

CONVENIO UMSA - ORSTOM

DATOS SOBRE LAS LAGUNAS

DE ALTURA DE LA REGION

DE LA PAZ (BOLIVIA)

A. ILTIS

**DATOS SOBRE LAS LAGUNAS DE ALTURA DE LA
REGION DE LA PAZ (BOLIVIA).**

A. ILTIS

1.- Introducción

La limnología de las lagunas intertropicales ubicadas a alturas superiores a 3800 metros ha sido objeto de un número limitado de observaciones. Podemos citar, para América, los estudios de Loffler (1960, 1964, 1968) y Hegewald et al. (1976, 1980, 1981) sobre varias lagunas de América Central y del Perú.

Este trabajo sobre diferentes lagunas de la región de La Paz tiene por objetivo de proporcionar datos preliminares para estudios ulteriores más detallados sobre estos medios aún mal conocidos y amenazados por las intervenciones humanas.

2.- Localización

Las diez y nueve lagunas estudiadas están ubicadas en cuatro valles glaciares de la Cordillera Real que se extiende al Este y al Norte de La Paz (Cordillera Oriental de Los Andes) en las provincias Omasuyos, Los Andes y Murillo del departamento de La Paz (Fig.1). Desde el punto de vista climático, esta zona está regida por un clima de tipo tropical de altura. Las precipitaciones anuales, de Diciembre a Abril - con un máximo en Enero -, son del orden de 800 milímetros. A 4310 metros s.n.m., el promedio anual de la temperatura del aire es de 5,4° C. en el valle de Hichu Kkota; los promedios mensuales son de 3,5° C. para el mes más frío (Julio) y de 6,8° C. para el mes más caluroso (Diciembre) (Ostria 1987).

Los cuatro valles, denominados según el nombre de su parte inferior, son: Hichu Kkota (lagunas de Kara Kkota, Khotia, Jancko Kkota, laguna Wila Lloreta, laguna Negra), Ovejhuayo (lagunas de Taypi Chaka, Sora Kkota, Allka Kkota, laguna Palcoco, Juri Kkota), Milluni Zongo (lagunas de Milluni, Pata Kkota, Zongo, Botijlaca, Viscachani), Tuní-Condoriri (lagunas de Tuní, Sora Kkota, Esperanza, Moro Kkota).

El abastecimiento en agua de estas lagunas proviene directamente, para las más altas, de la fundición de los campos de nieve sobre las cumbres vecinas. Para las más bajas, se añaden los aportes del defluente de las lagunas ubicadas más arriba y de los afluentes directos (arroyos, cascadas, etc...).

En el curso de un valle, la superficie de las lagunas, generalmente cerradas por una morena frontal, disminuye de río abajo hacia río arriba.

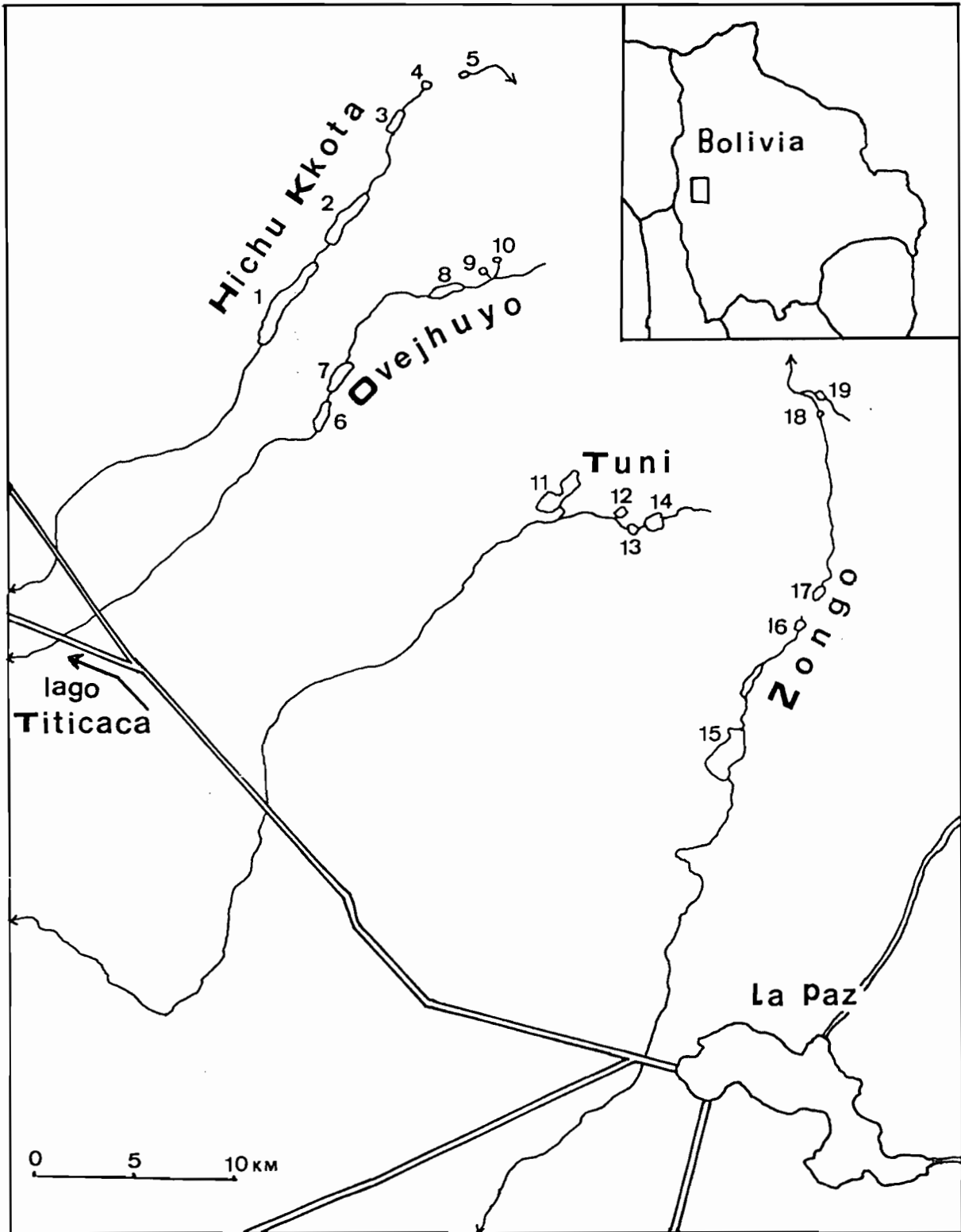


Fig. 1. Mapa de ubicación de las lagunas estudiadas.

