

Curso Intensivo Intersemestral
(Paleo)Bio Indicadores Neotropicales

Ostrácodos

Dra. Liseth Pérez

Instituto de Geología, UNAM



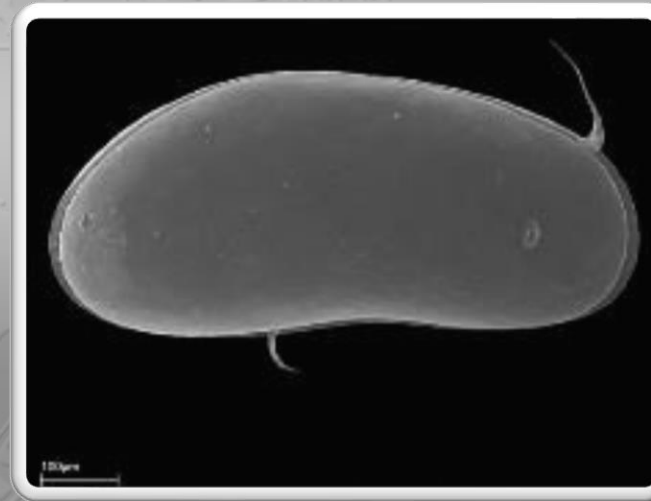
MEXIDRILL
CHALCO



POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

Ostrácodos no-marinos

1. Descripción general
2. **Morfología y Taxonomía (práctica en lab)**
3. Datos curiosos
4. Evolución
5. Biogeografía
6. Biología (varios)
7. **Ecología**
8. **Trabajo de campo y laboratorio**
9. **Uso de ostrácodos en la paleolimnología**
10. **Investigación en los Neotrópicos**



Descripción general

-Clase Ostracoda: artrópodos bivalvos, adultos: 8 pares de apéndices y furca, parcialmente o completamente protegidos por un caparazón bivalvo que carece de líneas de crecimiento
-“Mussel-shrimps“, “camarón-almeja”



https://c2.staticflickr.com/4/3470/3210928524_7f43fa4287_z.jpg?zz=1

- Crustaceos bivalvos, 3-5 mm largo (agua dulce), <30mm (especies pelágicas marinas).

- Apertura ventral permite locomoción, alimentación y reproducción.

- Calcita con bajo contenido de Mg (partes duras y blandas).

Cuerpo de quitina

- Excelente preservación en sedimentos lacustres.

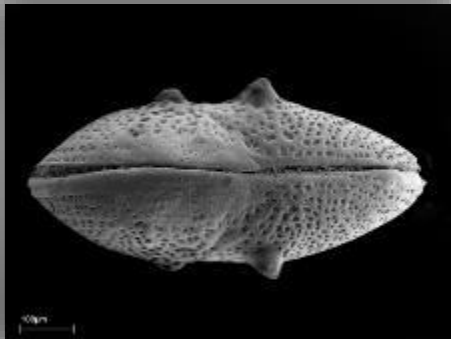
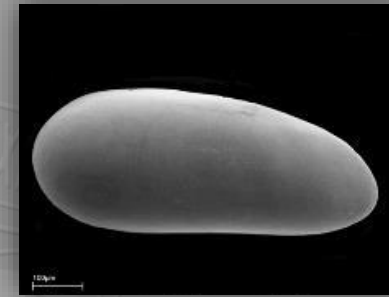
- Habitat: cuerpos de agua dulce, mar, ambientes semi-terrestres y rara vez en terrestres.

-Entre 4,000-30,000 especies extantes marinas y dulceacuícolas (10-15,000 más razonable).

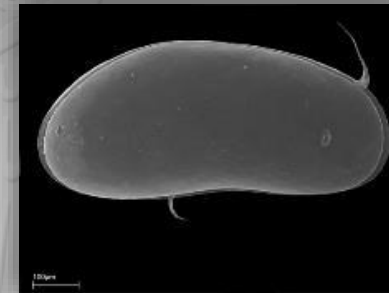
-Especies nominales extantes y fósiles descritas: 62,000 (Kempff 1980)



Clase Ostracoda
Subclase Podocopa
Orden Podocopida



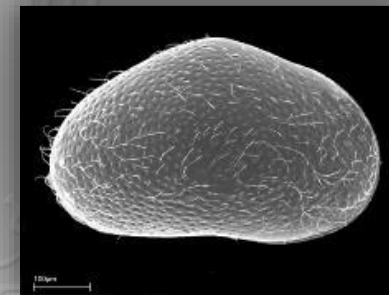
Suborden Cytherocopina
Familia Cytheridae
Familia Cytherideidae
Familia Limnocytheridae
Familia Entocytheridae (comensales)



Superfamilia Terrestricytheroidea
Terrestricytheridea



Suborden Cypridocopina
Superfamilia Darwinuloidea
Familia Darwinulidae



Superfamilia Cypridoidea
Familia Candonidae
Familia Cyprididae
Familia Ilyocyprididae

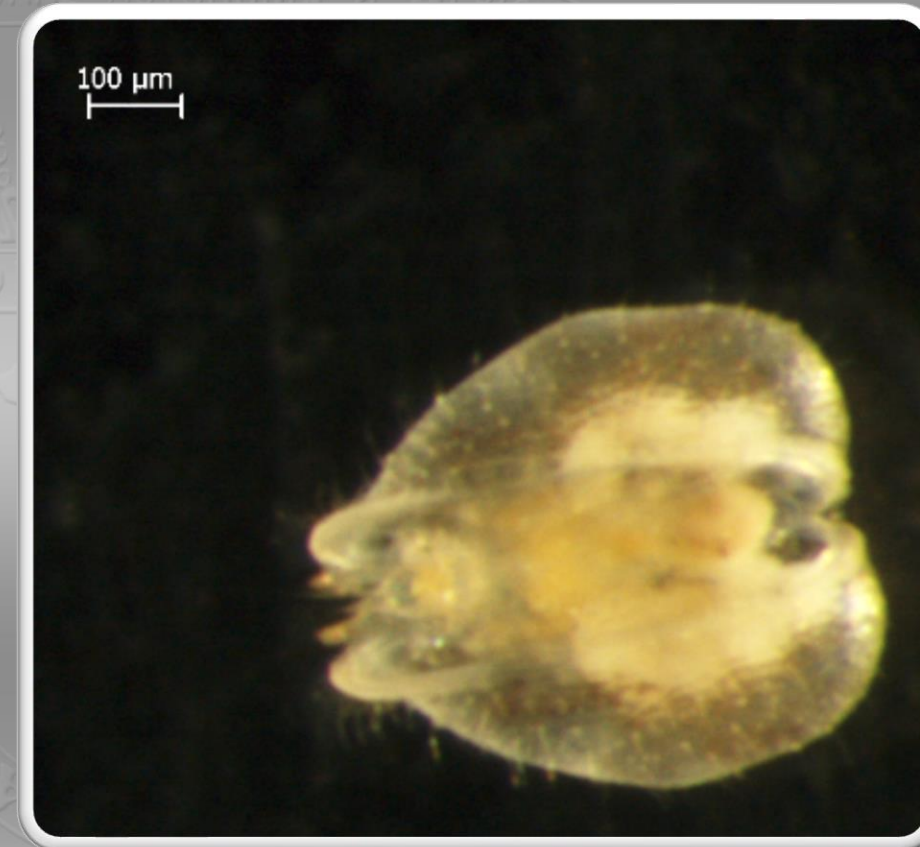


Caparazón

-Cuerpo protegido por 2 valvas de carbonato de calcio, sólo ciertas partes blandas en contacto con el exterior.

- Funciones: protección contra depredación (cerrado), o desecación temporal del hábitat.

- Apertura del caparazón ocurre por medio de la presión de un líquido interno del cuerpo y no por las propiedades elásticas del ligamento dorsal que une las dos valvas.

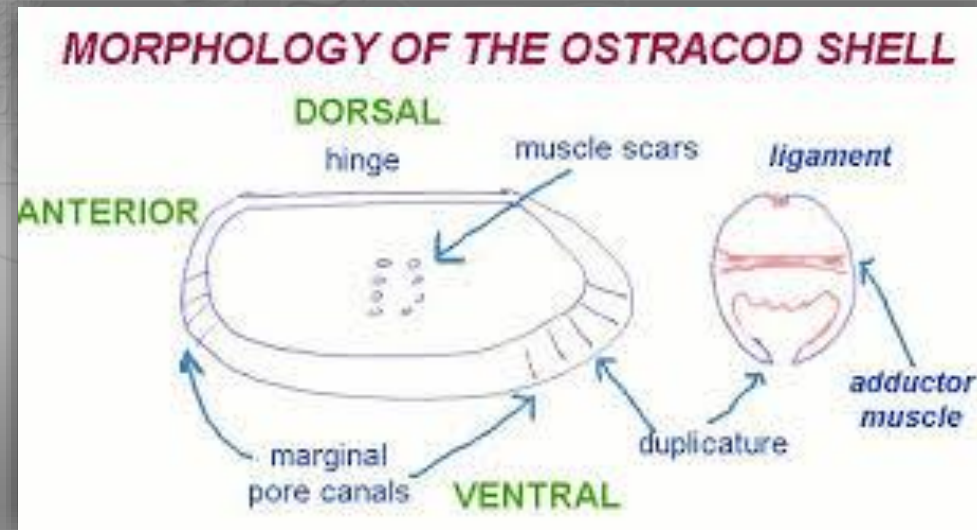


Cicatrices

-Se forman en la parte interior de la valva donde se adhiere el músculo abductor.

- Característica taxonómica muy importante (nivel de familia y superfamilia).

- también existen las cicatrices de los músculos mandibulares que juntos con las cicatrices de los aductores forman el campo central de cicatrices musculares.



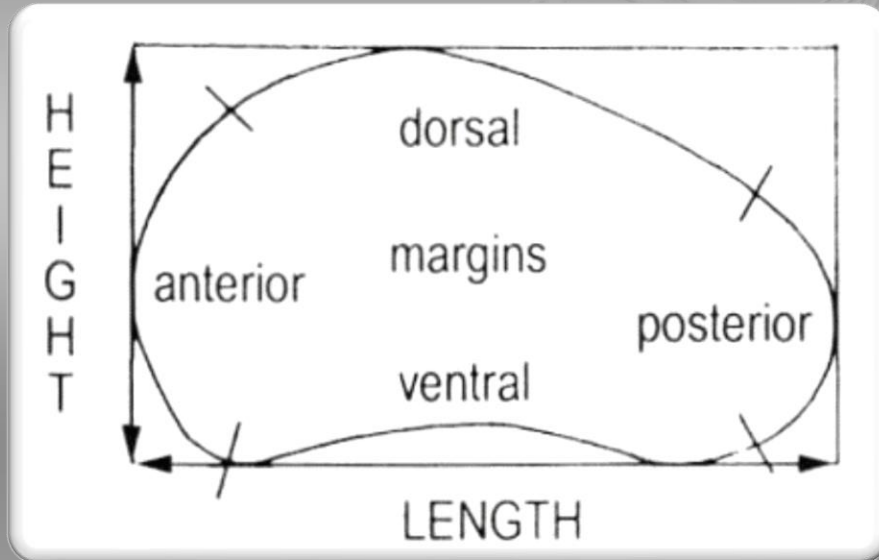
<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcToWsqMbYfTvq5RvJgCKS6AN5wy-pfRkTHjUXSIOTZuQQzJQ1fig>

Valvas

- Cada valva está compuesta de una lamela externa y una interna (excretadas por la pared del cuerpo).
- Externa: completamente calcificada en todos los Podocopida
- Interna: calcificación restringida a una tira periférica y el resto es más membranosa.
- Ciertos órganos digestivos y reproductores se alojan entre las lamelas.



Valvas (formas)



(Meisch 2000)



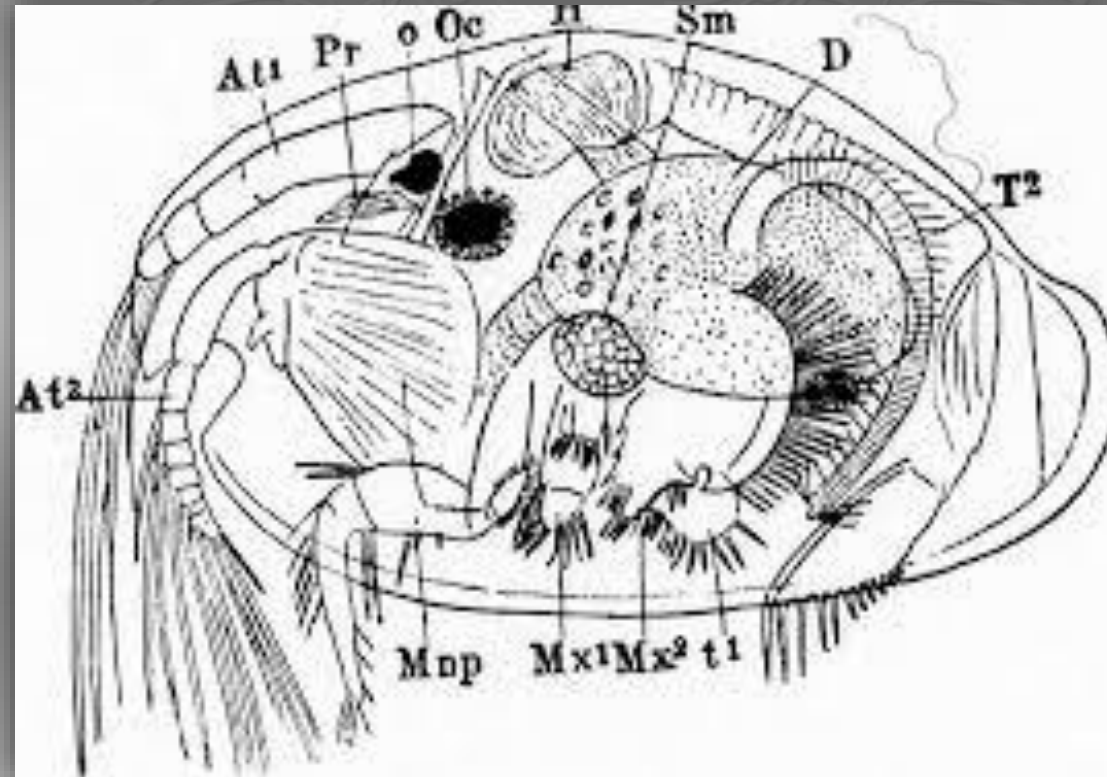
<https://encrypted-tbno.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSjjsxbvsTxosmLFjWyz2BSBzogKEhAU6zhTzRG2TzBtpmYkZAqCuQ>

Partes duras (valvas, caparazón)

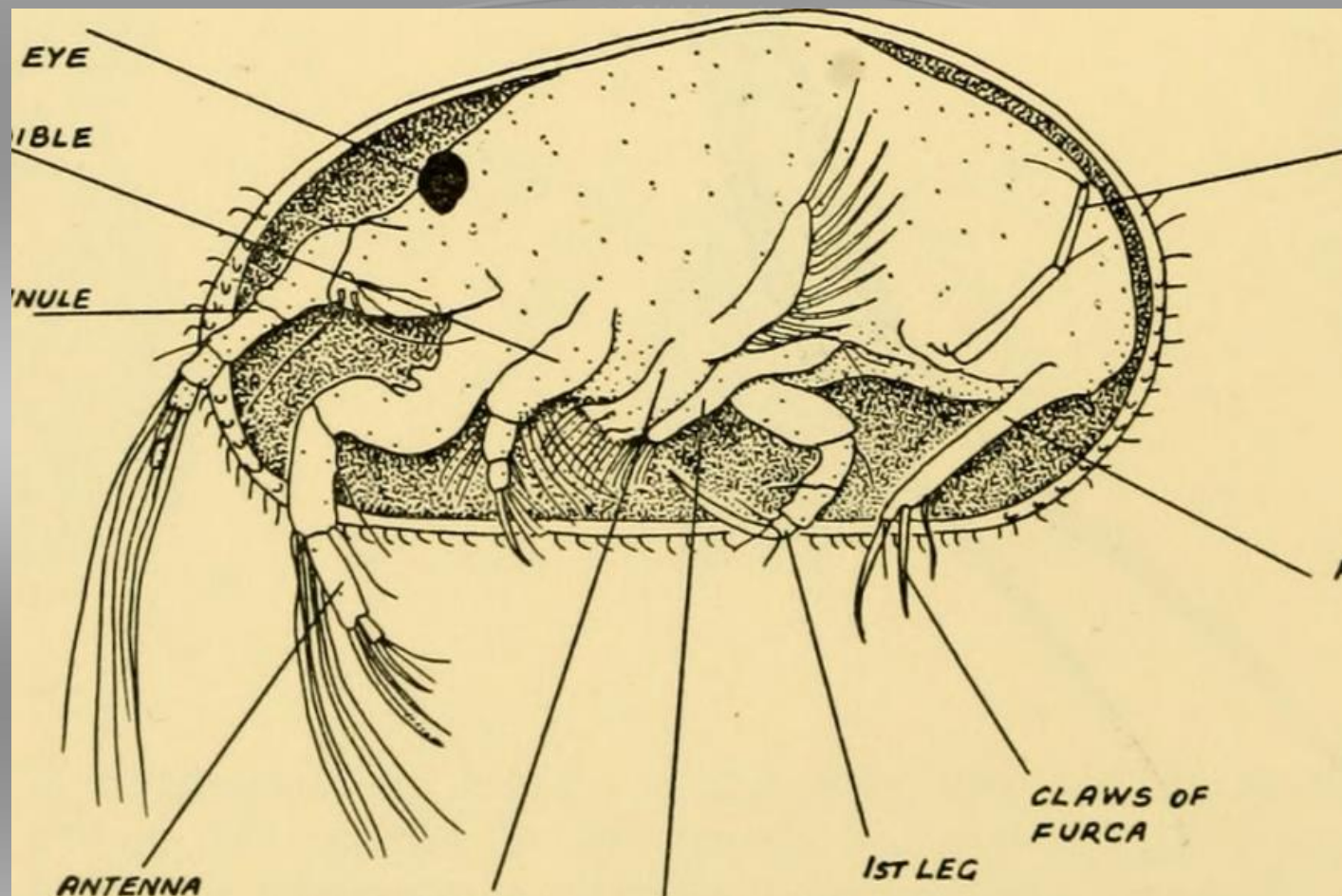
- Tipos de poros
- Ornamentación (tubérculos)
- Formas valvas y caparazón
- Zona marginal (aserrada, pústulas)



Partes blandas



https://encrypted-tbno.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSkUBFZxhodfP1lvhoiN9BgZ5_W5-3WX1fBaWgTyMzzOLjk1She



https://c1.staticflickr.com/4/3746/20194015110_1c1afa1d90_b.jpg

Partes blandas (órgano copulatorio ♂)

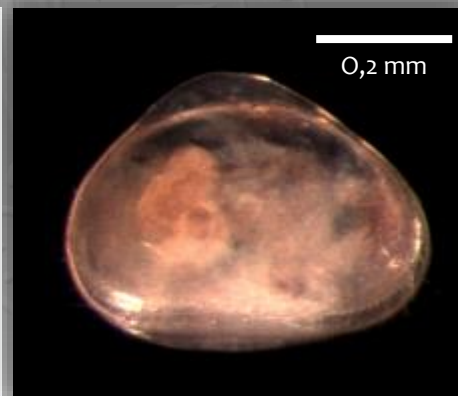
Familia Candonidae
Subfamilia Cyclocypridinae
Género *Physocypria globula*

P. pustulosa

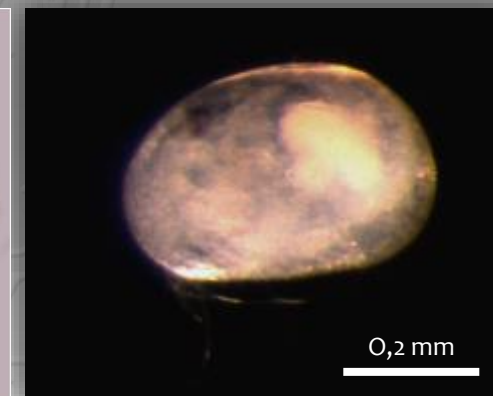
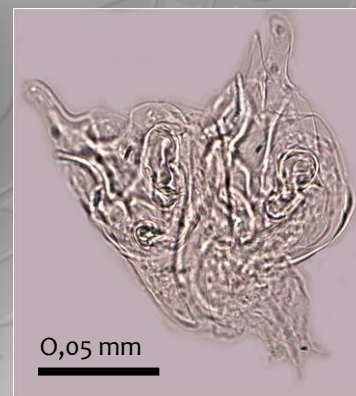
P. xanabanica



Physocypria globula



P. pustulosa



P. xanabanica

Datos curiosos

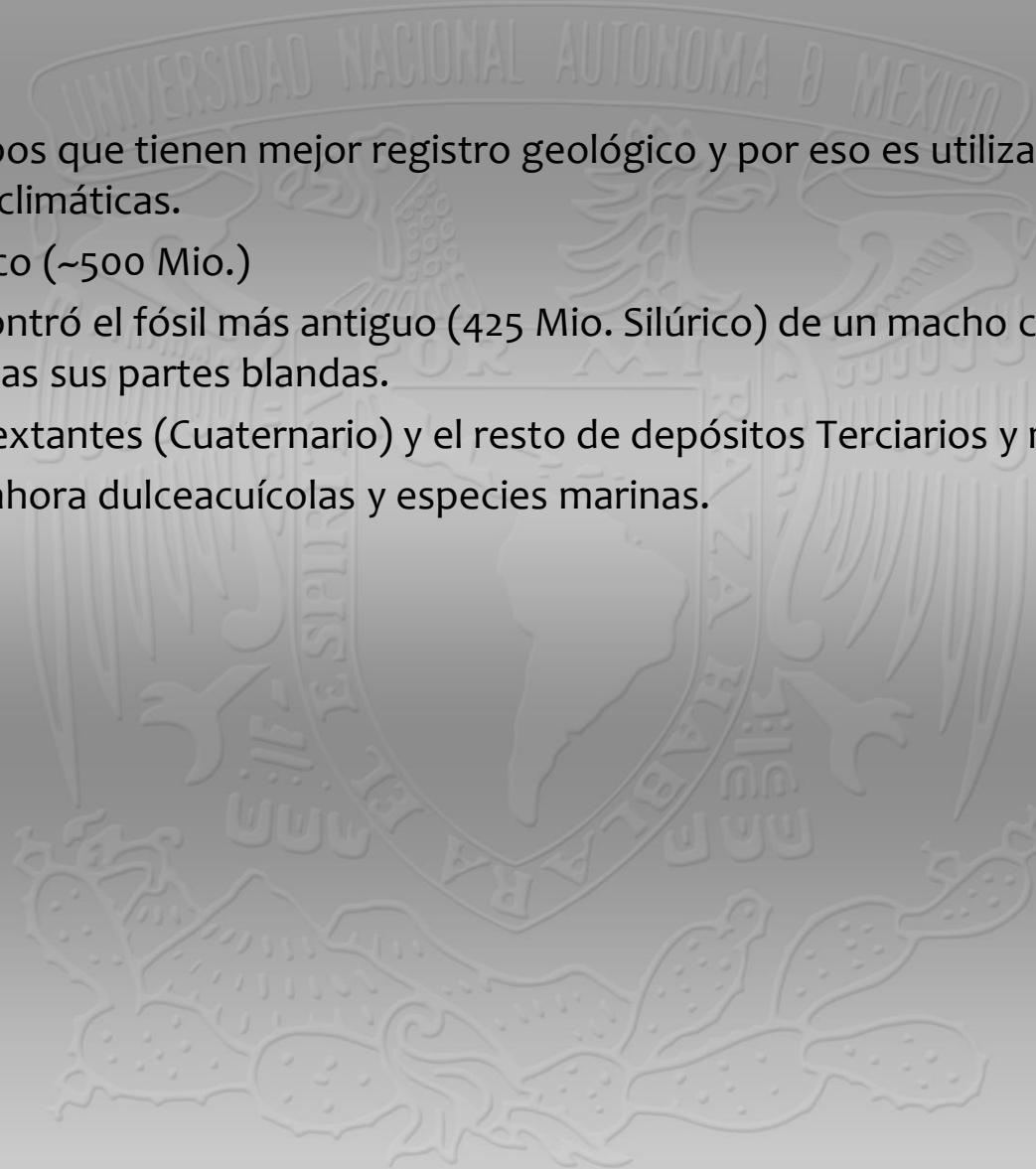
- El esperma de los ostrácodos es el más largo en todo el reino animal (algunas especies de *Drosophila*) y en algunos casos el espermatozoide excede la longitud del carapazón.
- *Cyclocypris ovum* (0.7mm) posee una long. de esperma de 6 mm, aprox. 10 veces más largo que el animal!!!

http://www.nature.com/news/giant-sperm-found-in-crustacean-fossils-1.15218%3FWT.mc_id%3DGPL_NatureNews

- El órgano copulatorio (hemipene) más antiguo del cual se tiene fósil es de un ostrácodo y de todo el reino animal.
- Habitan un sin número de ambientes acuáticos, semi-acuáticos y hasta terrestres. Incluso habitan plantas epífitas como las bromelias.

