

ORSTOM en BOLIVIE

MISSION DE LA PAZ

20 - 06 - 90

INFORME No. 21

CONVENIO UMSA - ORSTOM

DATOS HIDROBIOLOGICOS

REFERENTES

AL

LAGO POOPO

(BOLIVIA)

A. ILTIS

C. DEJOUX

J. G. WASSON

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

The logo for ORSTOM, featuring the word "ORSTOM" in a bold, stylized, sans-serif font. The letters are interconnected, with the 'O' and 'R' sharing a vertical stroke, and the 'S' and 'T' also sharing strokes. The 'M' is composed of two vertical bars connected at the top.

DIRECTION GENERALE: 213 Rue La Fayette, 75480 Paris Cedex 10.

Misión en Bolivia: Calle EE.UU. N° 1487 Telfs. 357723 - 322277 C.P. 8714, La Paz, Telex ORSTOM 3514 BV

DATOS HIDROBIOLOGICOS REFERENTES AL LAGO POOPÓ (BOIVIA)

A. ILTIS - C. DEJOUX - J.G. WASSON

I) INTRODUCCION.

Situado en una ladera de unos 55000 km², el lago Poopó se extiende entre 66°50' y 67°24' de longitud oeste, 18°21' y 19°10' de latitud sur. La altura de la superficie de agua es de aproximadamente 3686 metros. Este lago forma parte del vasto sistema lacustre endorreico del Altiplano boliviano, río abajo del lago Titicaca, del que recibe las aguas por intermedio del Río Desaguadero. Los aportes restantes provienen de los ríos de montaña de los cuales uno de los principales es el Río Márquez (fig. 1).

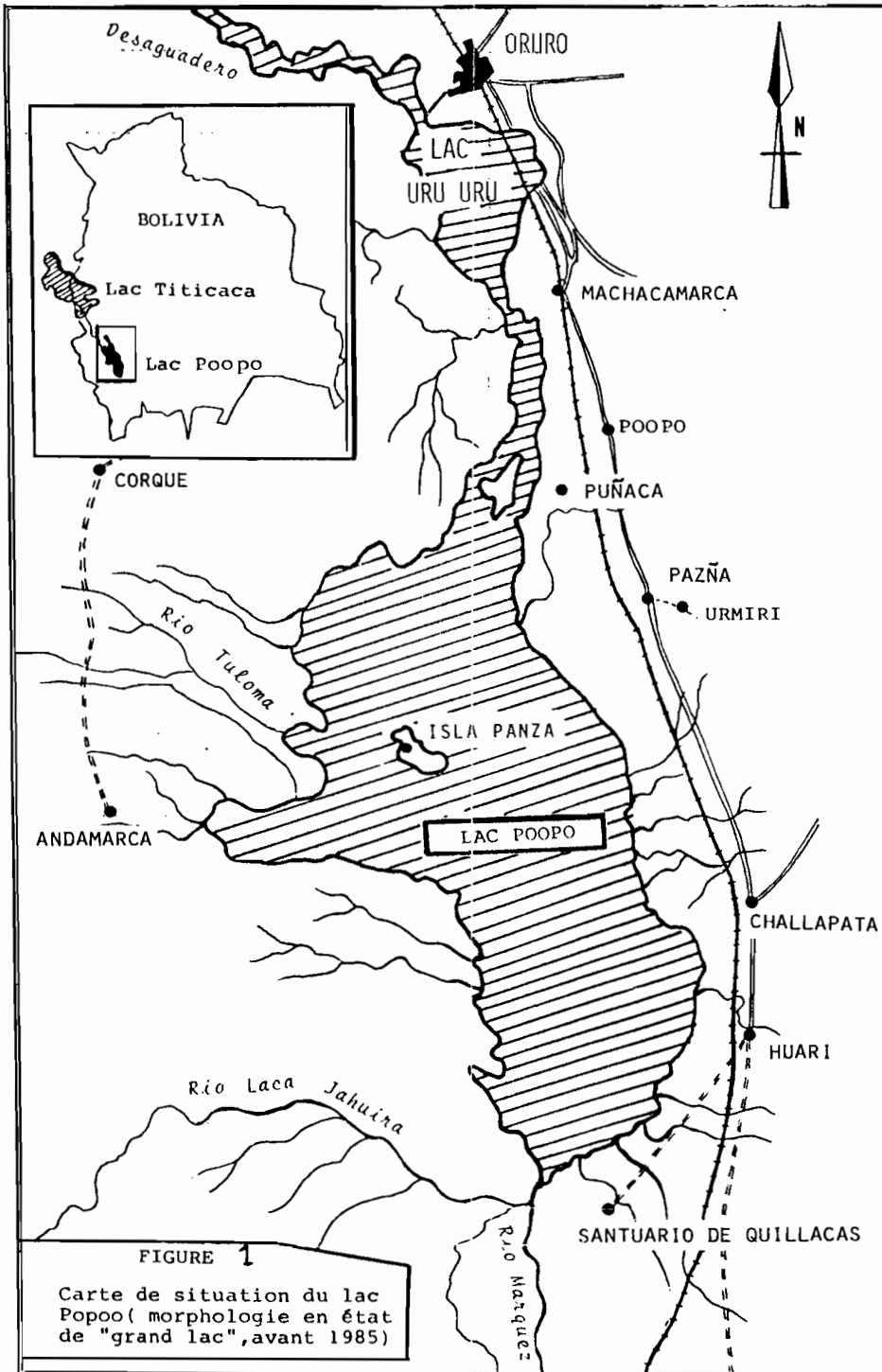
Son pocos los trabajos científicos que dan informaciones sobre este medio lacustre; entre los principales cabe citar los de D'ORBIGNY (1845-1847), NEVEU-LEMAIRE (1906) y, más recientemente, el de CARMOUZE et al. (1978), BOULANGE et al. (1978), SERVANT-VILDARY (1978), COLLOT (1982) y GUYOT et al. (1989).

II) RECIENTE EVOLUCION HIDROLOGICA

BOULANGE y sus colaboradores (1978), describen el aspecto del lago a partir de observaciones hechas en 1977. El Desaguadero, principal afluente del lago Poopó se desplazó, anteriormente a esta fecha hacia el norte y desemboca en las proximidades de Oruro, en el lago Uru Uru, que no existía a principios de siglo. Allí, se depositan la mayoría de las materias en suspensión transportadas desde el lago Titicaca antes de que las aguas lleguen, por el norte, al lago Poopó propiamente dicho.

La profundidad máxima varía en esta época entre 2m 20 en las aguas altas y 1m 60 en el estiaje. Basándose en la batimetría, se pueden distinguir dos grandes zonas: una zona central de unos 1500 km² donde las profundidades varían entre 50 cm y 2m 20 y, una zona periférica fluctuante pudiendo llegar a los 1000 km² donde la profundidad es inferior a 50 cm.

