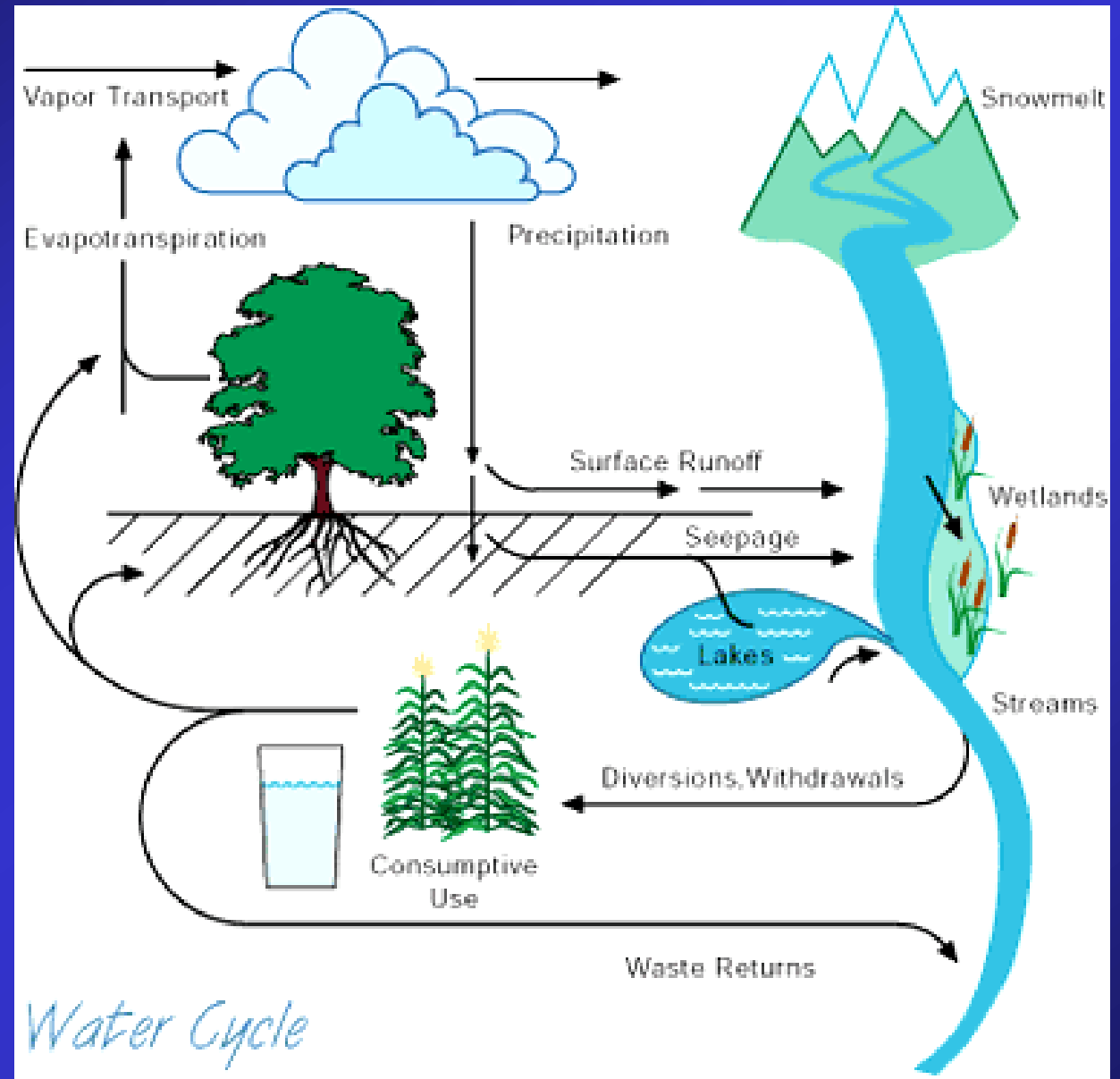




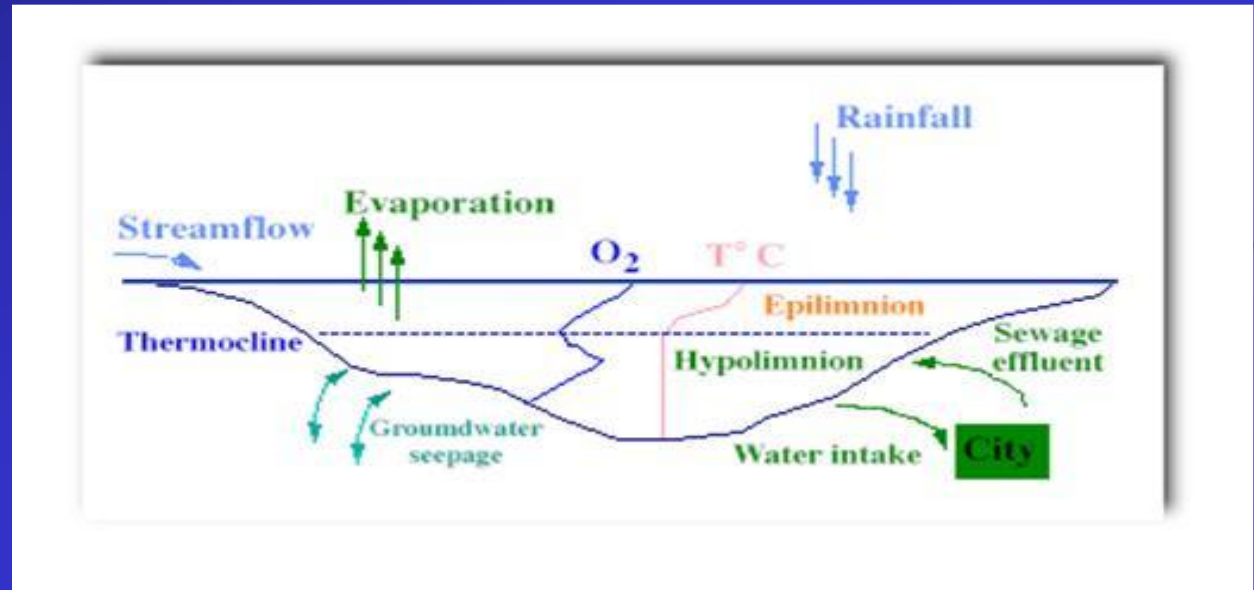
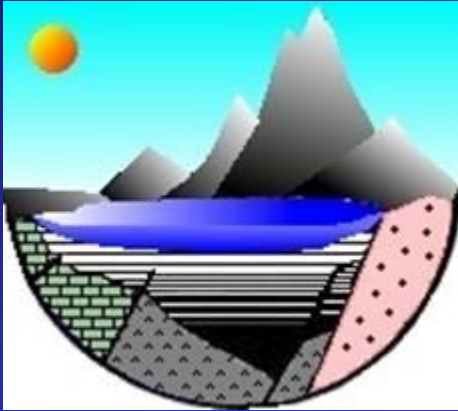
# DIVERSIDAD DE LAGOS EN MÉXICO

GLORIA VILA CLARA

# EL CICLO HIDROLÓGICO (AGUAS