Evolución

- Es uno de los grupos que tienen mejor registro geológico y por eso es utilizado en estudios de reconstrucciones climáticas.
- Desde el Ordovícico (~500 Mio.)
- En el 2003 se encontró el fósil más antiguo (425 Mio. Silúrico) de un macho conteniendo todavía preservadas sus partes blandas.
- 75% son especies extantes (Cuaternario) y el resto de depósitos Terciarios y más antiguos.
- Origen: marino y ahora dulceacuícolas y especies marinas.



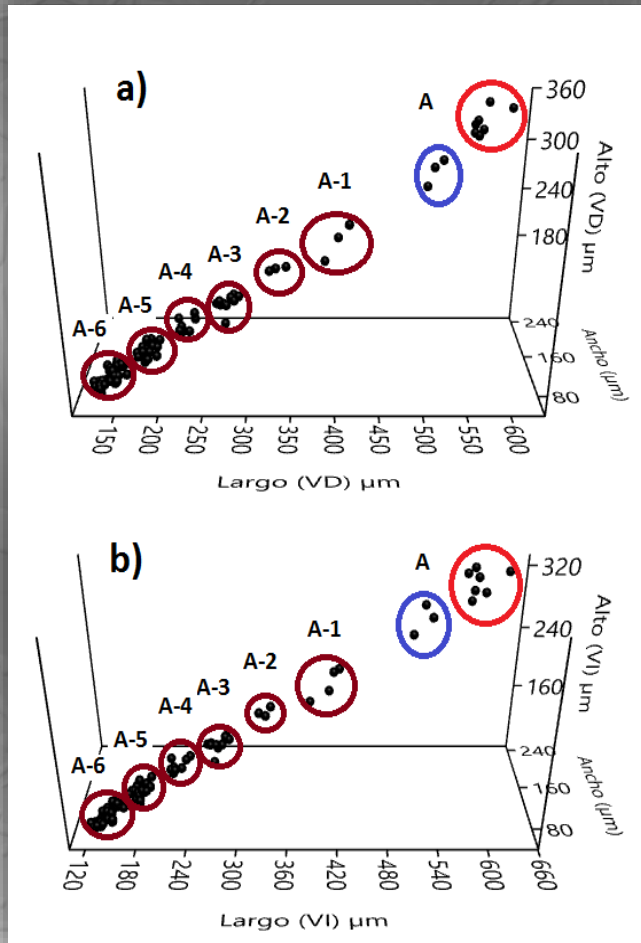
Reproducción

- 8 mudas (ecdisis), alcanzan madurez sexual o asexual en la última muda (adulto) en un par de meses hasta un año (un max. de hasta 4 años ha sido reportado para *D. stevensoni*).
- El huevo es una esfera de quitina de doble capa con carbonato de calcio impregnado → resistencia a sequía (40°C), congelamiento (-18°C), anoxia y contaminación, hasta 90 micras.
- Ostrácodos no-marinos se reproducen de forma sexual o asexual.
- Cuatro tipos se han observado: (1) 100% reproducción sexual, (2) reproducción mixta, (3) 100% partenogénéticos en poblaciones con ancestros con reproducción sexual, y (4) partenogénéticos antiguos.
- La más común es la reproducción sexual. Especies de NA: 80 asexuales y 111 sexuales.

Reproducción

Ontogenia: estadios larvarios

Caparazones vacíos de *P. smaragdina*, medidos en largo, alto y ancho: a) Valva derecha, b) Valva izquierda. Machos (azul) de hembras (rojo). N=115.



Reproducción (ciclos estacionales)

- La mayor parte eclosiona al principio de la primavera (zonas templadas).
- El tiempo de eclosión está determinado principalmente por la temperatura y por la latitud (geografía).
- Especies en estanques temporales se desarrollan más rápidamente, ciclos de vida más cortos (1 mes, *C. vidua*)
- Existen especies que poseen diferentes generaciones en 1 año.

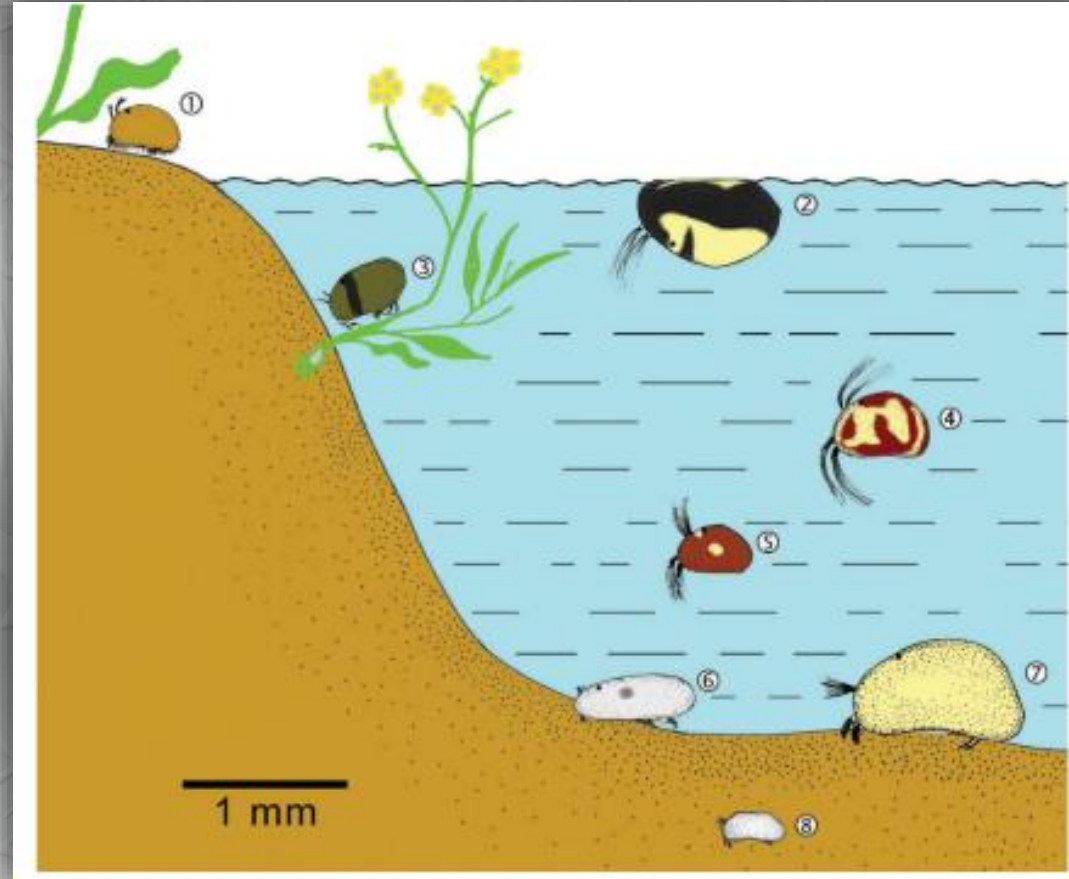
Depredación

- Algunas especies poseen coloración que les permite camuflarse de depredadores. (*C. vidua*)
- Otras especies poseen un órgano que puede producir luz utilizando reacciones químicas.
- Muchas especies lo utilizan para defenderse de depredadores y pocas para a copulación.
- Pequeños pero excelentes depredadores. Incluso presas más grandes que ellos (ataca partes blandas de la presa, par de minutos).

Hábitat

Estilos de vida:

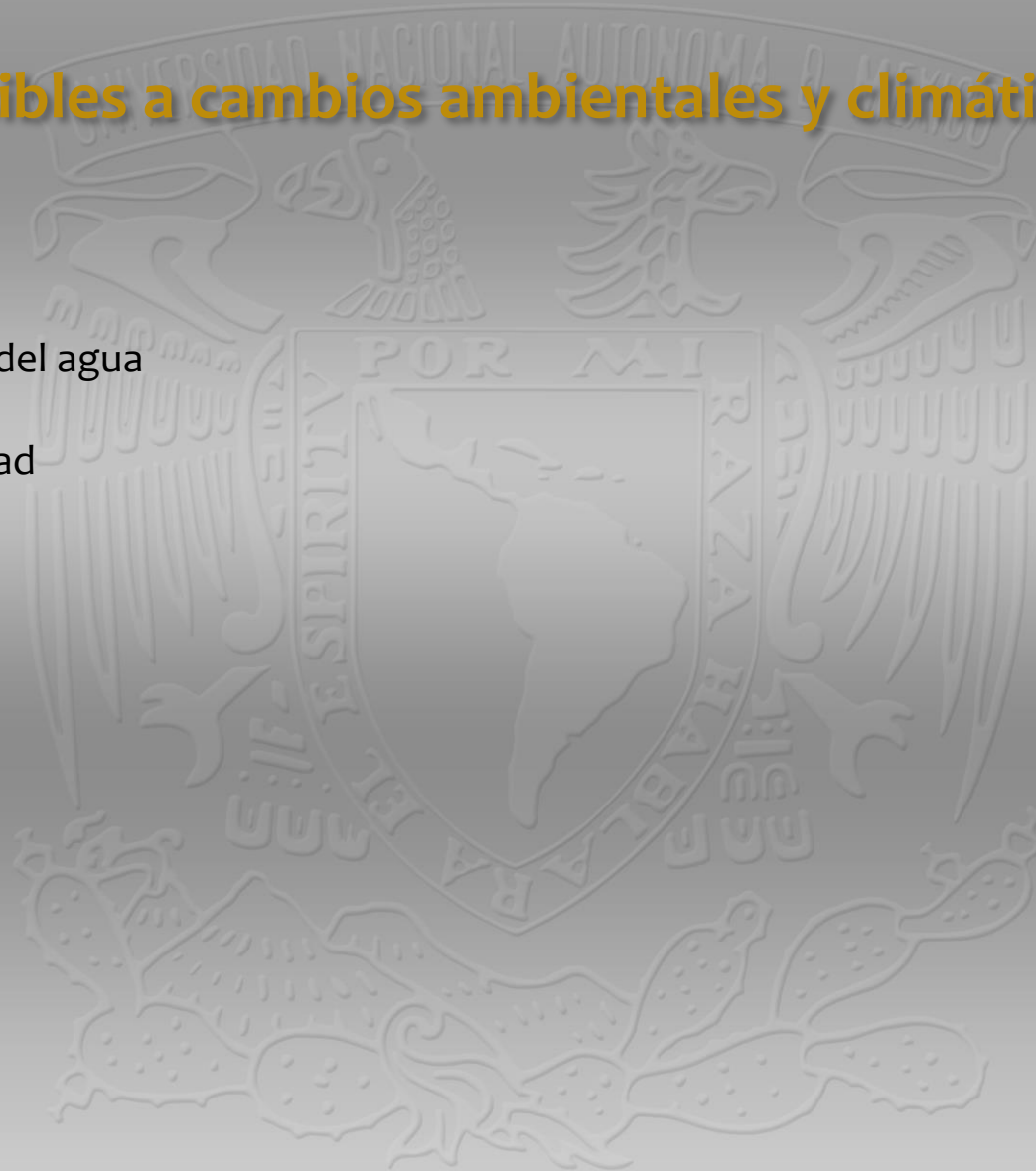
- bénticos
- nectobénticos
- nécticos



(Frenzel et al. 2006)

Sensibles a cambios ambientales y climáticos

- Temperatura
- Composición química del agua
- Conductividad, salinidad
- Oxígeno disuelto
- Energía del agua
- Estacionalidad
- Niveles del lago



Tolerancias/Preferencias

Temperatura:

- Stenotérmico frío: especies relacionadas siempre con aguas frías
- Oligotermofílico: prefiere a aguas frías, la especie se encuentra más en aguas frías.
- Mesotermofílico: intermedio entre las dos categorías.
- Politermofílico: prefiere aguas calientes, la especie se encuentra más en aguas calientes.
- Stenotérmico caliente: especies relacionadas siempre con aguas calientes

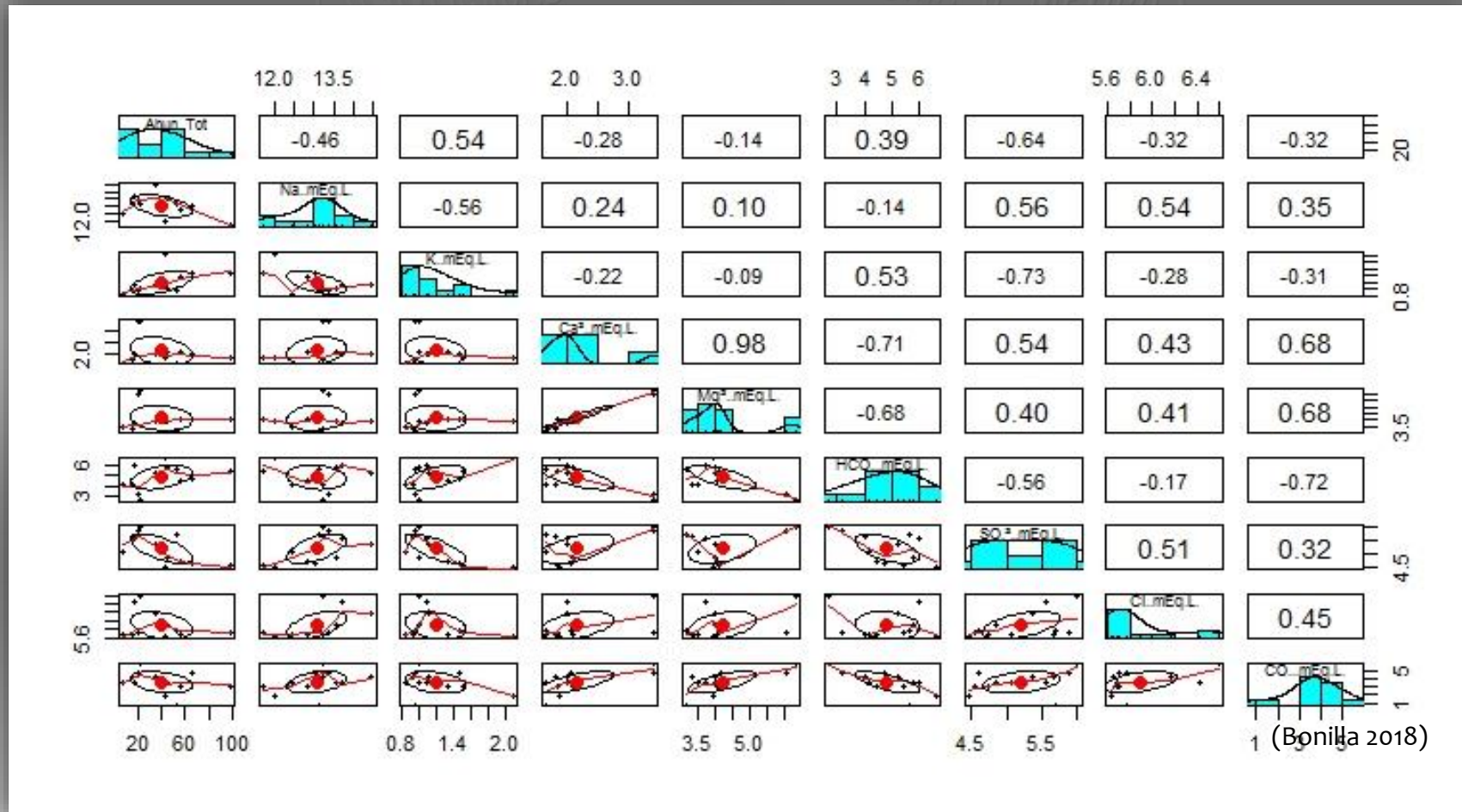
Contenido de calcio:

- Oligotitanofílico: 0-18 mg Ca/L
- Mesotitanofílico: 18-72 mg Ca/L
- Polititanofílico: >72 mg Ca/L
- Titanoeuriplástico: ocurre en diferentes rangos de Calcio.

Salinidad y contenido de cloruro:

- Rango limnético (agua dulce) <0.5 ppm
- oligohalino: 0.5-5 ppm
- mesohalino: 5-18 ppm
- polihalino: 18-30 ppm
- Euhalino (agua de mar) 30-40 ppm
- Hiperhalino > 40 ppm

Composición química del agua



- Análisis de correlación múltiple entre las abundancias totales de *P. smaragdina* y los cationes (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) y aniones (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-}).

Velocidad del agua

Buenos indicadores de la velocidad del agua:

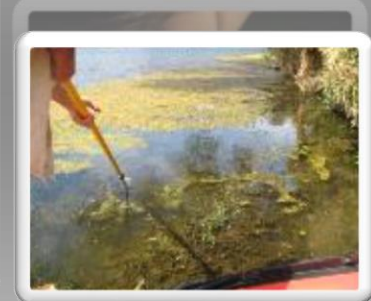
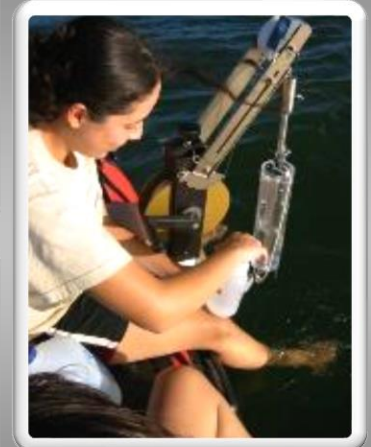
- reofóbicos: presentes sólo en aguas quietas
- oligoreofílicos: presente en litorales turbulentos o lagos y/o en aguas en movimiento.
- mesoreofílicos: frecuentemente encontrados en aguas en movimiento con varias velocidades.
- polireofílicos: principalmente en aguas en movimiento
- reoeuriplásticos: tanto en aguas quietas como en movimiento.

Trabajo de campo

- Determinación de variables ambientales in situ
- Análisis químico de aguas
- Análisis geoquímico de sedimentos

Laboratorio

- Identificación (partes duras y blandas)
- Disecciones de partes blandas
- Conteo y det. ab. relativa
- Microscopía Electrónica de Barrido
- Estadística multivariada
- Funciones de transferencia (Determinación de rangos de tolerancia y óptimos)



Técnicas utilizadas: estudios paleo

Campo

-Extracción núcleos cortos y largos

Laboratorio

-Análisis de comunidades fósiles de ostrácodos (extracción, identificación y conteo)

-Geoquímica

-Isotopía y geoquímica de valvas

-Aplicación de funciones de transferencia para la reconstrucción cuantitativa de variables ambientales

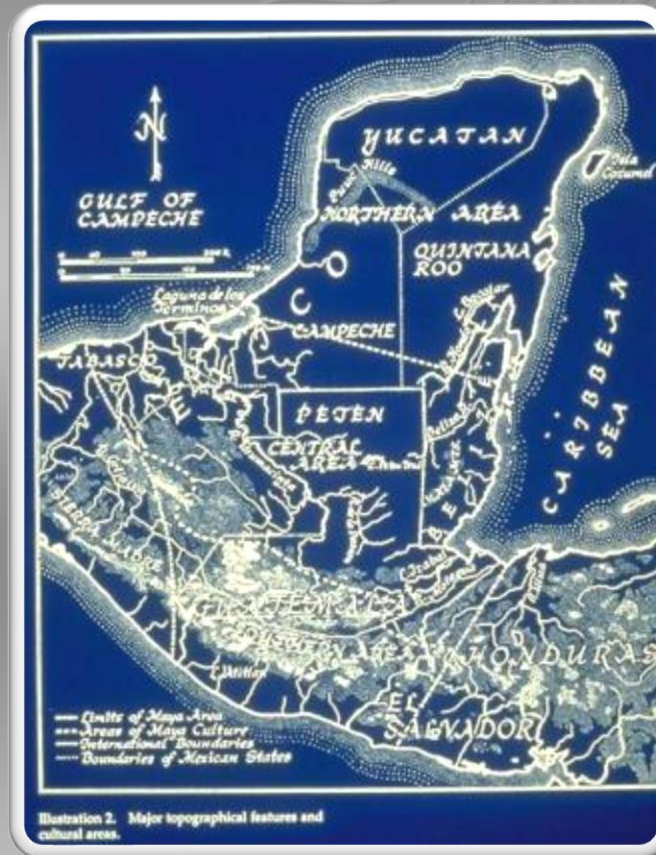


Uso de ostrácodos en paleoreconstrucciones

Cómo se realizan las reconstrucciones ambientales y climáticas utilizando ostrácodos?

- Cambios en las abundancias relativas en las comunidades de ostrácodos
- Conteos de valvas en mal estado vs buen estado (tafonomía)
- Variabilidad en la morfología de las valvas y poros (sieb pores), reticulación
- Cálculo de índices (NB:B ; hembras/machos; adultos/juveniles, etc.)
- Análisis de isótopos de valvas
- Análisis de la geoquímica de las valvas (Mg, Sr)

Qué causó el colapso de la civilización Maya?



Colapso de la civilización Maya clásica: 250-900 A.D.