COLLOT (1982), basándose en observaciones hechas en Junio de 1979, señala una profundidad máxima de 2m 90. La cobertura vegetal del fondo abarca aproximadamente 68% de la superficie total de agua, estimada entonces en un poco más de 2700 km². En esta época, el lago se caracteriza por un gradiente de salinidad bastante importante. Las aguas llegan por el Desaguadero a una



concentración en sales disueltas de aproximadamente 5g por litro, para acentuarse luego en forma marcada al dirigirse al sur de la cuenca lacustre hasta llegar a formar una verdadera salina.

A fines de 1982, uno de los autores señala una situación prácticamente idéntica, a la altura de Pazña, con una salinidad de $7,5 \text{ g.l}^{-1}$ que aumenta luego muy rápidamente, llegando a 75 g.l^{-1} a la altura de Huari.

A partir de 1985, las características limnológicas del lago Poopó cambian completamente. La excepcional crecida del lago Titicaca ocasiona un muy fuerte aumento de los aportes del Desaguadero debido a una elevación de la superficie de agua. Las profundidades máximas observadas alcanzan aproximadamente los 6 metros. Extensas superficies se ven inundadas en las orillas y el Laka Jahuiru, emisario situado al sudoeste del lago, evacuaba las aguas del Poopó hacia el salar de Coipaza. Los caudales medidos en este emisario varían entre $4 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ en Febrero 1988 y $120 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ en Abril del mismo año (Guyot et al., 1989). El Desaguadero cambia de curso y desemboca directamente en la parte noroeste del lago Poopó, sin pasar prácticamente por el lago Uru Uru. Este último se ve posiblemente, por lo demás, destinado a secarse totalmente si, como sucede actualmente, el nivel del lago Poopó desciende, durante la decrecida del lago Titicaca, y si la posición de la principal desembocadura del Desaguadero se mantiene, transitando actualmente sólo un 10% de su caudal por el ramal norte.

Esta modificación profunda del nivel del lago Poopó generó una homogeneización y una estabilización de la salinidad global del lago que varía en cualquier parte entre 8 y 11 g.l^{-1} . La baja tasa de renovación de las aguas establecida ocasionó una fuerte disminución de las variaciones estacionales entre la época seca y la de lluvias.

III) SITUACION ACTUAL

Los presentes datos se obtuvieron en el transcurso de 5 salidas al terreno, realizadas entre Marzo 1987 y Abril 1989. Tres de ellas se efectuaron desde la costa oeste (ensenada de Andamarca), generalmente al final de la época de lluvias, y las dos restantes se realizaron al final de la época seca (Diciembre 1987 y 1989) desde que la costa este a la altura de Huari.

1)- Concentración de las aguas en sales disueltas.

Medida con un salinómetro y por intermedio de la conductividad eléctrica, es homogénea en toda la zona de estudio y prácticamente no presenta variaciones estacionales. La conductividad eléctrica se sitúa entre $11 \text{ } 100 \text{ } \mu\text{S}$ y $14 \text{ } 400 \text{ } \mu\text{S}$, mientras que los valores observados con el salinómetro varían entre 8 y 11 g.l^{-1} .

2)- Temperatura de las aguas.

Sólo se efectuaron medidas ocasionales en cada uno de los puntos de extracción del plancton y las temperaturas más elevadas observadas en la superficie alcanzan 18°C , mientras que las más bajas sobrepasan ligeramente los 13°C . El promedio de las 9 medidas efectuadas en Diciembre 1987 es de $17,2^{\circ}\text{C}$ y de $15,6^{\circ}\text{C}$ en Diciembre 1989 (9 medidas). Del mismo modo, encontramos valores medios de $15,9^{\circ}\text{C}$ (6 medidas), $15,5^{\circ}\text{C}$ (9 medidas) y $13,2^{\circ}\text{C}$ (6 medidas) en Marzo 1987, Marzo 1988 y Abril 1989 respectivamente.

Estas observaciones muestran que las temperaturas de las aguas del lago Poopó son, en esta época, del mismo orden que las existentes en el Pequeño Lago Titicaca, a lo sumo se puede observar una amplitud un poco más elevada de las variaciones estacionales debida a la más baja profundidad.

3)- Transparencia de las aguas

Medida con un disco de Secchi, resultó muy variable según las estaciones, la fuerza del viento, la naturaleza del fondo y los aportes de los afluentes luego de las lluvias. Así se observa como media de las 9 medidas efectuadas en cada salida: 0,90m en Marzo 1987, 0,64 m en Diciembre 1987, 1,67m en Marzo 1988, 1,19m en Diciembre 1988 y 1,80m en Abril 1989, es decir una tendencia general al aumento de la transparencia media durante el período de observación permitiendo suponer la existencia de una sedimentación progresiva de las materias en suspensión, luego de los aportes consecutivos a la crecida del lago Titicaca en 1985. Finalmente, cabe señalar que si en una misma época es posible medir transparencias variando entre 0,50m y 3,50m según las estaciones consideradas, la mayor turbiedad se encuentra siempre al noroeste del lago donde desemboca ahora el Desaguadero, con una transparencia regularmente inferior a un metro.

4)- pH de las aguas

Los valores extremos medidos durante las 5 salidas efectuadas al lago (17 medidas en total) son de 8,17 y 9,05 respectivamente, con un promedio de 8,65.

5)- Composición en sales disueltas

Las aguas del lago Poopó son de tipo cloro-sulfatado-sódico. Los tenores en iones principales son presentados en el cuadro 1.

Cuadro 1

Marzo 1987										
Ref. de estaciones	Cond. (μS)	HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Fe	SiO	
PP 7	12580	150,1	9,6	392,8	-	235,0	190,1	0,3	4,9	
PP 9	11800	156,6	5,8	377,2	824,8	235,6	186,4	0,1	5,8	
PP 13	12720	167,1	8,4	385,0	748,0	230,7	184,6	0,2	10,4	
PP 17	12990	156,2	9,4	392,1	522,3	247,2	204,5	0,1	5,1	
PP "ile"	11960	151,1	12,7	370,1	854,0	224,0	179,2	0,0	6,5	
Diciembre 1987										
Ref.	Cond.	HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
PP 1	14505	135,4	15,6	248,9	1507,3	227,2	192,0	2277,2	133,9	0,4
PP 2	14616	148,8	16,8	262,6	1576,3	243,2	192,0	2333,5	139,1	0,4
PP 3	14382	161,0	13,2	230,0	1268,3	241,6	192,6	2277,2	139,9	0,4
PP 4	14079	161,0	13,2	264,3	1769,5	225,6	192,0	2221,4	139,9	0,5

Cuadro 1. Variaciones, según las estaciones, de los tenores en algunas sales disueltas de las aguas del lago Poopó, en Marzo y Diciembre 1987 (en mg.l⁻¹).

