque las personas que visitan Cancún, podrían interesarse en visitar también, las zonas arqueológicas y rurales de la península de Yucatán, lo que les permitiría conocer, las culturas milenarias, formas del karst y agrosilvicultura de la zona. Un aspecto de relevancia para este tipo de actividades, es el cuidado en la organización de los viajes, construyendo centros comerciales atendidos por mayas trilingües (Castellano, inglés y maya), a fin de evitar el comercio informal y mal aspecto de la zona.

Palabras clave: *Turismo; Yucatán; Depresiones Kársticas; Conservación del Karst; Manejo del Karst*

12.2. Introducción

Las nuevas formas de hacer política en el país con el triunfo del partido Morena y la llegada del Lic. Andrés Manuel López Obrador a la presidencia de la república han traído vientos de cambio para el país y particularmente para el sur y el sureste. Las metas de construcción del tren del Istmo de Tehuantepec que conectará el océano Pacífico con el Golfo de México y del tren maya peninsular que recorrerá la península de Yucatán, serán dos grandes obras de infraestructura que podrían llevar el desarrollo a las comunidades mestizas e indígenas de ambas regiones del país.

En particular, el tren maya peninsular, se construiría sobre los diversos tipos de karst que existen en la península de Yucatán, un karst reciente (Yucatán y Quintana Roo) (Bautista *et al.*, 2011; Bautista *et al.*, 2015), karst juvenil (Yucatán y Quintana Roo) (Bautista *et al.*, 2011; Fragoso *et al.*; 2014) y el karst maduro (Campeche) (Bautista *et al.*, 2011), así como en otros ambientes que acompañan al karst peninsular, tales como, palustre, pseudo palustre y litoral (Fragoso *et al.*, 2019).

Cara uno de esos tipos de karst y sus variantes (tecto-karst positivo y tecto-karst negativo) y sus ambientes vecinos tienen sus particularidades, sus fortalezas y debilidades ante diversos tipos de uso y de construcción de infraestructura.

Ante los nuevos planes del gobierno de llevar el desarrollo al sur del país y tomando en cuenta las grandes particularidades del karst peninsular, así como su alta biodiversidad, una gran comunidad indígena, las dificultades de construcción de infraestructura y una gran cantidad de sitios de interés arqueológico, se hace necesario conocer cómo se maneja el karst en otras partes del mundo, con la idea de adoptar y adaptar dichas formas de manejo.

El objetivo de este trabajo fue la de sugerir formas de manejo del karst con base en lo observado en dos ciudades de China y dos de Vietnam, así como en las principales ciudades chinas que no son kársticas, con la finalidad de que se de un manejo sustentable a las ciudades y sitios por los que transite el tren maya peninsular que está en proyecto de construcción.

12.3. Materiales y métodos

Durante el 2018 se visitaron cuatro ciudades de China y dos ciudades de Vietnam. Las ciudades de China fueron Shanghái, Pekín, Guilin y Nanning. Las ciudades de Vietnam fueron Hanoi y Ha Long Bay.

El viaje desde la CDMX a Shanghái se realizó en avión, el viaje de Shanghái-Pekín-Shanghái se realizó en el Tren Bala llamado Maglev que significa *Magnetic Levitation*. Durante la estancia en Pekín y en Shanghái se realizaron múltiples viajes en metro y en taxi.

El viaje de Shanghái a Hanoi se realizó en avión, el viaje Hanoi-Ha Long Bay-Hanoi se realizó en autobús turístico. El viaje de Hanoi a Nanning se realizó en tren; el viaje de Nanning-Guiling-Nanning se realizó en el tren bala. El regreso a Shanghái se realizó en avión. Finalmente, el regreso a la CDMX se realizó en avión.

12.4. Resultados

Shanghái es una ciudad moderna con una mezcla de las formas de vida oriental y occidental. Es la ciudad más poblada de China con más de 26 millones de habitantes. Se localiza en la costa del Océano Pacífico. Shanghái es el principal puerto del país y del mundo por el volumen de mercancía que se maneja. Es el centro financiero, turístico y de comercio de China. En la actualidad, es el mayor puerto internacional por volumen de mercancías, con empresas de todo el mundo.