WDCP slide set compiled by Hodell & Lixey

Yucatán

Lago Chichancanab

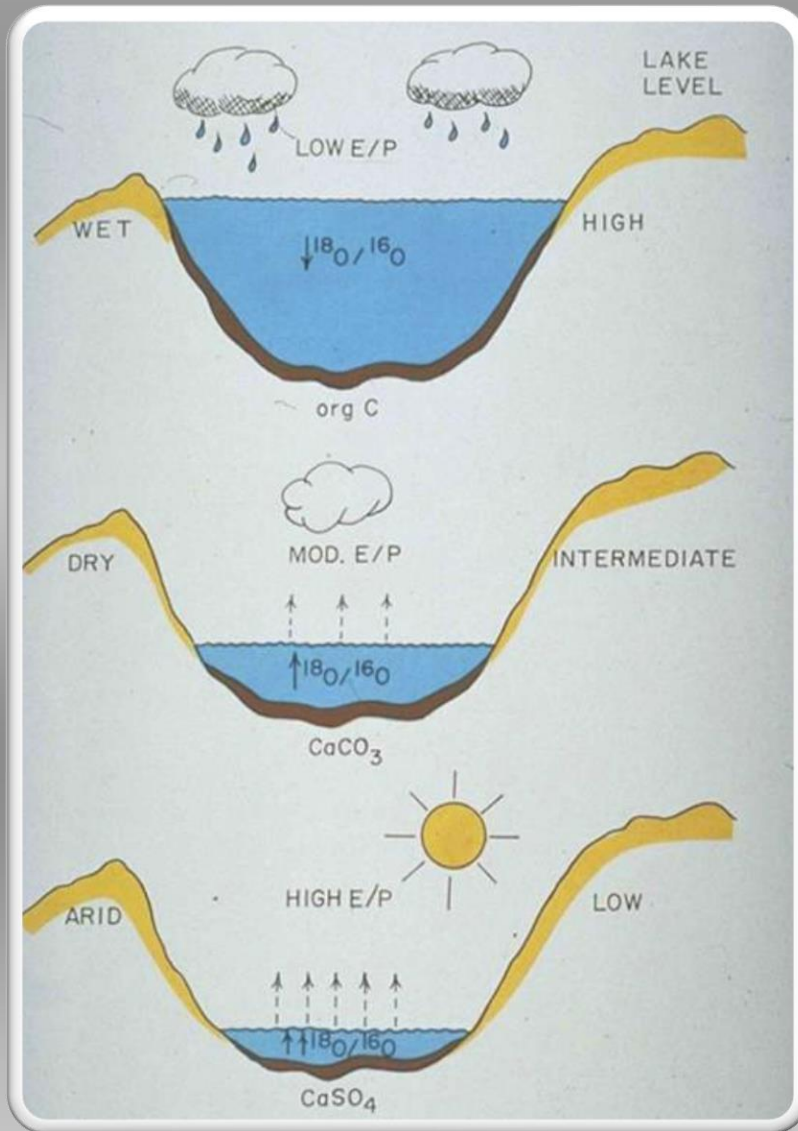


Lago Punta Laguna

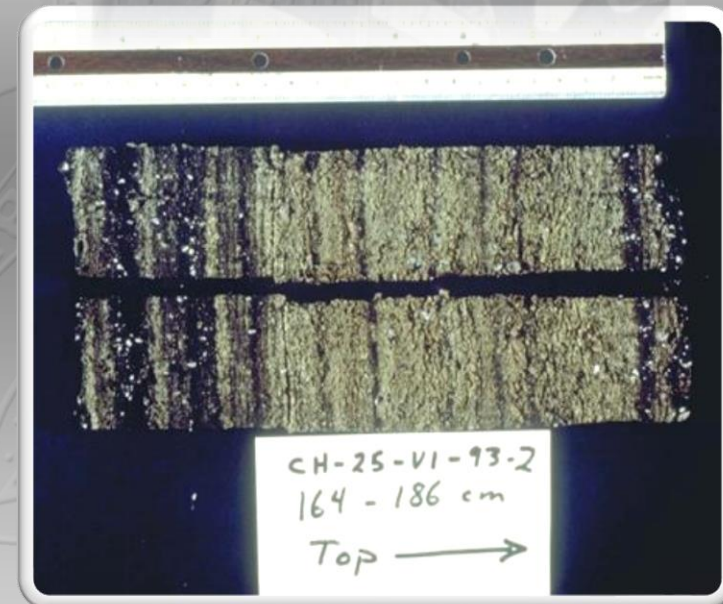


WDCP slide set compiled by Hodell & Lixey

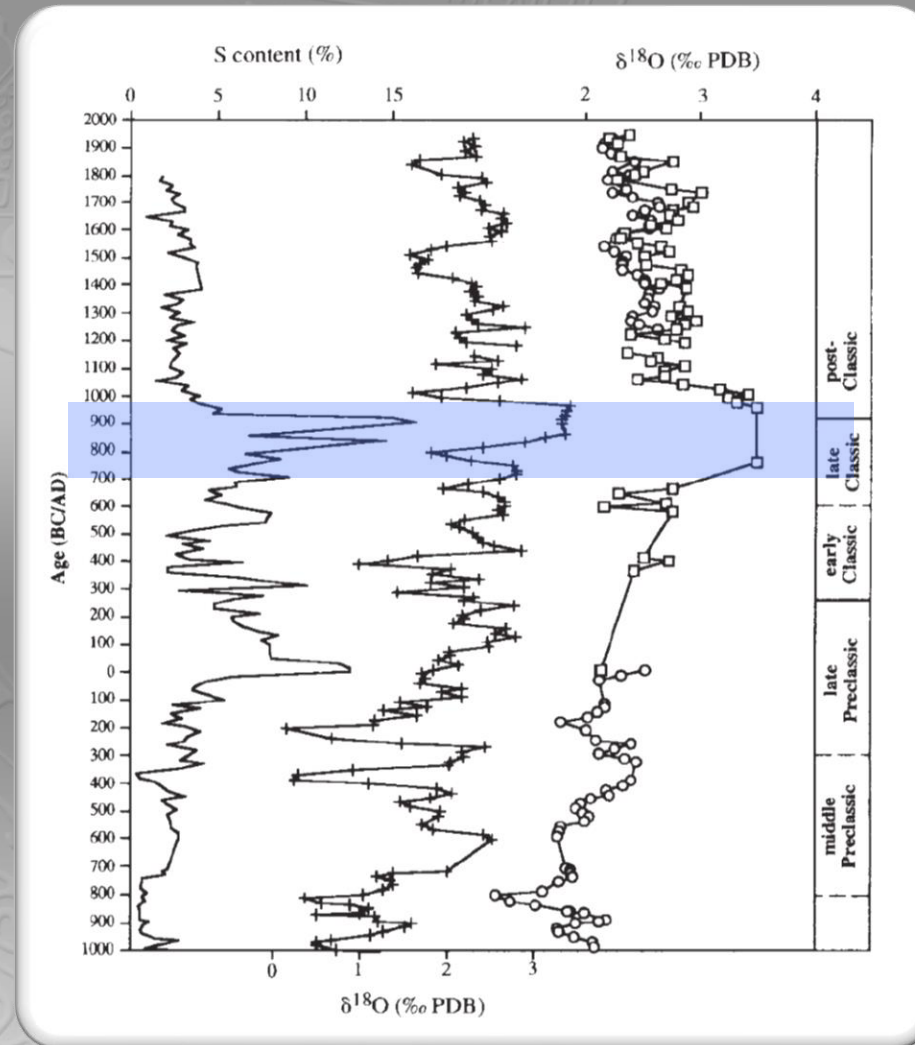
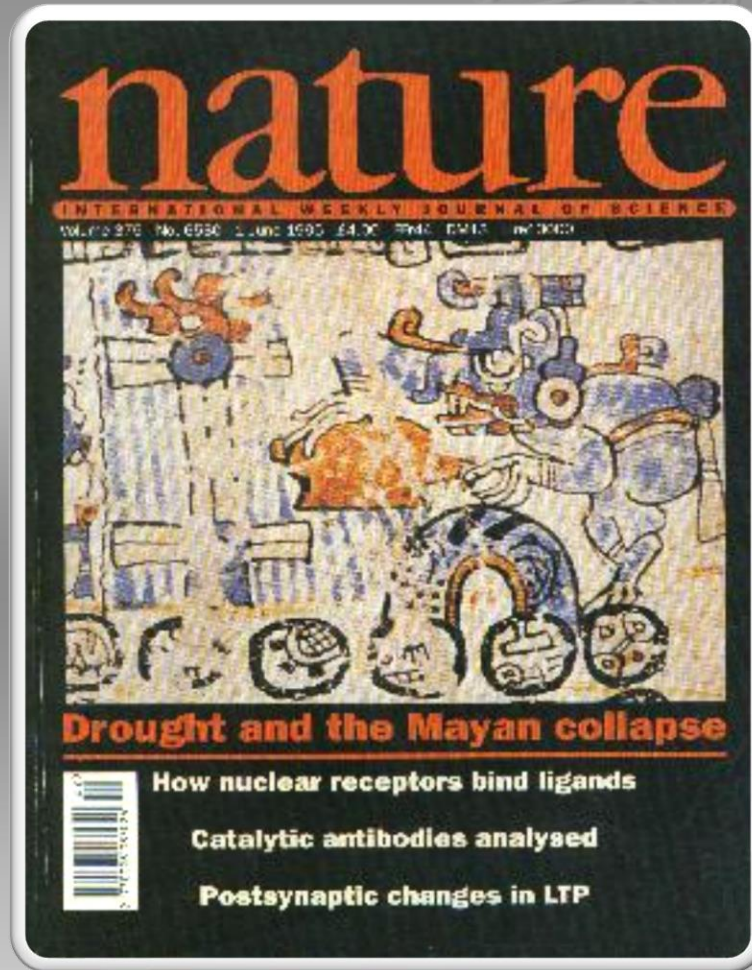
Yucatán



WDCP slide set compiled by Hodell & Lixey

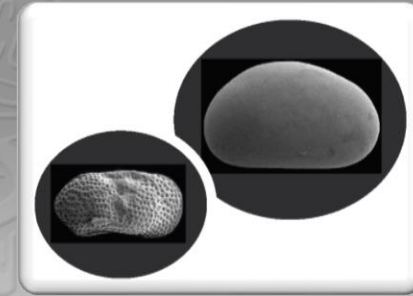


Isótopos en valvas de ostrácodos y el colapso de los Mayas



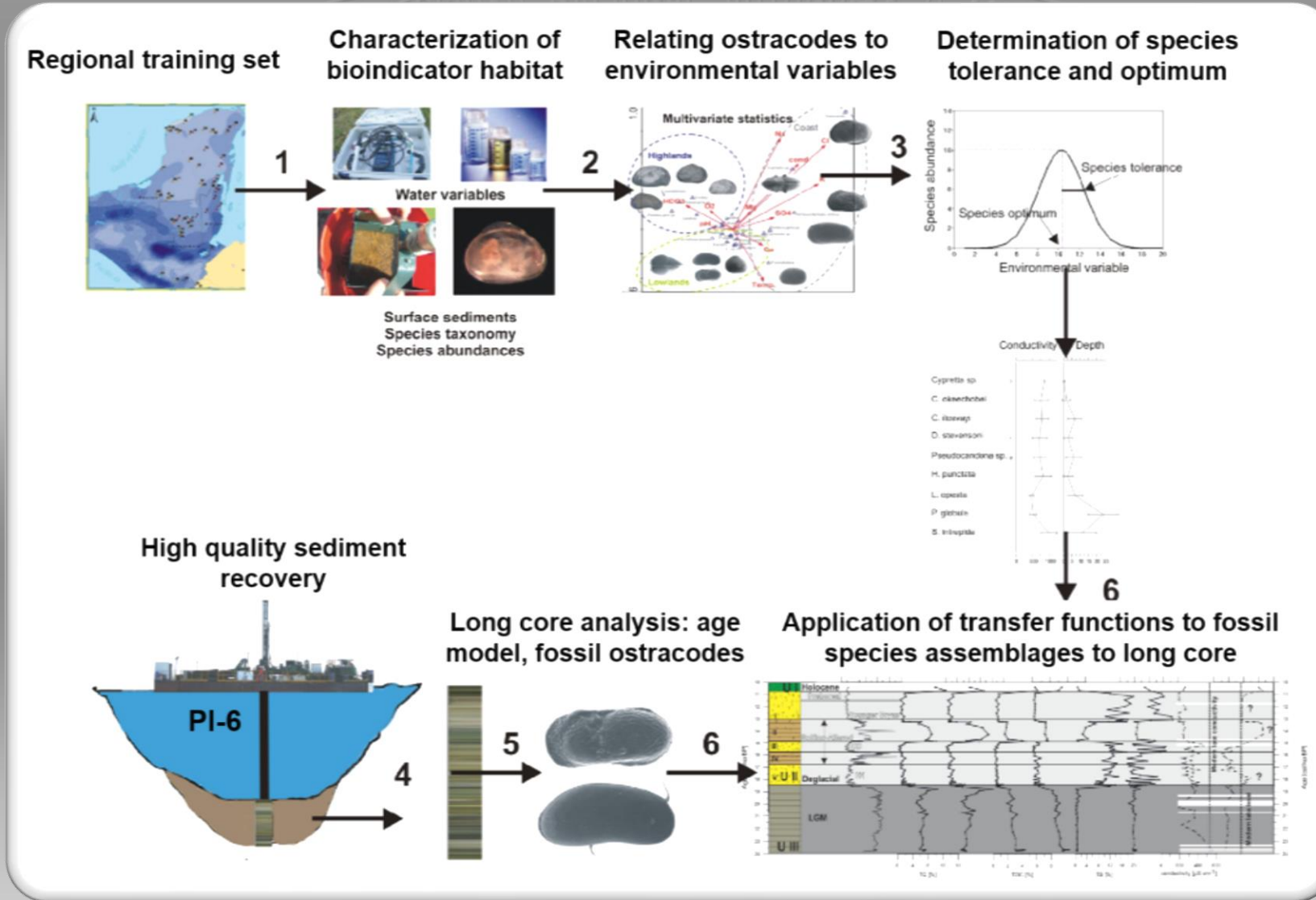
(Hodell et al. 1995)

Lake Petén Itzá Scientific Drilling Project: comunidades acuáticas (Ostracoda)



NASA: Blue Marble satellite picture, South America, Sept 2004

Metodología: trabajo de campo y laboratorio



Paleoreconstrucciones neotropicales

Motivación del proyecto perforaciones Petén Itzá

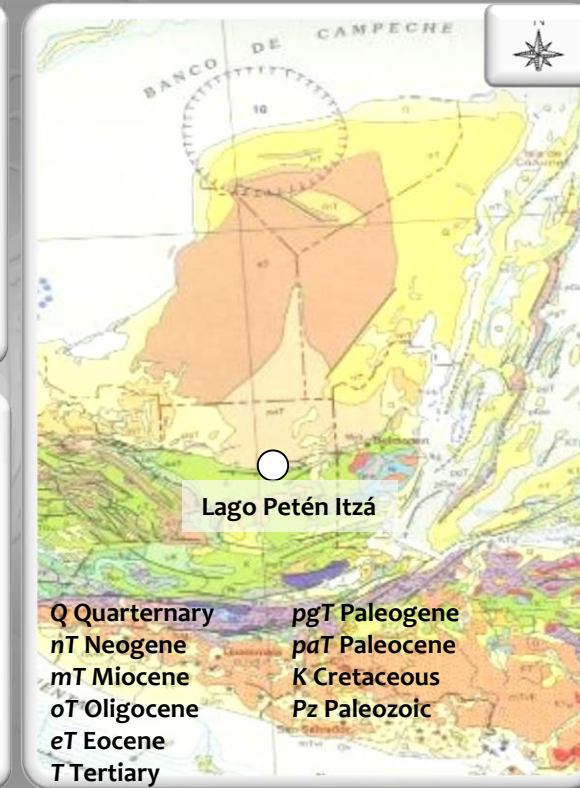
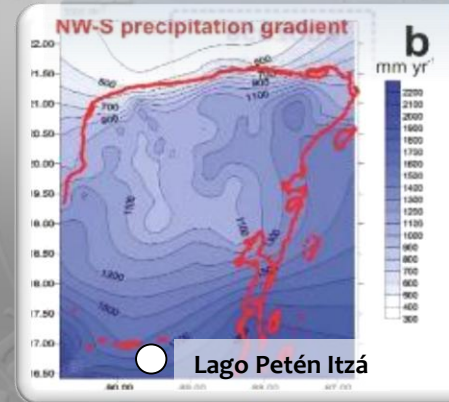
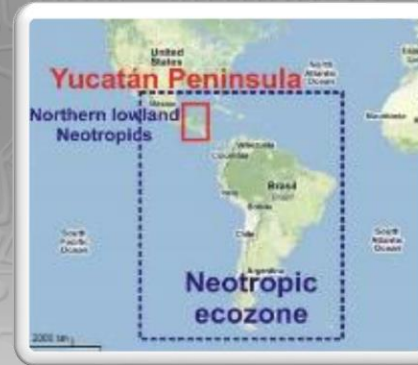
- La Península de Yucatán y sus alrededores (norte de los Neotrópicos) presenta gradientes climáticos (precipitación y altitud) y tróficos muy marcados (área relativamente pequeña).

→ ideal para estudios (paleo) ecológicos.

- La PY es una plataforma kárstica → abundancia y diversidad de ostrácodos?

- Región perfecta para el estudio entre el medio ambiente, clima y el impacto antropogénico (desde ocupamiento Maya).

- Zona rica en ecosistemas acuáticos con distintas composiciones químicas del agua.



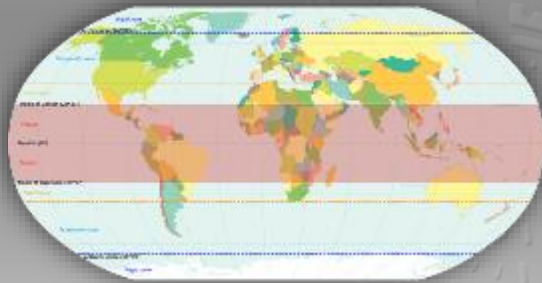
Motivación del proyecto perforaciones Petén Itzá

- Sedimentos lacustres en los Neotrópicos contienen un registro de alta resolución del cambio climático tropical.

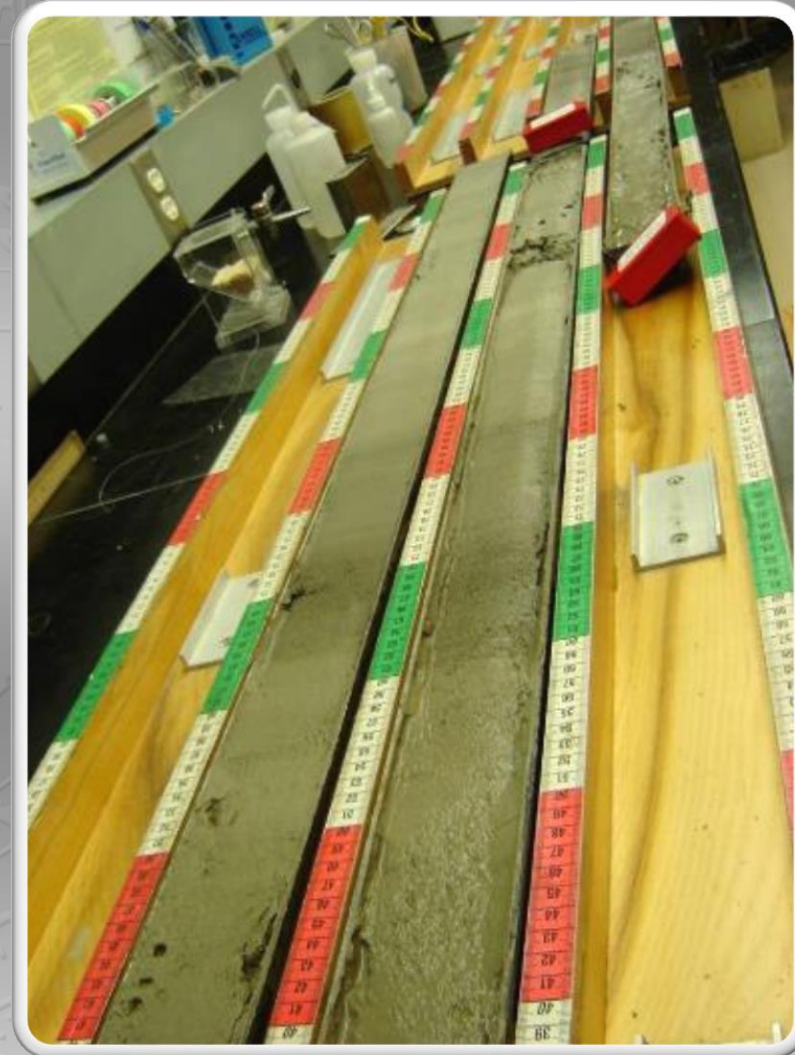
→ Ayudan a descifrar el papel de los trópicos en el cambio climático global (máquina de vapor → control global).

- Todavía faltan muchos estudios vinculando registros de los trópicos y de altas latitudes.

- Pocos lagos neotropicales que poseen sedimentos más antiguos al Holoceno.



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bo/World_map_indicating_tropics_and_subtropics.png/800px-World_map_indicating_tropics_and_subtropics.png



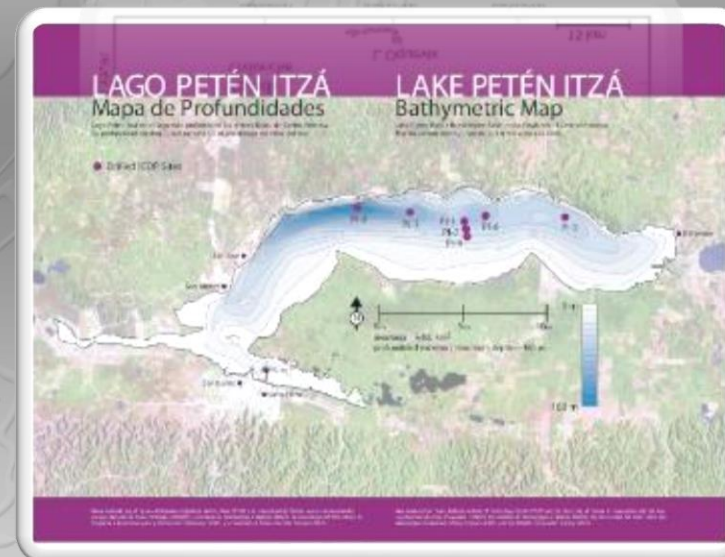
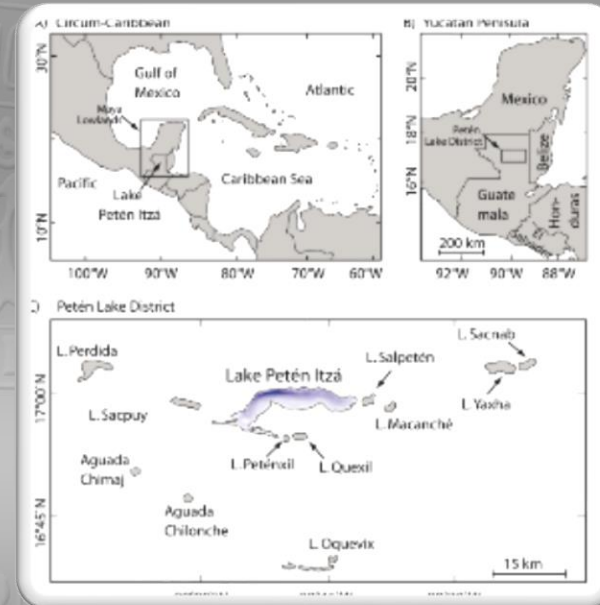
Motivación del proyecto perforaciones Petén Itzá -ostrácodos-

- Pocos estudios sobre los ostrácodos no-marinos del norte de los Neotrópicos.
- Algunos donde se utilizan las valvas de los ostrácodos para determinación de los isótopos de oxígeno y carbono estables (e.g Covich and Stuiver 1974, Hodell et al.), pero...
- ... ningún estudio en todo México, Guatemala, Belize y resto de Centroamérica sobre la autecología de las especies y muy pocos sobre la taxonomía (e.g. Brehm 1939, Furtos 1936).
- Muchos sistemas acuáticos en la región sin datos limnológicos o previos estudios.
- Ningún “training set“ basado en ostrácodo en todo México y Centroamérica para el desarrollo de funciones de transferencia.
- ...