6)- Naturaleza de los fondos

En 1987, los fondos observados en la costa oeste del lago al nivel de la ensenada de Andamarca, son de tipo areno-limoso en una franja de orilla de varios kilómetros hacia el interior del lago, muy posiblemente en relación con la presencia de un sistema dunuario en esta latitud. Se observa una clara estratificación, caracterizada por el recubrimiento de una capa de arena limosa subyacente por un depósito limoso debido a la decomposición de la vegetación terrestre alguna vez presente en esta zona y de la capa de Characeas que se instaló rápidamente luego del ascenso de las aguas.

Se debe alcanzar lo que podemos denominar el lecho menor del lago para encontrar, en profundidades de aproximadamente 6 metros, fondos puramente limosos (limo compacto gris con nódulos y una ligera capa de limo en la superficie) desprovistos de vegetación.

Sobre la costa este del lago, la presencia de arena se ve fuertemente reducida y los fondos dominantes están formados de limo marrón y blando con fuerte carga orgánica.

IV) LOS COMPONENTES BIOLÓGICOS

1) La vegetación acuática

En 1979, en tanto la profundidad máxima no llegaba a los 3 metros, Collot observó la presencia de las especies siguientes: Ruppia (spiralis?), Chara poopoensis, Characeas plur. sp., Schoenoplectus tatora, Potamogeton striatus, Azolla sp., Lemna sp., Myriophyllum elatinoides. La superficie cubierta por los macrofitos fue entonces estimada en aproximadamente 1850 km² y una zona central del orden de 880 km² permanecía libre de vegetación. Ruppia sp. bordeaba en esta época todas las orillas, cubriendo además un 62% de las zonas con vegetación. Chara plur. sp. representaba aproximadamente el 7% de las superficies vegetales mientras que las poblaciones mixtas de Chara y Ruppia cubrían más del 30% (Collot, 1982).

En la época de nuestras observaciones existía todavía una zona central alargada desprovista de vegetación acuática y, las grandes superficies laterales, inundadas por el ascenso de las aguas de 1985, estaban cubiertas de Characeas. Los trayectos efectuados en el lago en 1987 y 1989 no nos permitieron verificar si las asociaciones vegetales del tipo "lago Titicacá" (Schoenoplectus, Azolla, Lemna, Myriophyllum...) que existían antes de 1985 al norte del lago Poopó, en la desembocadura del lago Uru Uru, habían o no desaparecido. Es muy posible suponerlo si se toman en cuenta la homogeneización de salinidad y el desplazamiento de la desembocadura del Desaguadero que ya señalamos como hechos imprevistos desde 1985.

Actualmente, se puede considerar que el extenso cinturón de Ruppia existente hace unos diez años alrededor del lago ha desaparecido; sólo algunas poblaciones subsisten todavía en la parte noroeste del lago, cerca de la nueva desembocadura del Desaguadero.

2) El fitopluncton

a - Composición de la flora

Las taxa siguientes, determinadas a menudo solamente a nivel genérico, son las más encontradas en los muestreos.

Cyanophyceas

- Nodularia harveyana var. sphaerocarpa
- Oscillatoria sp.
- Lyngbya sp.

Chlorophyceas

- Chlamydomonas sp.
- Oocystis plur. sp.
- Chodatella sp.
- Nephrochlamys subsolitaria
- Botryococcus sp.

- Dictyosphaerium pulchellum
- Oedogonium sp.
- Spirogyra sp.
- Mougeotia sp.
- Zygnema sp.
- Closterium sp.
- Staurastrum sp.
- Chara ó Nitella sp.

Diatomeas

- Cyclotella sp.
- Chaetoceros sp.
- Gyrosigma sp.
- Amphora sp.
- Cocconeis sp.
- Nitzschia sp.
- Surirella sp.
- Amphiprora sp.

Dinophyceas

- Gymnodinium sp.
- Peridinium cristatum var. bolivienne
- Peridinium sp.

Euglenophyceas

- Euglena sp.

h - Biomusas algales

Las biomusas celulares por unidad de volumen que existen en el lago Poopó son bastante elevadas, del orden de varios miligramos de materia viva por litro. Es así como se han encontrado los siguientes valores medios, para cada una de las 5 salidas efectuadas al lago entre Marzo 1987 y Abril 1989 :

	Numero de estaciones	Biomasa promedio (mg.l ⁻¹)
Marzo 1987	8	5,54
Diciembre 1987	9	4,54
Marzo 1988	9	2,72
Diciembre 1988	9	6,25
Abril 1989	6	1,38

El máximo observado es de 90 mg en la orilla de la costa este, a la altura de Huari, en Diciembre 1988. El mínimo (0,3 mg.l⁻¹) fue medido en Abril 1989 a nivel de la orilla de Characeas de la costa oeste de la ensenada de Andamarca.

c - Composición de la biomasa

Los dos grupos de algas que intervienen más en la composición de la biomasa son los Peridinales y las Chlorophyceas, el primero teniendo como especie dominante Peridinium cristatum var. boliviense, el segundo Dictyosphaerium pulchellum. Luego están las Diatomeas con Cyclotella sp. como géneros dominantes y las Cyanophyceas con Nodularia harveyana var. sphaerocarpa.

Los Peridinales constituyen más del 50% de la biomasa en 21 muestras sobre 41, e incluso más de 90% en 7 de ellas. Son fuertemente dominantes en las estaciones que presentan las más fuertes biomosas.

Las Chlorophyceas representan más del 50% de la biomasa algal en 8 muestras sobre 41; de las cuales 3 con más del 90%.

Las Diatomeas no forman nunca un grupo dominante y sólo constituyen más del 10% del biovolumen en 8 muestras sobre 41; sólo 3 muestras sobrepasan por poco el 40%.

d - Distribución de las biomosas

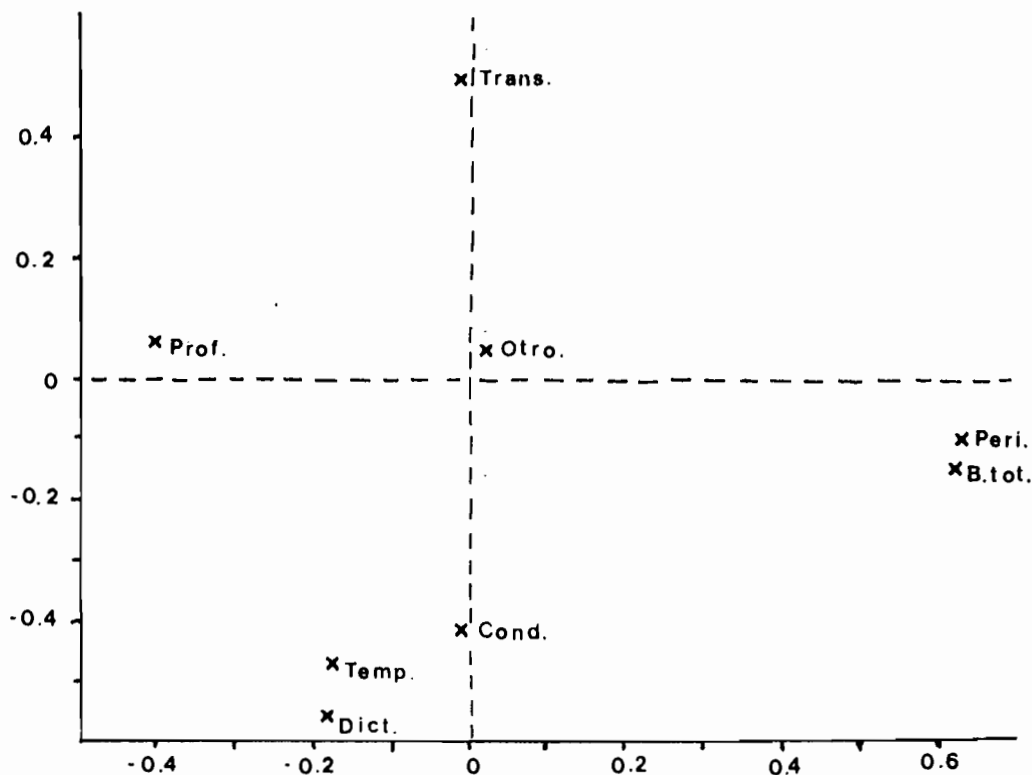
Las observaciones realizadas no evidenciaron la existencia de variaciones estacionales; sin embargo, un muestreo mayor sería necesario para verificar la ausencia de una evolución ligada a las estaciones.