CONTINENTALES)

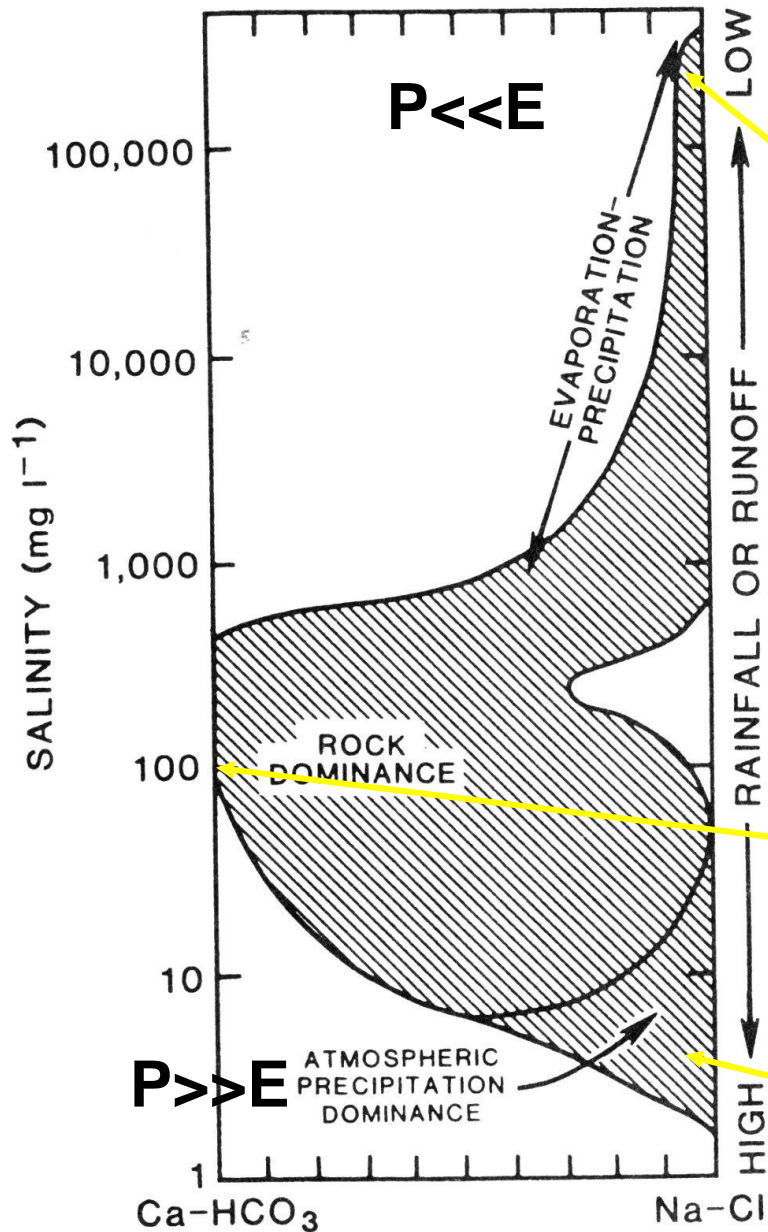


**El pequeño volumen de los cuerpos de agua epicontinentales hace que la composición química de cada uno de ellos dependa fuertemente de los siguiente factores:**