- 1 : Khara Kkota. 2 : Khotia. 3 : Jankho Kkota. 4 : Laguna Wila Lloreta. 5 : Laguna Negra. 6 : Laguna Taypi Chaka. 7 : Sora Kkota. 8 : Allka Kkota. 9 : Laguna Palcoco. 10 : Juri Kkota. 11 : Laguna Tuni. 12 : Moro Kkota. 13 : Sora Kkota. 14 : Laguna Esperanza. 15 : Laguna Milluni. 16 : Pata Kkota. 17 : Laguna Zongo. 18 : Laguna Botijlaca. 19 : Laguna Viscachani.

3.- Medios estudiados

Lag. Khara Kkota

Características morfológicas

- | | |
|----------------------|-----------------|
| Valle de Hichu Kkota | 16°09' - 68°22' |
|----------------------|-----------------|
- Altura 4310 m
 - Superficie 2,29 Km²
 - Profundidad max. 42 m
 - media 10,5 m
 - Contaminación nula
 - Afluente principal : Río Panchintani
- Laguna natural realzada por un dique.
 - Forma subrectangular
 - Variaciones débiles del nivel hasta 1987.
 - Volumen antes de la construcción del dique (Rodrigo, Ortuño, Vargas. 1979):
24,05 x 10⁶ m⁻³

Características físico-químicas

- Transparencia : 9 m (16-7-85)
- Temperatura : maxi. obs. 11° (06-12-84)
 mini. obs. 7° (06-07-86)
 media. obs.(25 med.) 9°59, desviación típica: 0,87.
- pH : maxi. obs. 7,3 (29-09-85)
 mini. obs. 6,3 (06-04-86)
 media. obs.(17 med.) 7,01, desviación típica : 0,29.
- Conductividad eléctrica media(15 med.): 39,58, desviación típica : 7,96.

Maxi-mini : 49 - 20 µS

- Composición química . Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
06-11-86	6,1	12,9	0,0	9,7	2,3	1,0	8,4	2,5	0,0
09-12-86	4,9	13,4	0,0	6,0	10,0	3,6	19,6	1,4	0,2

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica. Orilla de Isoetes sp. y poblaciones a Nitella clavata. Presencia de Elodes potamogeton y Myriophyllum elatinoides.

- Plancton. Fitoplancton de:
11 taxones de Chlorophyceas
3 taxones de Chlorophyceas
1 taxon de Dinophycea

Zooplancton de Copépodos y Rotíferos

- Peces. Poblaciones a Orestias sp. y Salmo gairdneri (Lauzanne et Franc, 1979).

Datos complementarios

- Temperaturas en profundidad (Iltis) 17-7-1985

Superf.	8,2 ⁰ C
- 2,5 m	8 ⁰ 1
- 10 m	7 ⁰ 6
- 15 m	7 ⁰ 6
- 20 m	7 ⁰ 6
- 25 m	7 ⁰ 6
- 30 m	7 ⁰ 5

- Análisis químico (Collot 1979)
fecha desconocida.

Temp.	9,2 ⁰ C
pH.	7,12
Conduct.	52 μ S
Alcal.	0,20 mg/l
SO ₄	14,40 "
Cl	0,00 "
Ca	5,47 "
Mg	1,09 "
Na	2,07 "
K	0,78 "
SiO ₄ H ₄	3,40 "
Sales totales	27,41 "
Nitratos	40 μ g/l
Fosfatos	0,1 "

- Análisis físico-químico (Wirrmann. Com. pers) 27-4-1982.

Profundidad	Temperatura	pH	δ O ¹⁸ /SMOW	δ H ² /SMOW
- 2 m	10,0 ⁰ C	6,80	- 13,74	- 108
- 20 m	9,8 ⁰ C	7,05	- 13,77	- 108
- 39,5 m	9,7 ⁰ C	7,12	- 13,74	- 109,3

Lag. Khotia

Características morfológicas

Valle de Hichu Kkota

16°07' - 68°20'

- Altura 4450 m
- Superficie 1,31 Km²
- Profundidad max. 41,1 m
- Profundidad media 10,25 m
- Contaminación nula
- Afluente principal : Río Panchintani
- Laguna natural
- Forma subrectangular alargada
- Variaciones débiles de nivel
- Volumen 13,43 x 10⁶ m⁻³

Características físico-químicas

- Transparencia : 2,20 m (4-11-87)
- Temperatura : maxi obs. 14° (27-11-85, borde)
mini obs. 5°4 (6-7-86)
media obs.(23 med.) 8°78, desviación típica: 1,75.
- pH : maxi obs. 7,6 (9-1-86)
mini obs. 6,1 (6-4-86)
media obs.(17 med.) 6,95, desviación típica: 0,38.
- Conductividad eléctrica media (15 med.): 39,07, desviación típica : 8,08.

Maxi-mini : 50 - 19 µS.

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
6-11-86	7,0	12,2	0,0	8,9	1,8	0,7	7,4	2,9	0,0
9-12-86	8,5	14,6	0,0	10,9	4,2	0,9	1,3	0,3	0,1

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica
Cinturón de Isoetes sp. (lacustris?) hasta 3,50 m de profundidad.

Nitella clavata hasta una profundidad media de 18 m. Cerca del emisario, presencia de Lilaeopsis sp., Myriophyllum elatinoides, Ranunculus sp., Callitriche spp., Limosella sp., y Elodea potamogeton.

- Plancton. Fitoplancton : 15 taxones de Chlorophyceas
2 taxones de Cyanophyceas
1 taxon de Dinophycea
- Zooplancton de Copépodos y Rotíferos
- Peces - Poblaciones a Orestias sp. y Salmo gairdneri.
(Lauzanne y Franc 1979).

Datos complementarios

- Análisis químico (Collot, 1979) fecha desconocida.