Shanghái tiene un pasado europeo (Francia), este se ve reflejado en su arquitectura clásica, cuenta también con grandes rascacielos modernos por ser un centro financiero mundial, hay una gran variedad de culturas donde los extranjeros son bienvenidos, la gente habla chino y algunas variantes, así como inglés y otras lenguas.

Pekín es la ciudad capital de China, cuenta con más de 21 millones de habitantes. Al contrario de Shanghái, en Pekín las construcciones tradicionales dominan el paisaje arquitectónico ya que es una ciudad con más de tres milenios de antigüedad. Destacan por su importancia la Ciudad Prohibida, el palacio imperial, la plaza de Tiananmén, el mausoleo de Mao Tse-tung (Mao Zedong) y el Museo Nacional de China.

En Pekín la gente no habla inglés y es poco tolerante a entablar conversaciones con extranjeros, el uso del metro es preferible al uso del taxi ya que en el metro hay letreros en inglés (Figura 12.1).

Los museos en Pekín y Shanghái son de temas de lo más variado (Figura 12.2). Algunos son poco visitados a pesar de contar con objetos interesantes, como en el caso del Museo de la agricultura en el que hay varias decenas de azadones, las decenas de semillas de arroz por regiones y la historia de la agricultura desde antes de cristo hasta la era actual.



Figura 12.1. El metro en Pekín, China.
Fuente: Fotografía propia del autor.

中國農業博物館
China Agricultural Museum

中国农业博物馆是全国唯一的国家级农业博物馆，拥有《中华农业文明》基本陈列，《中国传统农具》、《中国土壤标本》、《彩陶中的远古农业》、《青少年农业科普馆》四个专题陈列，传统农事园、现代农事园、传统农具体验区三个室外展园和三幕影院，内容纵横古今、形式活泼多样，展示了源远流长的农业历史和灿烂辉煌的农业文明。

开放时间：全年对外开放（每周一、除夕至正月初六闭馆）
开馆时间：9:00-16:30（16:00停止入馆）
联系电话：65096068、65096067、65096065、65096063

The China Agricultural Museum (CAM) is the only national museum themed on agriculture. The current display system in CAM includes four parts: a basic display (Chinese Agricultural Civilization Exhibition Hall), four themed displays (including Ancient Agricultural Painted Pottery Exhibition Hall, Chinese Traditional Farming Tools Exhibition Hall, Chinese Soil Specimen Exhibition Hall and Teenager Agricultural Science Popularization Hall), three outdoor exhibition gardens (including Traditional Farming Garden, Modern Farming Garden and Traditional Farming Experience Zone) and a triplex screens cinema. The Museum devotes itself to the protection, collection and research of Chinese agricultural heritage, concentrates on the introduction of the long history of agriculture.

Figura 12.2. El museo de agricultura en China en Pekín.
Fuente: Fotografía propia del autor.

El viaje en barco por el río Li, en Guilin, permite ver el karst de maduro con las espectaculares lomas y montañas kársticas (Figura 12.3). El karst del río Li con sus leyendas y paisajes de ensueño. El karst en China da la impresión de estar bien valorado por la población y el gobierno, imágenes del karst se encuentran en la parte posterior de los billetes de 20 yuanes (Figura 12.4).



Figura 12.3. El viaje en barco en Guilin China.
Fuente: Fotografía propia del autor.

Las cuevas en el karst de Guilin contienen estalactitas y estalagmitas gigantes del tamaño de las montañas que se han disuelto con el paso de miles de años de lluvia del monzón, con casi 2000 mm por año (Figura 12.5).



Figura 12.4. El karst maduro de Guilin en el billete de 20 yuanes.
Fuente: Fotografía propia del autor.