Área de estudio: Lago Petén Itzá, Guatemala

- Ubicado en el distrito central de lagos de Petén, norte de Guatemala.
- Altitud: 120 m snm.
- Área: ~100 km².
- Profundidad: ~165 m.
- Lago superficialmente cerrado.
- Altamente sensible a cambios climáticos (variabilidad en los niveles del lago).
- Nunca se secó (~300 ka, lago antiguo).



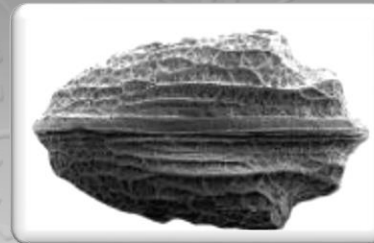
Proyecto paleoclimático y paleoambiental Lago Petén Itzá, Guatemala -Objetivos-



- Reconstruir la historia paleoclimática de las tierras bajas de los Neotrópicos y comparar los resultados con los obtenidos en la cuenca de Cariaco, entre otros).

Ostrácodos:

- Fase 1: Estudio limnológico a lo largo de gradientes climáticos y tróficos y establecer un “training set” basado en las abundancias relativas de ostrácodos no-marinos y variables ambientales.
- Fase 2: Decifrar información climática y ambiental en comunidades de ostrácodos en núcleos de sedimentos extraídos en el Lago Petén Itzá, Guatemala.

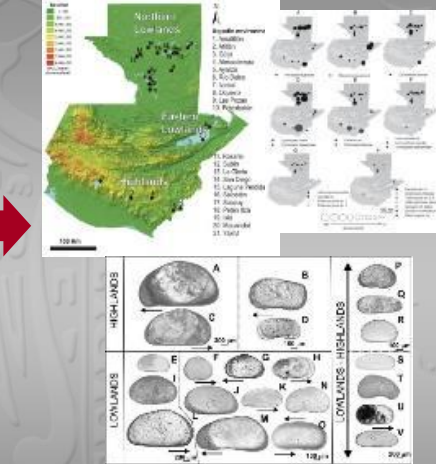


Estudios modernos: limnología, taxonomía, ecología

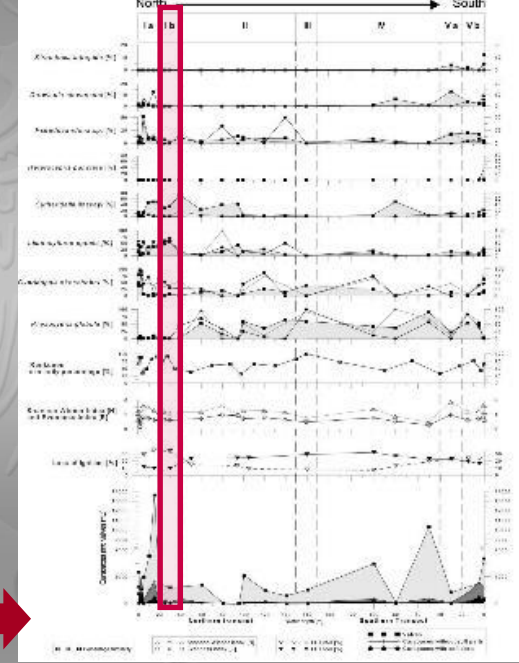
Hydrobiologia, 2011



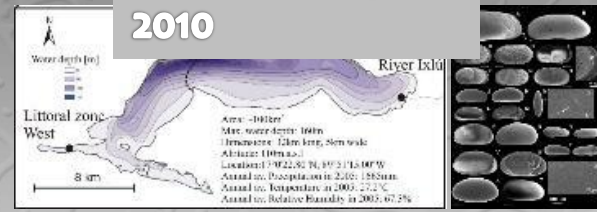
Biodiversidad Guate., 2012



J. Limnology, 2010

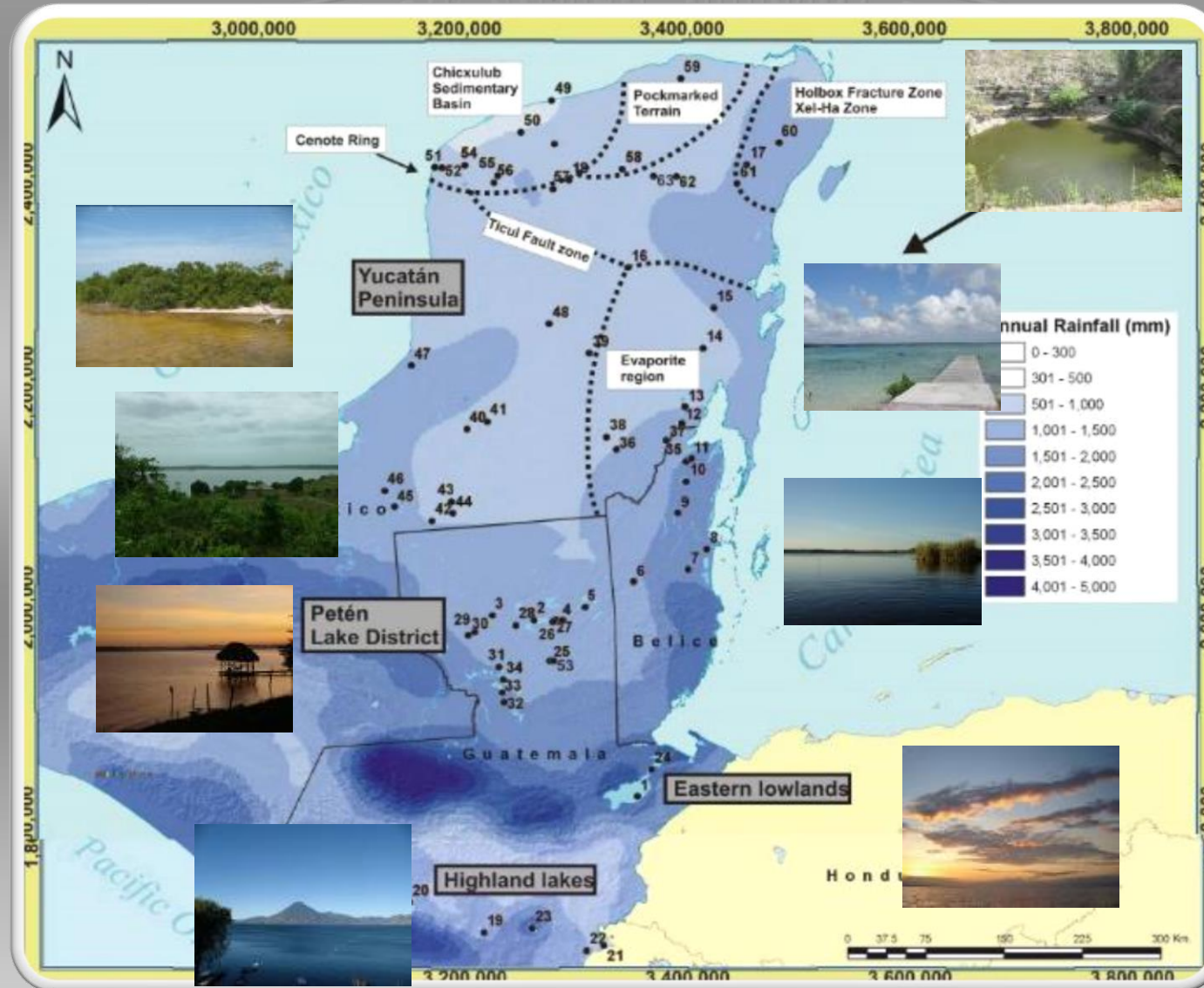


Rev. Biol. Trop., 2010



ACTUAL

Limnología GUA, MEX, BZ

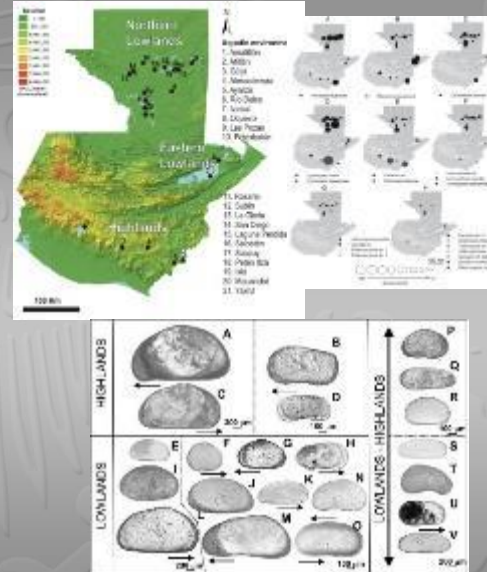


(Pérez et al. 2011)

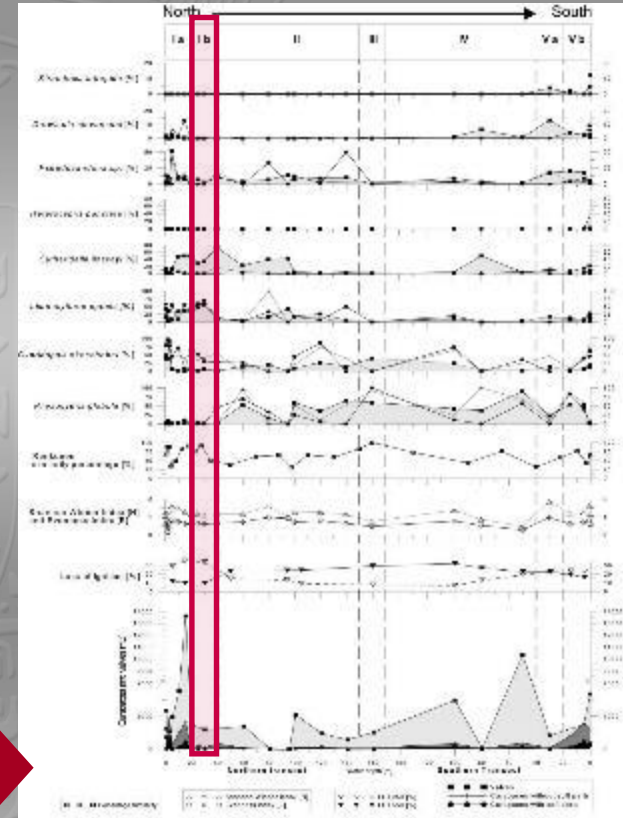
Hydrobiología, 2011



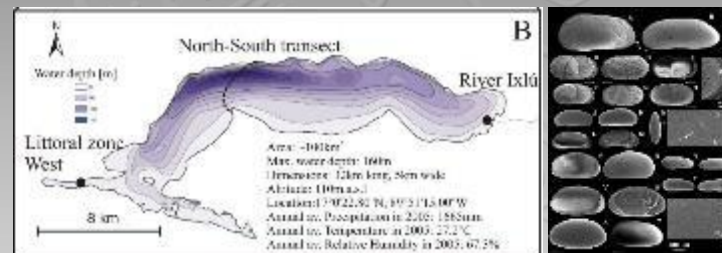
Biodiversidad Guate 2012



J. Limnology, 2010

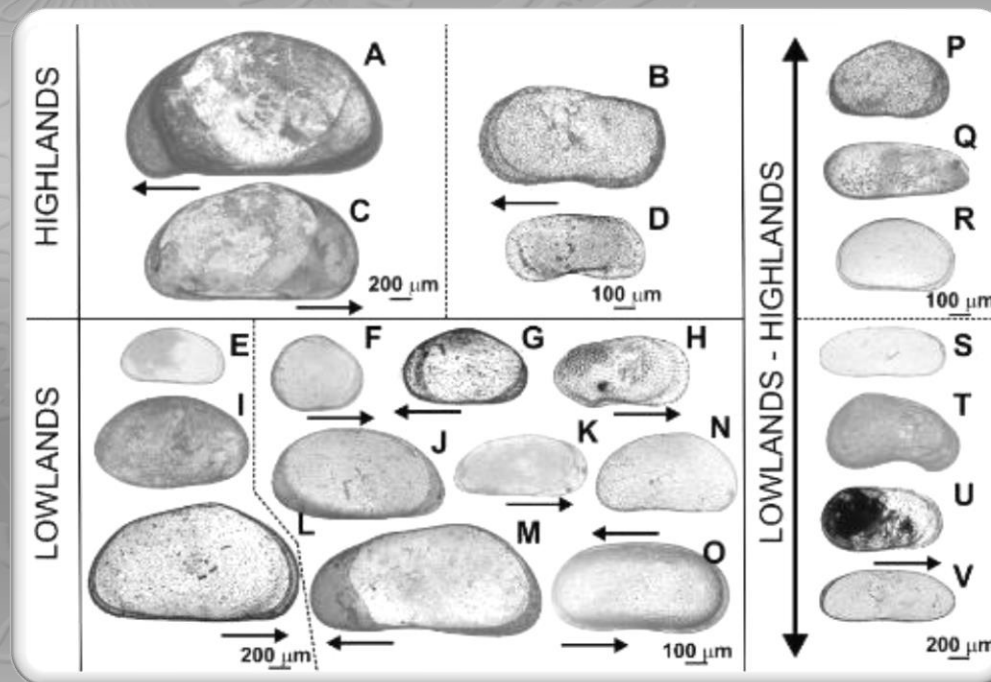
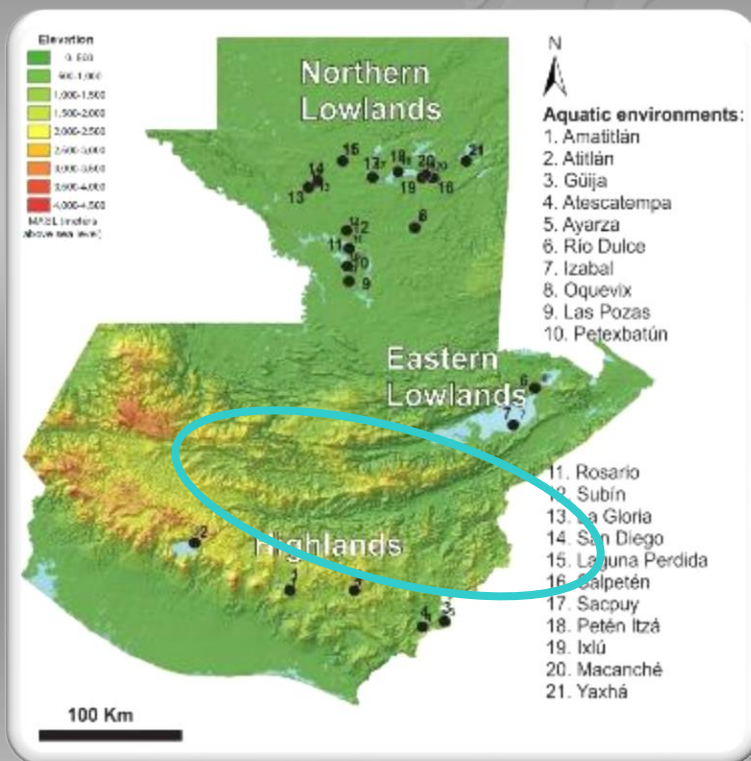


Rev. Biol. Trop., 2010



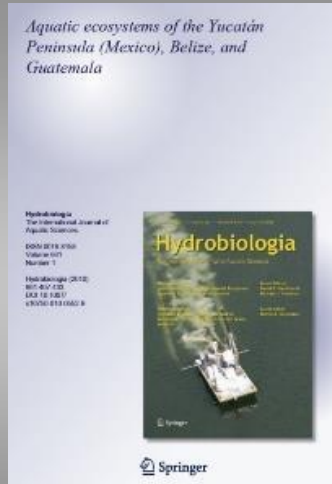
ACTUAL

Distribución de especies

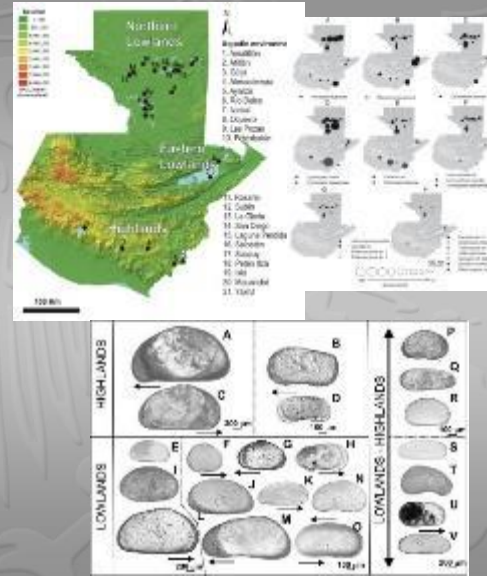


(Pérez et al. 2012)

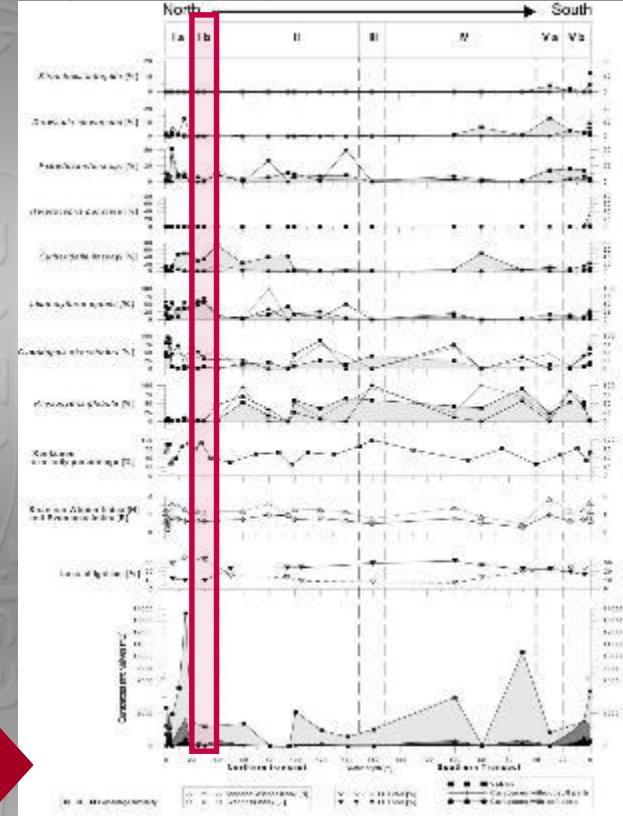
Hydrobiología, 2011



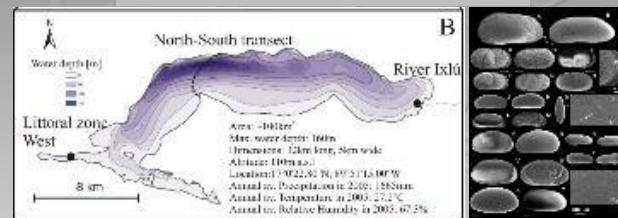
Biodiversidad Guate 2012



J. Limnology, 2010

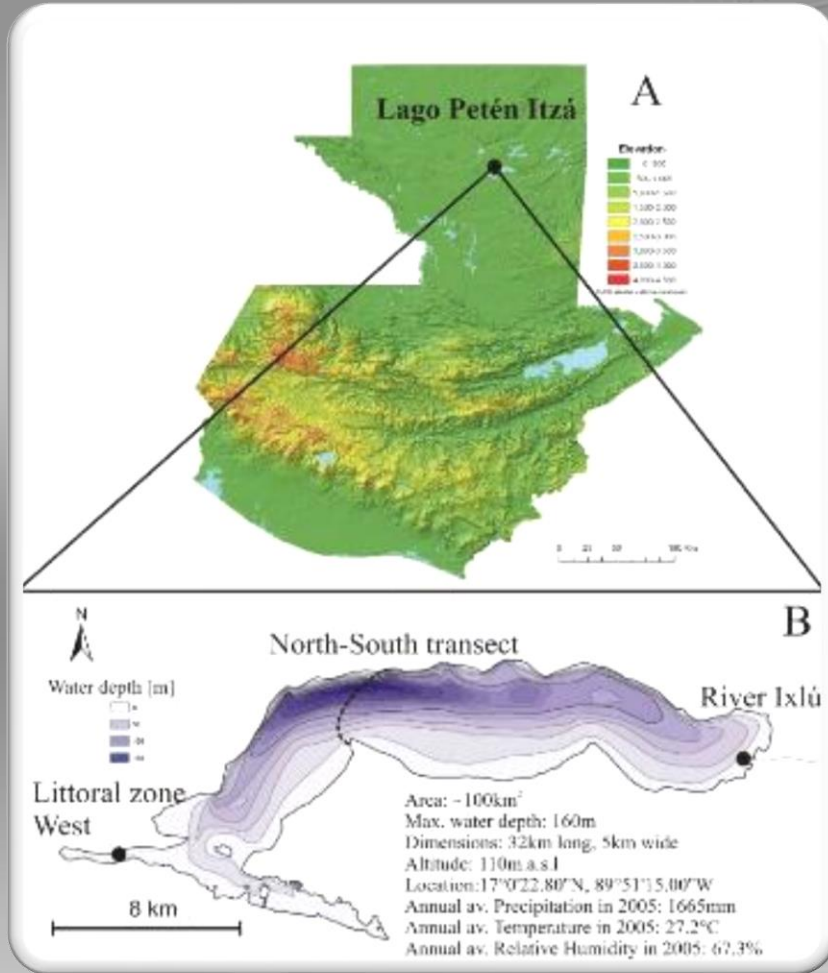


Rev. Biol. Trop., 2010



ACTUAL

Taxonomía consistente (revisión de literatura)



- Once especies
- Sistemática
- Biometría
- Descripción de las especies:
 - Lista breve de sinónimos
 - Material
 - Taxonomía
 - Identificación
 - Tamaño
 - Biología, ecología y distribución geográfica