Temp.	9°30 C	
pH	7,03	
Conduct.	42	µS
Alcalin.	0,16	mg/l
SO ₄	12,96	"
Cl	0,00	"
Ca	4,46	"
mg	0,97	"
Na	1,84	"
K	0,39	"
SiO ₄ H ₄	4,30	"
Sales totales	25,08	"
Nitratos	65	µg/l
Fosfatos	2,2	"

- Análisis físico-químico (Wirrmann. Comp.pers) 28-4-1982

Profundidad	Temperatura	pH	δO ¹⁸ /SMOW	δH ² /SMOW
- 2 m	8,7°C	6,66	- 15,14	- 113,6
- 16 m	8,4°C	6,70	- 15,20	- 115,1
- 33 m	8,4°C	6,70	- 15,33	- 115,1

Lag. Jankho Kkota

Características morfológicas

Valle de Hichu Kkota

16°04' - 68°19'

- Altura 4690 m
- Superficie 30 ha
- Profundidad max. 19,50 m
- Contaminación nula
- Afluente principal : Río Panchintani + agua de glaciar
- Laguna natural
- Forma subrectangular
- Variaciones débiles de nivel

Características físico-químicas

- Transparencia : 1,15 m (17-7-85)
- Temperatura : maxi obs. 11°7 (6-12-85)
mini obs. 3°6 (17-7-85)
media obs.(24 med.) 7°04, desviación típica: 1,8.
- pH : maxi obs. 7,3 (27-11-85)
mini obs. 5,9 (6-4-86)
media obs.(17 med.) 6,70, desviación típica: 0,34.
- Conductividad eléctrica media (14 med.): 18,2, desviación típica : 4,04 .

Maxi-mini : 25 - 10 µS.

- Composición química . Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
06-11-86	6,6	9,8	0,7	16,7	0,0	0,2	3,7	2,1	1,1
09-12-86	3,1	13,4	0,7	4,5	2,2	0,2	0,7	0,4	0,3

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica
Cinturón de Isoetes (lacustris?) sobre las orillas.
Al Noroeste del lago, presencia de Sciaromium sp. y en la región del emisario : Elodea potamogeton (Collet 1979).

- Plancton. Fitoplancton : 26 taxones de Chlorophyceas
4 taxones de Cyanophyceas
1 taxon de Dinophycea
1 taxon de Chrysophycea

Zooplancton de Copépodos, Rotíferos y Cladóceros
(Chydorus sp.) .

- Peces. Orestias sp.
Salmo gairdneri (Lauzanne y Franc 1979)

Datos complementarios

- Análisis químico (Collot 1979) fecha desconocida.

Temp.	5,80 ^o	C
pH	6,83	
Conduct.	27	µS
Alcalin.	0,10	mg/l
SO ₄	8,64	"
Cl	0,00	"
Ca	3,04	"
Mg	0,73	"
Na	1,04	"
K	0,39	"
SiO ₄ H ₄	4,10	"
Sales totales	18,04	"
Nitratos	115	µg/l
Fosfatos	21,4	"

- Análisis físico-químico (Wirrmann. Com. pers) 29-4-1982 .

Profundidad	Temperatura	pH.	δO ¹⁸ /SMOW	δH ² /SMOW
- 2 m	6,6 ^o C	6,70	- 16,87	- 125,6
- 19 m	6,6 ^o C	6,77	- 16,95	- 125,3

Lag. Wila Lloreta

Características morfológicas

Valle de Hichu Kkota

16°03' - 68°18'

Al pie del glaciar del M^{te} Wila Lloreta que cierra el valle de Ichu Kkota.

- Altura 4840 m
- Superficie 2 ha
- Profundidad max. 3,50 m
- Contaminación nula
- Afluente principal : agua del glaciar del M^{te} Wila Lloreta
- Laguna natural
- Forma subcircular
- Variaciones débiles de nivel

Características físico-químicas

- Transparencia : 0,34 m (4-11-87)
- Temperatura : maxi obs. 9°6 (09-09-86)
mini obs. 3°6 (06-11-86)
media obs.(24 med.) 6°7, desviación típica: 2,3 .
- pH : maxi obs. 7,3 (29-09-85)
mini obs. 5,5 (04-11-87)
media obs.(16 med.) 6,6, desviación típica: 0,4 .
- Conductividad eléctrica media (15 med.) : 8,35, desviación típica : 3,9 .

Maxi-mini : 19 - 5,5 μ S .

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
06-11-86	2,9	4,9	1,1	-	0,0	0,1	9,5	2,2	1,1
09-12-86	4,1	7,3	0,0	5,5	1,0	0,1	0,3	0,1	0,2

Características biológicas

- Vegetación desconocida
- Plancton. Fitoplancton : 24 taxones de Clorophyceas
3 taxones de Cyanophyceas

Zooplankton poco denso en Copépodos y Cladóceros.

Eucyclops cf. silvestrii (Brian)

Alona sp.

Chydorus sp.

- Peces no señalados.

Lag. Negra

Características morfológicas

Valle adyacente a Hichu Kkota 16°03' - 68°17'

- Altura 4810 m
- Superficie 2,5 ha
- Profundidad max. 9,50 m
- Contaminación nula
- Afluente principal : un afluente del río Pasto Grande.
- Laguna natural
- Forma elíptica
- Variaciones débiles de nivel

Características físico-químicas

- Transparencia : 5,50 m (16-7-85)
- Temperatura : maxi obs. 6°5 (06-12-84)
mini obs. 3°5 (30-06-85)
media obs.(24 med.) 4°8, desviación típica: 0,84.
- pH : maxi obs. 7,15 (29-09-85)
mini obs. 5,34 (06-04-86)
media obs.(17 med.) 6,36, desviación típica: 0,45.
- Conductividad eléctrica media(13 med.) : 8,36, desviación típica: 3,19 .

Maxi-mini : 17 - 4 μ S.

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
06-11-86	4,7	7,3	0,0	-	0,0	0,0	2,6	1,9	0,0
09-12-86	4,4	9,8	1,4	5,0	1,5	0,2	0,6	0,1	0,2

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica no estudiada
- Plancton. Fitoplancton de Chlorophytas dominantes.
25 taxones de Chlorophyceas
3 taxones de Cyanophyceas
1 taxon de Chrysophyceas
1 taxon de Dinophyceas

Diatomophyceas no estudiadas
Zooplankton poco denso en Copépodos y Cladóceros.

- Peces no señalados.