Figura 12.5. Las estalactitas y estalagmitas gigantes en el karst maduro de China.
Fuente: Fotografía propia del autor.

En el caso de las cuatro ciudades chinas sucede lo mismo, los viajes turísticos van acompañados del conocimiento de las culturas locales, llamadas minorías. Durante el viaje mencionan aspectos relevantes de la cultura asociados a objetos y comida para después conducir a los turistas a los sitios de venta de ambas cosas, todo con la mayor organización en los recorridos, que son prácticamente por pasillos, en donde permaneces el tiempo que ellos tienen estipulado, también dan tiempo para visitar los centros comerciales al final de los pasillos (Figura 12.6). En china existe un claro contraste entre las tradiciones y la modernidad que, sin embargo, son inseparables. Orden y seguridad durante los viajes turísticos acompañados de cultura, artesanías, ambiente y comercio

Muchos sitios con atractivos turísticos son aprovechados, viajes en barco por los ríos grandes, viajes en botes en los ríos menos caudalosos, visitas a museos vivos con gente vistiendo ropa típica y mostrando diversos objetos de las particularidades de su cultura, objetos cotidianos que después son vendidos a diversos precios según el presupuesto de el turista, dan la explicación del uso terapéutico del peine, y posteriormente, se venden peines de madera, plástico y metales, bueno hasta de plata y oro, precios desde unos cuantos yuanes hasta cientos o miles (Figura 12.7). El viaje de Nanning a Guilin se realizó en tren bala sobre el paisaje kárstico, un viaje que era de 13 h ahora es de solo 3 h.



Figura 12.6. La combinación entre las edificaciones tradicionales, las construcciones modernas y al fondo el karst.

Fuente: Fotografía propia del autor.



Figura 12.7. Los centros turísticos en China, el orden y la seguridad, sobre todo.

Fuente: Fotografía propia del autor.

En Vietnam el suelo urbano es muy caro lo cual repercute en el tipo de construcciones de pequeño espacio y de hasta cuatro niveles, terrenos de 6 por 15 m (Figura 12.8). El uso de la motocicleta es habitual en el paisaje urbano. No existe respeto por los semáforos; sin embargo, no hay accidentes (choques, colisiones) debido a las bajas velocidades de tránsito y si llegaran a darse no serían fatales. A esto podría llamarse el caos ordenado (Figura 12.9).

En Hanói capital de Vietnam el trato al turista es cálido, sobre todo de los comerciantes no entienden al turista, pero lo tratan bien y hacen el intento por saber lo que el turista quiere o de plano le ofrecen lo que venden. Algunos comerciantes y prestadores de servicios trataran de dar precios más elevados de lo normal, según vean al turista. Buen trato al turista, pero con muchas trampas.

Todo el suelo de las planicies kársticas es utilizado en la agricultura, en las montañas se deja crecer el bosque nativo y pequeñas superficies son utilizadas en plasticultura.



Figura 12.8. Casas en terrenos de escasas superficies.
Fuente: Fotografía propia del autor.



Figura 12.9. Hanói Vietnam, el caos ordenado.

Fuente: Fotografía propia del autor.

El viaje turístico de la Ciudad de Hanói a Ha Long Bay incluye paradas para el descanso que son estratégicamente seleccionadas, allí tienen centros comerciales para la venta de artesanías y comida. Dentro del centro comercial están los talleres para la elaboración de las artesanías de manera que el turista puede apreciar el trabajo de la gente y del grupo al que pertenecen (grupos vulnerables con capacidades diferentes), las artesanías como cuadros y esculturas pequeñas y muy grandes se venden y se llevan hasta la casa del comprador en cualquier parte del mundo, Washington, New York, Londres, Madrid son algunos de los destinos de las esculturas.

Una vez llegando al sitio de recreo, la estancia incluye la visita a los sitios de producción de perlas y a las cuevas de las montañas kársticas, en ambos sitios hay centros comerciales para la compra de joyas o artesanías alusivas al karst, respectivamente (Figura 12.10).



