



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

PONENTE:
Dra. Yameli
Aguilar Duarte



WEBINAR:

LA GEODIVERSIDAD DEL KARST

Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

MARTES | 01 JUNIO. | 17 HRS.



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAFOR
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

Geodiversidad y biodiversidad

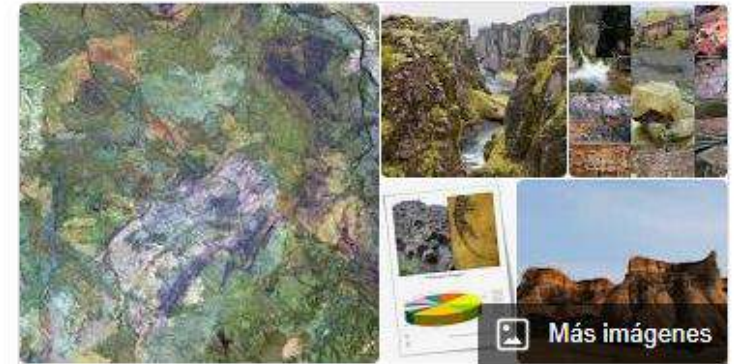
geodiversidad

Todos Imágenes Videos Noticias Shopping Más Preferencias Herramientas

Cerca de 134,000 resultados (0.25 segundos)



El Instituto Geológico y Minero Español define la **geodiversidad** o diversidad geológica como el número y variedad de elementos geológicos presentes en un lugar: las rocas y sedimentos del sustrato, la geometría y estructura que presentan, su composición y los minerales que las forman, los suelos formados sobre ellas, ...



Geodiversidad

Cerca de 28,000,000 resultados (0.41 segundos)

Diccionario

Busca una palabra

 **biodiversidad**

nombre femenino
Diversidad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado.



Biodiversidad

Biodiversidad de México



MÉXICO ES UN PAÍS
MEGADIVERSO

LA VIEJA CONFIABLE

5 razones por las que la **diversidad biológica** es esencial para nuestra supervivencia



Bienes y servicios ecosistémicos

El enfoque bio-céntrico actual de la literatura sobre servicios ecosistémicos omite potencialmente el valor de los servicios impulsados por la geodiversidad de cualquier evaluación económica y estrategia de gestión (Fox et al., 2020).

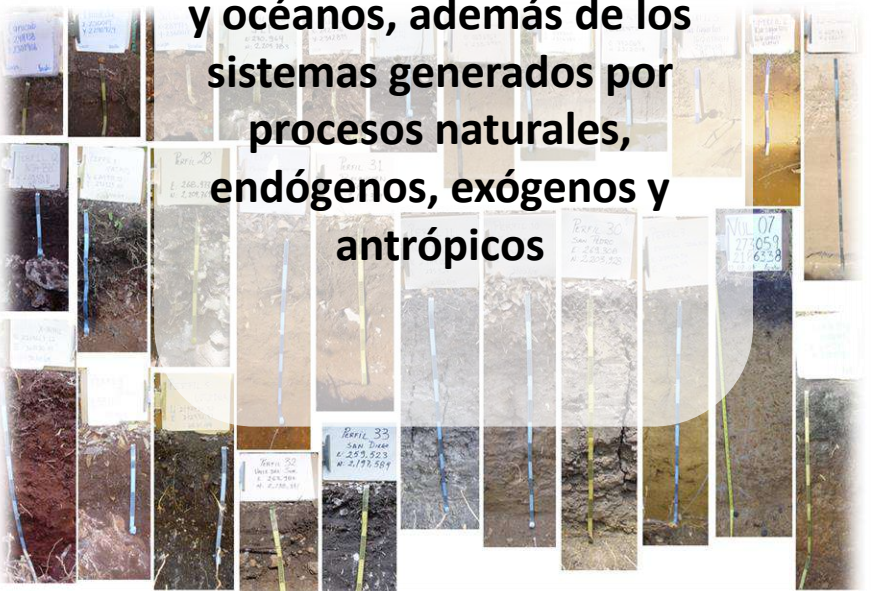


Mapa geológico de México escala 1:4,000,000



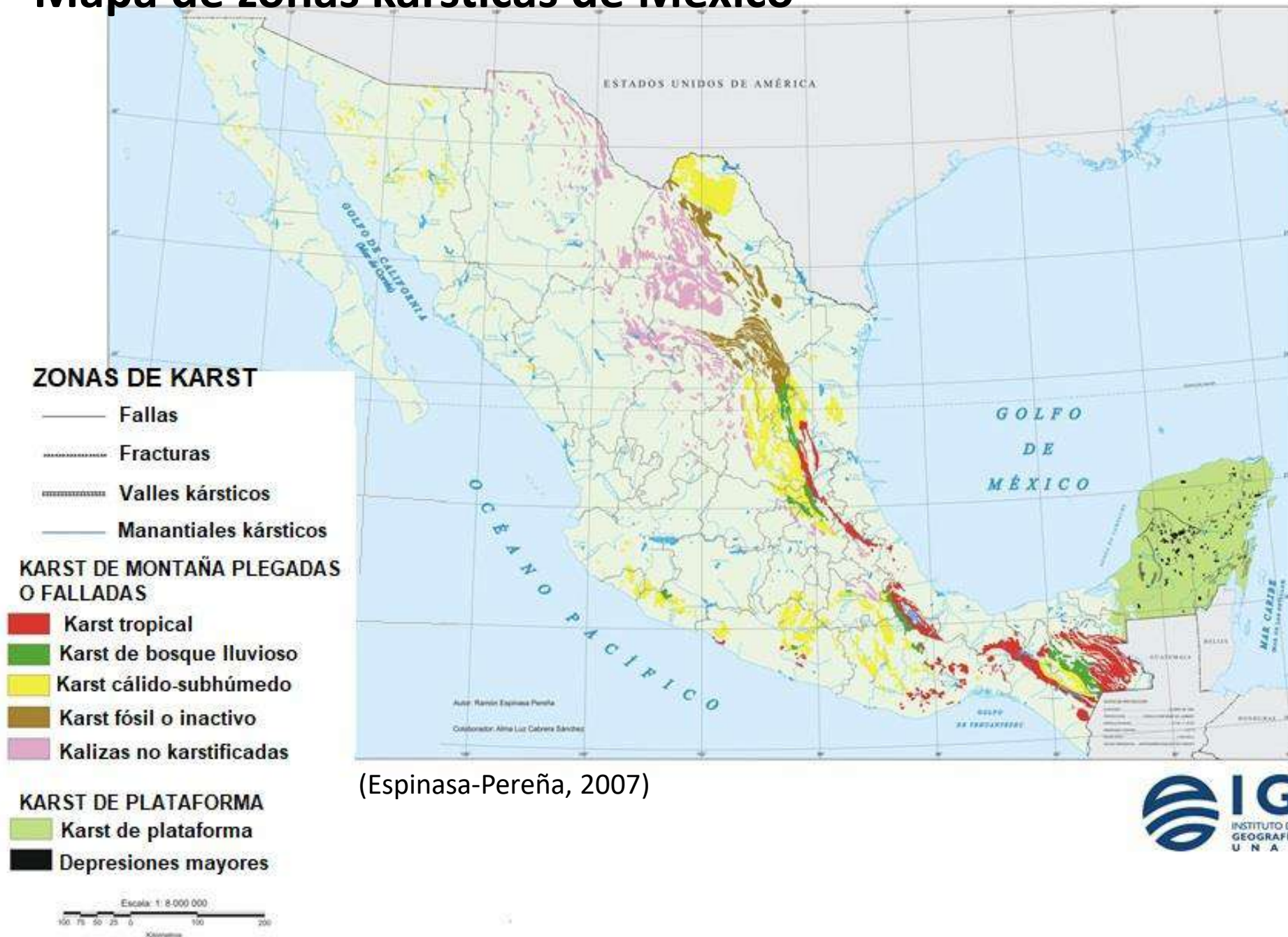
GEODIVERSIDAD

Variabilidad de la naturaleza abiótica, incluidos elementos litológicos, tectónicos, edáficos, geomorfológicos, hidrológicos, topográficos y procesos físicos en la superficie terrestre, mares y océanos, además de los sistemas generados por procesos naturales, endógenos, exógenos y antrópicos



Los elementos biológicos (flora y fauna), ha predominado la idea de que son más vulnerables que los elementos de tipo geológico (Ibáñez et al., 2012). Sin embargo hay suficiente evidencia que demuestra que los elementos “abióticos” también son finitos, únicos, frágiles y no renovables (Fox et al., 2020).

Mapa de zonas kársticas de México



(Espinosa-Pereña, 2007)



En **México** alrededor del **20% de la superficie es karst.**

Desde el nivel del mar hasta más allá de los 3000 msnm, en prácticamente todos los tipos de clima que hay en el país, se localiza a lo largo de la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre del Sur, la Sierra de Chiapas y la Península de Yucatán (PY) (Espinasa, 1990; Lugo, 1990).

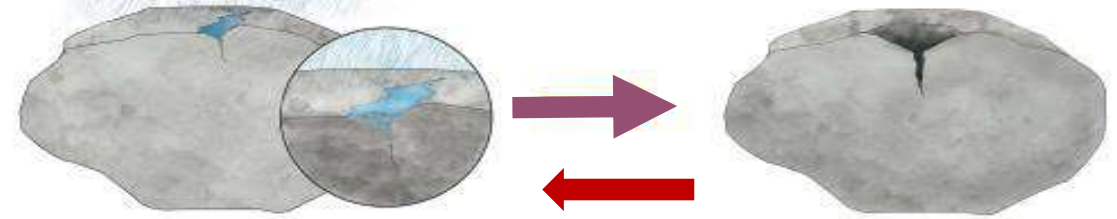
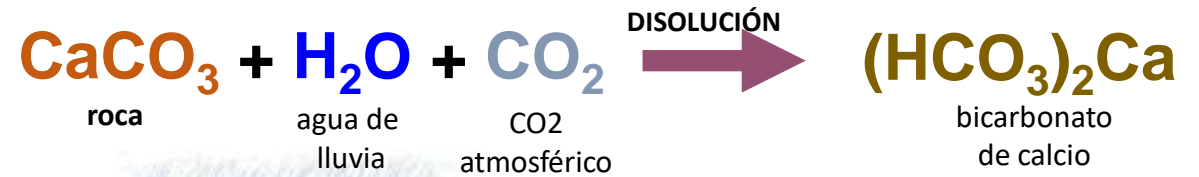
Paisajes kársticos

Territorios que se han formado en presencia de rocas solubles (calizas, dolomitas, yesos, etc) por el proceso de disolución (karstificación).