Datos complementarios (Wirrmann. Com. pers.) 30-04-1982

Profundidad	Temperatura	pH	$\delta O^{18}/SMOW$	$\delta H^2/SMOW$
- 1 m	5,4°C	6,24	- 16,75	- 123,3
- 9 m	5,0°C	6,60	- 16,80	- 123,9

Lag. Taypi Chaka

Características morfológicas

- Valle de Ovejhujo 16°12'30" - 68°21'
- Altura 4300 m - Laguna natural realizada por un dique.
 - Superficie 60 ha - Forma subrectangular alargada.
 - Profundidad max. 10,6 m - Variaciones de nivel anuales del orden de 4 a 5 metros.
 - Contaminación nula
 - Afluente principal : Río Palcoco

Características físico-químicas

- Transparencia : 4,50 m (13-06-85)
4,70 m (29-06-88)
- Temperatura : maxi obs. 14°9 (13-12-84)
mini obs. 8°0 (08-07-86)
media obs.(22 med.) 11°40, desviación típica: 1,62 .
- pH : maxi obs. 8,65 (09-11-86)
mini obs. 6,66 (09-04-86)
media obs.(17 med.) 7,27, desviación típica: 0,53 .
- Conductividad eléctrica media (21 med.) : 50,48, desviación típica : 8,03 .
Maxi-mini : 64 - 30 µS .
- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
09-11-86	2,3	17,1	0,0	12,6	4,7	0,8	-	2,6	0,0
07-12-86	4,7	17,1	22,7	13,5	10,0	3,6	19,6	1,4	0,2

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica de Sciaromium sp., Elodea potamogeton, Ranunculus 2 sp., Limosella sp., Myriophyllum elatinoides, Nitella clavata, Lilaeopsis sp. e Isoetes sp.

- Plancton. Fitoplancton de Diatomeas, G Synedra principalmente; de Chlorophyceas (géneros Volvox, Botryococcus, Closterium, Staurastrum, Oedogonium, Spirogyra, Mougeotia). de Cyanophyceas bastante raras (Gomphosphaeria, Anabaena, Oscillatoria).

Zooplancton de Copépodos, Cladóceros y Rotíferos.

- Peces. Salmo gairdneri señalado.

Datos complementarios

- Temperaturas en profundidad (Iltis) 13-06-1985

Sup .		8 ⁰ 5
- 1	m	8 ⁰ 5
- 2	m	8 ⁰ 3
- 3	m	7 ⁰ 9
- 5	m	8 ⁰ 1
- 7,5	m	8 ⁰ 0
- 10	m	8 ⁰ 0

Lag. Sora Kkota

Características morfológicas

Valle de Ovejhujo

16°11'30" - 68°20'30"

- Altura 4300 m
- Superficie 90 ha
- Profundidad max. 13 m
- Laguna natural
- Forma subrectangular
- Variaciones débiles de nivel.
- Contaminación nula
- Afluente principal : Río Palcoco

Características físico-químicas

- Transparencia : 3,70 m (13-06-85)
- Temperatura : maxi obs. 15°8 (12-09-86)
mini obs. 8° (13-06-85)
media obs.(22 med.) 12°27, desviación típica : 2,08 .
- pH : maxi obs. 8,09 (08-06-86)
mini obs. 6,35 (08-05-86)
media obs.(17 med.) 7,37, desviación típica: 0,41 .
- Conductividad eléctrica media (21 med.) : 52,14, desviación típica : 8,17 .
Mini-maxi : 66 - 34 µS .
- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
09-11-86	4,4	14,6	0,7	-	4,5	0,8	7.9	2,3	0,0
07-12-86	2,8	19,5	5,7	17,0	7,2	1,6	6,4	0,2	0,1

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica de Sciaromium sp., Elodea potamogeton, Renunculus 2 sp., Myriophyllum elatinoides, Nitella clavata, Lilaeopsis sp. e Isoetes sp.

- Plancton. Fitoplancton de Chlorophyceas dominantes (géneros Volvox, Eudorina, Pandorina, Botryococcus, Sphaerocystis, Dedogonium, Spirogyra). Presencia de algunos Diatomeas (género Synedra) y Dinophyceas (género Peridinium).

Zooplancton de Copépodos, Cladóceros y Rotíferos.

- Peces señalados pero ninguna información existente.

Datos complementarios

- Temperaturas en profundidad (Iltis). 13-05-1985.

Sup.		8,0 ^o C
- 2,5	m	8,0
- 5	m	7,9
- 10	m	7,4
- 11	m	7,3

Lag. Allka Kkota

Características morfológicas

Valle de Ovejhujo

16°09' - 68°17'30"

- Altura 4510 m
- Superficie 48 ha
- Profundidad máxima 22 m
- Laguna natural
- Forma subrectangular alargada
- Variaciones débiles de nivel
- Contaminación nula
- Afluente principal : Río Palcoco + agua de glaciár

Características físico-químicas

- transparencia : 4,00 m (07-06-88)
- Temperatura : maxi obs. 13°8 (31-03-85)
mini obs. 6°2 (08-07-86)
media obs.(21 med.) 9°41, desviación típica: 2,01 .
- pH : maxi obs. 8,72 (09-04-86)
mini obs. 7,70 (02-07-85)
media obs.(12 med.) 7,17, desviación típica: 0,33 .
- Conductividad eléctrica media (15 med.) : 49,5, desviación típica : 10,15 .

Maxi-mini : 60 - 26 µS .

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
09-11-86	5,7	12,2	-	15,6	4,7	0,6	5,8	1,7	0,0
07-12-86	4,5	14,6	9,2	7,5	6,6	1,2	4,2	0,5	0,3

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica de Sciaromium sp., Elodea potamogeton, Renunculus sp., Limosella sp., Lilaeopsis sp. e Isoetes sp.
- Plancton. Fitoplancton de Chlorophyceas dominantes (géneros Volvox, Sphaerocystis, Oocystis, Microspora, Cosmarium, Staurastrum, Sphaerozosma).

Presencia de Diatomeas (géneros Synedra, Navicula, Cyclotella), de Dinophyceas (género Peridinium) y de Chrysophyceas (género Synura).

Zooplankton poco denso en Copépodos, Cladóceros y Rotíferos.

- Peces señalados pero ninguna información existente.

Lag. Palcoco

Características morfológicas

Valle de Ovejuyo

16°08'30" - 68°16'30"

- Altura 4610 m
- Superficie 2,5 ha
- Profundidad max. 6,80 m
- Contaminación nula
- Afluente principal : agua de glaciar
- Laguna natural
- Forma elíptica
- Variaciones débiles de nivel.

Características físico-químicas

- Transparencia : superior a 6,80 m. (29-06-88)
- Temperatura : maxi obs. 9°3 (08-10-86)
mini obs. 4°1 (08-07-86)
media obs.(12 med.) 7°06, desviación típica : 1,79 .
- pH : maxi obs. 7,15 (27-09-85)
mini obs. 6,09 (09-04-86)
media obs.(12 med.) 6,55, desviación típica: 0,40 .
- Conductividad eléctrica media (12 med.) : 59,5, desviación típica : 13, 11 .
Maxi-mini : 78 - 51 μ S
- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
09-11-86	8,9	4,9	-	32,2	6,5	0,7	4,7	1,9	0,0
07-12-86	5,0	6,1	0,7	24,0	7,9	0,8	0,6	0,3	0,1

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica
Cinturón de Distichia muscoides (Joncacée)
- Plancton. Fitoplancton poco denso en Diatomeas, Cyanophyceas (género Oscillatoria), Chlorophyceas (género Botryococcus, Staurastrum), Dinophyceas (género Peridinium).
Zooplancton poco denso en Rotíferos.
- Peces no señalados.