Figura 12.10. Paseos que incluyen venta de productos durante el viaje en barco en Ha Long Bay.

Las diferencias entre Vietnam y China son contrastantes, en Vietnam el trato hacia el turista es muy amigable, aunque se nota el caos "ordenado" en el que viven. Por el contrario, los chinos son más fríos menos tolerantes al turista extranjero, muy pocos hablan inglés, pero el orden y la seguridad son sus fortalezas, espacio y tiempo están bajo control.

12.5. Discusión y conclusiones

Si tomamos en cuenta que los chinos ya construyeron el tren bala sobre el karst de Guilin, podemos deducir, que la construcción del tren maya sobre el karst es posible; sin embargo, se debe poner atención al tipo de karst, fracturas, tipos de acuíferos (Delgado *et al.*, 2010), presencia de cenotes (Fragoso-Servón *et al.*, 2014; Aguilar *et al.*, 2016) y sitios de interés arqueológico.

La Península de Yucatán tiene varios tipos de karst (Bautista *et al.*, 2011), considerando el tiempo y las formas de desarrollo, encontramos karst reciente que son plataformas calcáreas de planicies subhorizontales con aproximadamente 0.018 ma; el karst joven con planicies calcáreas con planicies onduladas con 5.3 ma; El karst maduro que son plataformas calcáreas con lomerios y montañas con 23.7 ma; el karst tectónico o Tecto-karst con lomerios alineados o con depresiones alineadas según el tipo de fractura; así como zonas fluvio-palustres y las zonas de litoral. Cada tipo de karst ofrecerá ventajas y desventajas para la construcción del tren maya (Figura 12.11).

En el karst reciente, el acuífero es de muy alta vulnerabilidad a la contaminación (Aguilar *et al.*, 2013; 2016) ya que se encuentra a escasa profundidad y cubierto por Leptosols como suelos dominantes (Bautista *et al.*, 2005; Bautista *et al.*, 2015; Fragoso-Servón *et al.*, 2017; Fragoso-Servón *et al.*, 2019). La cantidad y calidad en el agua de los acuíferos en esta zona, es reducida.

El karst joven es de gran densidad de fracturas con alto riesgo de colapso, el acuífero es de alta vulnerabilidad a la contaminación (Aguilar *et al.*, 2006) y en general de buena calidad donde no se presenta la intrusión de agua del mar (Figura 12.12) (Ihl *et al.*, 2007; Delgado *et al.*, 2010).

En el karst maduro en la zona de yeso no hay agua potable ni para riego, en la zona de calizas hay muchos sitios de inundación y una gran cantidad de fracturas.

El karst de la península de Yucatán presenta limitaciones al desarrollo urbano, como la escasa cantidad de suelo que funcione como amortiguador de la contaminación, la presencia de dolinas que ocasionan colapsos, las zonas de inundación en los llamados "Bajos inundables", la baja calidad y cantidad de agua, los acuíferos someros altamente vulnerables a la contaminación, la inexperiencia en el tratamiento del agua residual y en la instrumentación de las plantas de tratamiento municipal, la ausencia de drenajes municipales, y en general una débil gobernanza.

En la península de Yucatán hay 25 áreas naturales protegidas: Arrecife Alacranes, Arrecife de Puerto Morelos, Arrecifes de Cozumel, Arrecifes de Sian Ka'an, Arrecifes de Xcalak, Bala'an K'aax, Banco Chinchorro, Calakmul, Caribe Mexicano, Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, Dzibilchantún, Isla Contoy, La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, Los Petenes, Manglares de Nichupté, Otoch Ma'ax Yetel Kooh, Playa adyacente a la