En lo que concierne a las variaciones espaciales, se pueden hacer las consideraciones siguientes :

Las biomosas más fuertes se encuentran en las zonas de la orilla del lago, con un predominio de Peridinium cristatum, mientras que la zona central, menos densamente poblada, se caracteriza por la presencia de Dictyosphaerium pulchellum. Dado que la zona central tiene, a la vez, una débil transparencia y poblaciones algales menos densas que en la orilla donde se observa la situación inversa, es posible deducir que las materias en suspensión son las principales responsables de la turbiedad de las aguas. Es más, ésta es más elevada en la parte norte del lago, la más cercana a la desembocadura del Desaguadero, así como en el eje central del lago, desprovisto de macrofitos, donde los sedimentos pueden ser nuevamente puestos en suspensión durante los períodos de fuerte viento.

Un análisis de los componentes principales tomando en cuenta los datos de profundidad, transparencia, biomasa algal total, biomasa de Peridinium, biomasa de Dictyosphaerium y biomasa de las otras taxa, permite observar las siguientes características (fig. 2). La biomasa total está fuertemente ligada a la biomasa de Peridinium, guardando ambas relación con las débiles profundidades. La biomasa de Dictyosphaerium guarda relación con los medios de débil transparencia. Las otras especies que constituyen las poblaciones tienen una distribución próxima al origen de los ejes y su distribución no puede estar estrictamente relacionada

2do componente



1er componente

Figura 2 - Análisis de los componentes principales en base a los datos globales de las poblaciones fitoplanctónicas del lago Poopó. Proyección de las variables en el plano de los dos primeros componentes.

Legenda : variables físicoquímicas - Prof = Profundidad; Trans = Transparencia; Cond = Conductibilidad; Temp = Temperatura.

variables biológicas - B tot = biomasa fitoplanctónica total; Peri = Biomasa de Peridinium; Dict = Biomasa de Dictyosphaerium; Otro = Biomasa de las taxa restantes.

con ninguno de los factores tomados en cuenta, siendo sus variaciones poco significativas con respecto a aquellas de los dos otros grupos.

3) La fauna béntica

Si bien los trabajos relativos a este componente biológico del lago Poopó pueden ser considerados como muy superficiales, cabe destacar algunos resultados interesantes.

a - Observaciones efectuadas

Los muestreos cuantitativos se efectuaron con la ayuda de una draga tipo Eckman de 15 x 15 cm, siendo este hundido en la vegetación del fondo cuando ésta existía, hasta recuperar algunos centímetros de espesor del sedimento subyacente. Luego de cernir las muestras en cernidores con mallas de 250 μ , la vegetación que quedó fue recuperada para ser secada en la estufa a 60°C, hasta llegar al peso constante.

Una campaña de muestreo fue efectuada en Marzo 1987, en la ensenada de Andamarca y a lo largo de la isla de Panza, recolectándose 38 muestras en 19 estaciones. En 1989, sólo se obtuvieron 8 muestras de 5 estaciones ya estudiadas en 1987. Finalmente, algunas muestras ocasionales se obtuvieron en diferentes puntos del perímetro del lago (fig. 3 A y B).

b - Las características del medio béntico

Un esbozo de la batimetría de la zona estudiada es presentado en la figura 3B. De manera general, los fondos de menos de un metro no representan en las dos épocas de estudio más que una franja de 50 a 100 metros, por lo tanto mucho más estrecha que al nivel de la costa este. Luego, la profundidad aumenta regularmente hasta llegar a una extensa zona plana donde varía entre 3 y 5 metros. Se debe llegar a la extensa isla de Panza para que los fondos sobrepasen los 5 e, incluso, los 6 metros.

En 1987, todos los fondos de menos de 5 metros están recubiertos de Characeas, a excepción de la estación 19, probablemente zona de acumulación de materia orgánica, si se toma en cuenta la naturaleza del sedimento en este lugar, formado de limo negro nauseabundo y fuertemente cargado de residuos vegetales.

Por debajo de los 5 metros, los fondos no contienen macrofitos y están formados por un limo gris compacto. Esta zona corresponde, muy probablemente, a la antigua depresión lacustre anterior a 1985.

En 1989, la situación parece poco modificada, salvo por el hecho que el nivel de la zona estudiada descendió más de 50 centímetros.

c - La fauna béntica y su distribución

Globalmente, es una fauna poco diversificada y pobre en un 90% de la región estudiada (cuadro 2). Dos grupos aparecen claramente al observar este cuadro. El primero reagrupa las estaciones 1 a 14 y corresponde a los fondos cubiertos actualmente de Characeas pero que debieron haber emergido antes de la crecida de 1985. En este lugar, la fauna es muy pobre y varias muestras no presentan ningún organismo. Littoridina cf. poopuensis es el único elemento más o menos constante en la orilla sur de la ensenada de Andamarca. Por el contrario, resulta ser el elemento característico de las estaciones 15 a 19 ubicadas a un nivel lacustre que debía estar en agua antes de 1985 y conforman el segundo grupo señalado anteriormente. De este grupo se debe distinguir, sin embargo, la estación 18 que, ubicada a menos de dos metros de profundidad, presenta una densa población de Anfipodos del tipo Hyalella, población que posiblemente surge de los elementos faunísticos de la misma naturaleza que en la época de aguas bajas del lago Poopó existían a nivel de las orillas de la isla Panza. Se puede pensar, por la distribución tan particular de la fauna en la época de nuestro muestreo que, una gran parte de la ensenada de Andamarca presenta un lento proceso de colonización de la fauna béntica que no encuentra, sin embargo, buenas condiciones ecológicas para establecerse. Sólo Littoridina cf. poopuensis parece poder adaptarse a los factores abióticos de esta parte recientemente inundada, y su distribución numérica ascendente entre las estaciones 8 y 12 que bordean la costa sur de la ensenada sugiere una colonización pausada desde la región septentrional donde la profundidad más importante indica que estaba en agua antes de 1985.