Lag. Juri Kkota

Características morfológicas

Valle de Ovejhujo

16°08' - 68°16'15"

- Altura 4670 m
- Superficie 2,5 ha
- Profundidad max. 4,50 m
- Laguna natural
- Forma elíptica
- Variaciones débiles de nivel.
- Contaminación nula
- Afluente principal : agua del glaciar Apacheta

Características físico-químicas

- Transparencia : superior a 4,50 m (29-06-88)
- Temperatura : maxi obs. 7°3 (31-03-85)
mini obs. 2°2 (08-05-86)
media obs.(15 med.) 5°9, desviación típica: 1,66 .
- pH : maxi obs. 6,60 (02-07-85)
mini obs. 5,07 (07-12-86)
media obs.(12 med.) 5,58, desviación típica: 0,44 .
- Conductividad eléctrica media (14 med.) : 48,6, desviación típica: 11,92 .
Maxi-mini : 70 - 27 µS .
- Composición química. Una medida (12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
07-12-86	11,9	4,9	0,7	18,0	5,0	0,8	0,2	0,3	0,0

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica. Cinturón de Oxychloé andina (Joncacea).
- Plancton. Fitoplancton poco denso en Diatomeas; Chlorophyceas (Cosmarium, Microspora) y Dinophyceas (Peridinium) son raras.
Zooplancton no señalado.
- Peces no señalados.

Lag. Tuni

Características morfológicas

- Valle de Tuni Condoriri 16°14'30" - 68°14'45"

- Altura : 4430 m
 - Superficie : 140 ha
 - Profundidad max. : 32 m (depres. norte)
28 m (depres. sud)
 - Contaminación nula
 - Afluentes principales : Río Daya Huinchinta
Río Condoriri
- Laguna natural realizada por un dique
 - Forma irregular (Unión de dos depresiones lacustres en el momento de la construcción del dique)
 - Variaciones anuales de nivel : 4 a 5 metros.

Características físico-químicas

- Transparencia : 4,30 m (08-06-88)
- Temperatura : maxi obs. 11°8 (22-02-85)
mini obs. 6°9 (01-08-86)
media obs. 9°62, desviación típica: 1,43 .
- pH : maxi obs. 7,90 (19-09-85)
mini obs. 6,67 (01-04-86)
media obs. 7,09, desviación típica: 0,34 .
- Conductividad eléctrica media (21 med.) : 55,05, desviación típica : 9,95 .

Maxi-mini : 63 - 23 μ S.

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
02-11-86	2,1	17,1	0,7	14,5	4,5	1,3	5,3	2,3	0,0
02-11-87	1,3	19,5	0,0	8,5	6,5	1,6	1,1	0,3	0,2

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica : Characeas.
- Plancton. Fitoplancton de Chlorophyceas dominantes = Sphaerocystis, Botryococcus, Pseudoguadrigula, Oocystis siendo los géneros mejor representados. Presencia de Closterium, Chlorhormidium y Dedogonium. Las Cyanophyceas están representadas por los géneros Chroococcus, Gomphosphaeria y Oscillatoria, poco abundantes. Las Diatomeas (Synedra, Cyclotella) son muy raras. Las Phyrrhophytas están representadas por el género Peridinium, siempre muy abundante en las poblaciones.

Zooplancton de Copépodos, Cladóceros y Rotíferos.
- Peces señalados pero ninguna indicación existente.

Datos complementarios

- Análisis químico (Kollotzek y Soiné 1987) 19-02-1987.

Temp.	11,6°C
pH	7,27
Conduct.	59 µS
Ca	6,43 mg/l
Mg	1,52 "
Dureza	1,25°dH
Fe	0,035mg/l
Mn	0,005 "
Zn	< 0,0010 "
Al	0,081 "
Ag	< 0,001 "
As	< 0,001 "
Cd	< 0,0001 "
Cr	< 0,001 "
Cu	< 0,001 "
Hg	< 0,0005 "
Ni	< 0,001 "
Pb	< 0,001 "
Se	< 0,001 "
Sn	< 0,025 "

Lag. Moro Kkota

Características morfológicas

Valle de Tuni Condoriri

16°15' - 68°12'30"

- Altura 4590 m
- Superficie 10,3 ha
- Profundidad max. 6,20 m
- Laguna natural realizada por un dique
- Forma irregular
- Variaciones anuales de nivel : 2 a 3 metros
- Contaminación nula
- Afluente principal : defluente de la Laguna Esperanza

Características físico-químicas

- Transparencia : 5,60 m (01-06-88)
- Temperatura : maxi obs. 12°0 (22-02-85)
mini obs. 6°8 (11-06-85)
media obs.(18 med.) 9°54, desviación típica: 1,55 .
- pH : maxi obs. 8,42 (02-12-86)
mini obs. 7,18 (03-11-85)
media obs.(14 med.) 7,68, desviación típica: 0,33 .
- Conductividad eléctrica media (18 med.) : 101,94, desviación típica : 28, 54 .
Maxi-mini : 150 -49 µS .

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
02-11-86	2,0	29,3	0,7	43,2	13,2	3,7	5,0	1,6	0,0
02-12-86	1,1	32,9	0,0	23,5	17,1	5,1	1,4	0,3	0,0

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica : Myriophyllum, Elodea.

- Plancton. Fitoplancton de Chlorophyceas dominantes, los géneros mejor representados siendo Botryococcus, Oocystis, Chlamydomonas, Spirogyra; presencia de Pandorina, Volvox, Willea, Dedogonium, Mougeotia, Zygnema, Closterium, Staurastrum. Las Cyanophyceas, poco abundantes están representadas principalmente por los géneros Chroococcus y Anabaena. Los géneros Synedra y Navicula son las Diatomeas más generalmente encontradas. En los otros grandes grupos de algas, se debe señalar la presencia de Euglena, Synura y Peridinium.

Zooplancton de Copépodos, Cladóceros y Rotíferos.

- Peces señalados pero ninguna indicación existente.