**-- El clima local dominante  
(relación entre la precipitación y la  
evapotranspiración)**

**[ -- La influencia antrópica ]**



Intervalo de salinidades en aguas continentales:

**>300,000 mg/l (~ 300 g/kg)**  
 (P/E < 1, clima árido, subárido; cuencas endorreicas; sales solubles en la cuenca)

Promedio para aguas continentales dulces:

**120 mg/l, ~ 0.1 g/kg**  
 [agua mar: ~ 35g/kg]

**<< 50 mg/l (~ 0.05 g/kg)**  
 (agua lluvia)

FIGURE 10-1 General processes controlling the ionic ratios and salinity of inland surface waters of the world. (Composite relationships based on the data of Gibbs, 1970; Stallard, 1980; and Kilham, 1975, 1990.)

P=precipitación; E=evapotranspiración

TABLE 10-2 Global Average Chemical Composition ( $\mu\text{eq liter}^{-1}$ , except as noted) of Unpolluted Rivers and Variations in Composition according to Drainage from Dominant Rock Type<sup>a</sup>

	Global average <sup>b</sup>		Granite	Gneiss	Volcanic rocks	Sandstone	Shale	Carbonate rock
	$\mu\text{eq liter}^{-1}$	$\text{mg liter}^{-1}$						
Ca <sup>++</sup>	670	13.43	39	60	154	88	404	2560
Mg <sup>++</sup>	259	3.15	31	57	161	63	240	640
Na <sup>+</sup>	159	3.66	88	80	105	51	105	34
K <sup>+</sup>	32	1.25	8	10	14	21	20	13
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	835	50.94	128	136	425	125	580	3195
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	163	7.83	31	56	10	95	143	85
Cl <sup>-</sup>	86	3.05	0	0	0	0	20	0
SiO <sub>2</sub> ( $\mu\text{mole liter}^{-1}$ )	173	10.40	150	130	200	150	150	100

<sup>a</sup> Extracted from data of Meybeck and Helmer (1989).

<sup>b</sup> Global discharge-weighted natural concentrations, corrected for oceanic cyclic salts.



granito  
gneiss



Rocas calizas

# CLIMA

Los factores más importantes son la temperatura y el balance entre precipitación (P) y evapotranspiración (E).



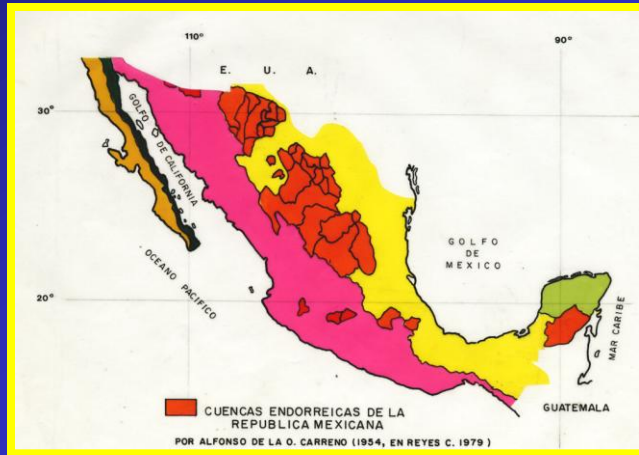
Los climas de México varían entre templados y cálidos (temperatura promedio anual de 10 a 26°C), y entre húmedos y áridos (precipitación promedio < 100 a >4000 mm anuales).



Los climas con tendencia árida ( $P:E < 1$ ) dominan en el centro-norte del país (casi el 50% del territorio), mientras que los húmedos y subhúmedos ( $P:E > 1$ ) ocupan otro 50% (INEGI).

# **GEOLOGÍA DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS:**

**México presenta dos vertientes oceánicas con ríos generalmente cortos, y la zona central entre cordilleras con numerosas cuencas endorreicas.**



**Gran parte del país está afectado por un vulcanismo activo Cuaternario que cubre materiales más antiguos –como por ejemplo, calizas Cretácicas- que llegan a aflorar por levantamientos tectónicos.**

**La mineralización de los lagos se relaciona con este entorno y con los procesos de dilución-concentración controlados por el clima local.**

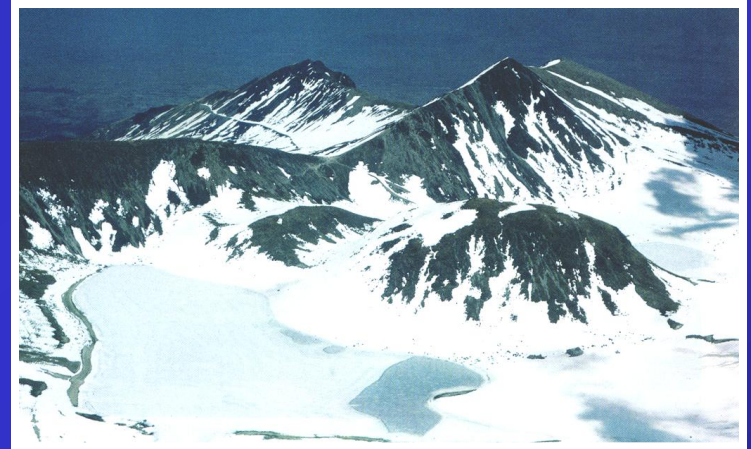
# En México y a grandes rasgos, podemos ejemplificar cuatro extremos en la composición que caracteriza el tipo químico de un cuerpo de agua:

-- Cuencas con materiales poco solubles (graníticos o en la cima de volcanes inactivos) en climas con  $P/E > 1$ , aguas muy diluidas. Por ej., lagos del

## Nevado de Toluca:

$K_{25} < 80 \mu\text{S}/\text{cm}$ ,  
alcalinidad  $< 10 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ ,  $\text{pH} \sim 5-7$ .

-- Lagos en volcanes activos, generalmente efímeros, como el que hubo en el Popocatépetl y el del Chichonal. Mineralización elevada y variable,  $3,000 < K_{25} < 85,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ; sin alcalinidad; muy ácidos,  $\text{pH}$  de 1 a 3.







-- Zonas con materiales volcánicos y carbonatados que aportan aniones alcalinos y sodio, con  $P/E < 1$  y aguas alcalinas,

Rincón de Parangueo  
como ejemplo extremo:

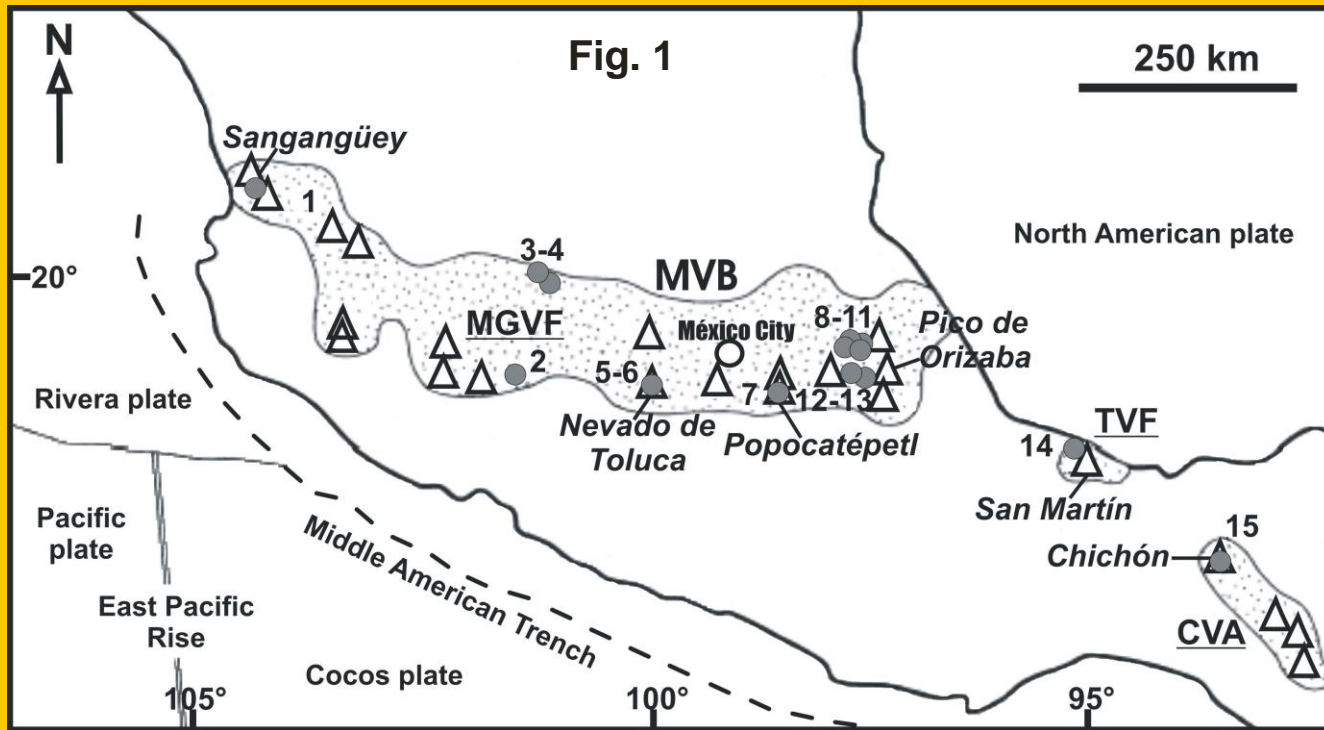
$K_{25} \sim 140,000 \mu\text{S/cm}$ ,  
alcalinidad  $\sim 76,000 \text{ mg/l}$ ,  $\text{pH} > 10$ .

-- Cuencas cársticas de  $\text{CaCO}_3$ , muy solubles, que resultan en mineralizaciones intermedias cuando no hay mezcla con agua de mar.