En toda la zona recientemente inundada aparece, sin embargo, una correlación inversa muy clara entre la densidad de Characeas colectadas en las muestras y la densidad de Littoridina (fig. 4 A y B). Cuando se sabe que, en el lago Titicaca, las fuertes densidades de Littoridina (otras especies) guardan contrariamente relación con la presencia de Characeas, parece que en el lago Poopó interviene un factor negativo que posiblemente se deba buscar en la presencia de sustancia(s) tóxica(s) debida a la decomposición de los vegetales terrestres inundados desde la crecida de 1985. Esto no es más que una hipótesis pero que puede ser factible si tomamos en cuenta la composición de la fauna en la estación 18, donde las Characeas presentes no parecen determinar la ausencia de este molusco.

La ocasión que tuvimos en Abril de 1989 de estudiar algunas muestras provenientes de algunas estaciones ya observadas en 1987 apoyan de algún modo esta hipótesis. Los resultados obtenidos están consignados en el cuadro 3 y presentados en la figura 5.

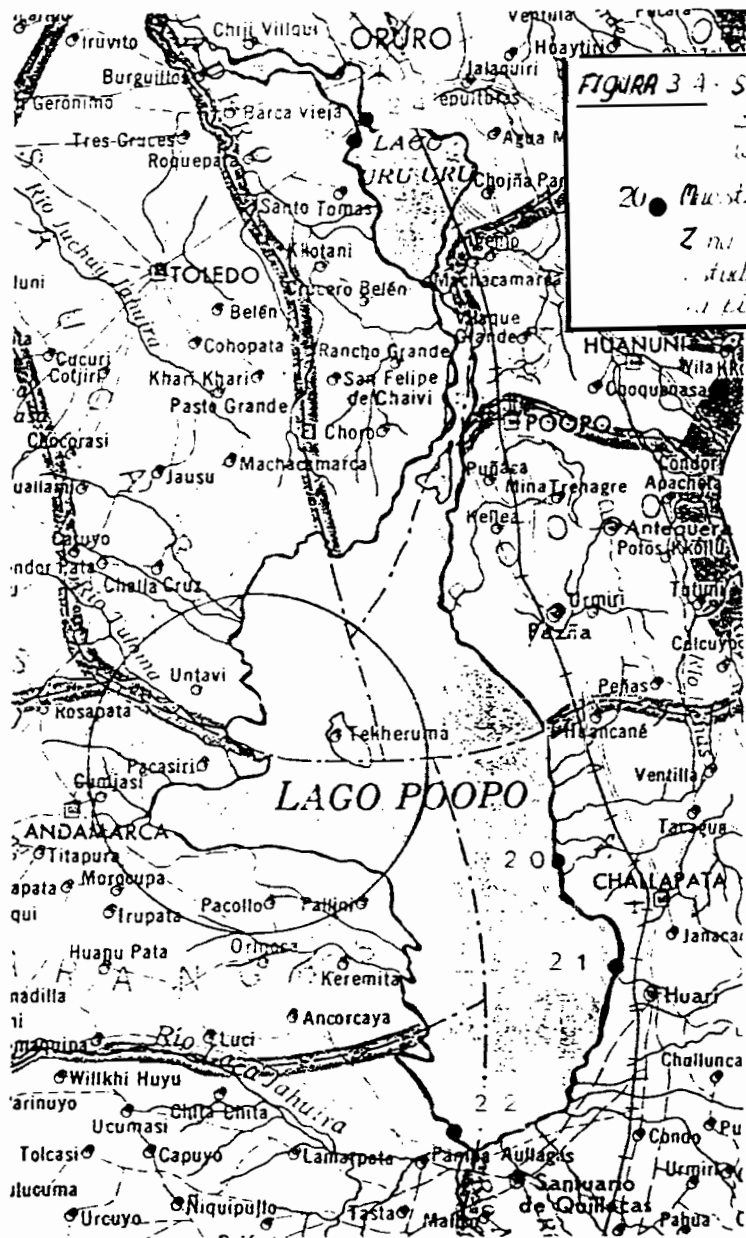


FIGURA 3 A - Situación de las diferentes zonas de muestreo de la fauna béntica:

20 ● Muestras aisladas
 Zona principal de estudio descrita en la figura B.