Lag. Sora Kkota

Características morfológicas

Valle de Tuni Condoriri

16°14'45" - 68°13'

- Altura 4510 m
- Superficie 7,7 ha
- Profundidad max. 1,60 m
- Laguna natural realizada por un dique
- Forma irregular
- Variaciones anuales de nivel : 2 a 3 metros
- Contaminación nula
- Afluente principal : río proveniente del M^{te} Chamaj Salto

Características físico-químicas

- Transparencia : superior a 1,60 m (01-06-88)
- Temperatura : maxi obs. 14°3 (06-09-86)
maxi obs. 6°5 (01-06-86)
media obs.(21 med.) 10°0, desviación típica: 2,07 .
- pH : maxi obs. 9,86 (01-07-86)
mini obs. 7,85 (03-01-86)
media obs.(17 med.) 9,10, desviación típica: 0,76 .
- Conductividad eléctrica media (21 med.) : 85,76, desviación típica : 26,50 .
Maxi-mini : 160 - 48 µS .

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
02-11-86	0,7	29,3	0,7	24,8	9,4	2,3	4,2	2,1	0,5
02-12-86	0,0	22,0	0,0	7,0	8,7	1,9	0,7	0,2	0,0

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica abundante pero no estudiada
- Plancton. Fitoplancton de Chlorophyceas dominantes (géneros

Eudorina, Pandorina, Oocystis, Sphaerocystis,
Willea, Botryococcus, Diotyosphaerium, Binuclearia,
Dedogonium, Bulbochaete, Stigeoclonium, Spirogyra,
Zygnema, Staurastrum, Cosmarium). Las Diatomeas
están representadas principalmente por el género
Synedra, las Cyanophyceas por el género
Gomphosphaeria y las Dinophyceas por el género
Peridinium.

Zooplankton de Copépodos, Cladóceros y Rotíferos.

- Peces señalados (Orestias sp?) pero ninguna indicación existente.

Lag. Esperanza

Características morfológicas

Valle de Tuni Condoriri 16°15' - 68°12'

- Altura 4610 m
- Superficie 54 ha
- Profundidad max. 23 m
- Laguna natural realizada por un dique
- Forma subcircular
- Variaciones anuales de nivel: 3 a 4 metros
- Contaminación nula
- Afluente principal : torrentes provenientes del M^{te} Huayna Potosi

Características físico-químicas

- Transparencia : 5,80^m(01-06-88)
- Temperatura : maxi obs. 11°5 (06-09-86)
mini obs. 6°3 (09-07-85)
media obs.(21 med.) 9°2, desviación típica: 1,55 .
- pH : maxi obs. 8,60 (11-06-85)
mini obs. 6,95 (01-04-86)
media obs.(17 med.) 7,53, desviación típica: 0,42 .
- Conductividad eléctrica media (21 med.) : 77,76, desviación típica : 20,0 .

Maxi- mini : 120 - 32 μ S

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
02-11-86	3,7	19,5	0,7	25,9	8,8	1,8	-	3,7	0,5
02-12-86	3,5	19,5	1,4	12,0	11,2	1,9	1,0	0,5	0,0

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica inexistente
- Plancton. Fitoplancton de Chlorophyceas dominantes (géneros Volvox, Oocystis, Willea, Botryococcus, Sphaerocystis, Stigeoclonium, Closterium,

Staurastrum). Presencia de Diatomeas, principalmente los géneros Synedra, Cymbella, Surirella y de Dinophyceas representadas por el género Peridinium.

Zooplancton de Copépodos, Cladóceros y Rotíferos

- Peces. Información inexistente.

Lag. Milluni

Características morfológicas

Valle de Milluni

16°21' - 68°10'

- Altura 4530 m
- Superficie 237 ha
- Profundidad max. 8,60 m
- Laguna de dique
- Forma irregular
- Variaciones anuales de nivel : 1 a 2 metros.
- Fuerte contaminación (Río abajo de una mina de estaño)
- Afluente principal : Río Milluni

Características físico-químicas

- Transparencia : 1,90 ^m (03-03-88)
- Temperatura : maxi obs. 10°2 (07-01-86)
mini obs. 4°9 (03-07-86)
media obs.(21 med.) 8°14, desviación típica: 1,89 .
- pH : maxi obs. 3,70 (05-07-85)
mini obs. 2,83 (25-11-85)
media obs.(16 med.) 3,09, desviación típica: 0,19 .
- Conductividad eléctrica media (20 med.) : 952,45, desviación típica : 205,4 .

Maxi-mini : 1400 - 713 μ S .

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
04-11-86	8,1	0,0	1,4	372,5	19,8	24,2	10,8	1,1	23,6
04-12-86	2,3	0,0	0,7	306,3	19,2	23,1	2,0	0,8	18,3

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica - inexistente
- Plancton - inexistente
- Peces - inexistentes

Datos complementarios

- Análisis químico (Kollotzek y Soine 1987) 18-02-1987

temp.	9,5°C
pH.	2,88
Conduct.	799 µS
Ca	12,4 mg/l
Mg	12,5 "
Dureza	4,61° dH
Fe	26,8 mg/l
Mn	6,10 "
Zn	17,2 "
Al	1,60 "
Ag	< 0,001 "
As	0,024 "
Cd	0,081 "
Cr	< 0,001 "
Cu	0,45 "
Hg	< 0,0005 "
N	0,062 "
Pb	0,066 "
Se	< 0,001 "
Sn	< 0,025 "

Lag. Pata Kkota

Características morfológicas

Valle de Milluni

16°17'30" - 68°08'

- Altura 4665 m
- Superficie 17 ha
- Profundidad max. 11 m
- Laguna natural realizada
- Forma subcircular
- Variaciones anuales de nivel : 1 a 2 metros.
- Contaminación nula
- Afluente principal : agua de glaciár

Características físico-químicas

- Transparencia : 4,60 m (01-12-87)
- Temperatura : maxi obs. 12°6 (20-12-84)
mini obs. 3°2 (05-07-85)
media obs.(21 med.) 7°52, desviación típica: 2,36 .
- pH : maxi obs. 7,80 (06-06-85)
mini obs. 6,69 (02-08-86)
media obs.(15 med.) 7,11, desviación típica: 0,33 .
- Conductividad eléctrica media (21 med.) : 34,07, desviación típica : 6,75 .
Maxi-mini : 46 - 18 µS .