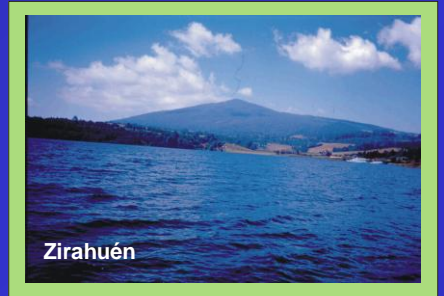
Ejemplo, Cenotes de Yucatán:

$K_{25} \sim 500 \mu\text{S/cm}$ , alcalinidad  $< 300 \text{ mg/l}$ ,  
 $\text{pH} \sim 7-8.5$ .

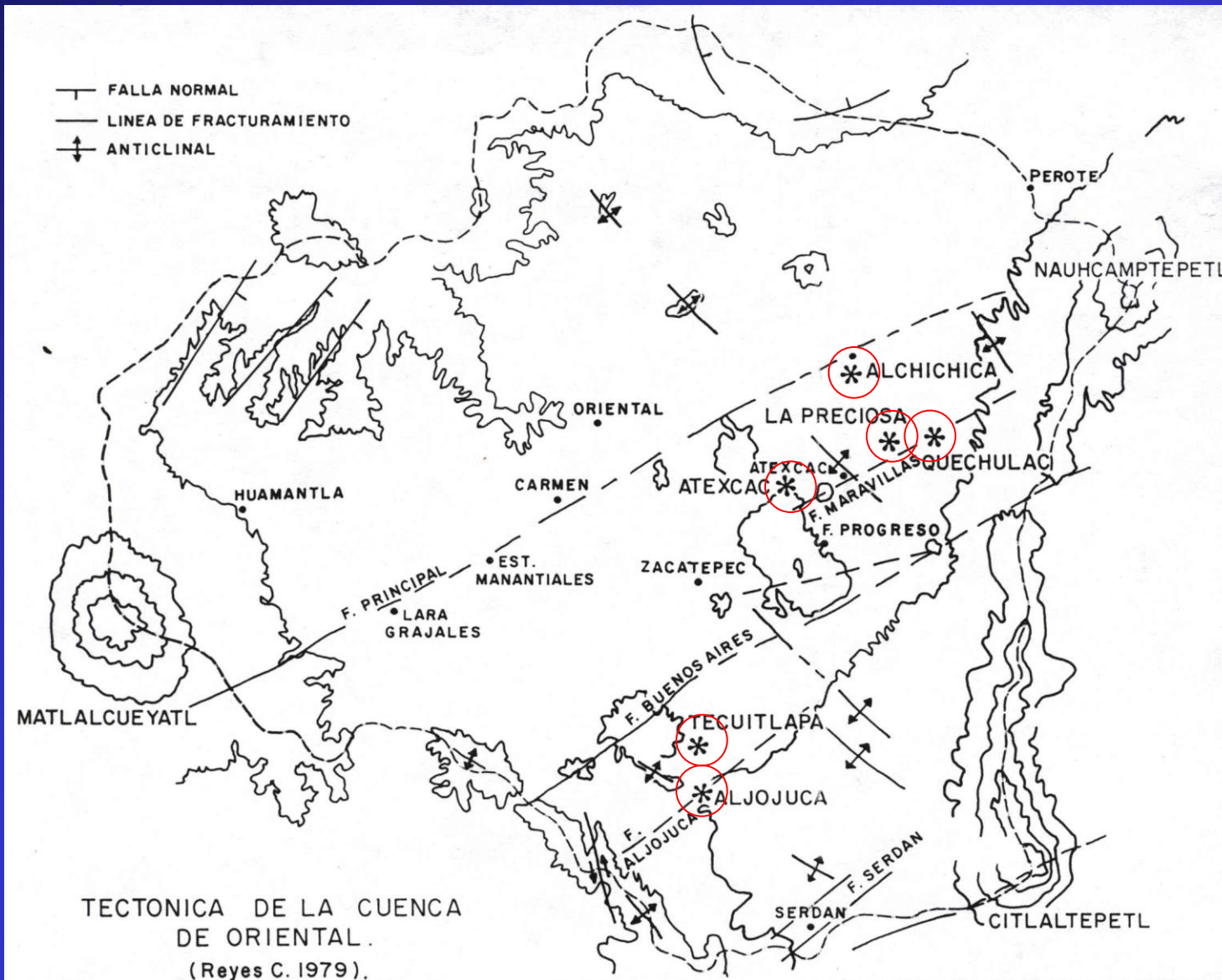




**MVB: Mexican Volcanic Belt; MGVF: Michoacán-Guanajuato Volcanic Field; TVF: Tuxtlas Volcanic Field; CVA: Chiapas Volcanic Arc**