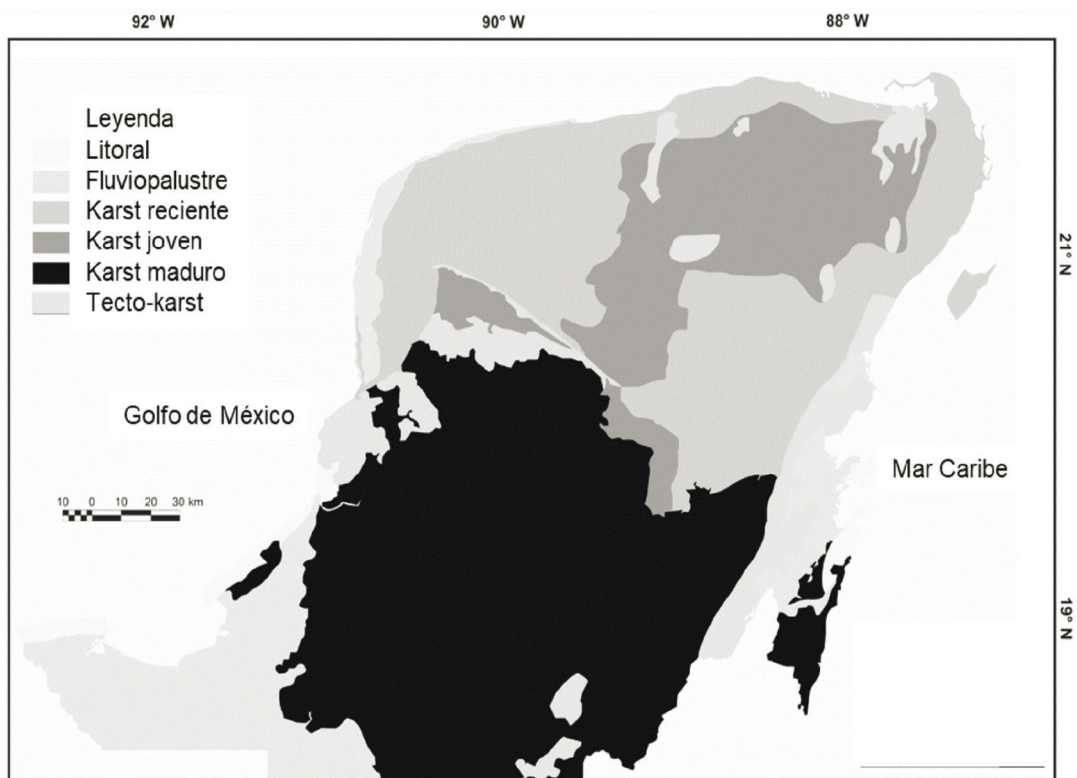


Figura 12.11. Ambientes geomorfológicos de la península de Yucatán (Bautista et al., 2011).
Fuente: Fotografía propia del autor.