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	ca	Mg	Na	K	Fe
04-11-86	2	17,1	1,5	1,4	4,1	0,6	4,0	1,6	0,8
04-12-86	1,9	17,1	0,0	5,0	5,5	0,6	0,3	0,1	0,1

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica no estudiada.
- Plancton. Fitoplancton de Chlorophyceas dominantes (géneros Volvox, Sphaerocystis, Botryococcus, Chlorhormidium, Mougeotia, Cosmarium, Staurastrum, Pleurotaenium,

Closterium, Sphaerosoma). Presencia de Diatomeas (géneros Synedra, Pinnularia, Ceratoneis), de Cyanophyceas (géneros Gomphosphaeria, Oscillatoria), de Dinophyceas (género Peridinium).

Zooplancton de Copépodos, Cladóceros y Rotíferos.

- Peces no estudiados.

Datos complementarios

- Análisis químico (Kollotzek y Soiné 1987) 26-02-87

Temp.	13,0° C
pH	7,30
Conduct.	32 µS
Dureza	0,70° dH
Ca	4,57 mg/l
Mg	0,26 "
Fe	0,199 "
Mn	0,004 "
Zu	0,010 "
Al	0,083 "
Ag	< 0,001 "
As	< 0,001 "
Cd	< 0,0001 "
Cr	< 0,001 "
Cu	< 0,001 "
Hg	< 0,0005 "
Ni	< 0,001 "
Pb	< 0,001 "
Se	< 0,001 "
Sn	< 0,025 "

Lag. Zongo

Características morfológicas

Valle de Zongo

16°17' - 68°07'30"

- Altura 4770 m
 - Superficie 17 ha
 - Profundidad max. 23 m
 -
 - Contaminación nula
 - Afluente principal : agua de glaciar
- Laguna natural realizada por un dique.
 - Forma subcircular
 - Variaciones anuales de nivel : 4 a 5 metros.

Características físico-químicas

- Transparencia : 0,30 ^m (03-03-88)
- Temperatura : maxi obs. 7°6 (20-12-84)
mini obs. 2°9 (05-07-85)
media obs.(22 med.) 5°30, desviación típica: 1,38 .
- pH : maxi obs. 7,70 (06-06-85)
mini obs. 6,35 (02-08-86)
media obs. (16 med.) 6,97, desviación típica: 0,43 .
- Conductividad eléctrica media (21 med.) : 18,67, desviación típica : 2,54 .
Maxi-mini : 22 - 10 μ S .
- Composición química . Dos medidas (11 y 12/87)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
04-11-86	2,4	9,8	0,7	0,7	0,0	0,4	0,8	2,0	1,4
04-12-86	4,7	14,6	0,0	4,0	2,7	0,2	0,9	0,1	0,3

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica no estudiada.
- Plancton. Fitoplancton muy poco denso en Diatomeas y algunas Chlorophyceas filamentosas.

Zooplancton de Copépodos principalmente; presencia de algunos Rotíferos.
- Peces no señalados

Lag. Botijlaca

Características morfológicas

Valle de Zongo

16°12' - 68°07'30"

- Altura 3925 m
- Superficie 2,6 ha
- Profundidad max. 3,80 m
- Contaminación nula
- Afluente principal : Río Zongo
- Laguna de dique
- Forma subcircular
- Variaciones anuales de nivel : 1 a 2 metros.

Características físico-químicas

- Transparencia : 1,60 m (03-03-88)
- Temperatura : maxi obs. 11°6 (07-09-85)
mini obs. 5°8 (03-07-86)
media obs.(21 med.) 8°87, desviación típica: 1,72 .
- pH : maxi obs. 7,60 (06-06-86)
mini obs. 5,87 (04-02-86)
media obs.(16 med.) 6,83, desviación típica: 0,42 .
- Conductividad eléctrica media (20 med.) : 24,38, desviación típica : 5,50 .

Maxi-mini : 32 - 12 μ S.

- Composición química. Dos medidas (11 y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
04-11-86	4,3	12,2	1,8	1,0	0,0	0,2	2,6	1,7	0,5
04-12-86	0,1	17,6	0,0	3,5	3,9	0,3	0,6	0,1	0,2

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica no estudiada
- Plancton. Fitoplancton de Diatomeas (géneros Synedra, Navicula, Ceratoneis), Chlorophyceas (géneros Sphaerocystis, Botryococcus, Oedogonium,

Chlorhormidium, Mougeotia, Cosmarium, Staurastrum,
Hyalotheca). Presencia de Chrysophyceas (géneros
Synura, Dinobryon) y de Dinophyceas (género
Peridinium).

Zooplankton poco denso en Copépodos, Cladóceros y
Rotíferos.

- Peces no señalados.

Lag. Viscachani

Características morfológicas

Valle de Zongo

16°11'30" - 68°07'30"

- Altura 3750 m
- Superficie 7,5 ha
- Profundidad max. 5.10 m
- Laguna natural con emisario controlada por una alza.
- Forma subcircular
- Variaciones anuales de nivel del orden de 1 a 2 metros.
- Contaminación nula
- Afluente principal : un afluente del Río Zongo + agua del glaciar del M^{te} LLampu

Características físico-químicas

- Transparencia : 1,70 m (03-03-88)
5,0 m (22-06-88)
- Temperatura : maxi obs. 11°3 (24-12-84)
mini obs. 5°6 (03-07-86)
media obs.(21 med.) 8°42, desviación típica: 3,89 .
- pH : maxi obs. 8,48 (05-06-86)
mini obs. 5,90 (04-02-86)
media obs.(16 med.) 7,02, desviación típica: 0,76 .
- Conductividad eléctrica media (20 med.) : 17,08, desviación típica : 3,89 .

Maxi mini : 24 - 8 µS .

- Composición química . Dos medidas (11y 12/86)

mg/l	SiO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	Fe
04-11-86	2,5	10,2	1,1	2,1	0,0	0,1	2,1	1,7	0,0
04-12-86	6,5	9,3	0,0	5,5	2,3	0,3	0,1	0,4	0,2

Características biológicas

- Vegetación acuática macrofítica no estudiada

- Plancton. Fitoplancton de Chlorophyceas (géneros Volvox, Gonium, Botryococcus, Microspora, Oedogonium, Spirogyra, Pleurotaenium, Cosmarium, Closterium, Sphaeroszma), Diatomeas (géneros Synedra, Ceratoneis, Surirella), Cyanophyceas (género Anabaena) y Dinophyceas (género Peridinium).

Zooplancton de Copépodos, Cladóceros y Rotíferos.

- Peces. Salmo gairdneri señalado.