# Cuenca de Oriental, México



Alchichica

La Preciosa

Quechulac

Atexcac

Tecuitlapa

Aljojuca

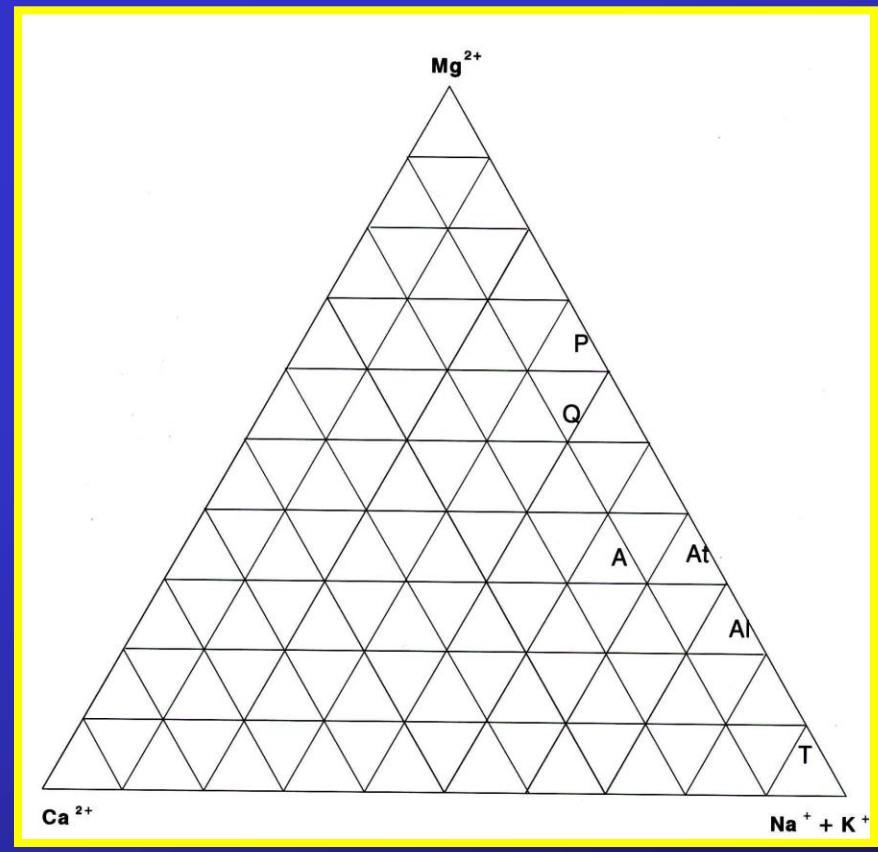
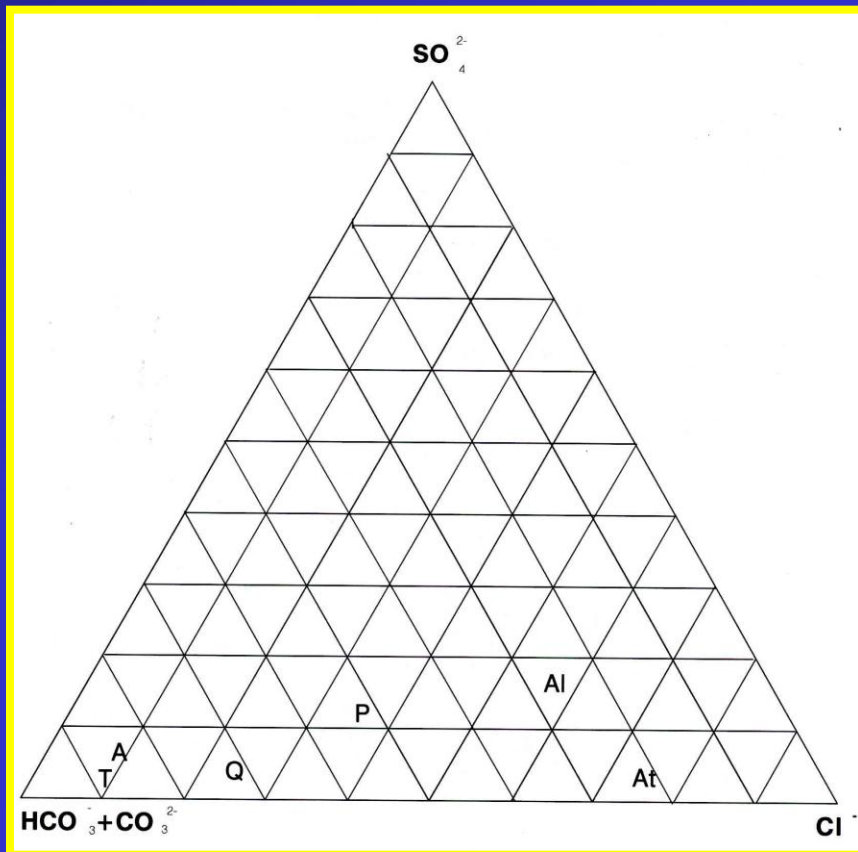
# LAGOS MAARS DE LA CUENCA DE ORIENTAL, PUE.