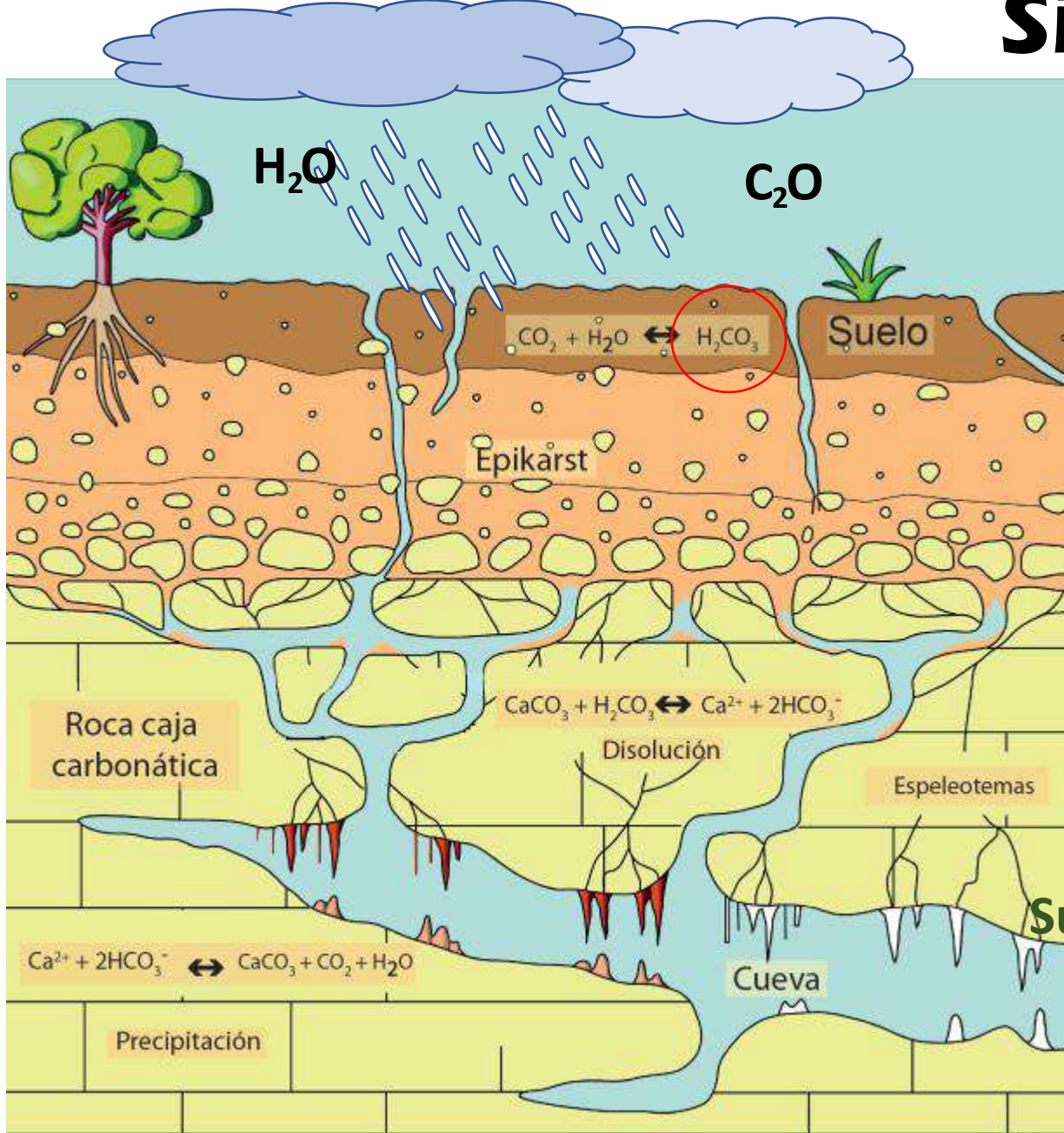
La solubilidad de las rocas originan diversas geoformas subterráneas y superficiales (tamaños, características, funcionamiento) asociadas a complejos sistemas hidrogeológicos de aguas subterráneas con flujos por conductos originados por la disolución. Son diversos los factores que influyen en la karstificación pero el factor de mayor peso es la presencia de CO_2 en el agua.

Sistemas kársticos

Proceso simplificado de la disolución de las rocas calizas (karstificación)



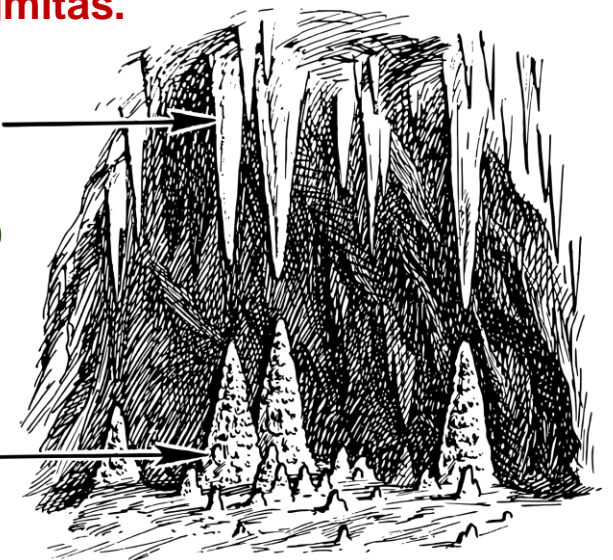
Quando el equilibrio se desplaza a la izquierda, se vuelve a producir carbonato de calcio (caliza), que precipita en forma de estalactitas y estalagmitas.



Sumideros de carbono

ESTALACTITAS

ESTALAGMITAS



La Península de Yucatán esta compuesta por rocas solubles (calizas, dolomitas, yesos)

Son rocas formadas por una combinación de minerales con restos de animales (exoesqueletos de organismos marinos).

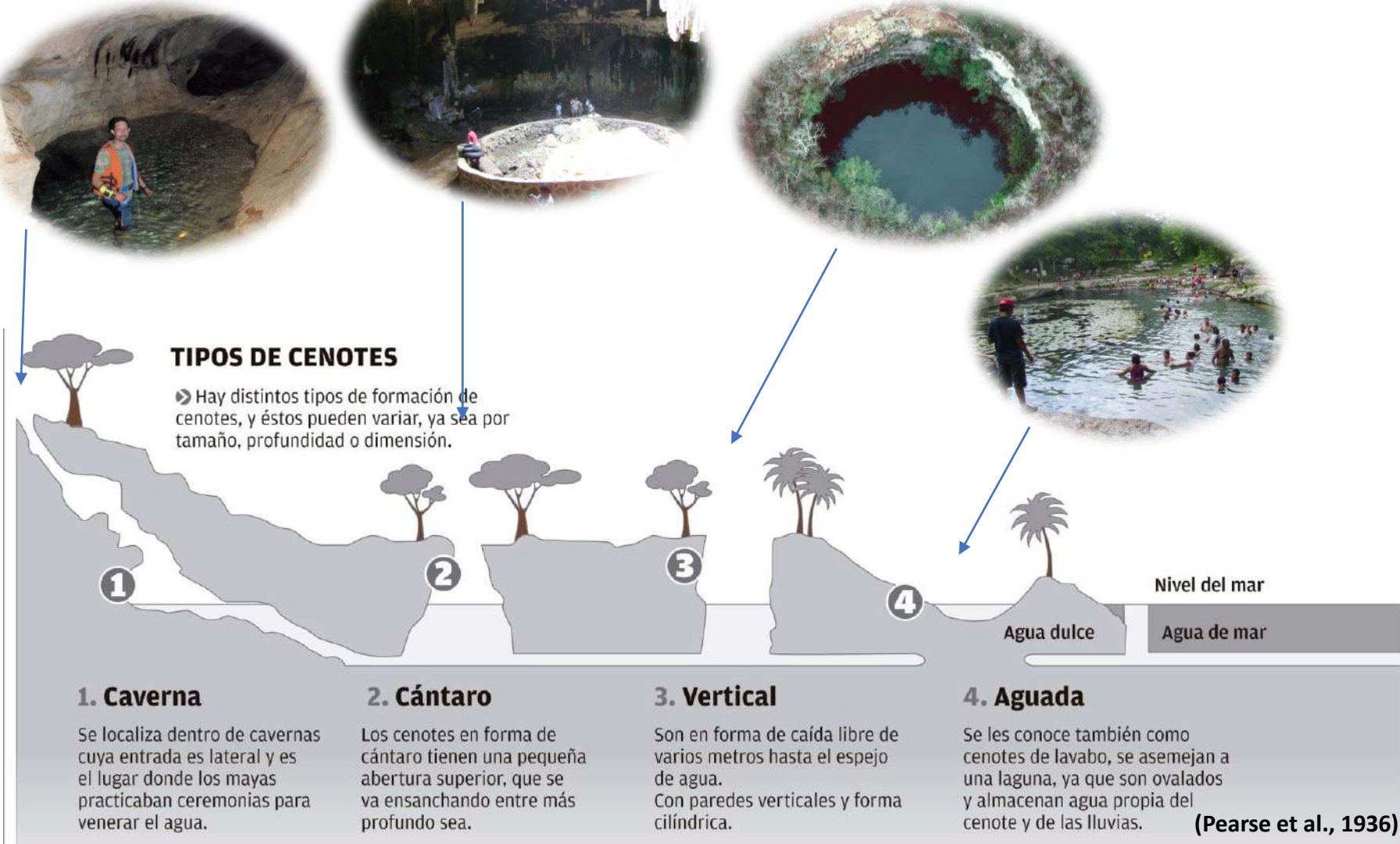
Las poblaciones tanto urbanas como rurales, se abastecen principalmente de las aguas subterráneas, pero también de cuerpos de agua superficiales.