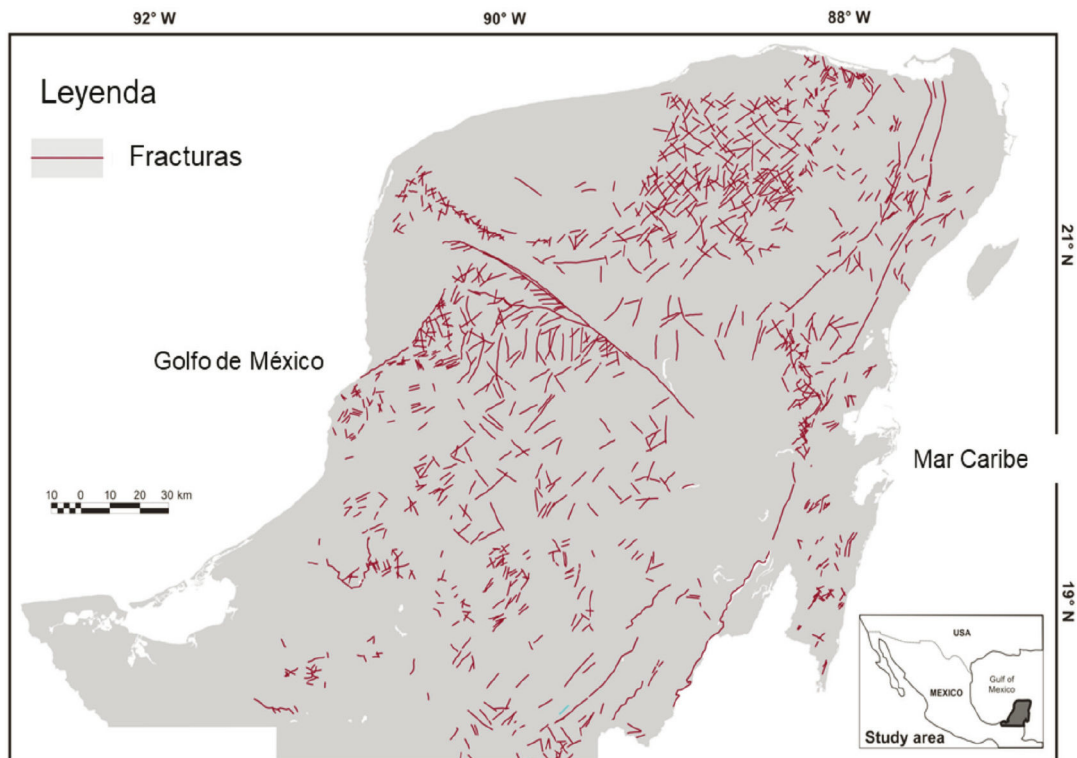


Figura 12.12. Fracturas en la península de Yucatán (dominio público).
Fuente: Fotografía propia del autor.

localidad denominada Río Lagartos, Playa de la Isla Contoy, Ría Celestún, Ría Lagartos, Sian Ka'an, Tiburón Ballena, Tulum, Uaymil y Yum Balam. Todas ellas son un gran atractivo turístico y reservas naturales que debe protegerse.

El conocimiento tradicional sobre el manejo de los recursos naturales por los mayas (Bautista *et al.*, 2004) será un gran producto que consumirán los turistas, en particular el uso de las plantas por los mayas por sus especies medicinales, forrajeras y de ornato (Flores y Espejel, 1994; Flores, 2001; Flores, 2002).

Los sitios de interés arqueológico se cuentan por docenas, entre ellos destaca: Chichen Itza, Tulum, Cobá, Sayil, Xlapak, Oxkintok, X'cambó, Kulubá, Labná, Uxmal, Aké, Chacmultún, Dzibilchaltún, Kabáh, Ek Balam, Mayapán, Yaxunah, Dzibilnocac, Hochob, Balamkú, Becán, Xcalumkin, Chicanná, Oxtankah, El Rey, Muyil, Kohunlich, Chacchoben, Dzibanché, El Meco; así como otros por descubrir.

La gente que viene por el turismo de playa a Cancún podría interesarse en el turismo arqueológico, cultural y rural, ya que en la península de Yucatán existen sitios arqueológicos y culturas milenarias, formas del karst y agroforestería. En lo que se

debe trabajar mucho es en la organización y planeación de los viajes, con centros comerciales atendidos por mayas trilingües (Castellano, inglés y maya), a fin de evitar el comercio informal y mal aspecto de la zona.

Se recomienda la elaboración de un plan de capacitación de la gente que atenderá al turismo, gente que cocine, atienda las tiendas, centros de médicos de atención de urgencias, conductores para los viajes por tierra, es decir un gran plan de servicios turísticos donde todo esté bajo control para que el turista disfrute del viaje, lo recomienda.

El problema para esta zona, no es la construcción del tren maya, el problema principal es la forma de administración a quien beneficiará finalmente. Si se sigue el modelo de turismo imperante en Cancún y en la Riviera maya, es claro que el beneficio para las comunidades locales será mínimo y tal vez sean mayores los perjuicios al ecosistema. Un turismo donde el 90% de las utilidades salen del país no conviene a las comunidades mayas. Un turismo de lujo rodeado de comunidades pobres sería lo peor que podría pasar.