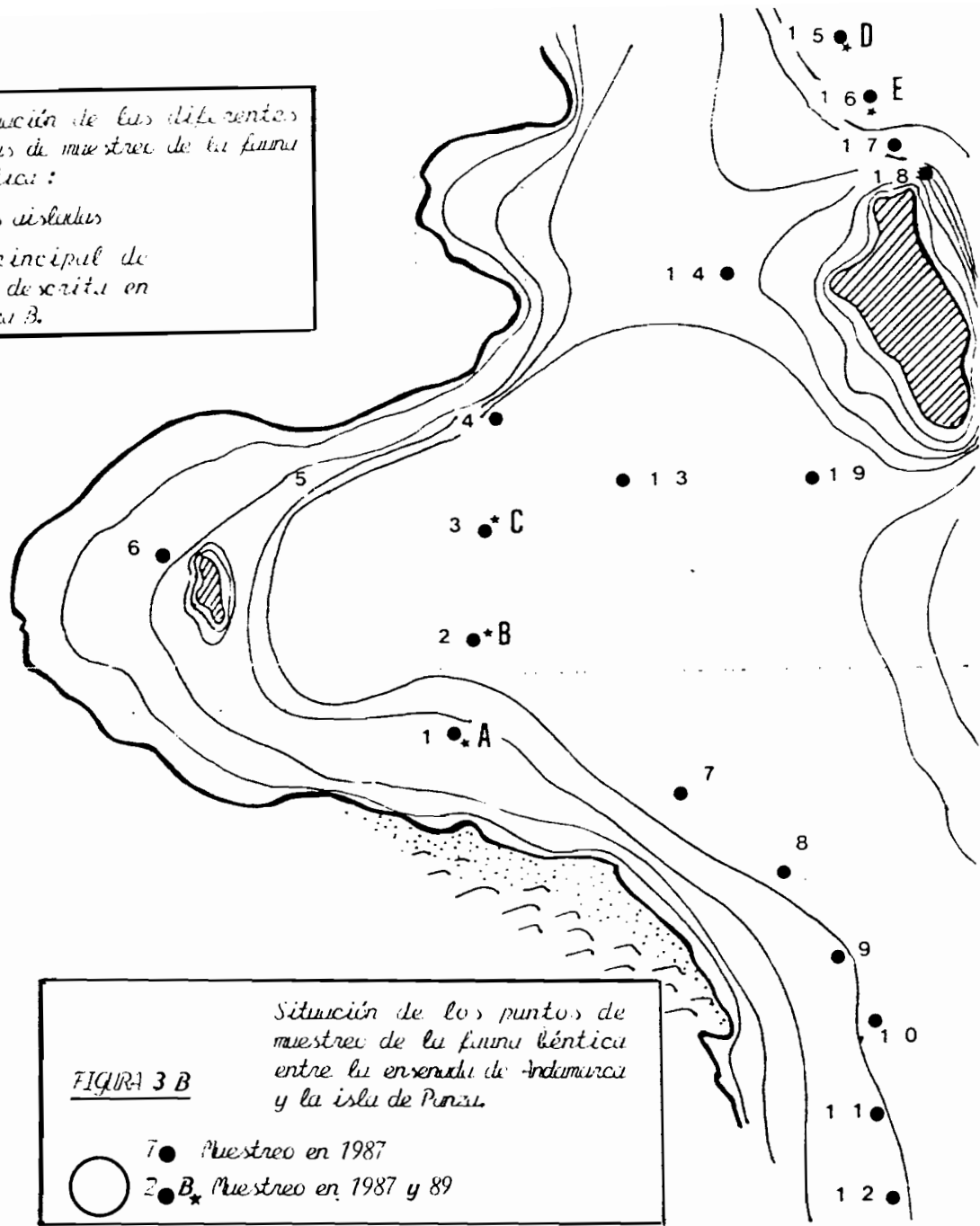


FIGURA 3 B

Situación de los puntos de muestreo de la fauna béntica entre la ensenada de Andamarca y la isla de Punza.

● Muestreo en 1987
 ○ Muestreo en 1987 y 89

Estaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
Profundidad	3.3	4.5	4.8	4.5	1.6	4.1	4.2	3.9	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	3.9	6	6.1	5.5	1.8	4.8	
Vegetación (Peso seco)	3.08	5.56	12.3	6.11	4.16	2.52	6.04	8.61	4.38	2.27	4.17	4.3	13.2	5.13	0	0	0	1.8	0	
<i>Cricotopus sp. A</i> *	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	0	2	0	0	0	1	1	1	0	12
<i>Cricotopus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Halocladius sp.</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Chironomus sp. 1</i> *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6
<i>Hyalella sp. AB7</i> **	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	102
<i>Hyalella sp. AB10</i> **	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	223	0	228
<i>Hydracarina</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Littoridina cf. poopensis</i>	4	0	0	0	0	7	0	4	2	8	20	27	0	7	37	70	800	293	1395	2674
<i>Oligocheta</i>	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	5	32	0	50
Total	5	1	2	0	0	14	0	5	4	17	21	30	0	10	47	71	806	649	1395	3077
Densidad por m ²	111	22	44	0	0	311	0	111	89	377	466	666	0	222	1044	1577	17911	14422	31000	
Densidad por 10g de peso seco	16	1.8	1.6	0	0	56	0	6	9	75	50	70	0	20	-	-	-	3602	-	

* Según ROBACK y COFFMAN, 1983.

** Codificación correspondiente a un catálogo faunístico en elaboración.

*** Número correspondiente al contenido de dos dragas.

Cuadro 2

Distribución de las densidades de organismos béticos colectados en el lago Poopó en Marzo de 1987.

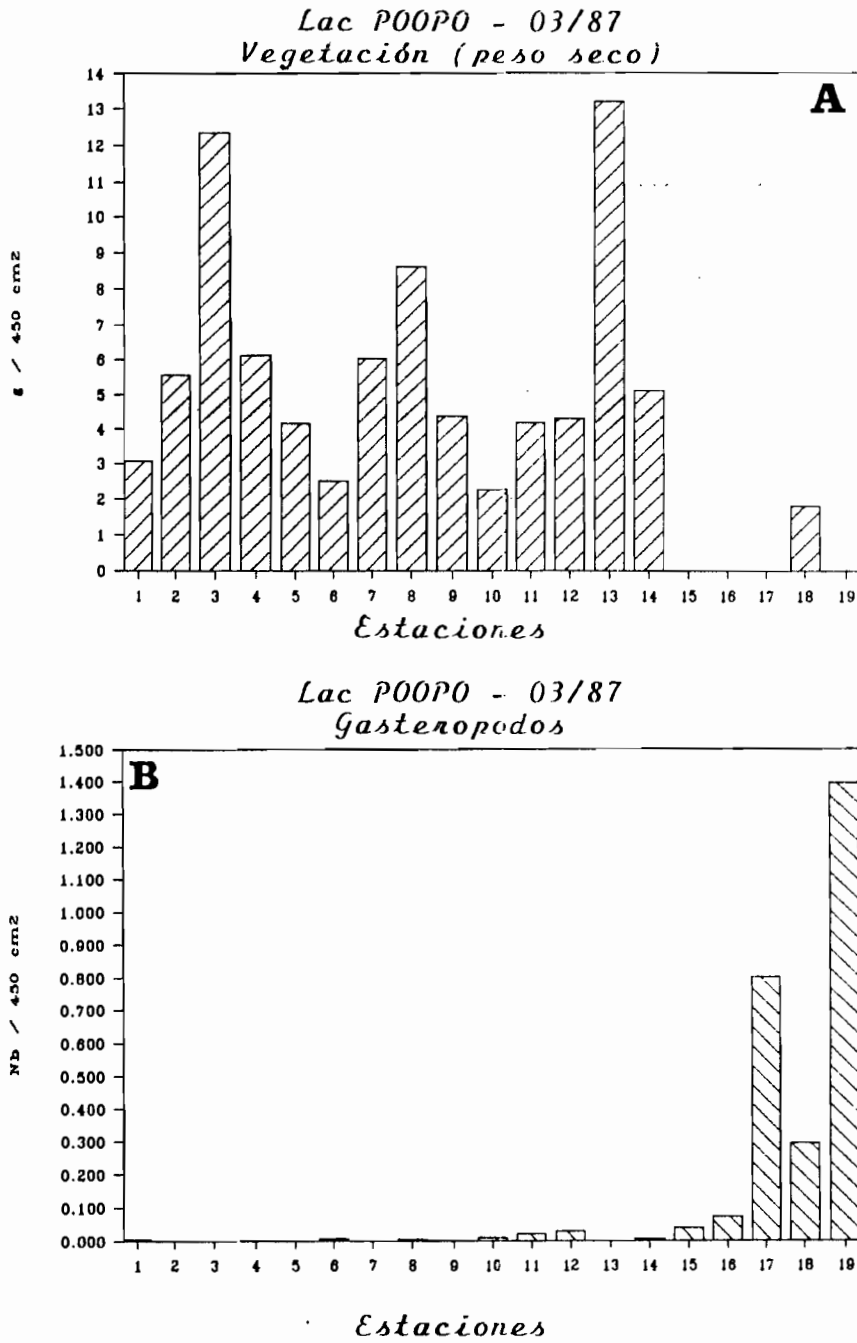


Figura 4. Distribución de las densidades de Gasteropodos (B), apuestas a aquella de los pesos de Chara sp. (A), en muestras colectadas en 1987.