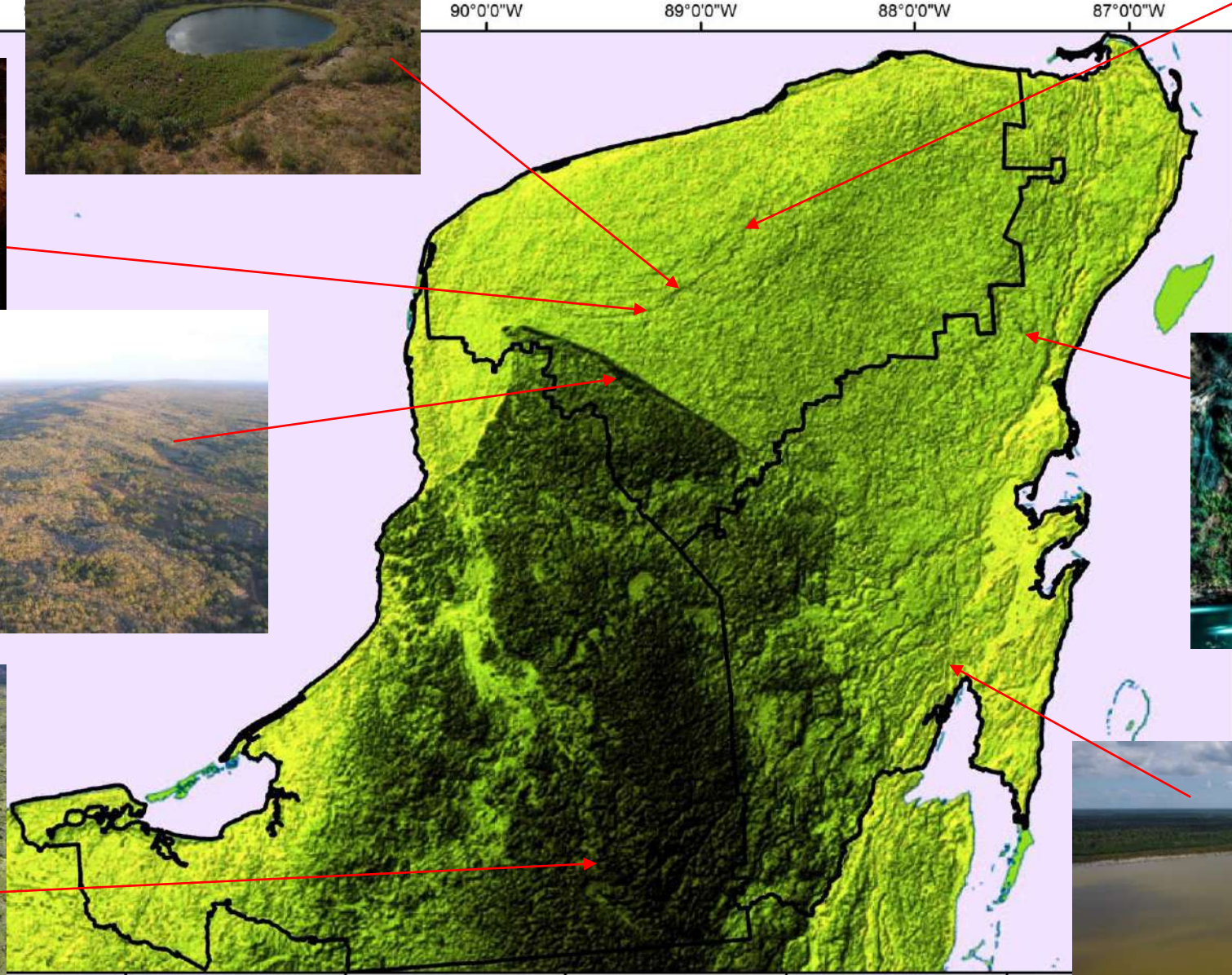
Lo más popular: cenotes, grutas y cuevas inundadas

Por su morfología, los cenotes (del maya dz'onot) se clasifican de acuerdo con la etapa del proceso de apertura que comunica el acuífero subterráneo con la selva y la luz solar en superficie:

El Gran Acuífero Maya



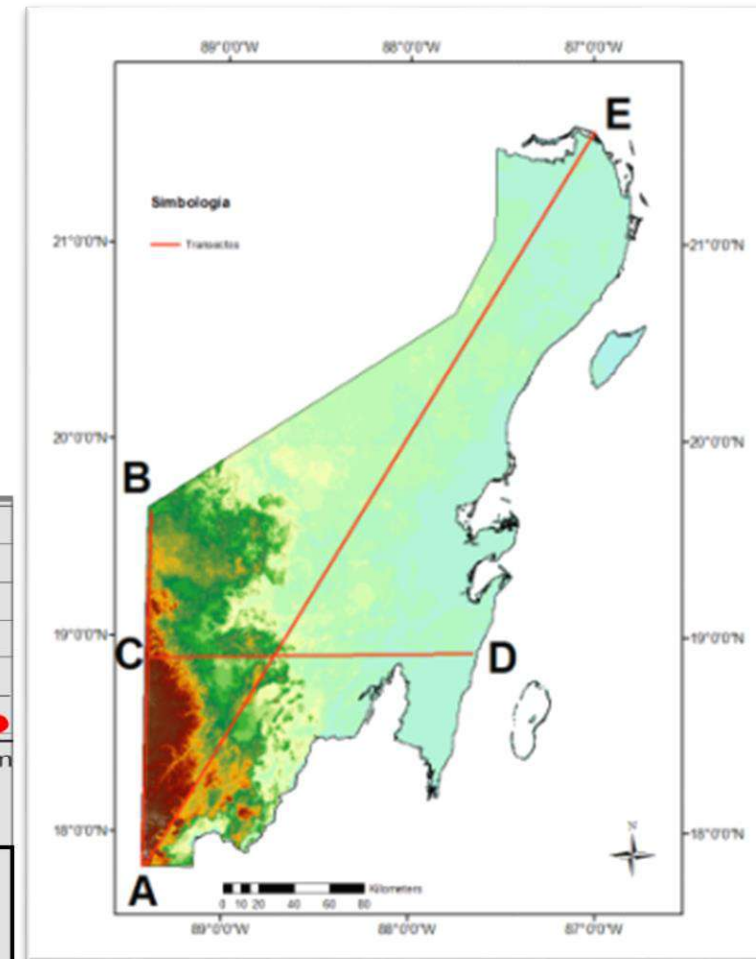
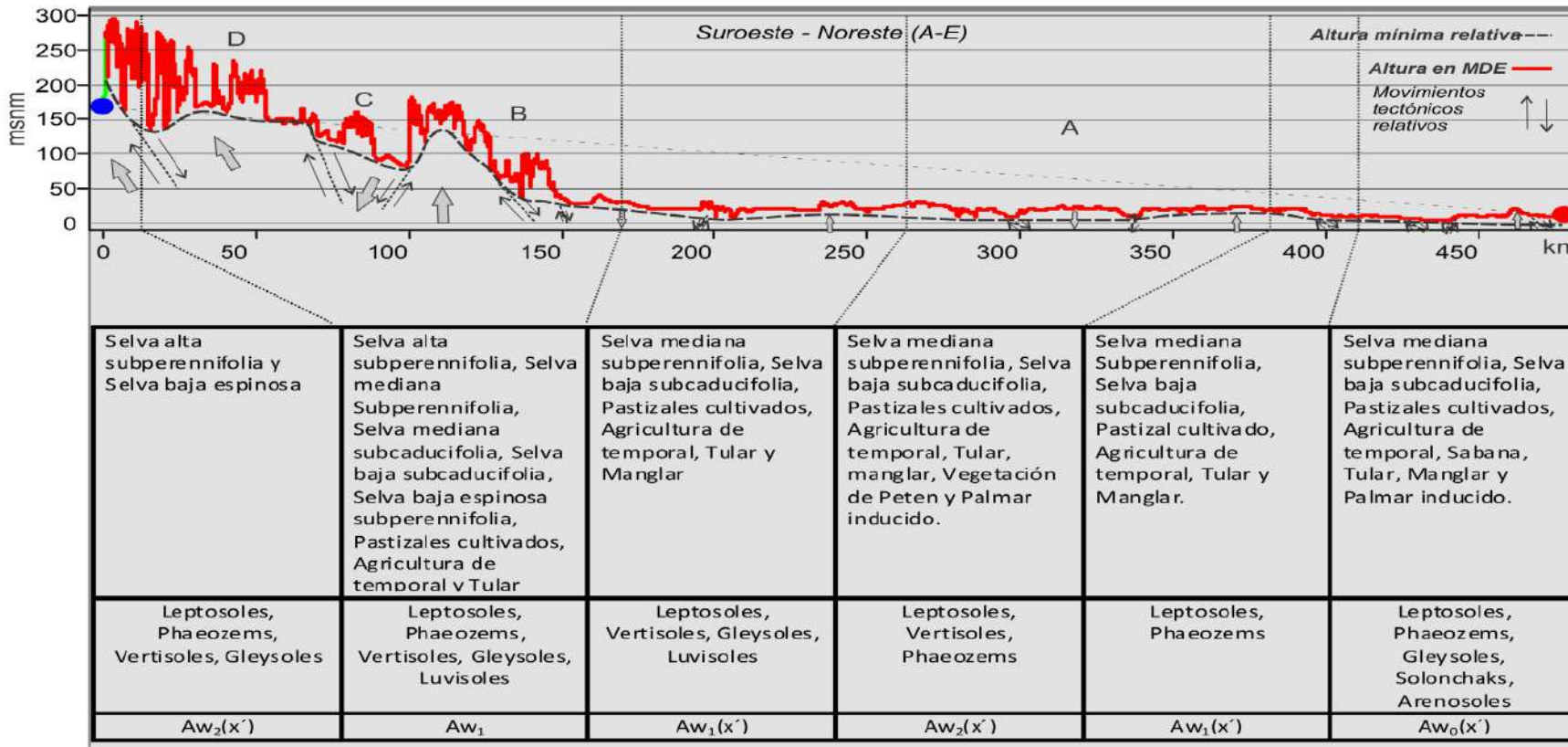
EL AGUA MODELANDO LOS PAISAJES



GEODIVERSIDAD → BIODIVERSIDAD

"Los paisajes compuestos de condiciones abióticas espacialmente heterogéneas, como el karst PY, proveen una gran diversidad de nichos potenciales para plantas y animales"

Transecto de A - E



Fragoso et al., 2015

REGIONES MELIPONÍCOLAS DE MÉXICO

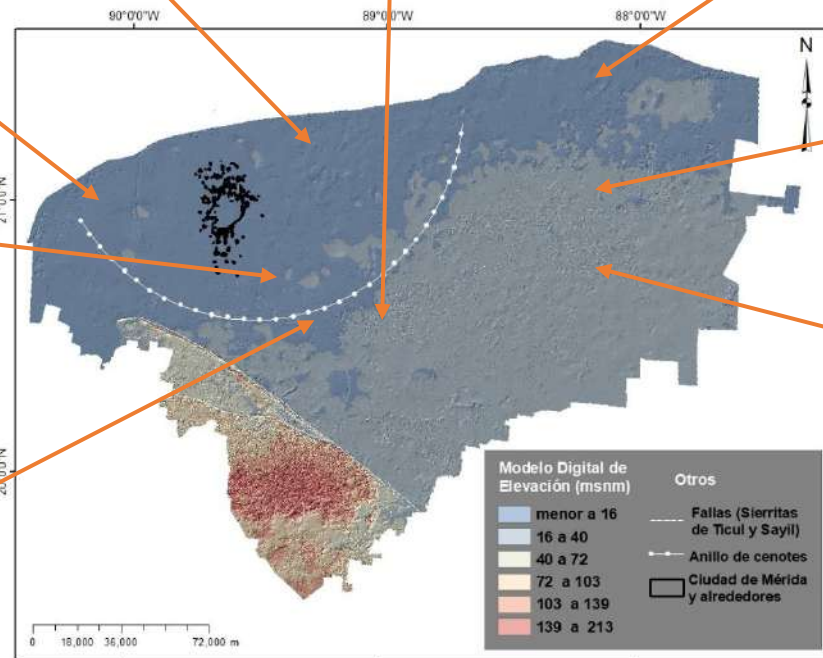
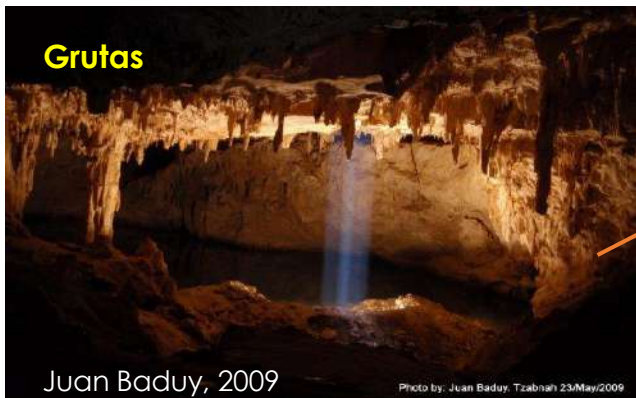
(González-Acereto, 2012)