Brehm 1932, 1939	Ferguson 1964	Goulden 1966	Deevey et al. 1980	Curtis et al. 1998	Rosenmeier et al. 2002b	Hillesheim et al. 2005	This study
		<i>C. rhomboidea</i>		<i>C. vidua</i> <i>C. ilosvayi</i>	<i>C. ilosvayi</i>		<i>Candonocypris serratomarginata?</i> <i>Cypretta brevisaepta?</i> <i>Cypridopsis okeechobei</i> <i>Cytheridella ilosvayi</i> <i>Darwinula stevensoni</i> <i>Heterocypris punctata</i>
<i>L. opesta</i> <i>Cypria pelagica</i>	<i>C. petenensis</i>	<i>L. opesta</i>	<i>C. petenensis</i>	<i>H. punctata</i> <i>Limnocythere</i> sp. <i>Physocypris</i> sp. <i>Candona</i> sp.		<i>Limnocythere</i> sp.	<i>Limnocythere opesta</i> <i>Physocypris globula</i> <i>Pseudocandona</i> sp. <i>Stenocypris major</i> <i>Strandesia intrepida</i> ? (Not found)
<i>Dolerocypris maya</i>							

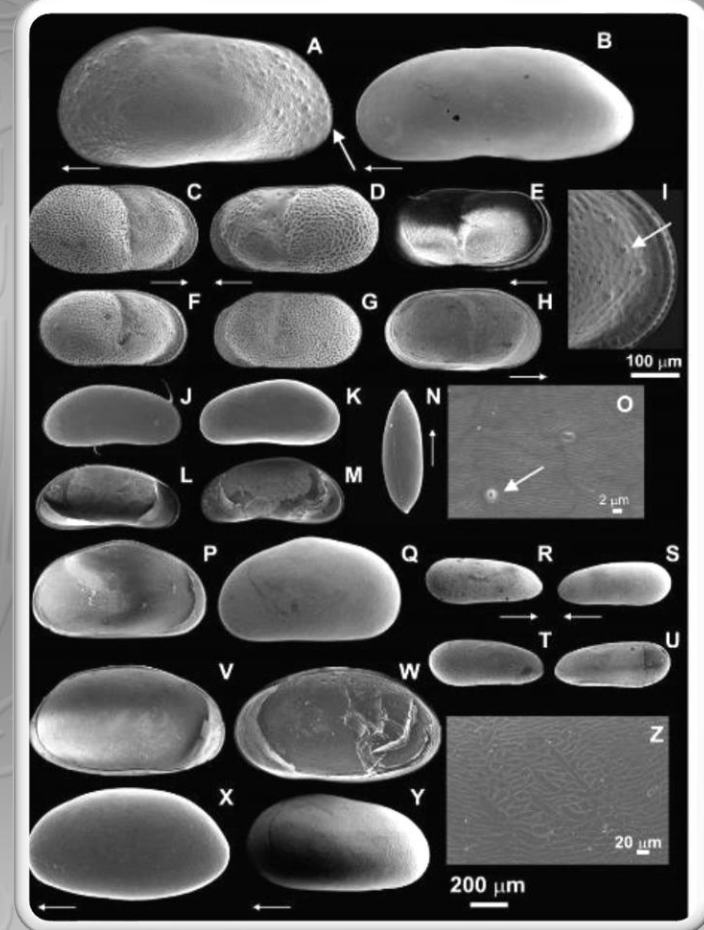
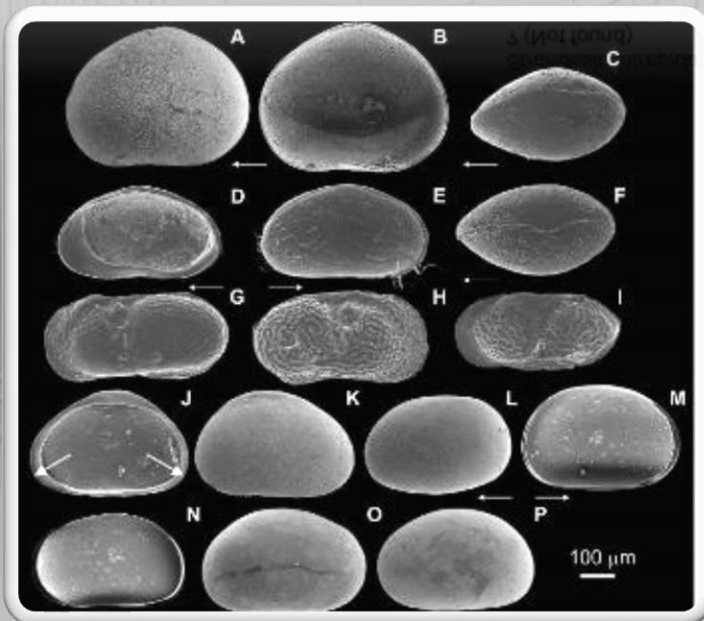
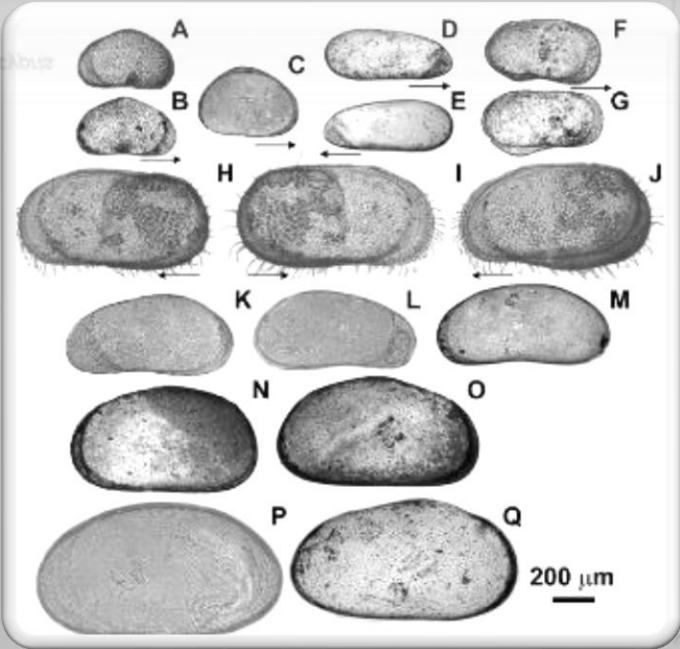


TABLE 1
Biometric characteristics of adult ostracodes from Lago Petén Itzá

Species	Sex	Valve	Length (µm)	Height (µm)	n
<i>Candonocypris serratomarginata?</i>	?	RV	---	---	---
		LV	1700-1762	900-912	2
<i>Cypretta brevisaepta?</i>	?	RV	538-667	404-520	3
		LV	588	452	1
<i>Cypridopsis okeechobei</i>	Female	RV	495-540	284-303	19
		LV	507-535	288-300	10
	Male	RV	495-528	275-289	20
		LV	493-506	284-300	17
<i>Cytheridella ilosvayi</i>	Female	RV	785-980	394-513	29
		LV	770-957	396-515	26
	Male	RV	660-787	347-406	25
		LV	634-745	343-396	23
<i>Darwinula stevensoni</i>	Female	RV	611-707	228-278	28
		LV	587-672	221-273	29
<i>Heterocypris punctata</i>	Female	RV	---	---	---
		LV	1007-1063	573-624	4
	Male	RV	999-1050	552-586	5
		LV	1020-1068	579-612	3
<i>Limnocythere opesta</i>	Female	RV	446-492	230-254	25
		LV	449-512	230-260	25
	Male	RV	486-545	228-263	27
		LV	492-550	229-266	29
<i>Physocypris globula</i>	Female	RV	505-649	324-449	29
		LV	504-667	320-446	28
	Male	RV	514-556	320-329	7
		LV	498-565	364-307	21
<i>Pseudocandona</i> sp.	Female	RV	621-720	269-310	17
		LV	603-722	273-321	15
	Male	RV	692-807	312-369	19
		LV	696-837	320-393	25
<i>Stenocypris major</i>	Female?	RV	1193-1482	516-618	2
		LV	---	---	---
<i>Strandesia intrepida</i>	Female?	RV	1082-1158	628-664	4
		LV	1026-1145	555-613	2
	Male	RV	1042	590	1
		LV	1054	587	

RV: Right valve; LV: Left valve. Species are presented in alphabetical order.

***Cytheridella ilosvayi* Daday, 1905**

(Fig. 2C-I; Fig. 4H-J)

*1905 *Cytheridella ilosvayi* n. sp. Daday - Daday: Text 262-267, Figs. 371, Plate 17, Fig. 15-28; plate 18, Fig. 1-11.

For synonymies see:

- Purper 1974: *Cythereis ilosvayi* (Daday) Müller, 1912; *Cytheridella ilosvayi* Daday, Klie, 1930; *Onychocythere alosa* Tressler, 1939, *Metacypris?* sp. Bold, 1958; *Cytheridella* sp. (Bold 1958) Pinto & Sanguinetti, 1962; *Cytheridella ilosvayi* Daday, Pinto & Sanguinetti, 1962; *Metacypris ometepensis* Swain & Gilby, 1964.

- Martens & Behen 1994: *Metacypris ometepensis* n. sp. Swain & Gilby, 1965; *Cytheridella ometepensis* (Swain & Gilby, 1965), Swain & Gilby, 1970.

Material: We found several hundred articulated valves and fewer carapaces. Only a few ostracodes were found with well-preserved soft parts. Ostracodes were recovered from surface sediments collected across a north-south transect from the littoral zone to a maximum depth of 160m. We collected more valves in the northern part of the lake.

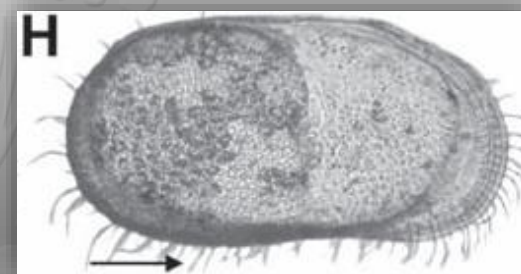
Taxonomy: The species is widely distributed throughout the American continent. It has thus been studied in great detail and there are abundant publications providing descriptions, drawings and photographs of valves, carapaces and soft parts (Löffler 1961, Purper 1974, Würdig 1983).

Identification: Daday 1905.

Size: The species displays sexual dimorphism. Females are rounder and males are slightly smaller (Table 1).

Biology, ecology and geographic distribution:

This species is primarily neotropical. It is distributed in South and Central America and the Caribbean islands; Brazil, Chile, Cuba, Nicaragua, Paraguay, Trinidad and Venezuela (Martens & Behen 1994). We collected the species in other lakes of the Yucatán Peninsula as well: Perdida, Macanché, Yaxhá (Guatemala), Almond Hill and Crooked Tree Lagoons (Belize), and Milagros, Bacalar, Ocom, Chichancanab and Yalahau (México). We found that *C. ilosvayi* prefers waters with conductivity <5960 μ S/cm and salinity <3.2‰, and tolerates relatively high concentrations of sulfate, up to 2300mg/L. The species was found in waters with temperatures >20°C and was distributed in Lago Petén Itzá from the littoral zone to the base of the thermocline (~40m). Surface sediment samples collected in November 2005 from Lago Petén Itzá contained few carapaces of *C. ilosvayi* with soft parts. Instead, samples contained mainly valves, which were more abundant in the northern part of the lake. Samples retrieved in February and March 2008 had both carapaces and soft parts, mostly from females. It is a benthic species, and is more abundant in the lake's northern basin. Many living adult ostracodes were found in Lago Petén Itzá's Río Ixlú tributary, a small river with aquatic plants and slow current.

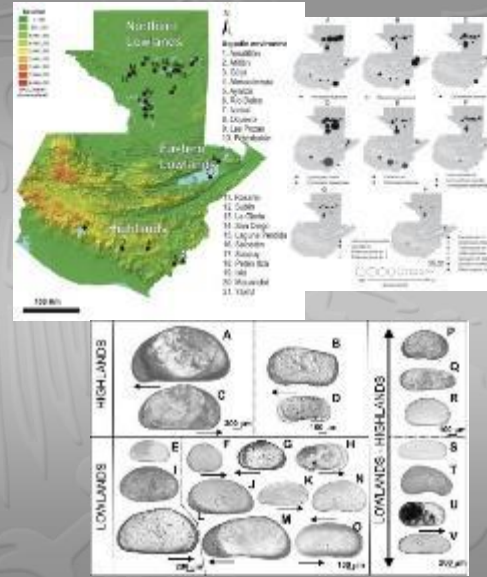


Estudios modernos: limnología, taxonomía, ecología

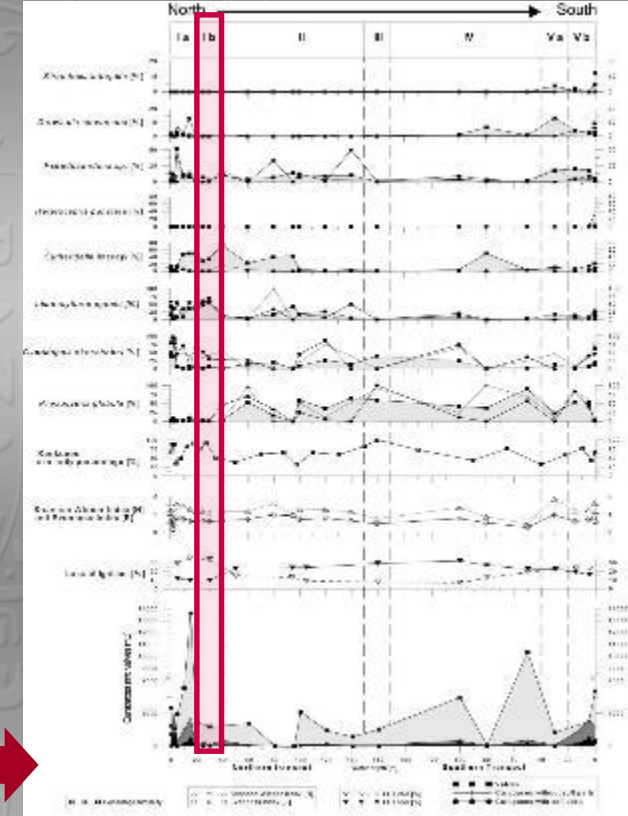
Hydrobiología, 2011



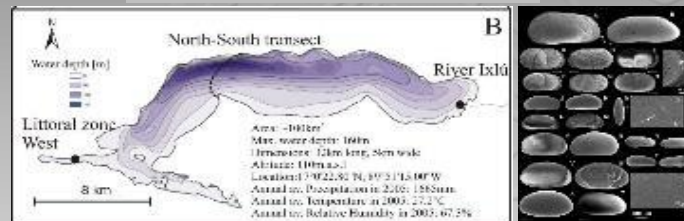
Biodiversidad Guate 2012



J. Limnology, 2010



Rev. Biol. Trop., 2010



ACTUAL

Ecología ostrácodos Petén Itzá, Guatemala

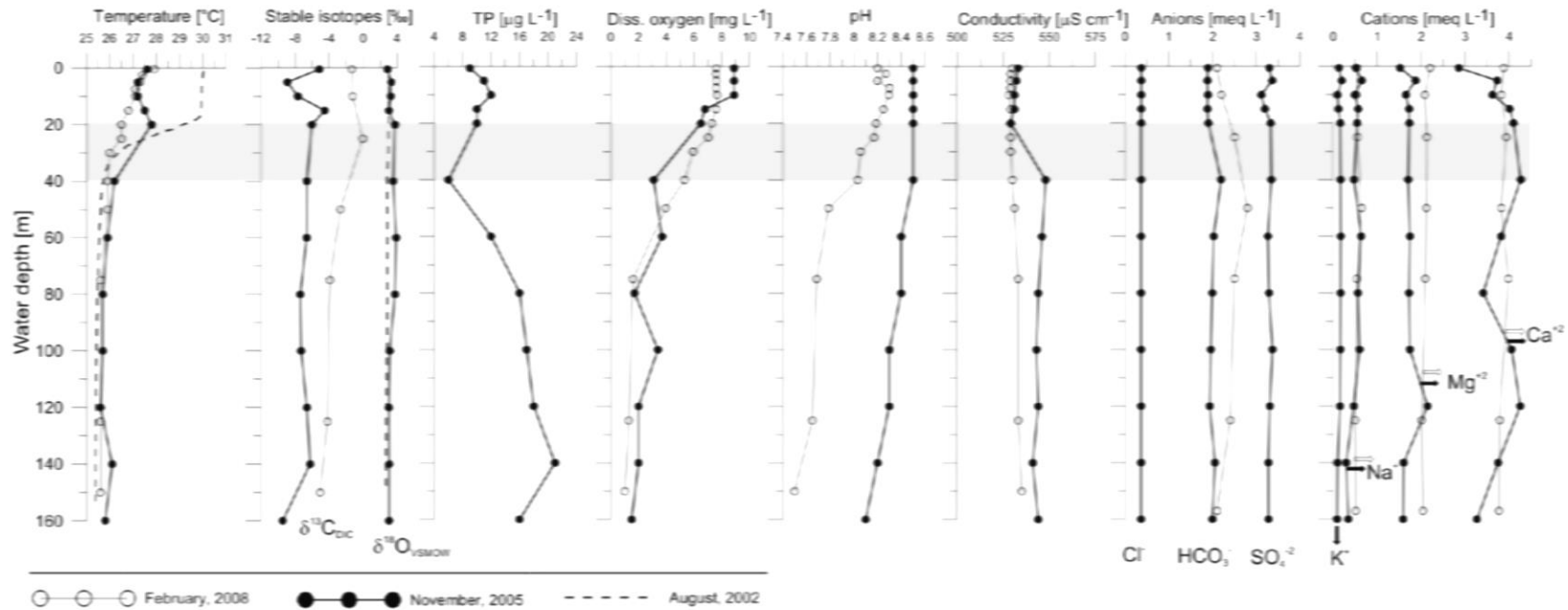
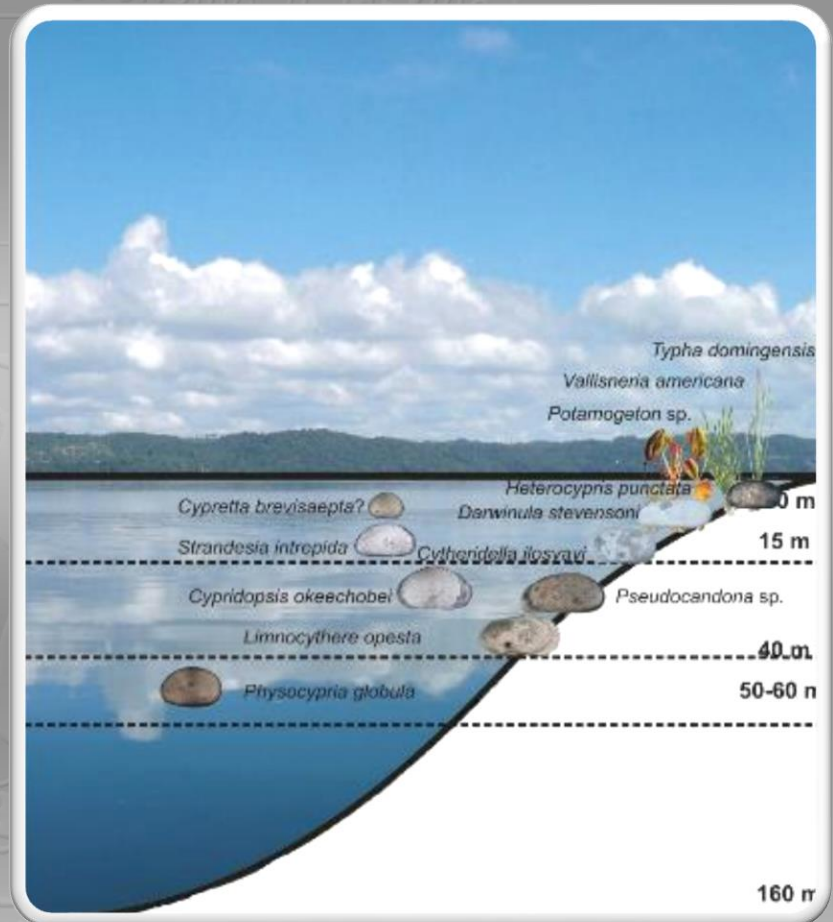
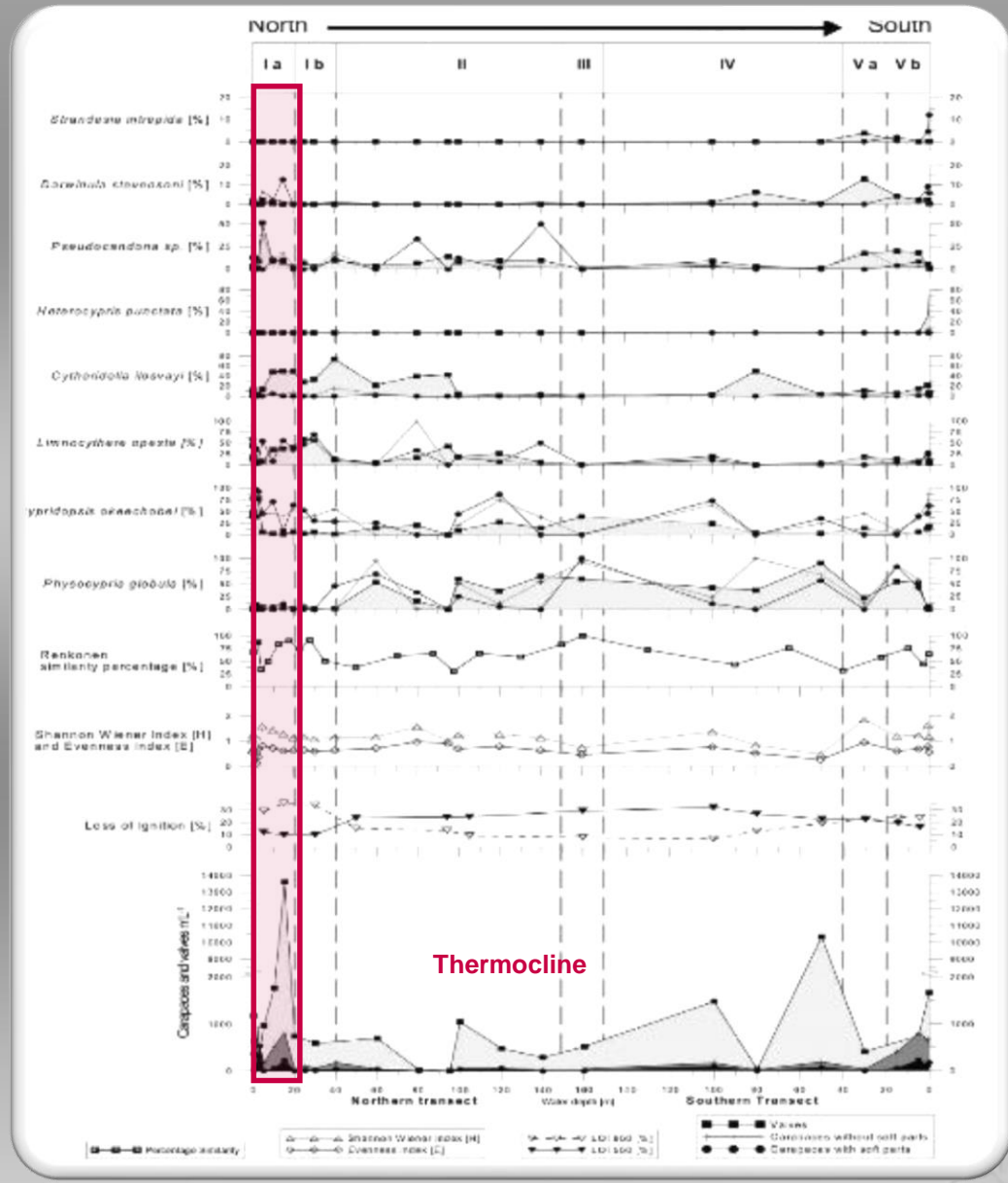
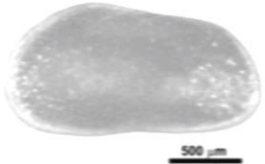
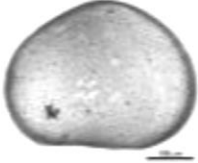
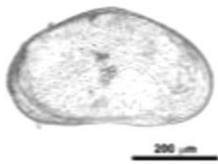


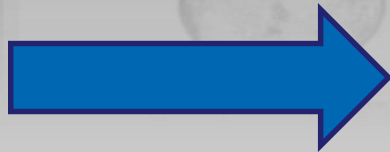
Fig. 2. Physical and chemical variables determined in a vertical water column profile at the deepest point of Lago Petén Itzá, Guatemala (November, 2005 and February, 2008). Grey bar at 20-40 m water depth indicates the location of the thermocline. Dashed lines show temperatures and $\delta^{18}\text{O}$ values reported by Hillesheim *et al.* (2005) for August 2002.

lines show temperatures and $\delta^{18}\text{O}$ values reported by Hillesheim *et al.* (2005) for August 2002. Dashed lines show temperatures and $\delta^{18}\text{O}$ values reported by Hillesheim *et al.* (2005) for August 2002. Dashed lines show temperatures and $\delta^{18}\text{O}$ values reported by Hillesheim *et al.* (2005) for August 2002.