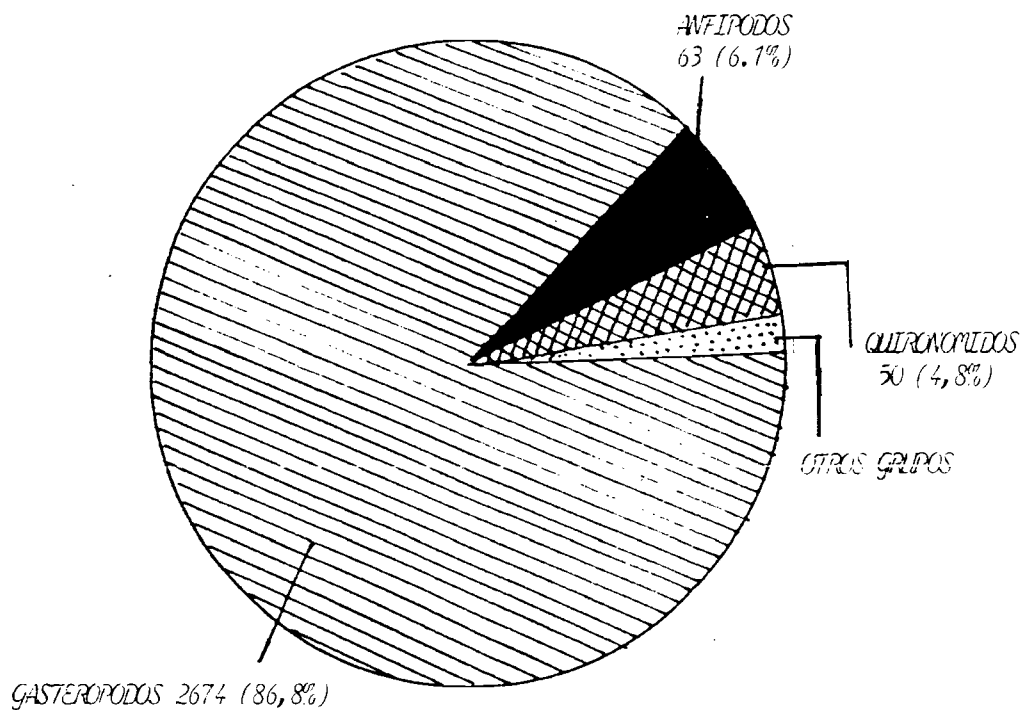
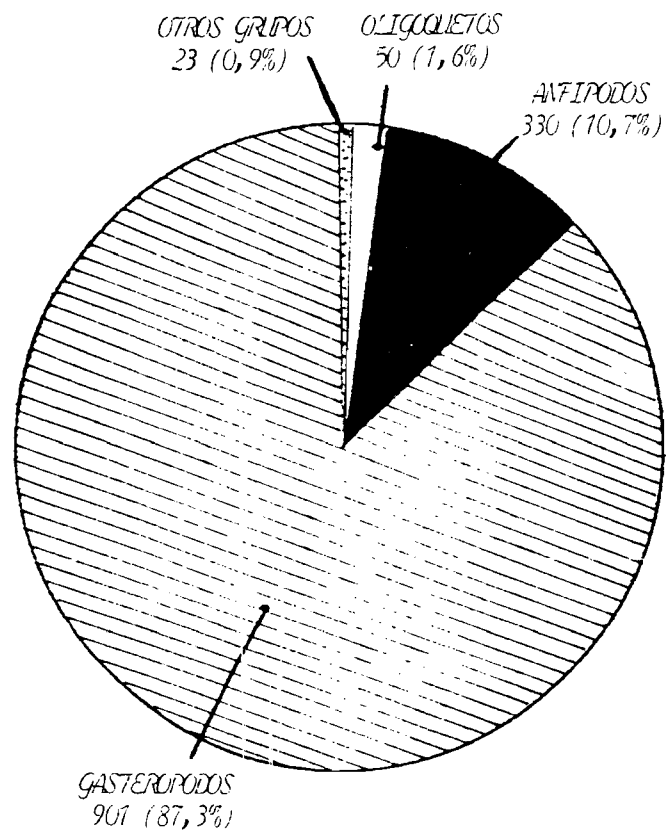


figura 5

Distribución de los grandes grupos faunísticos en el bentos del lago Poopó (región de Andamarca). A : Marzo 1987; B : Abril 1989. (En porcentaje del conjunto de muestras colectadas, sea 38 en 1987 y 9 en 1989).

Estaciones	A	B	C	D	E	Total
Profundidades (m)	0.2	0.8	3.0	4.5	5.0	
Vegetación (g.peso seco)	1.8	4.6	0	0	0	
<hr/>						
<i>Cricotopus</i> sp. A*	38	10	0	0	0	48
<i>Cricotopus</i> sp.	2	0	0	0	0	2
<i>Hyalella</i> sp. AB4*	0	17	29	0	0	46
<i>Hyalella</i> sp. AB6*	0	1	11	0	3	15
<i>Hyalella</i> sp. AB8*	0	2	0	0	0	2
Corixidae sp. HB1*	5	0	0	0	0	5
Tipulidae	2	0	0	0	0	2
Elmidae	0	0	0	1	0	1
Hydracarina sp. HyB1*	0	1	0	0	0	1
Oligocheta	0	0	0	9	0	9
<i>Littoridinu poopoensis</i>	83	164	265	209	180	901
<hr/>						
Total**	130	195	305	219	183	1032
Densidad por m ²	2868	4333	6777	9732	8132	
Densidad por 10g de peso seco	720.2	423.3	-	-	-	

*Codificación correspondiente a un catálogo faunístico en elaboración. **ABC= densidades para 2 dragas; CD= densidades para 1 draga.

Cuadro 3: Distribución de la fauna béntica en las muestras colectadas en 1989, a nivel de la ensenada de Andamarca.

Si bien es imposible llegar a ser muy afirmativo por el reducido número de muestras estudiadas, la fauna aparece más dispersa en 1989 que en 1987, pero la riqueza específica global es del mismo orden. Las densidades aumentaron en las estaciones de menos de 4 metros de profundidad con la presencia, en relativa abundancia, de *Littoridinu* que ahora parecen haberse establecido definitivamente en estos lugares. Quironomides Orthocladinae y Anfípodos son también más numerosos aunque sus densidades siguen siendo débiles con respecto a otros lagos del Altiplano.

Mourguiart (1987), en un estudio de los Ostracodos de los diferentes medios lacustres del Altiplano boliviano, coincidió también con la pobreza específica de este grupo en el lago Poopó. En 1986 no encontró ninguna especie en la ensenada de Andamarca, notando simplemente la presencia de *Limnocythere bradburyi* al sur del lago, cerca de la embocadura del emisario Luka Jahuira. La fauna de Ostracodos era, por el contrario, más diversificada en la misma época en el lago Uru Uru, donde el autor señala la presencia de *Limnocythere* sp. asociada a *L. bradburyi* y a dos especies de géneros eurialianos *Ilyocypris* y *Eucypris*.