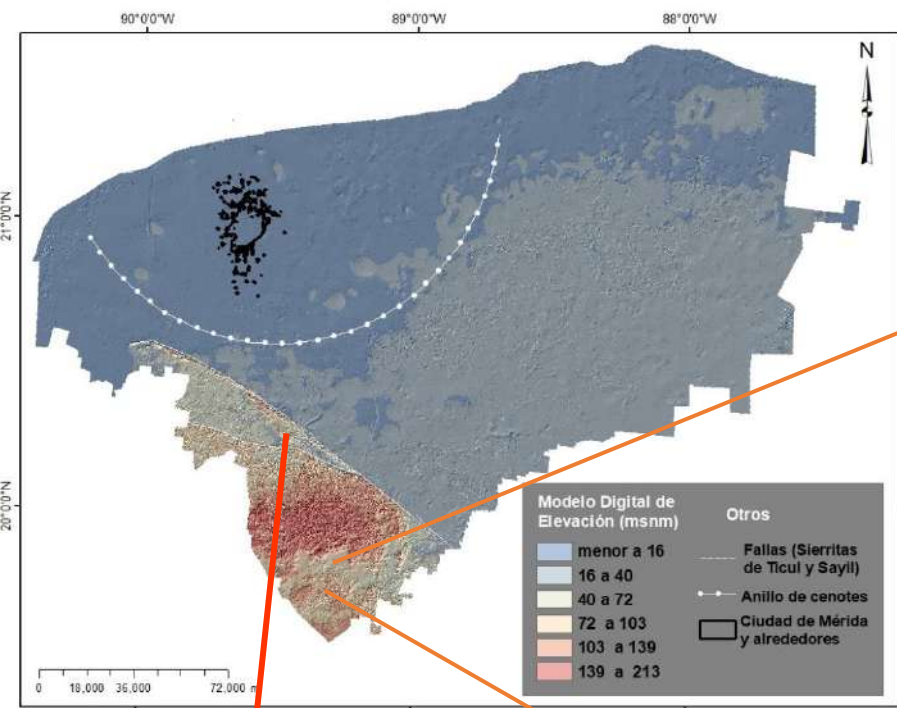
- A) Península de Yucatán
- B) Tierras bajas costeras del Golfo
- C) La Cuenca del Río Balsas
- D) Tierras bajas de la costa del Pacífico



En las planicies kársticas, dominan las depresiones principalmente del tipo dolinas



En el sur, elevaciones alternando con planicies



Lomeríos y planicies

Fenómenos hidrogeológicos como el "Xuch"

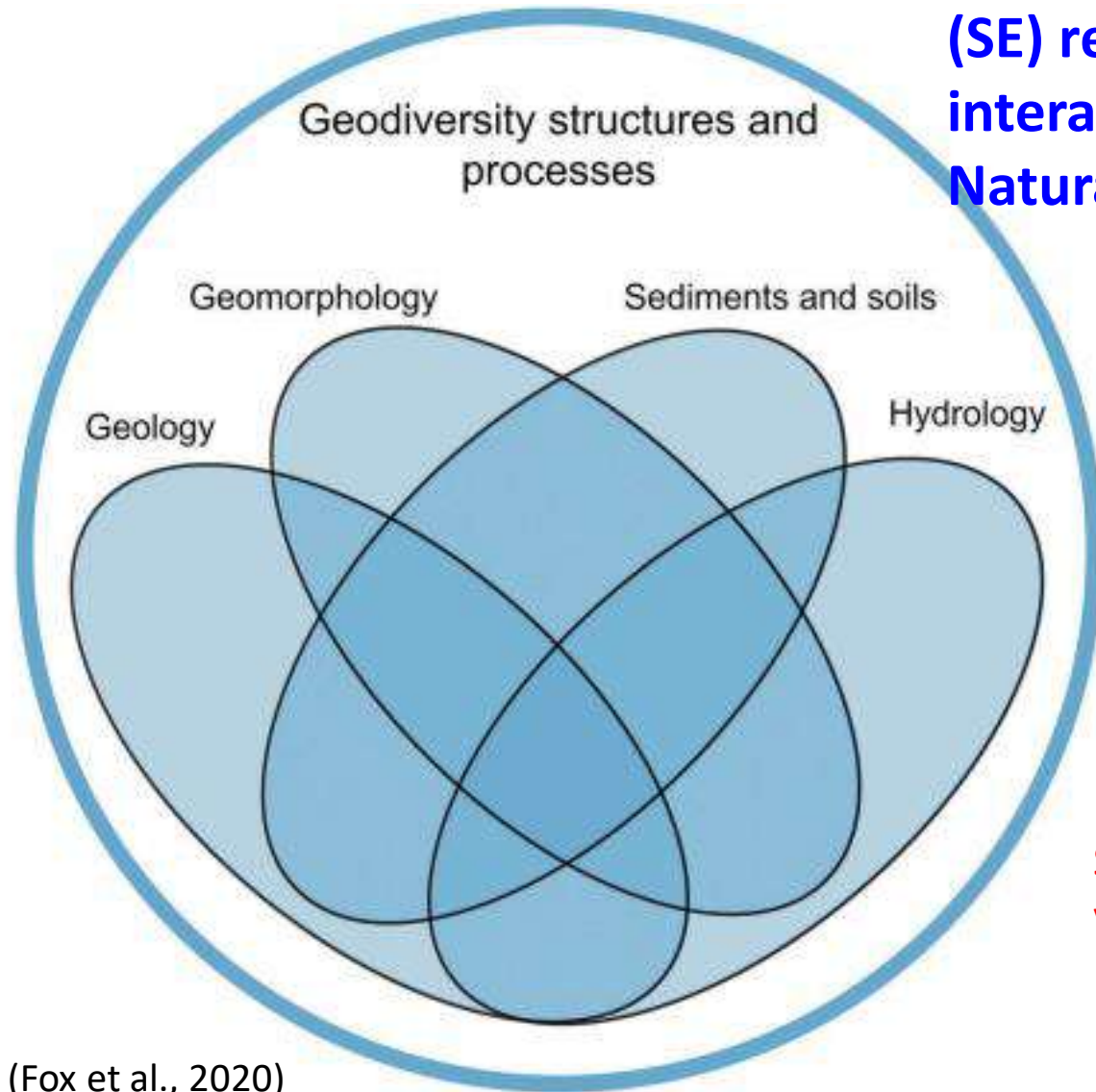


Montañas bajas alineadas



Neftaly Gijón, 2020

La conservación holística de los servicios ecosistémicos (SE) requiere una mayor comprensión de cómo interactúan los elementos bióticos y abióticos en la Naturaleza.



La Flor de la Geodiversidad

Destaca los principales elementos que conforman la Geodiversidad, en donde las intersecciones se han utilizado para ejemplificar cómo interactúan los diferentes elementos.

Sin embargo, aún no existe un marco que operacionalice los vínculos e interacciones entre la geodiversidad y la naturaleza biótica, así como las interacciones de ES y GS dentro de un solo marco.

Descripción y clasificación general de los servicios ecosistémicos brindados por el acuífero de la RGAC (López, 2017)

	SE del acuífero	Procesos y funciones
Culturales	Turismo y recreación	Paisajes únicos y estéticos actividades de recreación, naturaleza y aventura. (espeleobuceo, snorkel, nado, rapel, tirolesa, kayak, senderismo, etc.)
	Educación ambiental	Conciencia sobre la interacción hombre-naturaleza. Habitantes y usuarios del sitio interesados con el cuidado y la preservación del acuífero.
	Investigación	Interés por el acuífero en su estado natural para conocer su dinamismo e interacciones. Generación de conocimiento sobre el acuífero
	Cosmovisión maya de los cenotes, grutas y cavernas	Las tradiciones y costumbres de la cultura maya relacionadas con el acuífero permitieron el desarrollo y prevalencia de la cultura, dándole un valor ceremonial y religioso, visualizarlo como un puntos de encuentro y refugio y apropiación de términos en maya asociados especialmente al acuífero y utilización de herramientas ligadas al agua de los cenotes, aunque también utilizarlo como basurero.
Provisión	Agua para consumo humano	Uso del recurso como individuo y colectivamente para responder a necesidades básicas. En este servicio se considera el agua utilizada en procesos productivos con y sin fines de lucro.
	Agua para riego agrícola	Producción de pastos, maíz de grano, henequén, naranja, limón, aguacate, toronja, mandarina, sandía, frijol. Uso de técnicas de cultivo con diferentes demandas de agua (sistema tradicional de cultivo, sistema de riego, invernaderos). Enriquecimiento de nutrientes al suelo debido al uso de fertilizantes.
	Agua para uso pecuario	Criadero de aves-pollos y pavos; ganado: bovino, porcino y ovino; y la elaboración de la miel. Delimitación de zonas de pastoreo y otras fuentes de alimento que modifican el uso de suelo. Tipos de acceso al recurso hídrico y tratamiento. Presencia de materia orgánica.
Regulación	Conducto y/o transportación de agua	Capacidad de drenaje por la presencia de fracturas y fallas que facilitan el traslado del recurso en diferentes velocidades y volúmenes característicos de un sistema kárstico. Energía de flujo. Infraestructura natural para la distribución del recurso hídrico en el acuífero. Uso de cenotes, cuevas, grutas, cavernas y pozos como puntos de distribución.
	Barrera contra la intrusión salina	Formación de una barrera de agua dulce que impide la penetración de agua de mar.
	Depuración de masas de agua	Capacidad para filtrar y descomponer los residuos o cargas orgánicas. Formación de haloclina. Trampa de sedimentos formando arena o suelos
Sustento	Recarga y/o captación de agua de lluvia	Recolección del agua de lluvia. Proceso de infiltración sujeto a procesos biogeoquímicos. Permeabilidad y porosidad heterogénea. Espacio disponible para albergar suficientes cantidades de agua subterránea.
	Mantenimiento de cobertura vegetal	Control de inundaciones según temporalidad y disminuye la magnitud de escorrentías superficiales. Contribuyen con los procesos de evapotranspiración. Uso de la madera como materia prima
	Preservación de Biodiversidad	Hábitat para comunidades de diversas especies que permiten la presencia de procesos biogeoquímicos. Influencia sobre la diversidad cultural, presencia de valores espirituales y religiosos de los ecosistemas y sus componentes.

Provisionamiento: Extracción de materiales



La CUENCA

Es la unidad del territorio normalmente delimitada por los terrenos altos, en donde el agua escurre en distintas formas y fluye hasta el punto de salida, por ejemplo el mar, los lagos, ríos o acuíferos, a través de distintos cauces que convergen en uno principal.

Es como un recipiente que capta el agua. Cuando llueve, el agua tiene tres opciones:



Infiltrarse en el suelo



Evaporarse



Escurrir

Si escurre o se infiltra, por gravedad, irá de las partes altas de la cuenca a las bajas, hasta un punto de salida.