Tab. 4. Most important ecological preferences of Lago Petén Itzá's ostracodes and their application for paleoreconstructions.

Species	Ecological preferences	Application for paleoreconstructions
<p><i>Candonocypris serratomarginata?</i></p> 	Nektobenthonic. Prefers running shallow waters (1 m).	Indicator of shallow running waters.
<p><i>Cypretta brevisaepta?</i></p> 	Nektobenthonic. Single valves found at 15 m water depth.	Indicator of warm waters, and water depths above thermocline (?).
<p><i>Cypridopsis okeechobei</i></p> 	Nektobenthonic. Displays a high hydrochemical tolerance, and prefers calm waters. Valves were collected at all water depths. Living specimens collected no deeper than 40 m. More dominant in the littoral zones with rich vegetation.	If one of the dominant species in the species assemblage, could indicate stressful environment for other species and waters no deeper than 40 m.



Aumentar número lagos: mejor conoc. ecología
Taxonomía integrativa: molecular-morfológico- ecológico

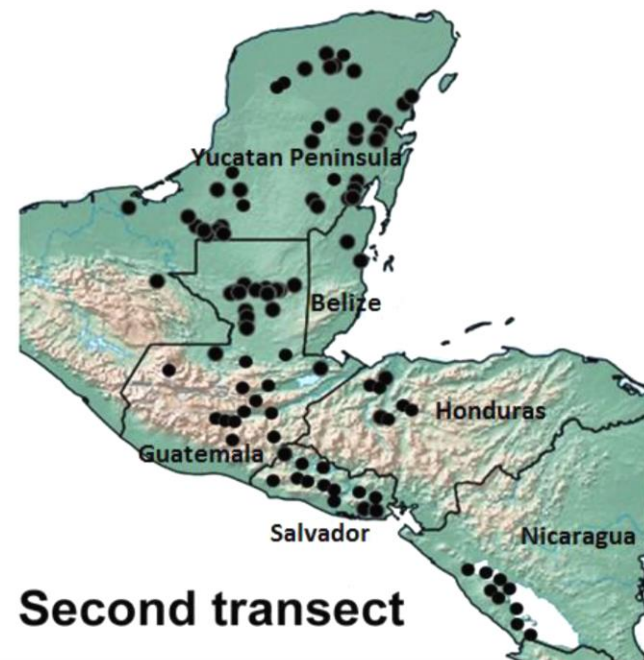
Sets de calibración: centro de México → Lago Chalco Península de Yucatán → Lago Petén Itzá

Training set centro de México
n=28
-Lago Chalco (~800 mil años)

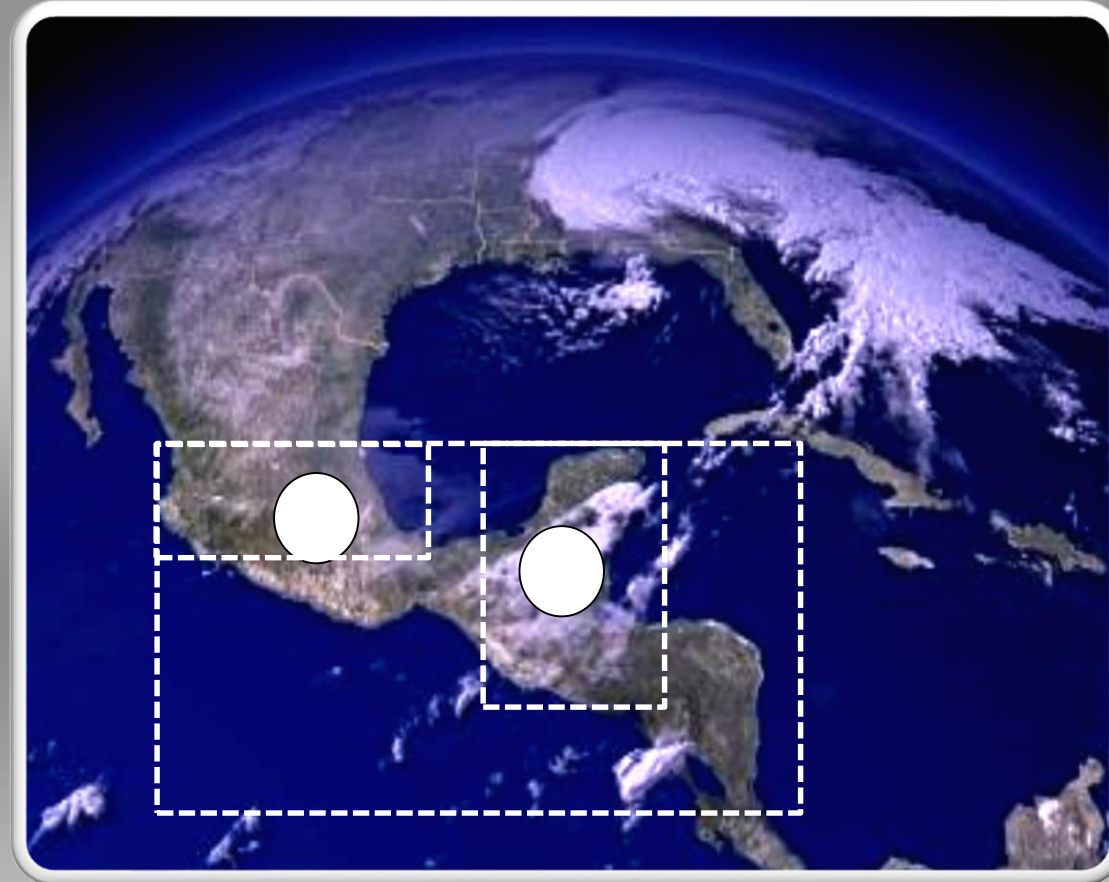
Training set
Península Yucatán (MEX, BZ, GUA)
Lagos, lagunas, estanques, ríos,
cenotes, lagunas costeras
n=63
- Lago Petén Itzá (~200 mil años)

Antes del 2013:
91 Cuerpos de agua
2 lagos antiguos

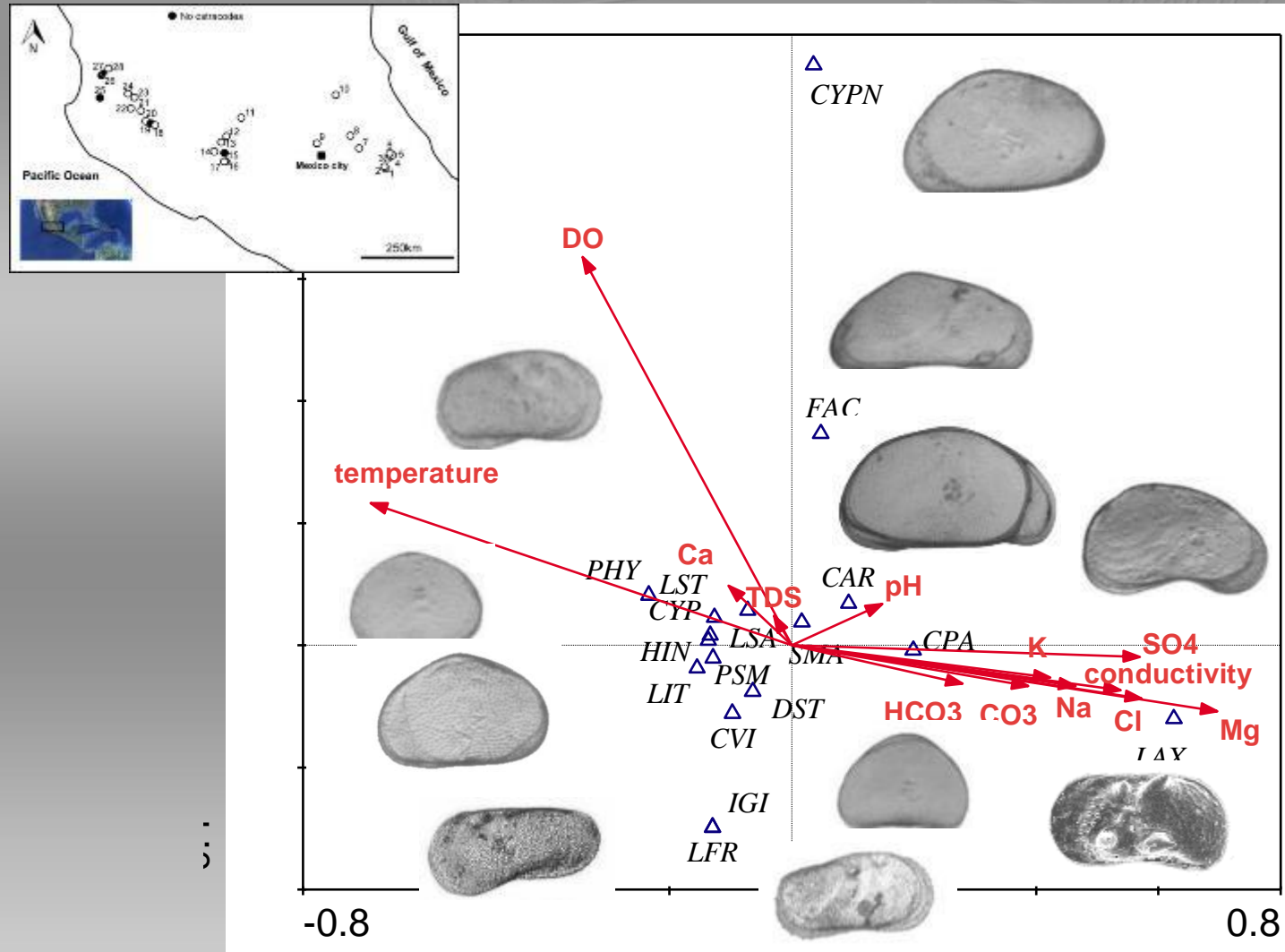
Después del 2013:
100 cuerpos de agua adicionales
2 lagos antiguos



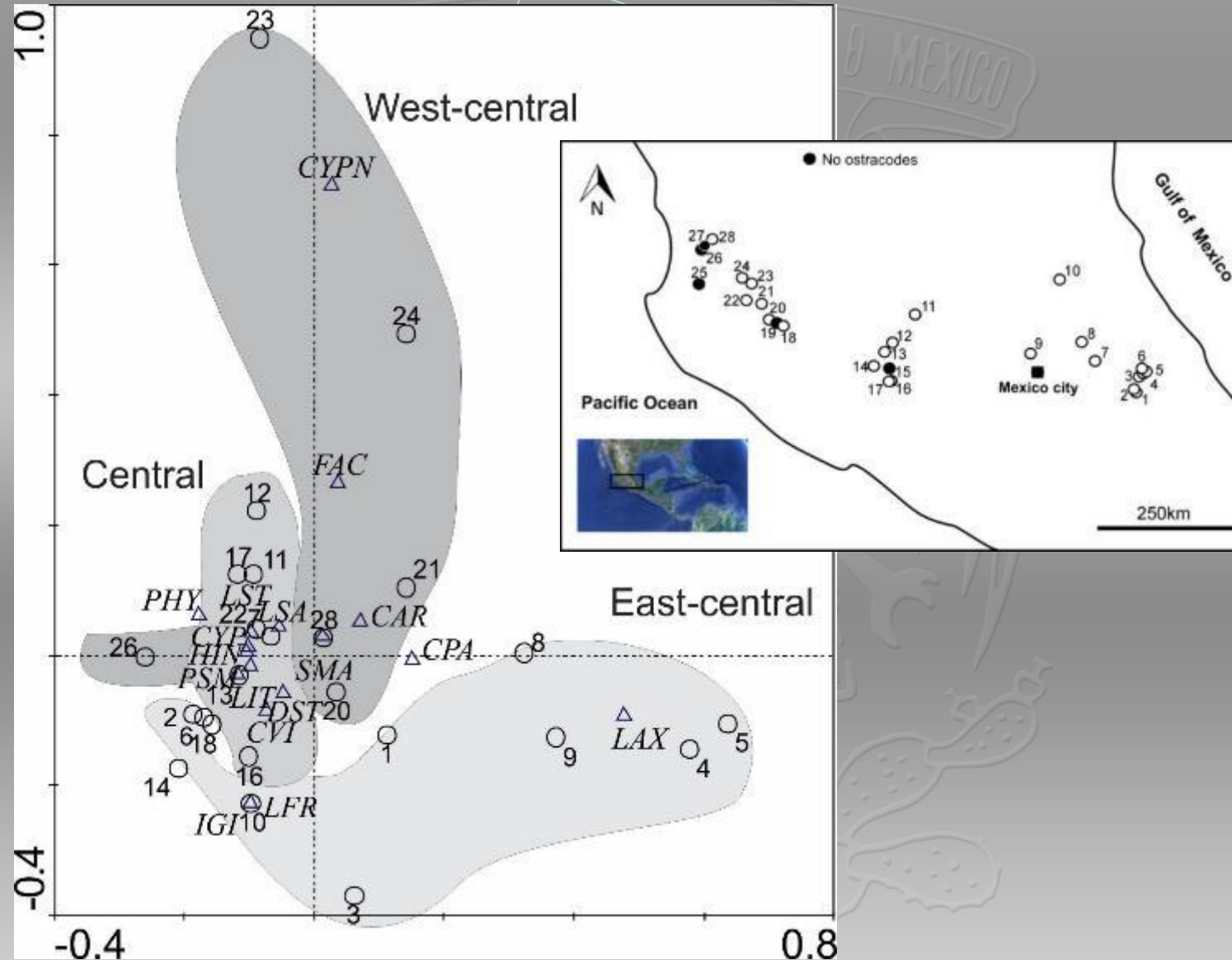
Área de estudio actual: 11-21°N



Training set centro de México: Variables ambientales y especies (CCA)

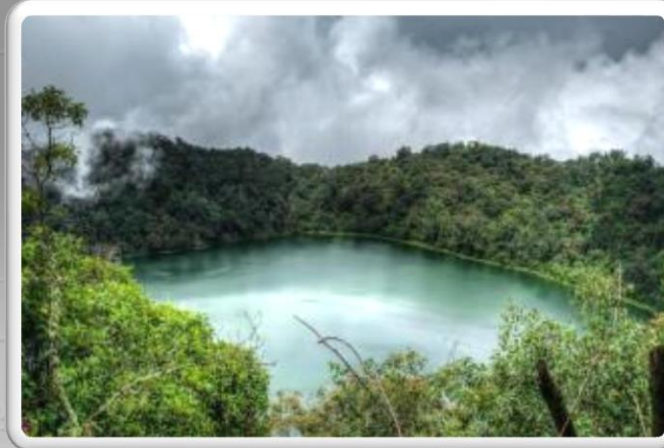
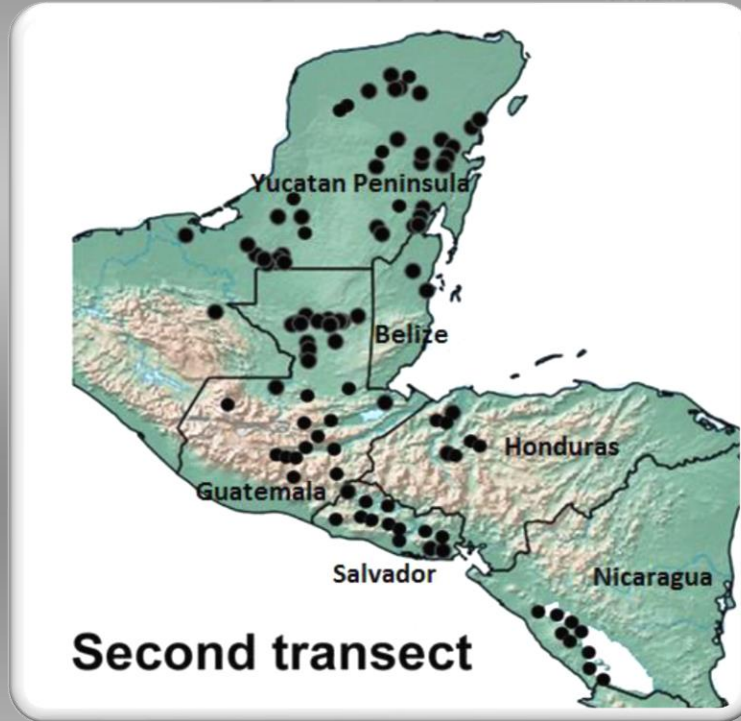


Biplot: sitios y especies



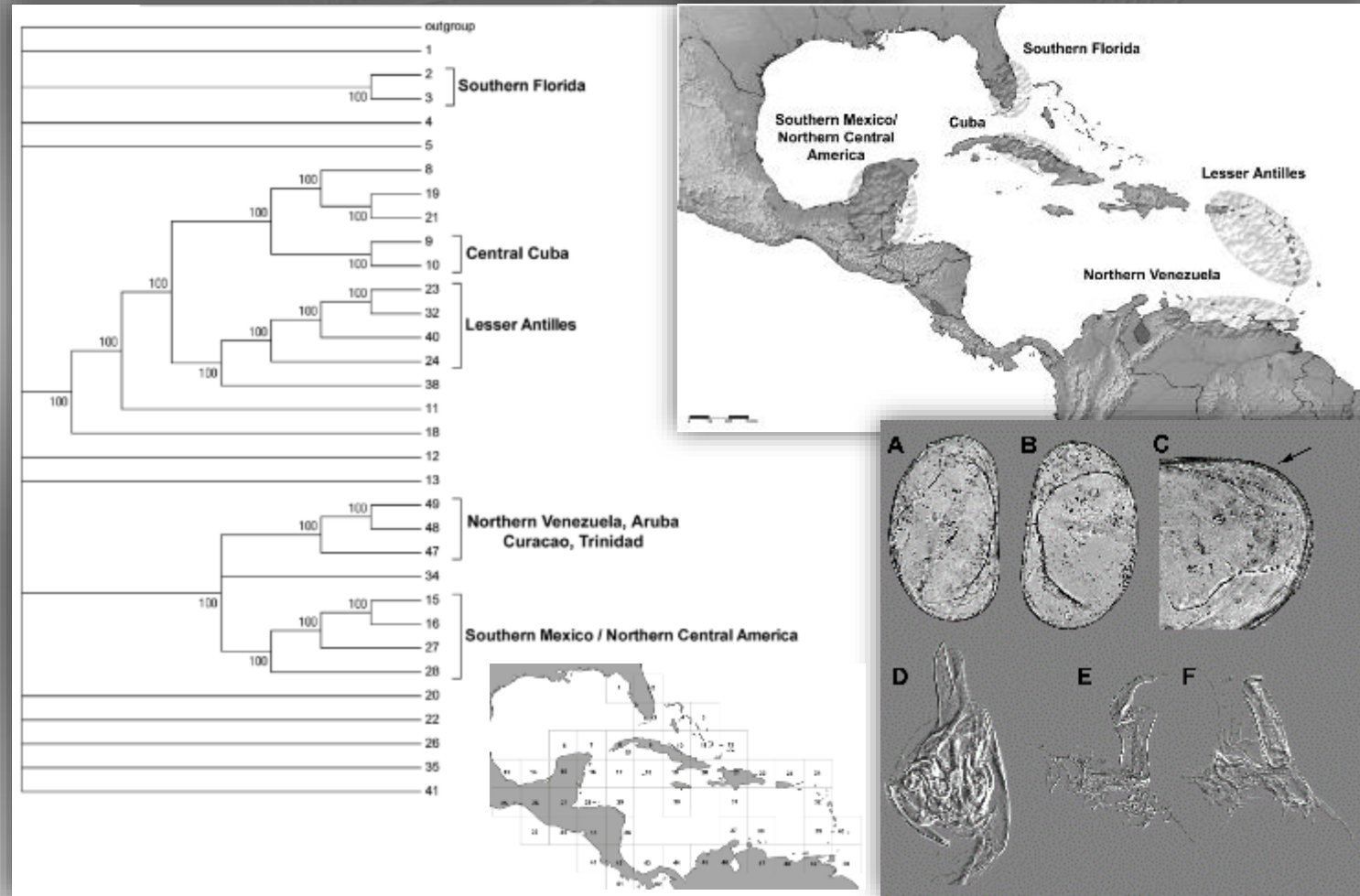
Extensión del área de estudio: 11-19°N, 85-91°O

Antes del 2013:
63+28=91 Cuerpos de agua
2 lagos antiguos



Después del 2013:
110 cuerpos de agua **adicionales**
2 lagos antiguos y múltiples núcleos cortos

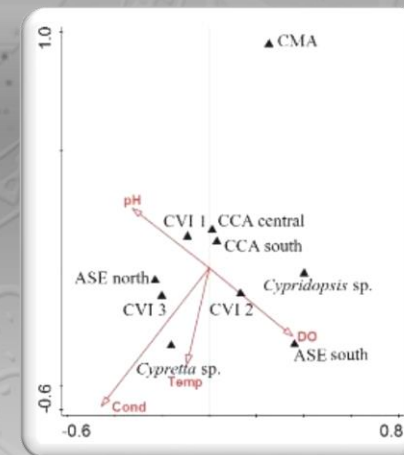
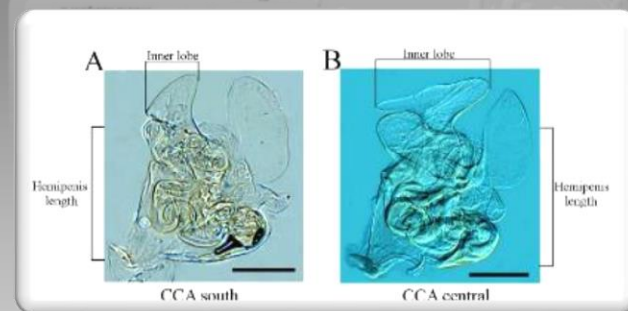
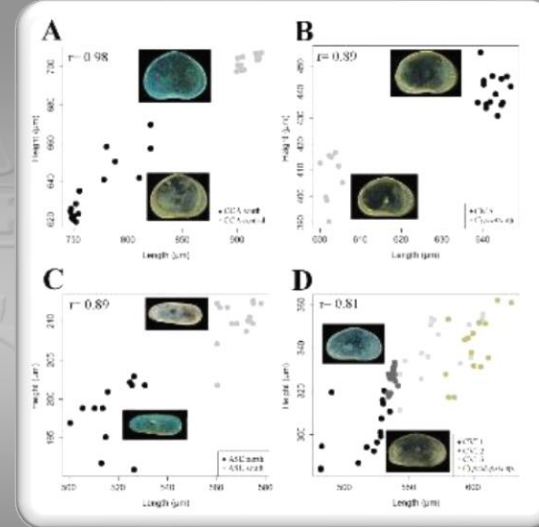
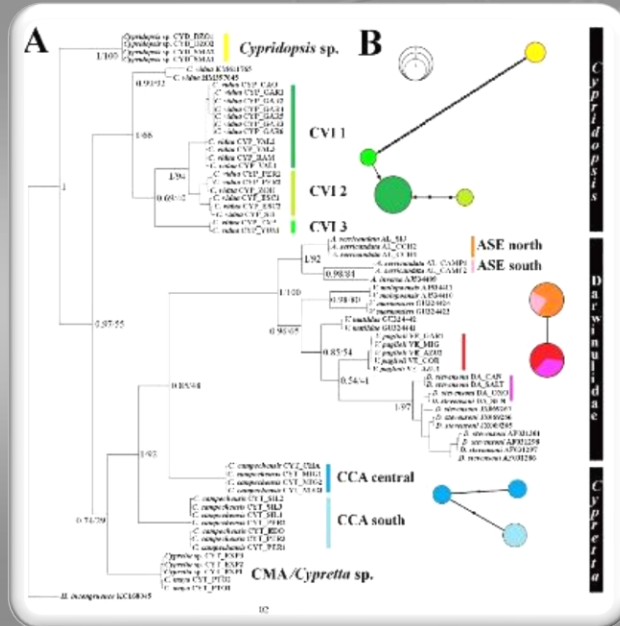
Revisión de la fauna neotropical-caribe de ostrácodos no-marinos : identificando áreas de endemismo y evaluando afinidades biogeográficas



Análisis de Parsimonia de endemismos (Morrone 1994, 2014), 285 spp.