Quechulac, salinidad ~ 0.5 g/l, [iónica]=19 meq./l

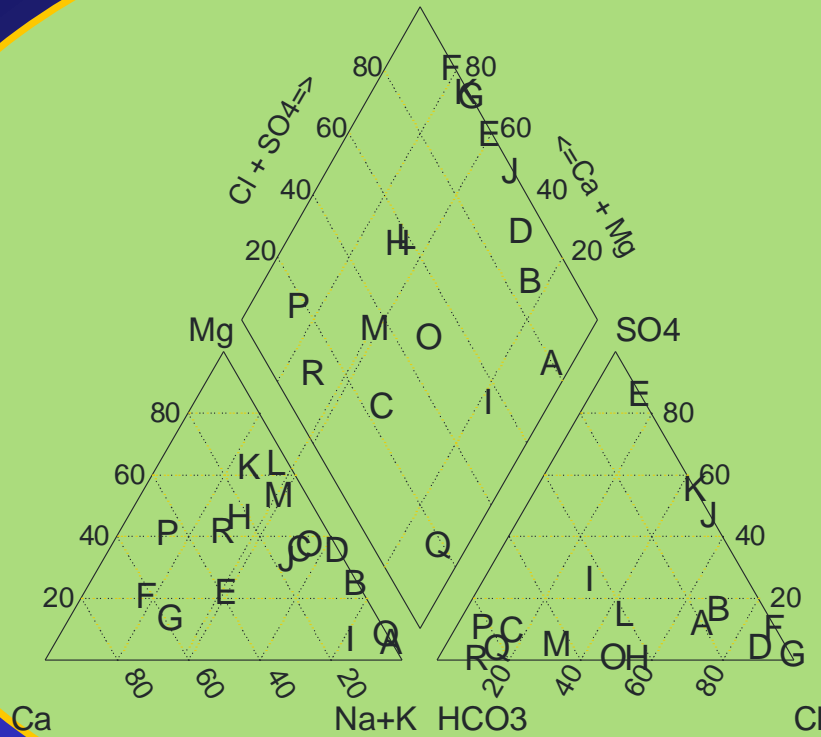
Alchichica, salinidad ~ 8.6 g/l, [iónica]=297 meq./l

ámbito alcalino: pH>8.3, reserva alcalina -medida como alcalinidad total- de 328 a 2,124 mg CaCO<sub>3</sub>/l

con sodio/magnesio y bicarbonatos/ carbonatos/ cloruros como iones dominantes

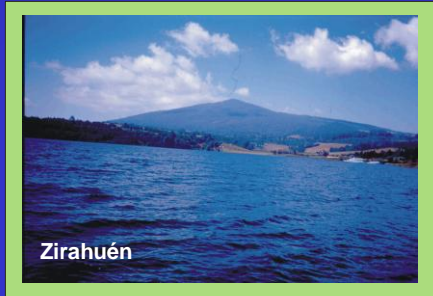


# Piper Plot



## Legend

- F Ch83
- A Alberca
- B Alchichica
- C Aljojuca
- E Ch03
- R Zirahuén
- G Ch93
- H Lago Verde
- I Luna
- J Po92
- K Po94
- L Preciosa
- M Quechulac
- O SMO
- P Sol
- Q Tecuítlapa
- D Atexcac