Las depresiones kársticas (rejolladas, hondonadas), vistas como **microcuencas**:



Servicios de regulación y abastecimiento
Principales zonas de captación y recarga de agua

2019



2018



2020



2020



Relieve y suelos

Los **cenotes**, **“dzadz”** y **rejolladas** son en su mayoría del mismo origen (**colapso del techo**), pero es su **posición relativa a la capa freática** que los distingue entre sí.

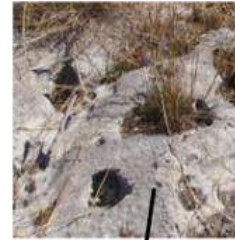
Ak' al'che'
Stagnosol



Chak lu'um
Cambisol



Chaltún
LP nudilítico



Hay lu'um
Leptosol lítico



Chaltún
LP nudilítico



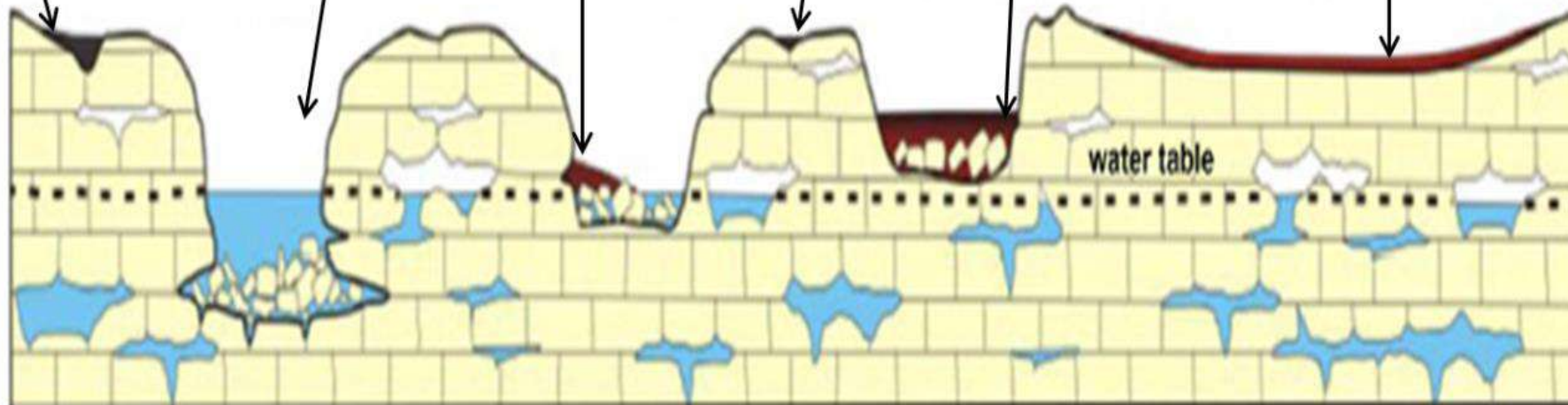
Grike

Cenote

Dzadz

Rejollada

Bajo



Otras depresiones kársticas en la región incluyen expansión amplia y poco profunda de los huecos de disolución en la superficie del suelo (**bajos/poljes**), que pueden poseer agua en la estación lluviosa, pero siguen siendo muy secas en la estación seca;

(Modificado de Munro-Stasiuk et al., 2014).

Edafodiversidad en zonas de karst

Suelos delgados, con altos contenidos de materia orgánica, pedregosos:

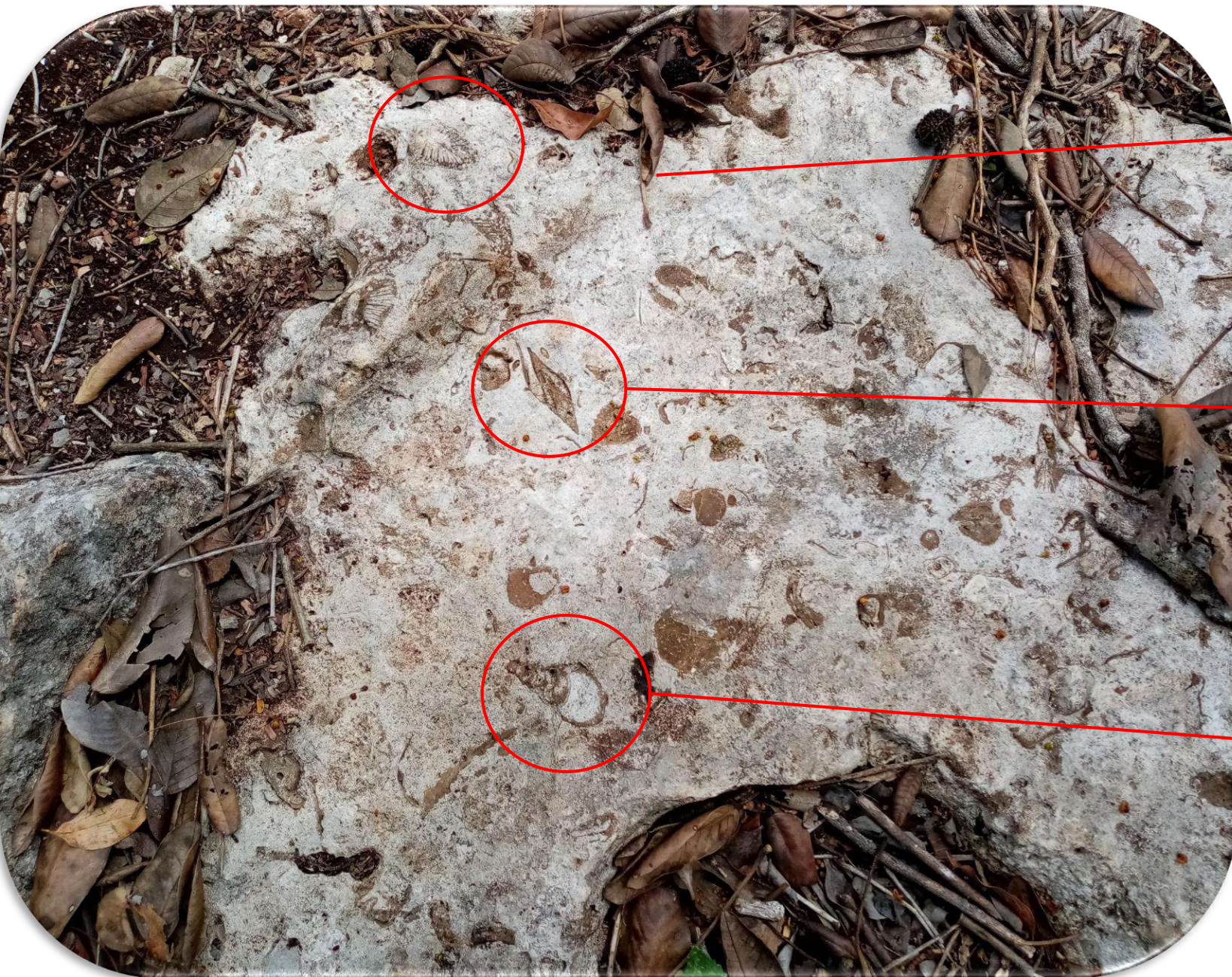


Asociados con suelos más desarrollados, profundos y arcillosos:



Sustento para usos diversificados

Evidencias de nuestro pasado geológico: valor cultural, científico, educación

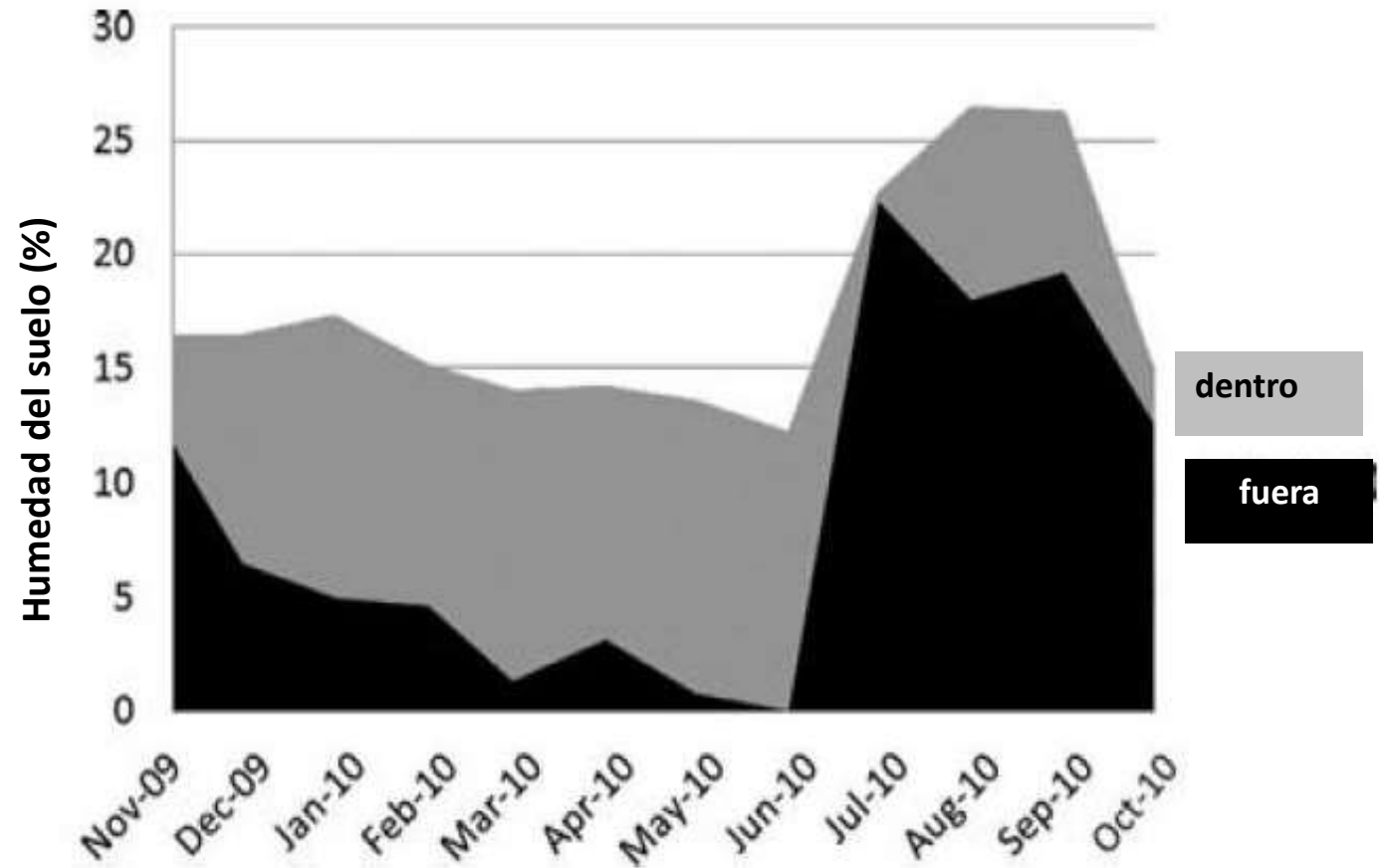


La importancia del microclima en las depresiones kársticas (relieve-suelos-humedad):