CONCLUSIONES

Durante el periodo de estas observaciones (1987 a 1989), el lago Poopó puede considerarse como próximo a su nivel máximo, funcionando su sistema lacustre con un emisario que evacúa su exceso hacia el salar de Coipasa. La homogeneización y la estabilidad relativas de las masas de agua que resultan de esta situación dan lugar al desarrollo en el conjunto del medio de una flora y una fauna adaptadas al medio mesoalino. Es por ello, por ejemplo, que las poblaciones de Orestias y Basilichthys (Pisces) que, cuando la parte sur del lago era verdaderamente una salina, no se hallaban presentes más que en el norte de la depresión, ocupan ahora toda la zona lacustre.

Las poblaciones bénticas están en plena transformación y se adaptan lentamente a las nuevas condiciones del medio. Asistimos a una colonización de las zonas nuevamente en agua por elementos faunísticos con ecofase aérea como los Orthocludiinae, Tipulidae, Elmidae, Corixidae... y otros organismos que colonizan y se instalan lentamente.

A pesar de esto y siempre en la misma época de observación, la fauna béntica debe ser considerada como poco diversificada y numéricamente pobre; esto se confirma por el análisis de algunas muestras ocasionalmente colectadas en la orilla este del lago (cf. cuadro 4). Es muy posible que el lago Poopó sea, por lo tanto, para los macro-invertebrados, un medio muy inestable y sólo las especies eurialinas que se diseminan rápidamente y tienen un corto ciclo (los Dípteros, por ejemplo) pueden instalarse con alguna esperanza de vida.

Estación	20	21	22	23	24
Fecha de muestreo	11-86	10-87	2-89	3-88	11-86
<i>Chironomus</i> sp.	2	0	0	425	166
<i>Cricotopus</i> sp. A	17	9	1	14	2
<i>Cricotopus</i> sp.	0	1	0	0	0
<i>Hyalella</i> sp. AB 10	27	9	2	69	132
<i>Hyalella</i> sp. AB 7	2	0	11	25	23
Diptero Tipulidae sp. I	0	6	2	0	7
Diptero Tipulidae sp. II	0	1	0	0	0
Corixidae	0	3	17	0	6
Elmidae	0	0	0	4	2
Oligoquetos	4	6	1	41	12
Hidracarinos	0	0	0	7	34
TOTAL	52	35	34	585	388

Cuadro 4. Distribución de los organismos bénticos colectados en algunas muestras ocasionalmente efectuadas en la costa este del lago Poopó y en el Uru Uru, entre 1986 y 1989.

Esto no implica, evidentemente, que prevalezcan en período de fuerte salinidad o puedan posiblemente ubicarse como poblaciones siempre poco diversas pero densas, como es el caso en numerosos lagos salados del Sud Lípez.

En lo que se refiere a las plantas acuáticas y a las Characeas, es posible que la homogeneización de las condiciones de salinidad en el conjunto del lago esté acompañada de un empobrecimiento de la flora presente, limitándose ésta desde ahora, al medio mesoalino.

En cuanto al plancton vegetal, la respuesta a la modificación del tenor en sales disueltas es rápida y se manifiesta por el desarrollo de formas eurialinas. Las poblaciones algales de la parte sur muy salada donde predominaban las Diatomeas, y las más diversificadas de la parte norte oligoalina, se transforman luego de 1985 en una población de Peridinium ó Dictyosphaerium dominante.

Referencias

- BOULLANGE (B.), RODRIGO (L.A.), VARGAS (C.), 1978 - Morphologie, formation et aspects sédimentologiques du lac Poopó (Bolivie). Cah. ORSTOM, sér. Géol., X(1): 69-78.
- CARMOUZE (J.P.), ARCE (C.), QUINTANILLA (J.), 1977 - La régulation hydrique des lacs Titicaca et Poopó. Cah. ORSTOM, sér. hydrobiol., XI(4) : 269-283.
- CARMOUZE (J.P.), ARCE (C.), QUINTANILLA (J.), 1978 - Circulación de materia (aguas, sales disueltas) en el sistema del Altiplano : la regulación hidroquímica de los lagos Titicaca y Poopó. Cah. ORSTOM, sér. géol., X(1): 49 - 68.
- COLLOT (J.L.), 1982 - Vegetación acuática del lago Poopó. Rev. Inst. Ecol., 1: 47-55.
- D'ORBIGNY (A.), 1845-47. Voyage dans l'Amérique méridionale. Paris.
- GUYOT (J.L.), ROCHE (M.A.), QUINTANILLA (J.), CALLICONDE (N.), NORIEGA (L.), CALLE (H.), CORTES (J.), 1989 - Cargas en suspensión y transportes de materia sobre el Altiplano boliviano. Doc. PHICAB (ORSTOM), 20 p., multigr.
- ILTIS (A.), COUTE (A.), 1984 - Péridiniales (Algae, Pyrrophyta) de Bolivie. Rev. Hydrobiol. trop., 17(4): 279-286.
- MOURGUIART (P.), 1987 - Les Ostracodes lacustres de l'Altiplano Bolivien. Le polymorphisme, son intérêt dans les reconstitutions paleohydrologiques et paléoclimatiques de l'holocène. Thèse de Doctorat, Univ. Bordeaux I, 337 p.

NEVEU-LEMAIRE (M.), 1906 - El Titicaca y el Poopó. Contribución al estudio de los lagos de los Altiplanos bolivianos. Rev. del Min. de Colon. y Agric. Año 11, N^o 16, 17 y 18 : 568-591.

ROBACK (S.S.), COFFMAN (W.P.), 1983 - Result of the Catherwood Bolivian-Peruvian Altiplano expedition. Part II. Aquatic Diptera including mountain Diamesinae and Orthocladinae (Chironomidae) from Venezuela. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 135: 9-79.

ROBACK (S.S.), BERNER (L.), FLINT (O.S. jr), NIESER (N.), SPRANGLER (P.J.), 1980. Results of the Catherwood Bolivian-Peruvian Altiplano expedition. Part I. Aquatic insect except Diptera. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 132: 176-217.

SERVANT-VILDARY (S.), 1978 - Les Diatomées des sédiments superficiels d'un lac salé, chloruré sulfaté sodique de l'Altiplano bolivien : le lac Poopó. Cah. ORSTOM, sér. Géol., 10 (1): 79-87.

DIRECTION GÉNÉRALE
213, rue La Fayette - 75480 Paris Cedex 10

CENTRE ORSTOM BONDY
70, route d'Aulnay - 93140 Bondy

CENTRE ORSTOM MONTPELLIER
Institut Agronomique Méditerranéen
3191, route de Mende - 34060 Montpellier Cedex