(Cohuo et al. 2017)

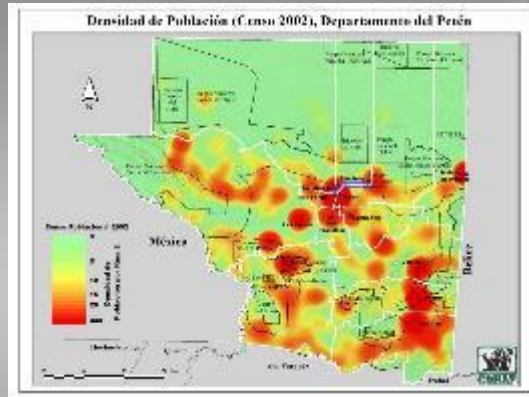
Integrative taxonomy of freshwater ostracodes (Crustacea: Ostracoda) of the Yucatán Peninsula, implications for paleoenvironmental reconstructions in the northern Neotropical region



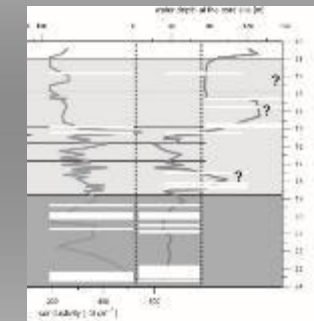
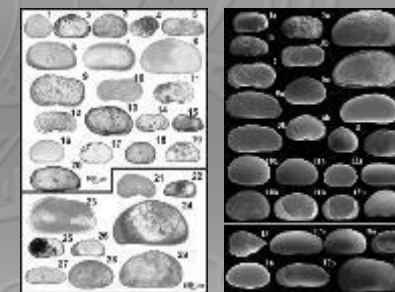
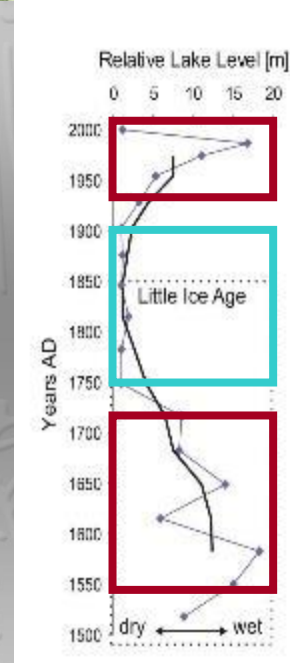
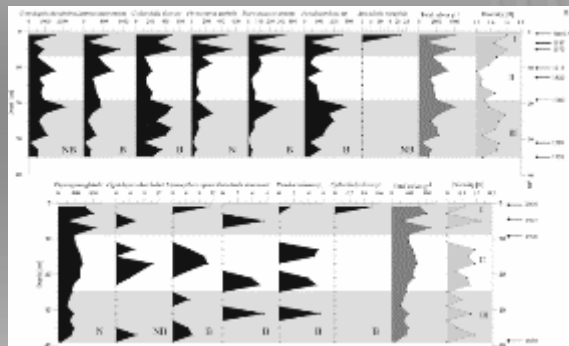
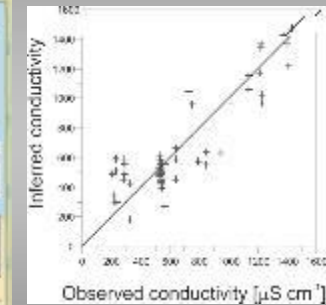
Macario et al. 2018

Estudios paleoambientales Lago Petén Itzá

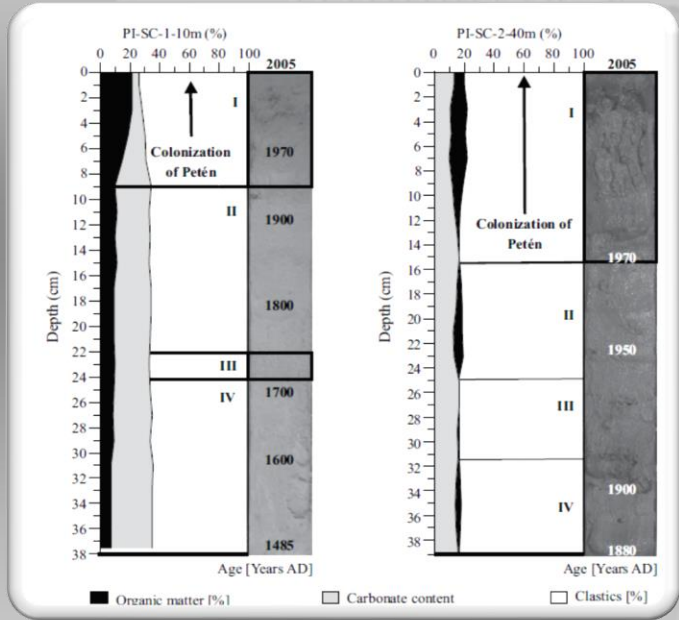
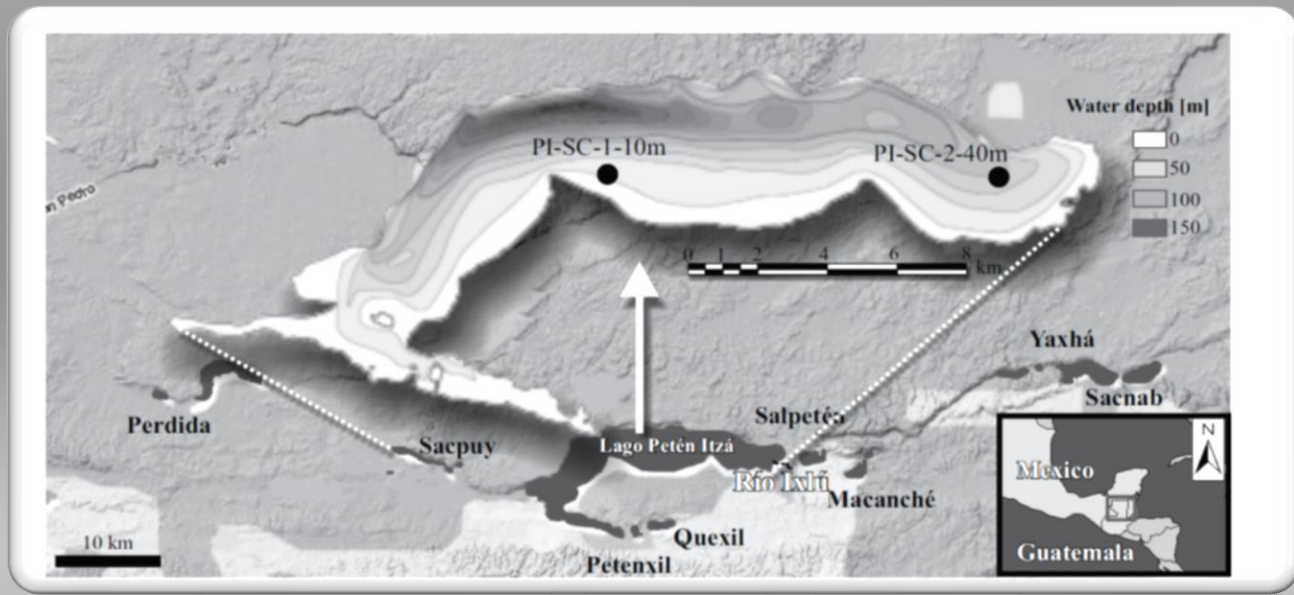
Rev. Mexicana de Ciencias Geológicas, 2010



JOPL, 2011



PALEO



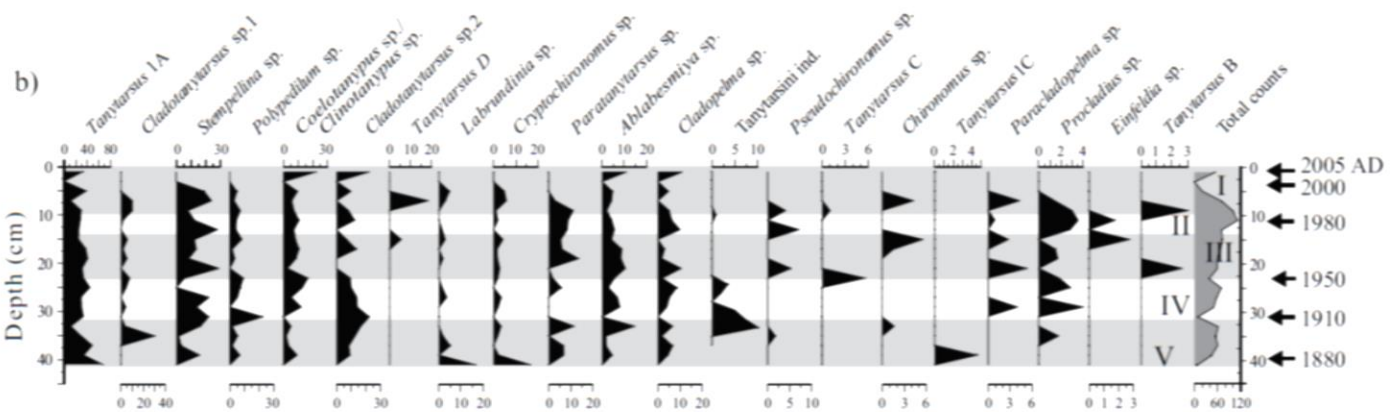
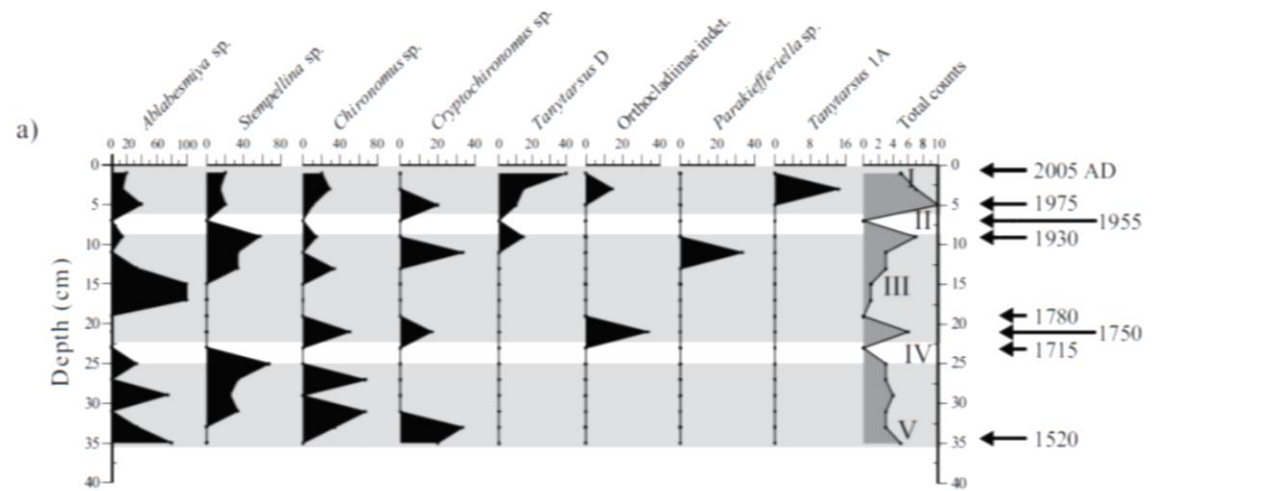
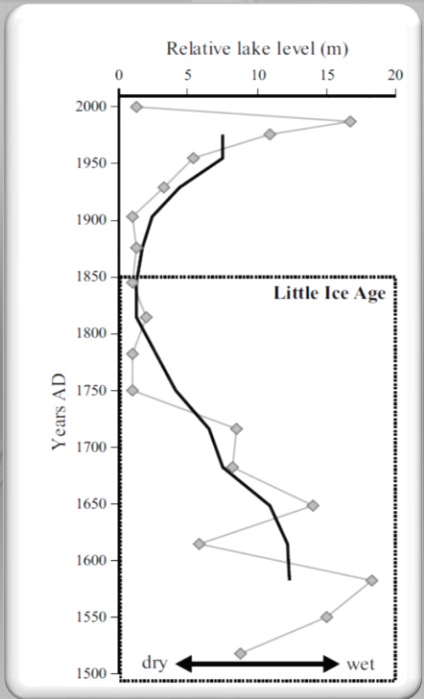
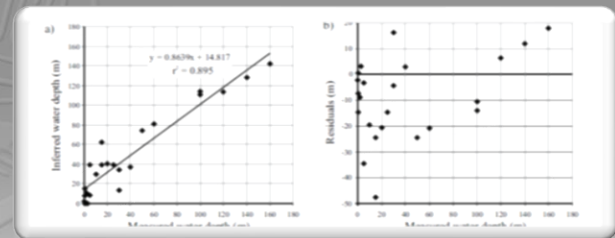
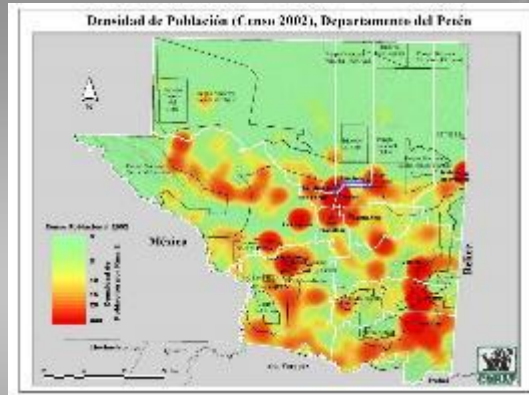


Figure 7. Chironomid species assemblages and total counts in short core (a) PI-SC-1-10m and (b) PI-SC-2-40m.

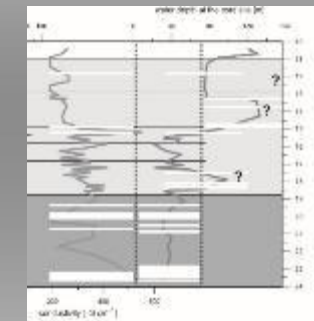
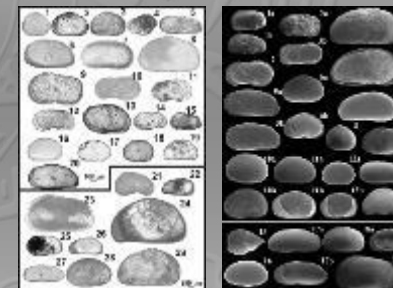
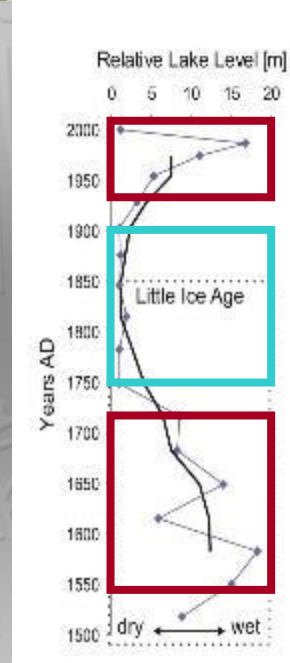
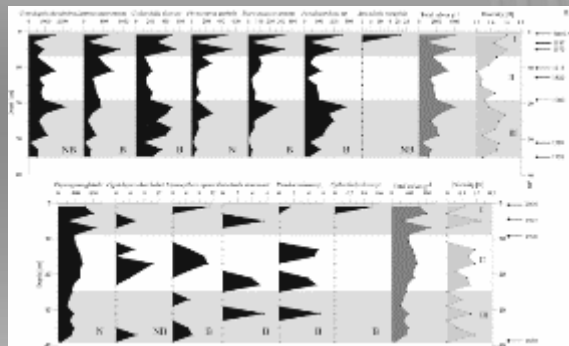
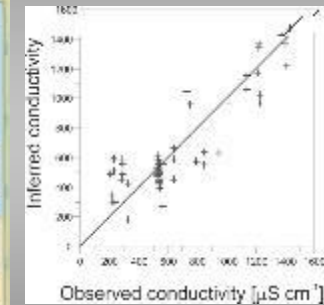


Estudios paleoambientales Lago Petén Itzá

Rev. Mexicana de Ciencias Geológicas, 2010



JOPL, 2011



PALEO

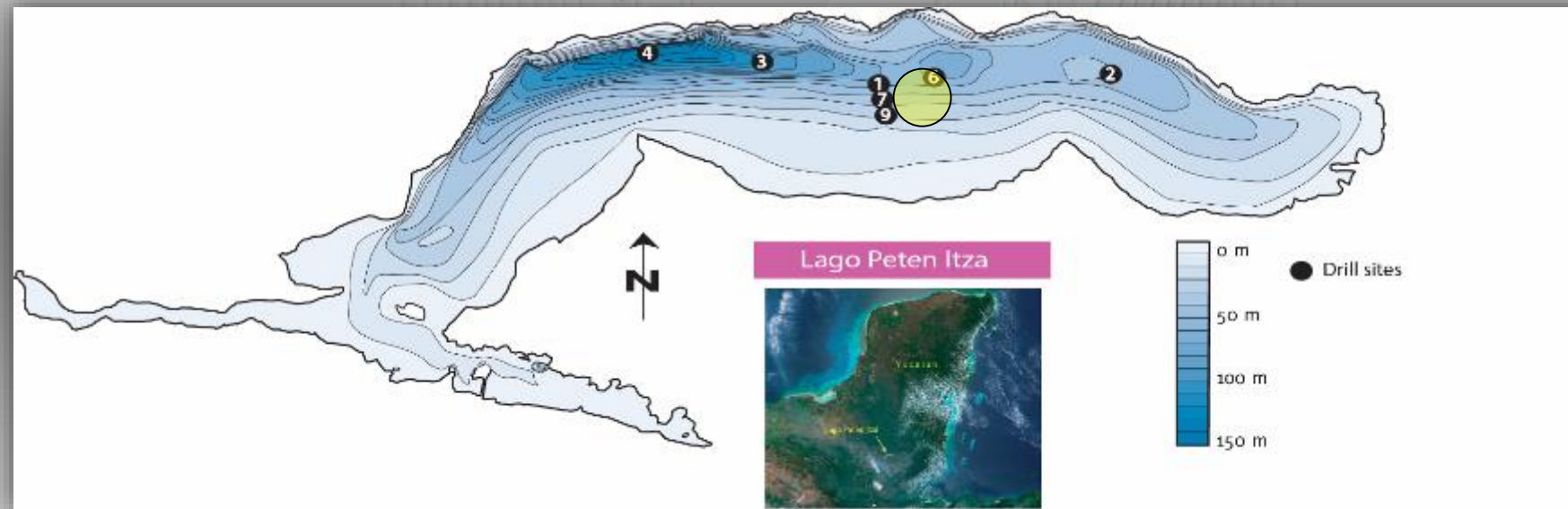
Perforaciones lago Petén Itzá, Guatemala GLAD 800

(Global Lake Drilling Platform)

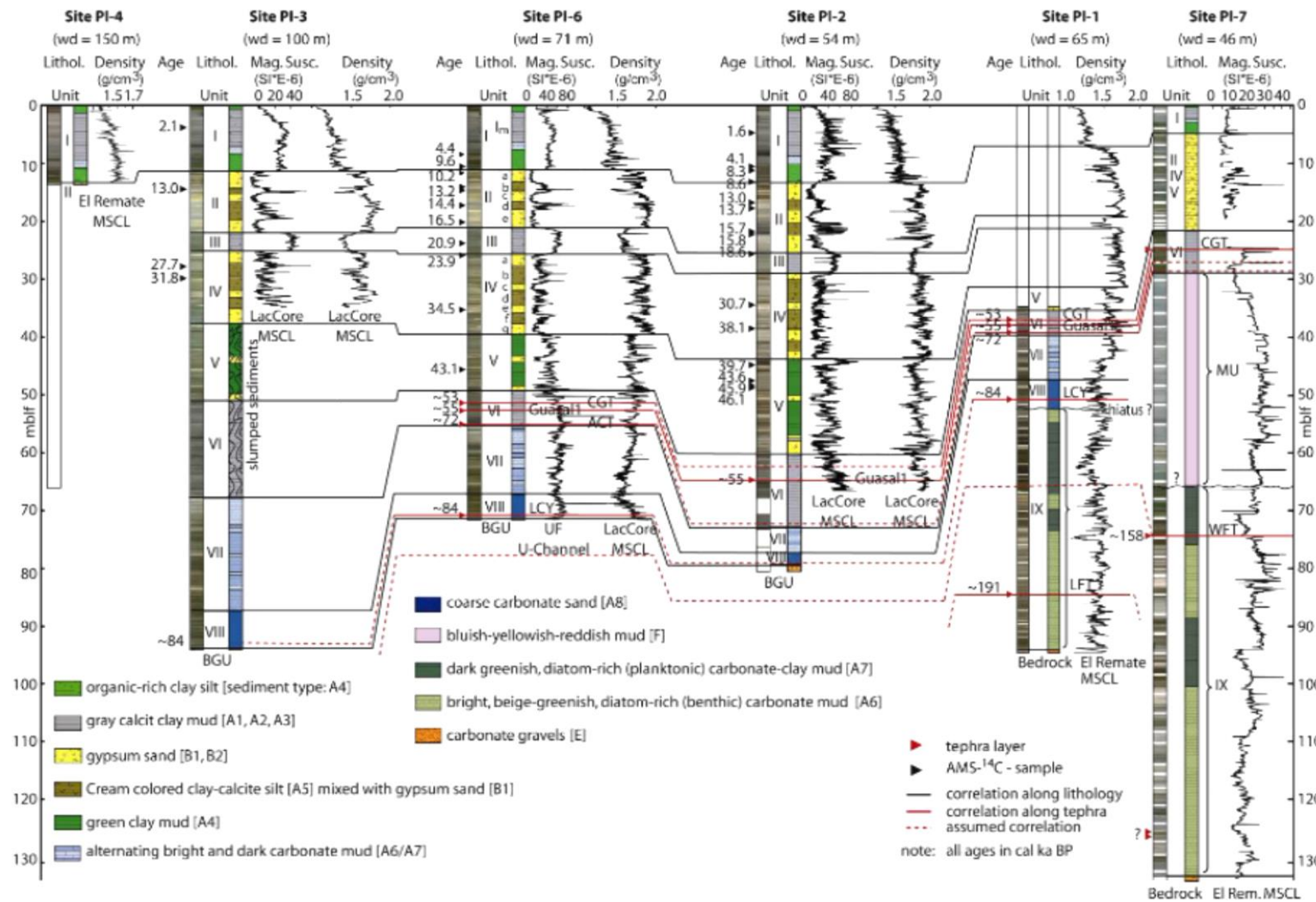


Between 3 Feb and 11 March 2006, 21 holes were drilled at 7 sites for a total recovery of 1370m.