Dolinas (rejolladas)



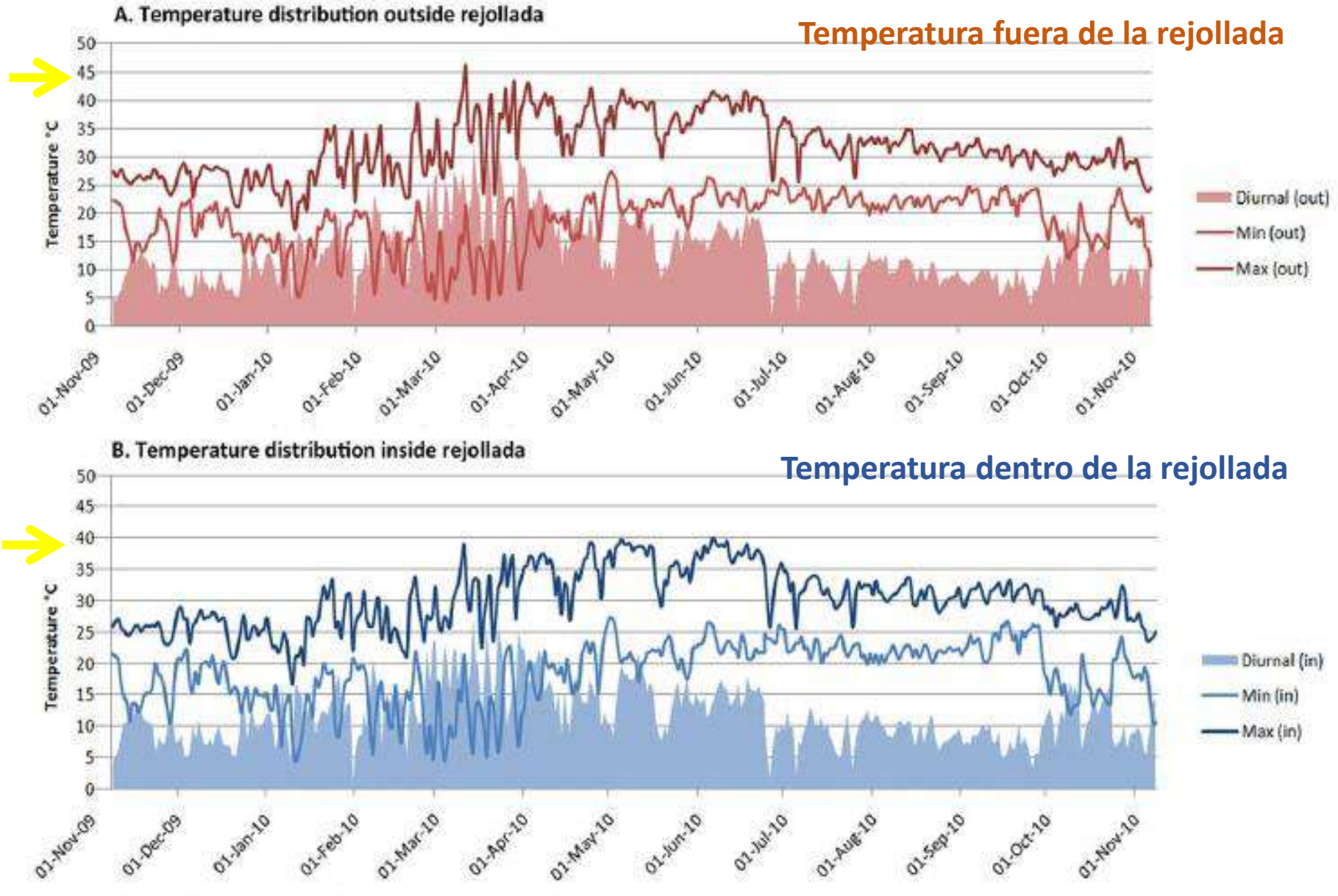
Comparación de la humedad del suelo, dentro y fuera de una rejollada:



(Tomado de Munro-Stasiuk et al., 2014).

Regulación del microclima

Microclimas en rejolladas (dolinas)



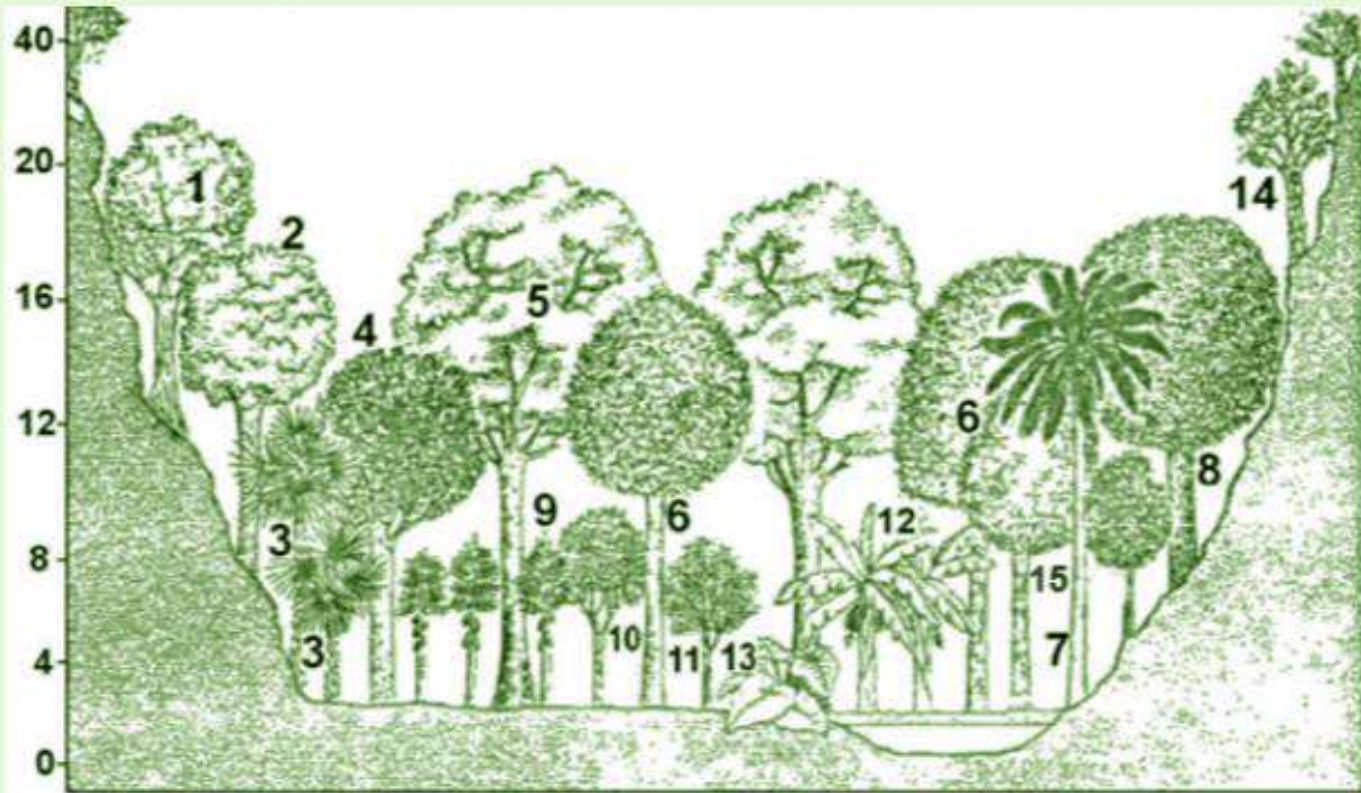
(Tomado de Munro-Stasiuk et al., 2014).



Sartenejas



Figura 1. Perfil de vegetación de una rejollada ubicada en Xocén de 40 m (aprox.) de profundidad.



- 1) *Ficus yucatanensis*. 2) *Melicoccus bijugatus*. 3) *Sabal japa*. 4) *Chrysophilum cainito*. 5) *Brosimum alicastrum*. 6) *Pouteria sapota*. 7) *Cocos nucifera*.
- 8) *Mangifera indica*. 9) *Theobroma cacao*. 10) *Citrus sinensis*. 11) *Citrus limonia*.
- 12) *Musa paradisiaca*. 13) *Xanthosoma yucatanense*. 14) *Bursera simaruba*.
- 15) *Annona muricata*.

(Tomado de Flores-Guido, 2010)

Los cenotes, las rejolladas y las sartenejas han sido muy importantes a través del tiempo entre los mayas por su manejo y uso en los procesos de sedentarismo del hombre. Los poblados siempre se establecieron en la periferia de los cenotes y rejolladas, donde cultivaron árboles de selva con características climáticas diferentes a las que caracterizan al estado (por ejemplo, precipitación y humedad): entre otras especies, *Theobroma cacao* (cacao), *Mangifera indica* (mango), *Talisia olivaeformis* (huaya), *Manilkara zapota* (chicle) y *Cocos nucifera* (cocotero). Se puede concluir entonces, que los cenotes, rejolladas, sartenejas y cavernas aumentan la diversidad biológica del estado de Yucatán

Regulación (erosión, clima, equilibrio)
 Abastecimiento (alimentos, fibras, madera)
 Sustento (diversidad, flujo de materia y energía)

La vegetación de cenotes, rejolladas, haltunes y cavernas como nichos ecológicos: el caso de los murciélagos

En estos paisajes, los cenotes pueden considerarse como "oasis" de alta diversidad de murciélagos, donde las condiciones creadas por la presencia de **cuerpos de agua y la vegetación** de árboles de hoja perenne, **atraen una abundancia de murciélagos, muchos de éstos son especies localmente raras y amenazadas**. Especies como *Chrotopterus auritus* y *Micronycteris microtis*, ambos considerados amenazados en México, y *Eptesicus furinalis*, fueron registrados exclusivamente en cenotes.

La vegetación no solo contribuye a la protección y preservación de las poblaciones de murciélagos, sino también, constituye una **reserva de germoplasma**. Es decir, de semillas y polen que, transportado por los propios **murciélagos, contribuyen a la regeneración de las selvas** de la zona peninsular.

Asimismo, muchas especies de **murciélagos son benéficas al controlar** poblaciones de insectos que pudieran convertirse en **plagas** para el hombre (MacSwiney et al., 2007).