Zirahuén



Rincón de Parangueo



Lago verde



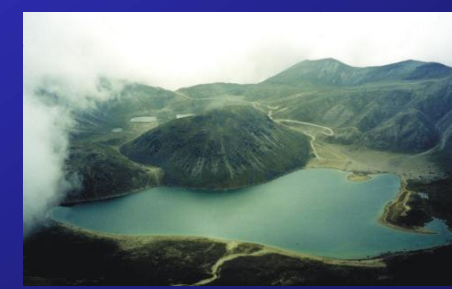
Aljojuca

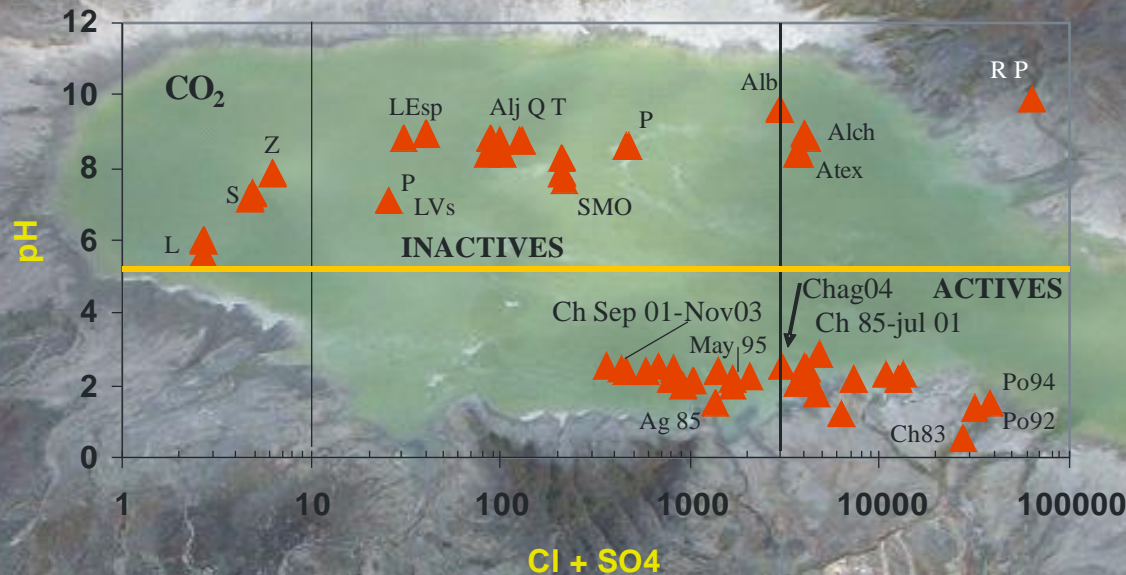


La Alberca



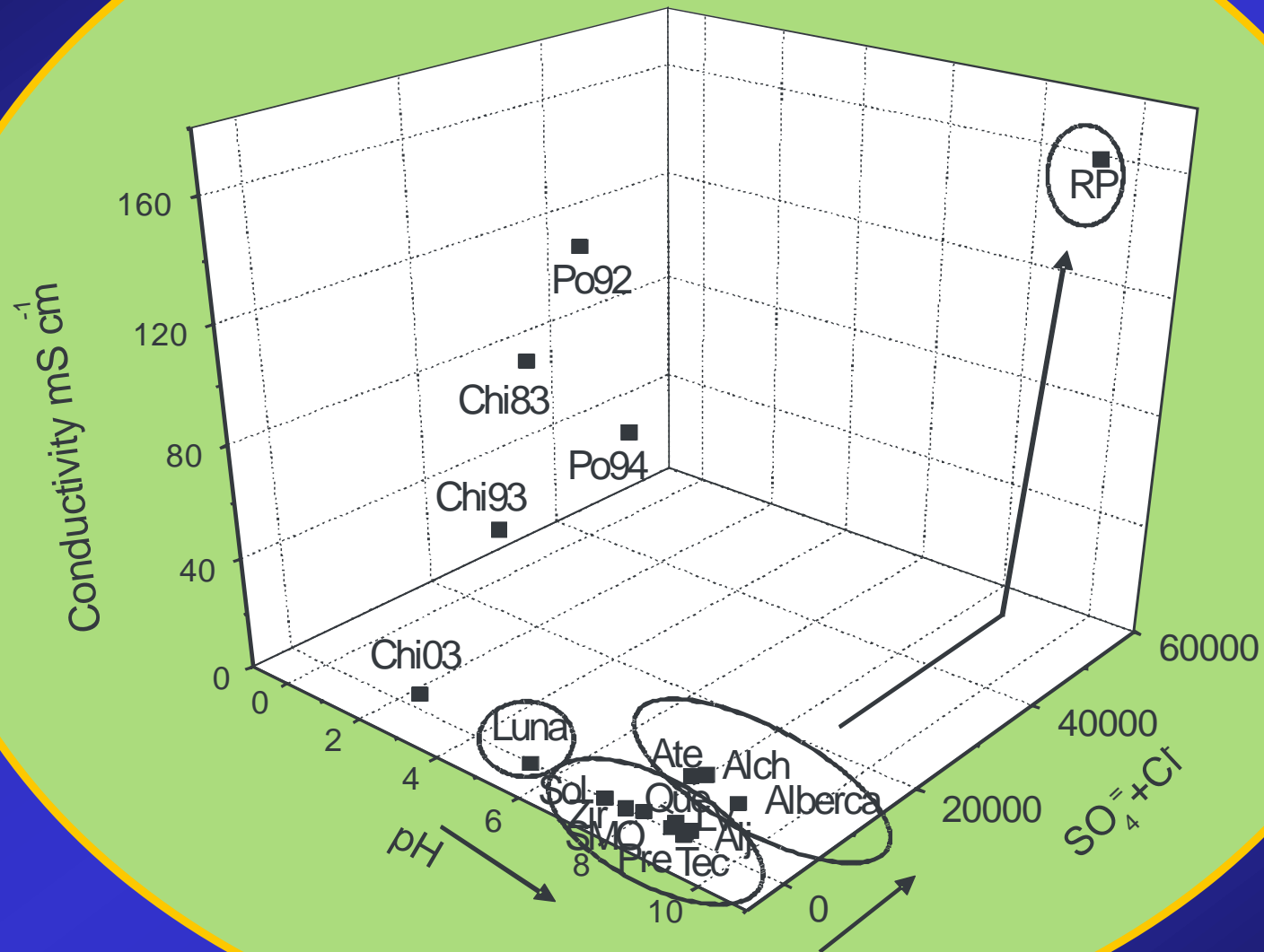
Atexcac





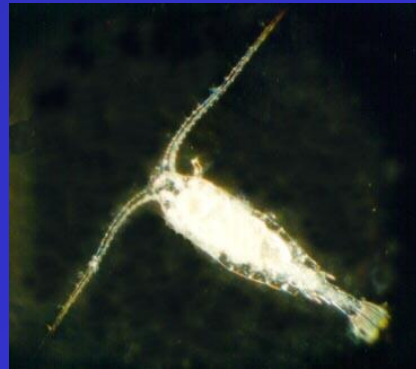
**Diagrama pH/cloruros+sulfatos que muestra la distribución de lagos mexicanos de origen volcánico.**

**[Se superpone a una imagen (2002) del lago existente en el volcán Chichón]**



# LOS LAGOS MEXICANOS COMO GENERADORES DE BIODIVERSIDAD. Estudio de caso: Alchichica

Se han descrito 5 especies microendémicas:



*Leptodiaptomus garciai*



*Ambystoma taylori*



*Cyclotella alchichicana*



*Caecidotea williamsi*



*Poblana alchichica*