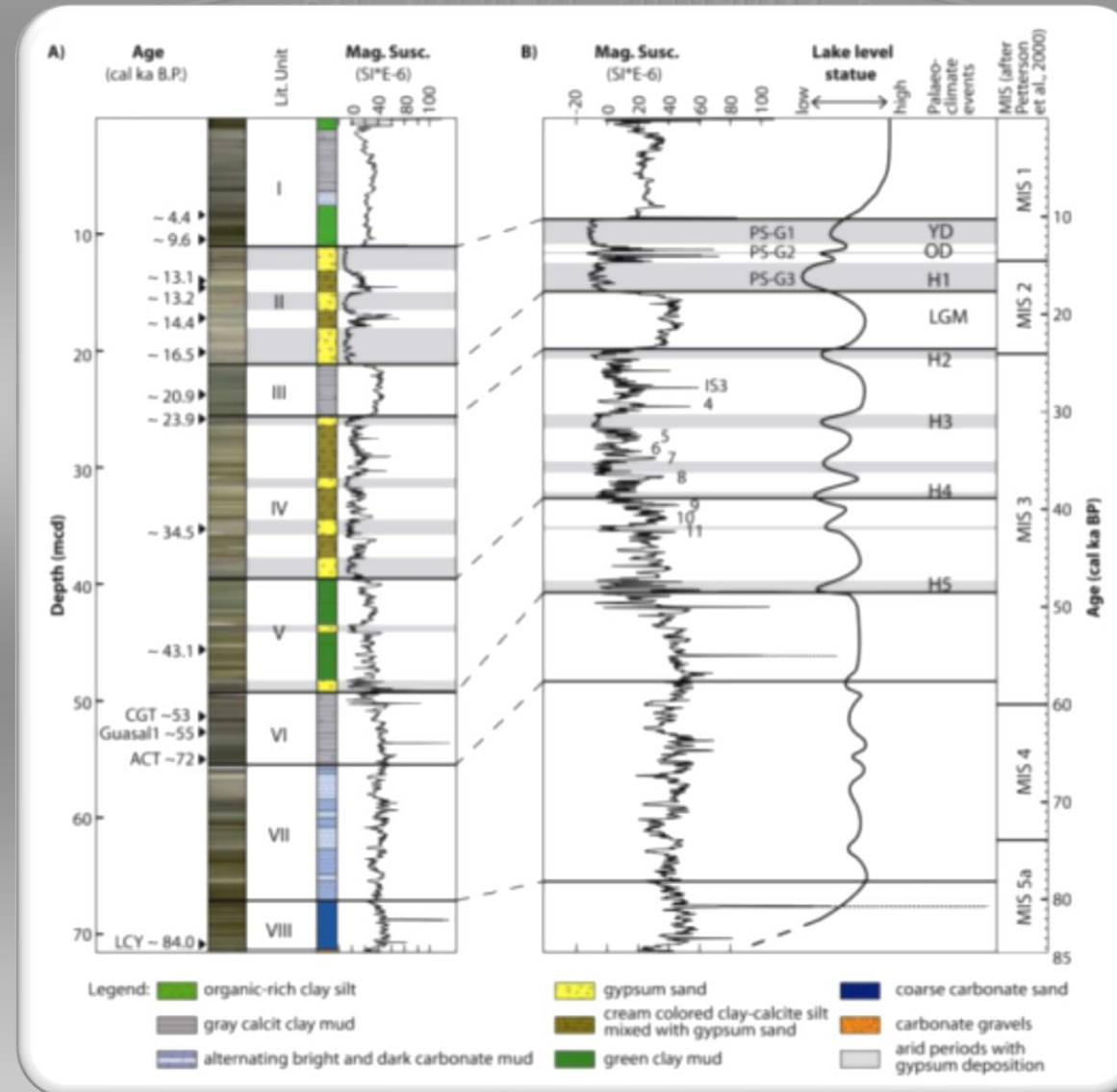
Site	latitude	longitude	water depth (m)	Penetration Depth (mblf)					Average Recovery
				Hole A	Hole B	Hole C	Hole D	Hole E	
PI-1	16° 59.9706' N	89° 47.7396' W	65	94.5	90.3	82.5			89.3
PI-2	16° 59.9712' N	89° 44.685' W	54	66.5	41.2	82.4	42.0	68.5	86.3
PI-3	17° 0.2016' N	89° 49.24' W	100	96.9	95.3	90.0			92.9
PI-4	17° 0.3342' N	89° 50.772' W	150	67.4	46.1	25.4			86.7
PI-6	17° 0.0162' N	89° 47.0868' W	71	75.9	66.4	66.8			94.9
PI-7	16° 59.7234' N	89° 47.6844' W	46	133.2	122.8	63.8			92.1
PI-9	16° 59.436' N	89° 47.646' W	30	16.4					91.8





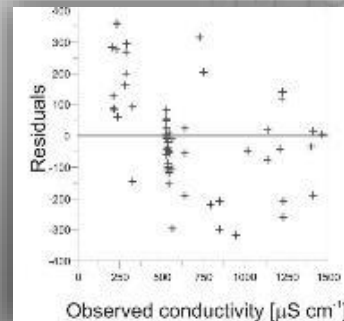
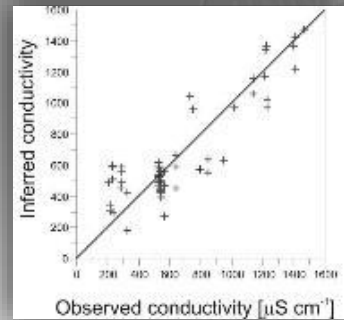


Núcleo PI-6 Lago Petén Itzá, Guatemala

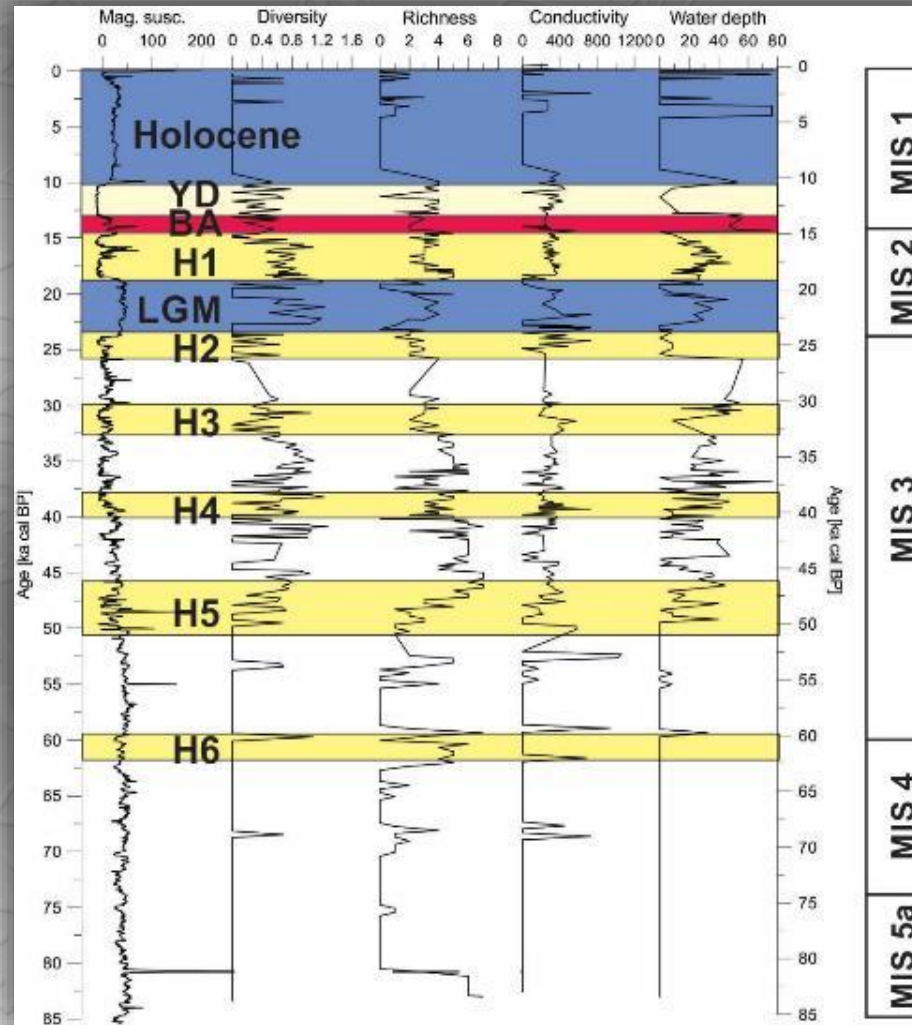


Reconstrucción paleoecológica

-Aplicación de funciones de transferencia-

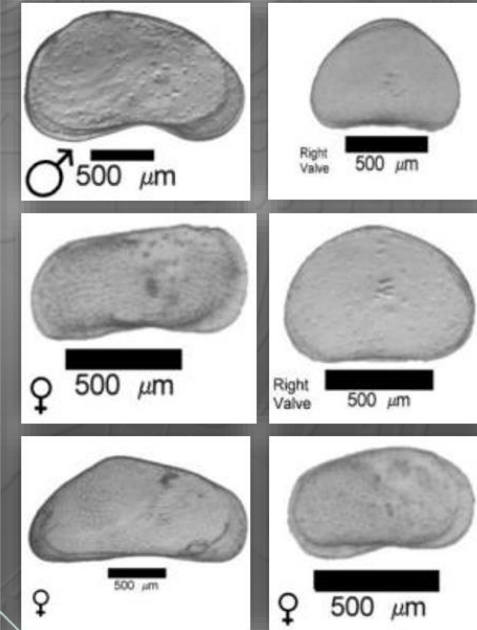
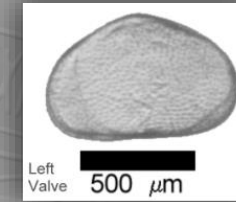
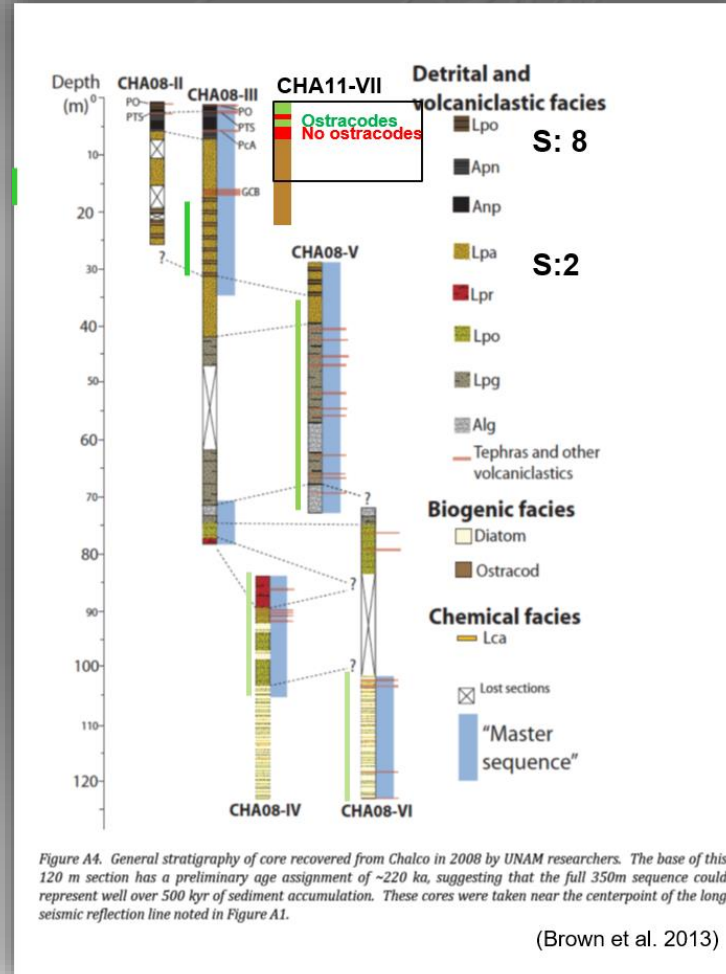


Model used	WA-PLS
Cross validation method	Leave-one-out
Nr. of components	2
Apparent r^2	0.83
RMSE	141.17
Avg. Bias	3.55
Max. Bias	256.86
Cross-validation Jack-knifing r^2	0.79
RMSEP	159.18
Av. Bias	-0.75
Max. Bias	275.80

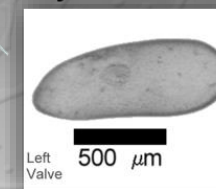


(Pérez et al. 2012)

Reconstrucción paleoambiental Lago Chalco



Chalco y Petén Itzá



(NANODe 2011)

Problemas y soluciones

- Mejorar el desempeño de funciones de transferencia

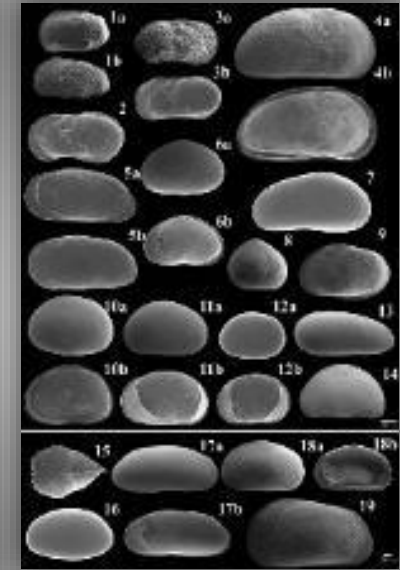
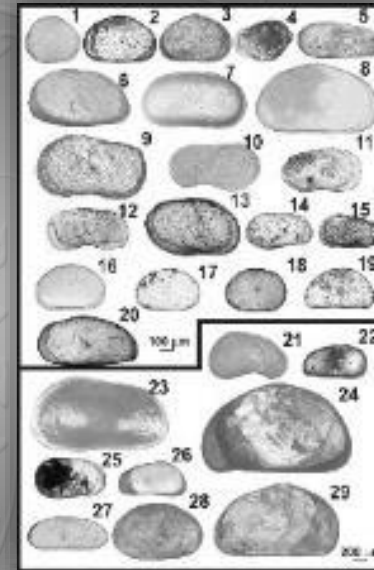
→ Taxonomía

→ Conocer más sobre su distribución actual, estudios de biogeografía

→ Definir áreas de alto endemismo

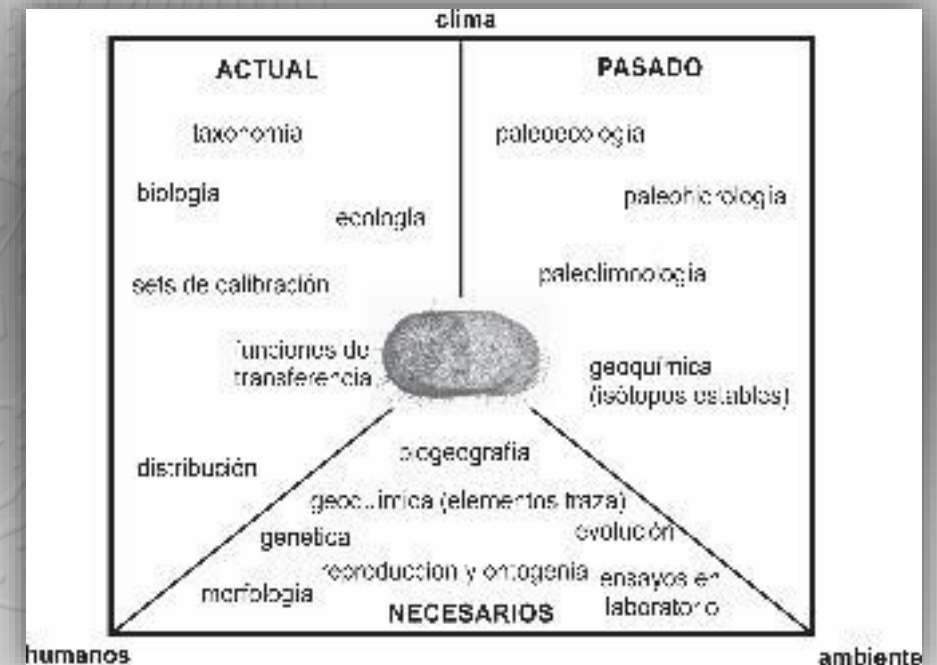
2013-2015:

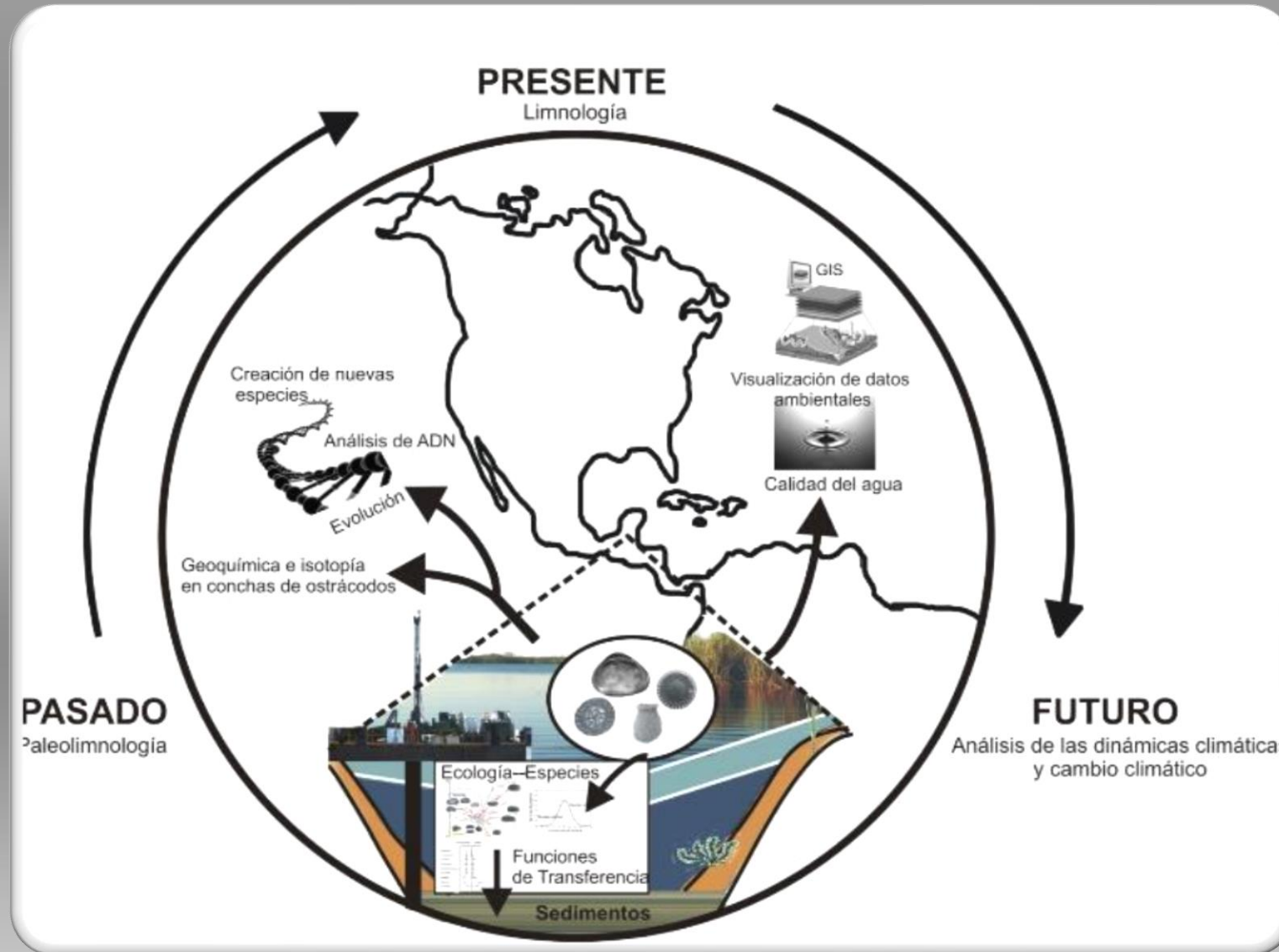
Effects of abrupt climate change on ice age ecosystem of Lake Petén Itzá and on distribution patterns of ostracodes across the Yucatán Peninsula



Perspectiva y nuevos proyectos

- Registro fósil para otros núcleos PI-1, 2, 7 más someros (con mayor abundancia de ostrácodos, especialmente secciones entre 50 a 85/280,000ka), continuar con análisis lag Chalco
- Análisis geoquímicos ($d^{18}O$, $d^{13}C$, elementos traza) valvas de ostrácodos lagos Petén y Chalco
- Continuar con la expansión del set de calibración, estudio de patrones de distribución y biogeografía
- Combinación análisis moleculares, morfológicos y ecológicos.
- Énfasis en la fauna actual y fósil de lagos cráter y sitios de alto endemismo
- Reforzar cooperación bilateral





Gracias por su atención