Regulación (erosión, clima, equilibrio)

Abastecimiento (alimentos, fibras, madera)

Sustento (diversidad, flujo de materia y energía)



Cenote en la zona de Buctzotz, Yucatán //
María Cristina MacSwiney González

Espacios,
ambientes y
microclimas indican
la correspondencia
con la
agrobiodiversidad:

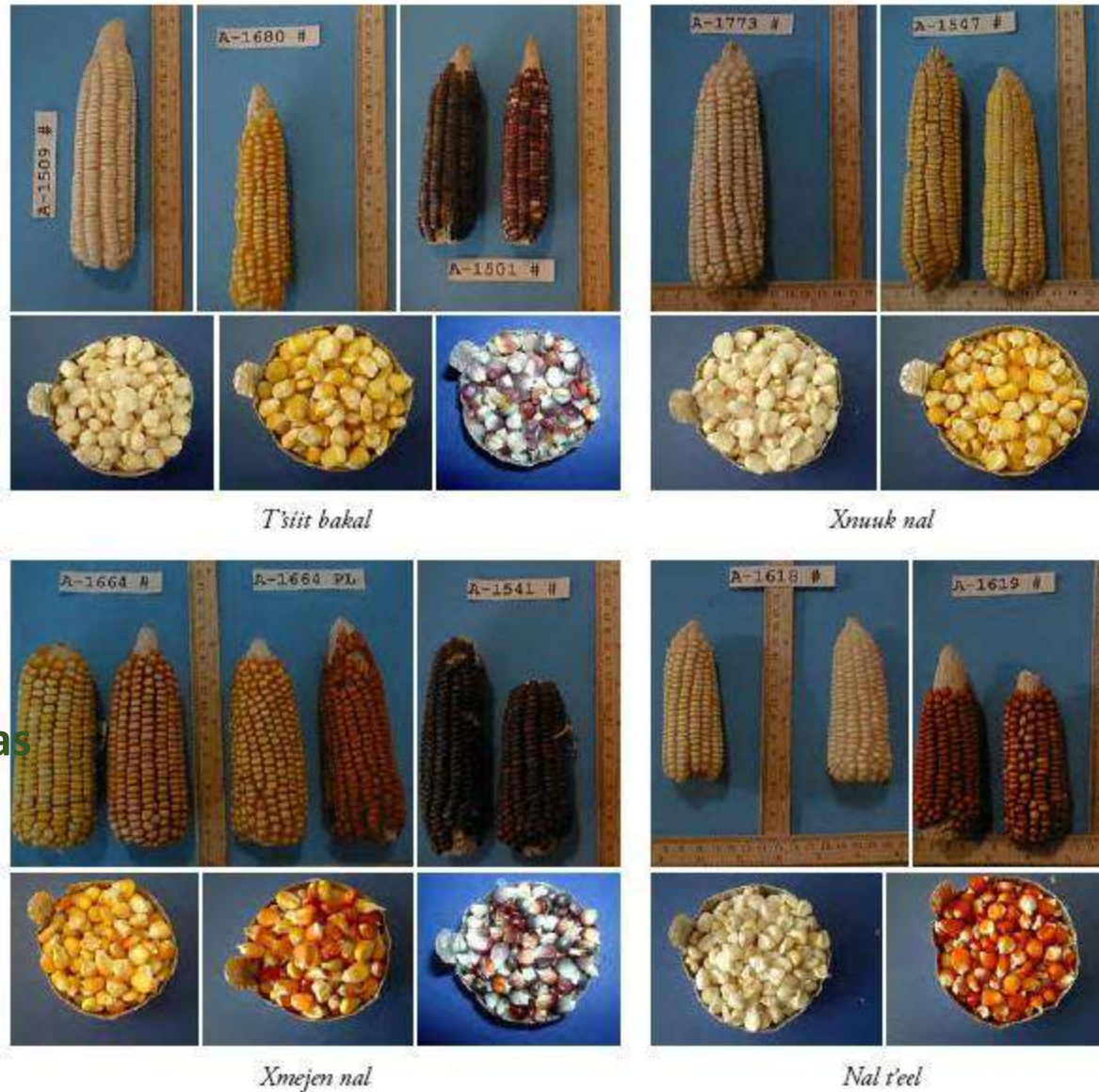


Figura 1. Características de mazorca y grano de cuatro poblaciones de maíces nativos de Yucatán, México.
Figure 1. Cob and grain characteristics of four populations of native maize, Yucatan, Mexico.

(Càzares-Sánchez et al., 2015)

Agro-biodiversidad

Variedad	Tiempo de maduración (meses)
Nal-Tel	1
Xmeje-Nal	2.5
Xmje-Nal x Pix Cristo	3
Tsiit-Bacal	3.5
Xnuc-Nal	4-5
Xhe-Ub	4
Nal-Xoy	2.5-3
V527	3.5
V536	2.5

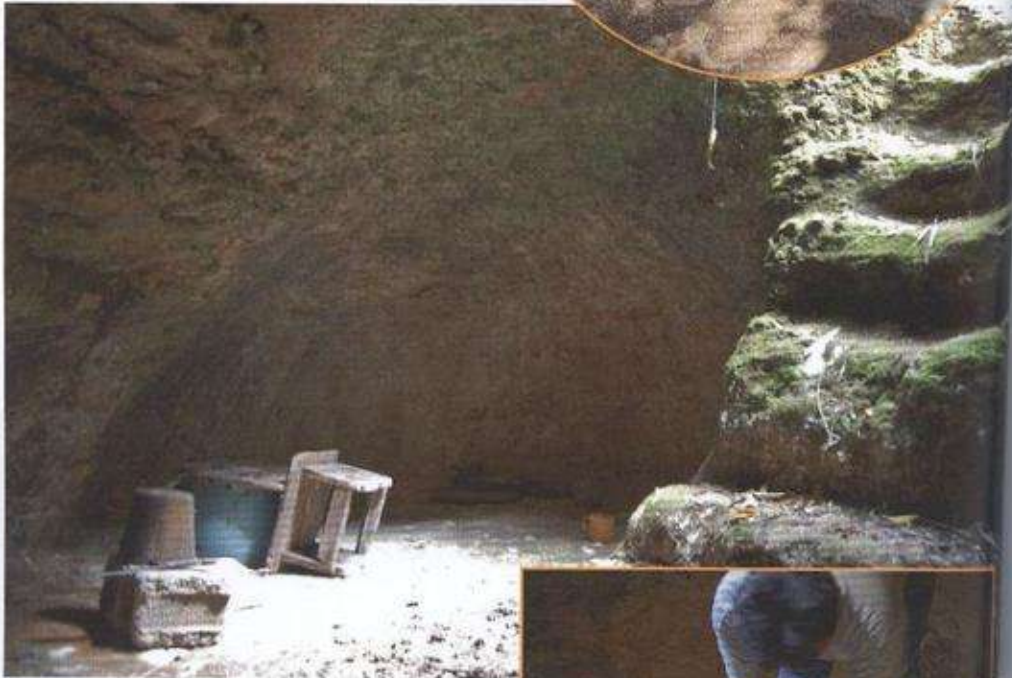
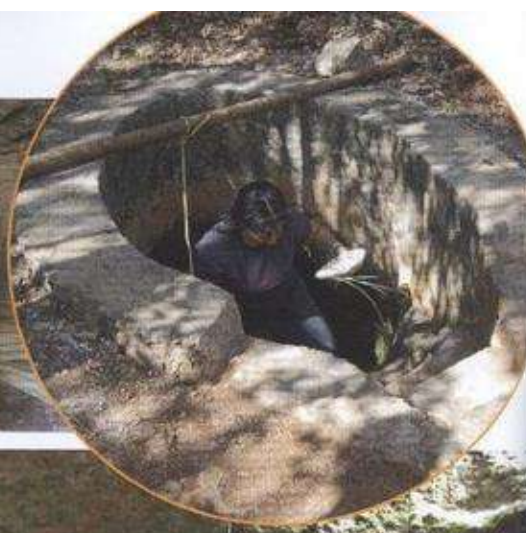
Provisión (alimentos)
Sustento (diversidad genética)
Cultural (ligado a prácticas ancestrales, comunidad)

Las cuevas como talleres artesanales

(Tomado de Tec-Pool, 2011)

Las cuevas ofrecen condiciones ambientales permanentes que la gente ha sabido aprovechar para su beneficio desde tiempos muy remotos.

Tal es el caso de los tejedores de palma de guano (*Sabal yapa*) y la palma de jipi (*Carludovica palmata*) de la zona suroeste de la península que se distinguen por elaborar artesanías en cuevas. Las comunidades más populares para el manejo de la palma son: Halachó en Yucatán y Becal en Campeche.



Los tejedores de palma de guano y palma de jipi del sur de la península se distinguen por el hecho de que practican su artesanía en las grutas.

Talleres artesanales

Las cuevas ofrecen condiciones ambientales permanentes que la gente ha sabido aprovechar para su beneficio desde tiempos muy remotos. Tal es el caso de los tejedores de palma de guano (*Sabal yapa*) y la palma de jipi (*Carludovica palmata*) de la zona Suroeste de la península que se distinguen por elaborar artesanías en las cuevas. Las comunidades más populares para el manejo de la palma son: Halachó en Yucatán y Becal en Campeche.

Regulación (microclima)

Sustento (espacio de trabajo)

Cultural (elaboración de artesanías)

En nuestros días las cavernas de la Península de Yucatán continúan jugando un papel sobresaliente

Ritual:

Jets' lu'um (calmando la tierra) en Tzabna, Tecoh

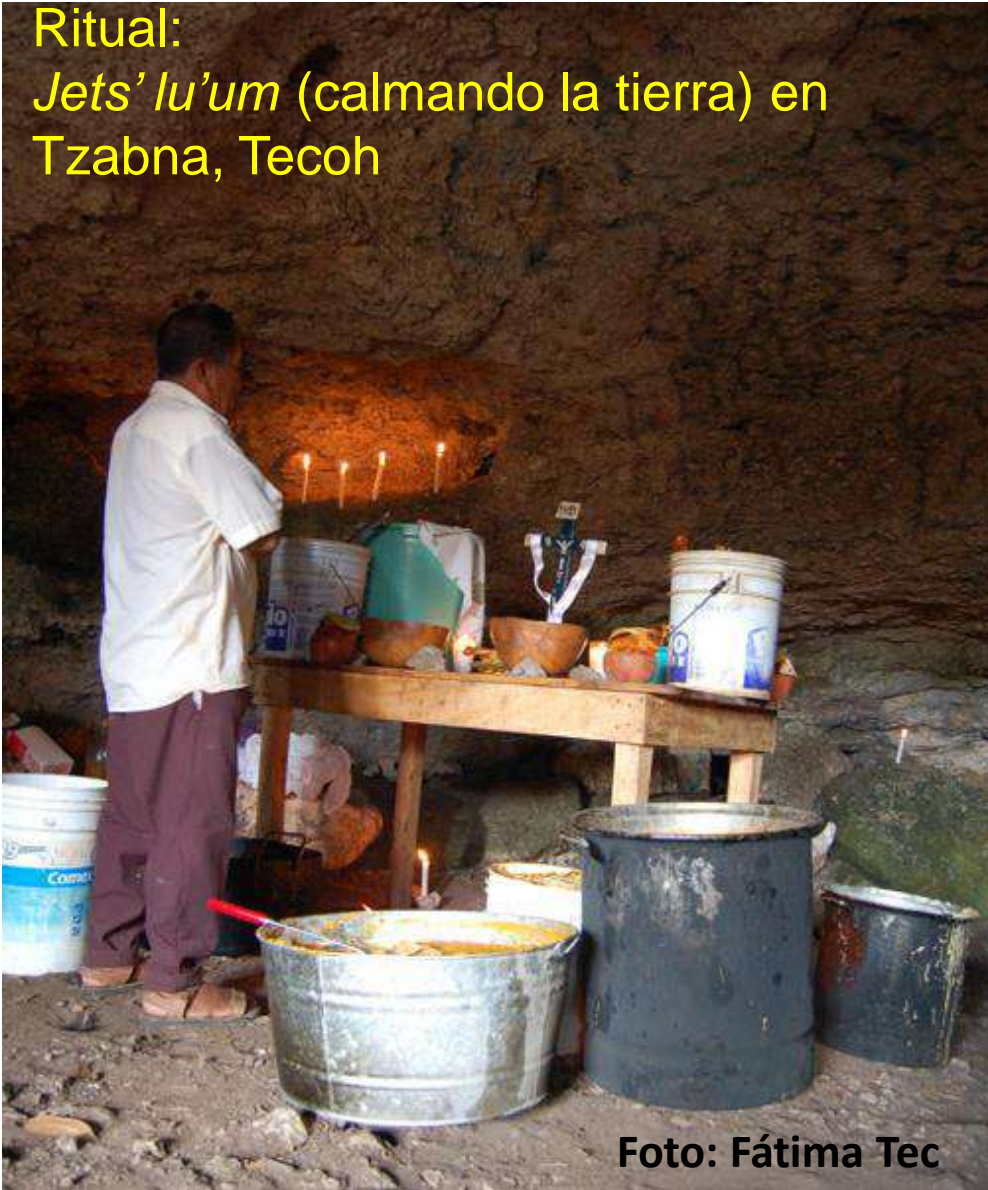
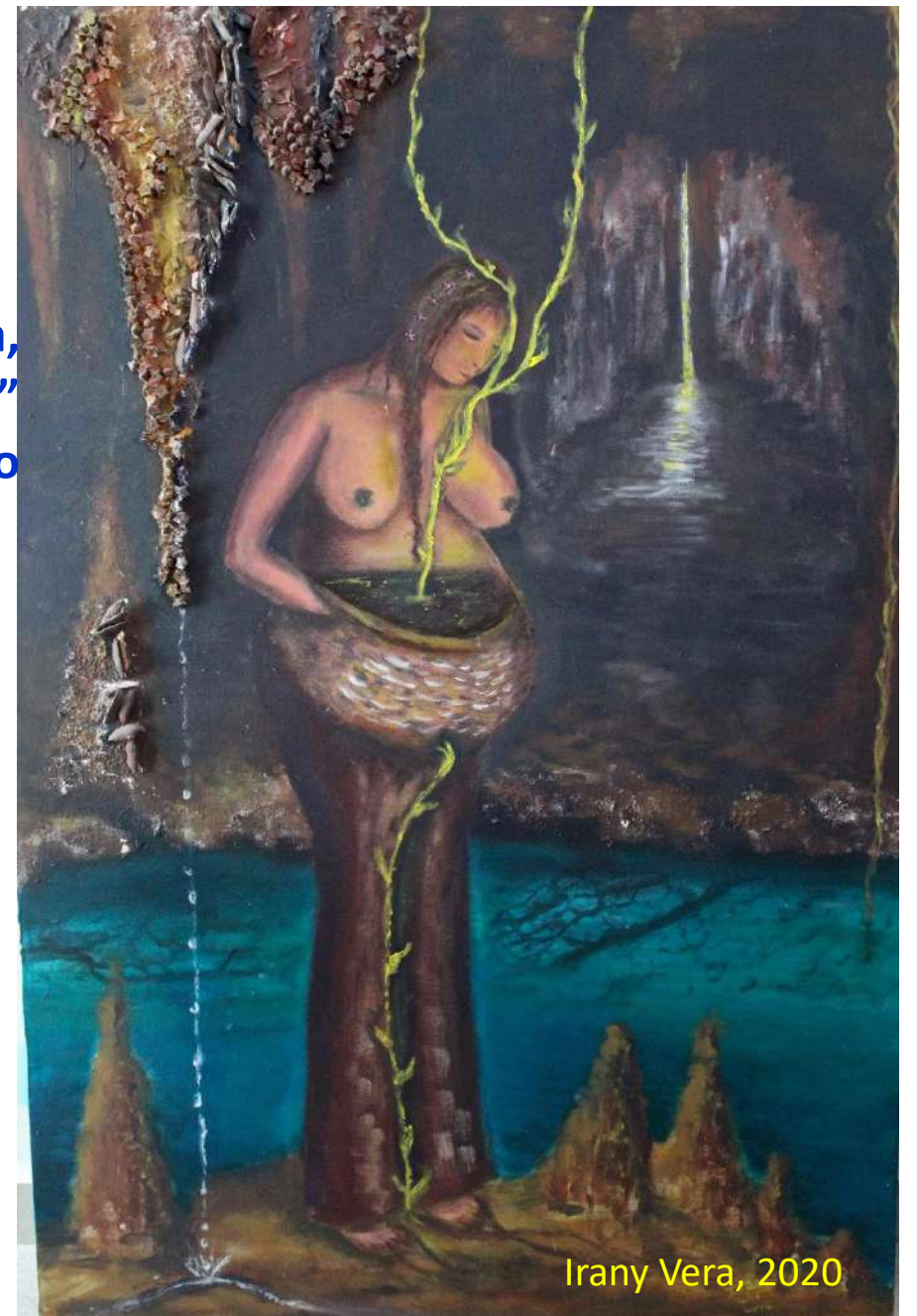


Foto: Fátima Tec

En la cosmovisión maya, el “mundo subterráneo” es un espacio sagrado

Son bienes culturales

Fuente de inspiración para las manifestaciones estéticas, la identidad cultural y el bienestar espiritual.



Irany Vera, 2020

El ecoturismo local como generador de riqueza



SEMARNAT

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



CONAFOR

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

*El predio denominado EJIDO ABALÁ, participa en el programa PRONAFOR
para el pago por Servicios Ambientales*

Superficie apoyada: 1,877.30 hectáreas

Está destinado a la provisión y mejoramiento de los Servicios Ambientales Forestales

No está permitido:

- Extraer flora y fauna silvestre
- Derribar arbolado
- Tirar basura y desechos
- Cazar

¡CUIDA LOS BOSQUES Y SELVAS!



Cenotes de Abalá



Ecoturismo en las selvas de Calakmul



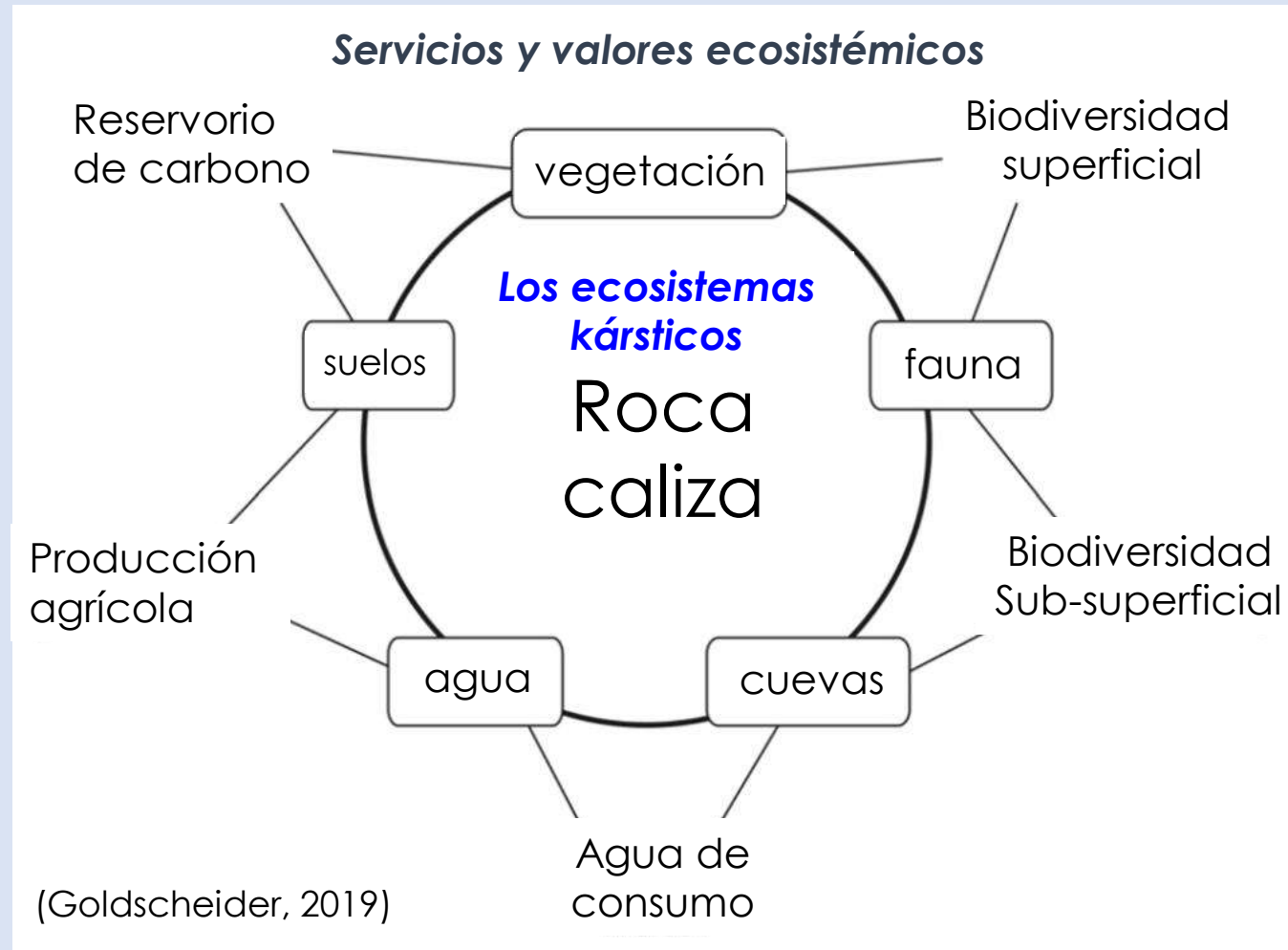
Homún, Yucatán



¡NO es ecoturismo!



El karst y su interacción con los elementos geográficos



**Ver el territorio
en su conjunto!!!**



V Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Estudios sobre el Karst A.C. (AMEK)

"Conmemorando el Año Internacional de las Cuevas y el Karst"



Del 20 al 22 de octubre del 2021

<http://www.amek.org.mx/noticiareunion/>

eduardo.cejudo@cicy.mx

reunion.amek2021@gmail.com

<http://www.amek.org.mx/noticiareunion/>

Gracias!!!

Dra. Yameli Aguilar Duarte

yaguilarduarte@gmail.com

aguilar.yameli@inifap.gob.mx

amek.karst@gmail.com

Página web:

<http://www.amek.org.mx/>

FB:

AMEK, Asociación Mexicana de Estudios sobre el Karst
Estudios sobre el karst en México