Por lo contrario, un turismo manejado por el estado que capacite a las comunidades locales y que controle las actividades, que sea incluyente con los actuales dueños de la tierra podría ser un gran motor del desarrollo local y un generador de riqueza para las comunidades mayas.

12.6. Agradecimientos

A la bióloga Luz María Chiu Velázquez por las fotografías (1 a la 10) con las que se ilustra este texto.

12.7. Referencias bibliográficas

- Aguilar, Y., F. Bautista, M. Mendoza, O. Frausto, T. Ihl y C. Delgado. 2016. IVAKY: Índice de la vulnerabilidad del acuífero kárstico yucateco a la contaminación. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 15(3): 913-933.

- Aguilar, Y., F. Bautista, M. Mendoza, O. Frausto, y T. Ihl. 2016. Density of karst depressions in Yucatan state, México. *Journal of Studies of Cave and Karst*. 78(2): 51-60.
- Aguilar Y., F. Bautista, M. E. Mendoza y C. Delgado. 2013. Vulnerability and risk of contamination karstic aquifers. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16: 243 – 263.
- Bautista F., O. Frausto, T. Ihl e Y. Aguilar. 2015. Actualización del mapa de suelos de Yucatán utilizando un enfoque geomorfopedológico y WRB. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2: 303-315.
- Bautista F., G. Palacio, P. Quintana y A. J. Zinck. 2011. Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatán, Mexico. *Geomorphology*. 135: 308–321.
- Bautista F., Ma. S. Diáz-Garrido, J.L.M. Castillo-González y A.J. Zinck. 2005. Spatial heterogeneity of the soil cover in the Yucatán Karst: comparison of Mayan, WRB and numerical classification. *Eurasian Soils Science*. 38(S1): 80-87.
- Bautista F. y G. Palacio. (Editores). 2005. Caracterización y manejo de suelos en la Península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán y SEMARNAT. ISBN 968 5722-13-7. Tiraje de 1000 ejemplares. Arbitrado por capítulos.
- Bautista, F., E. Batllori, M. A. Ortiz, G. Palacio y M. Castillo. 2004. El origen y el manejo maya de las geoformas, suelos y aguas en la Península de Yucatán. In *Caracterización y manejo de suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*, F. Bautista y G. Palacio (eds.). Universidad Autónoma de Campeche y Universidad Autónoma de Yucatán. Campeche, México. p. 21-32.
- Delgado C. C., Pacheco A. J., Cabrera S. A., Batllori S. E., Orellana R. y Bautista F. 2010. Quality of groundwater for irrigation in tropical karst environment: the case of Yucatán, México. *Agricultural water management*. 97, 1423-1433.
- Flores, J. S. y I. Espejel. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán, Etnoflora yucatanense. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México. 136 p.
- Flores, J. S. 2001. Leguminosae (Florística, Etnobotánica y Ecología). Fascículo No. 18. Etnoflora Yucatanense. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UADY. 320 p.
- Flores, J. S. 2002. Guía ilustrada de la flora costera representativa de la península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo 19. Universidad Autónoma de Yucatán. 133 p.
- Fragoso-Servón P., Pereira-Corona A., y Bautista F. 2019. The karst and its neighbors: digital map of geomorphic environments in Quintana Roo, Mexico. *Journal of Cave and Karst Studies*. 81(2): 113-122.
- Fragoso-Servón P., A. Pereira, F. Bautista, y G. Zapata. 2017. Digital Soil Map of Quintana Roo, Mexico. *Journal of maps*. 13 (2): 449-456.
- Fragoso-Servón P., F. Bautista, O. Frausto y A. Pereira. 2014. Caracterización de las depresiones kársticas (forma, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el Estado de Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 31(1): 127-137.
- Ihl T., O. Frausto, J. Rojas, S. Giese, S. Goldacker, Bautista F. y G. Bocco. 2007. Identification of geodisasters in the state of Yucatan, Mexico. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie (N. Jb. Geol. Paläont)*. 246 (3). 299-311