4. Características generales

A . Transparencia

Las transparencias observadas con el disco de Secchi, en los diferentes medios, varían entre 0,30 y 9 metros. Las lagunas ubicadas directamente al pie de los campos de nieve, como las lagunas de Zongo o Wila Lloreta, son las más turbias. Los barros glaciares, muy finos, transportados por los afluentes dan a las aguas un color blanquecino.

En los medios ubicados río más abajo, la transparencia es más elevada; se sitúa entre 1,15 y 2,20 metros en las lagunas de Jankho Kkota, Botijlaca, Viscachani, Milluni y Khotia. Finalmente, en las otras lagunas, es decir doce sobre las diez y nueve estudiadas, las transparencias sobrepasan 3,70 metros, el máximo, 9 metros, siendo observado en el lago de Khara Kkota ubicado más río abajo, en el valle de Hichu Kkota.

A pesar de la influencia de las aguas de glaciar sobre la turbiedad de las aguas de las lagunas ubicadas más abajo, no existe una relación directa entre la transparencia y la situación en altura de las lagunas: algunas de ellas, ubicadas encima de los valles pueden tener transparencias superiores a las de las lagunas ubicadas más río abajo. Así vemos que la Laguna Negra, encumbrada a 4810 metros, no directamente río abajo de un campo de nieve, tiene una transparencia de 5,50 metros. Lo mismo sucede con la Laguna Esperanza, una de las más altas (4610 m) del valle de Tuni Condoriri, que tiene una transparencia superior (5,80 metros) a la de las otras lagunas del valle.

B . Temperaturas

Las variaciones estacionales de la temperatura están representadas en las figuras 2 y 3 para ocho de los medios estudiados. Ya que las temperaturas son medidas desde la orilla, los valores obtenidos en aquellas lagunas que no tienen una orilla suficientemente vertical para realizar una medición a 50 cm bajo la superficie, con una sonda, han sido eliminados.

El mínimo de temperatura más acentuado se produce en Junio-Julio, época del invierno austral. Luego la temperatura sube rápidamente en Septiembre-Octubre para luego disminuir por la disminución del sol debida a la llegada de la estación de lluvias. El máximo de las lluvias - Enero, Febrero - está marcado por un segundo mínimo menos acentuado que el de Junio a Julio. Las temperaturas se elevan nuevamente en Abril y Mayo, antes de los valores mínimos del invierno. El año presenta, por lo tanto, una curva con dos mínimos y dos máximos. Este esquema no es riguroso y puede ser modificado, sobre todo en las lagunas más

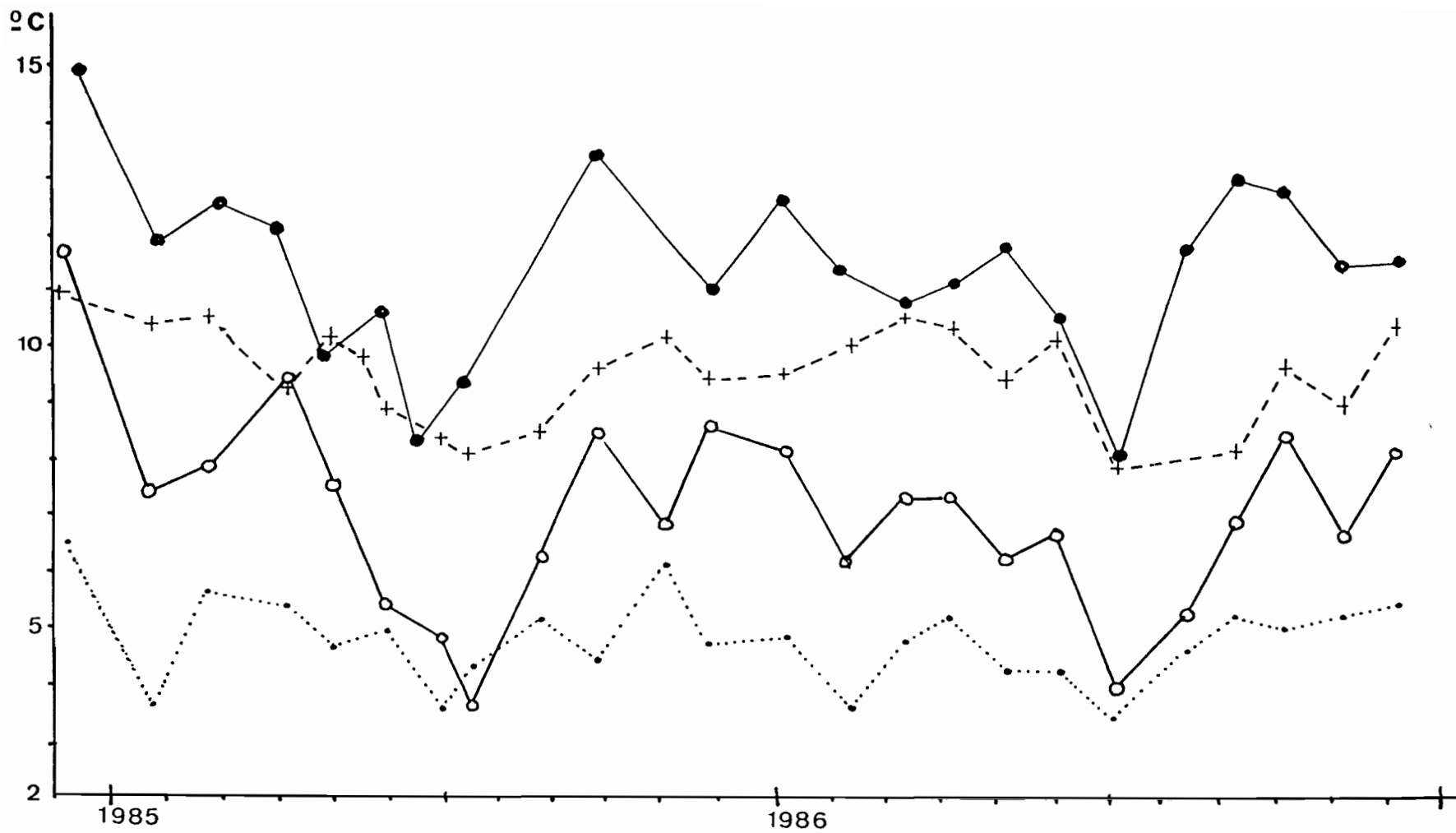


Fig. 2. Variaciones de la temperatura observada

- Taypi Chaka (4300 m)
- +----+ Khara Kkota (4310 m)
- Jankho Kkota (4690 m)
- Laguna Negra (4810 m)

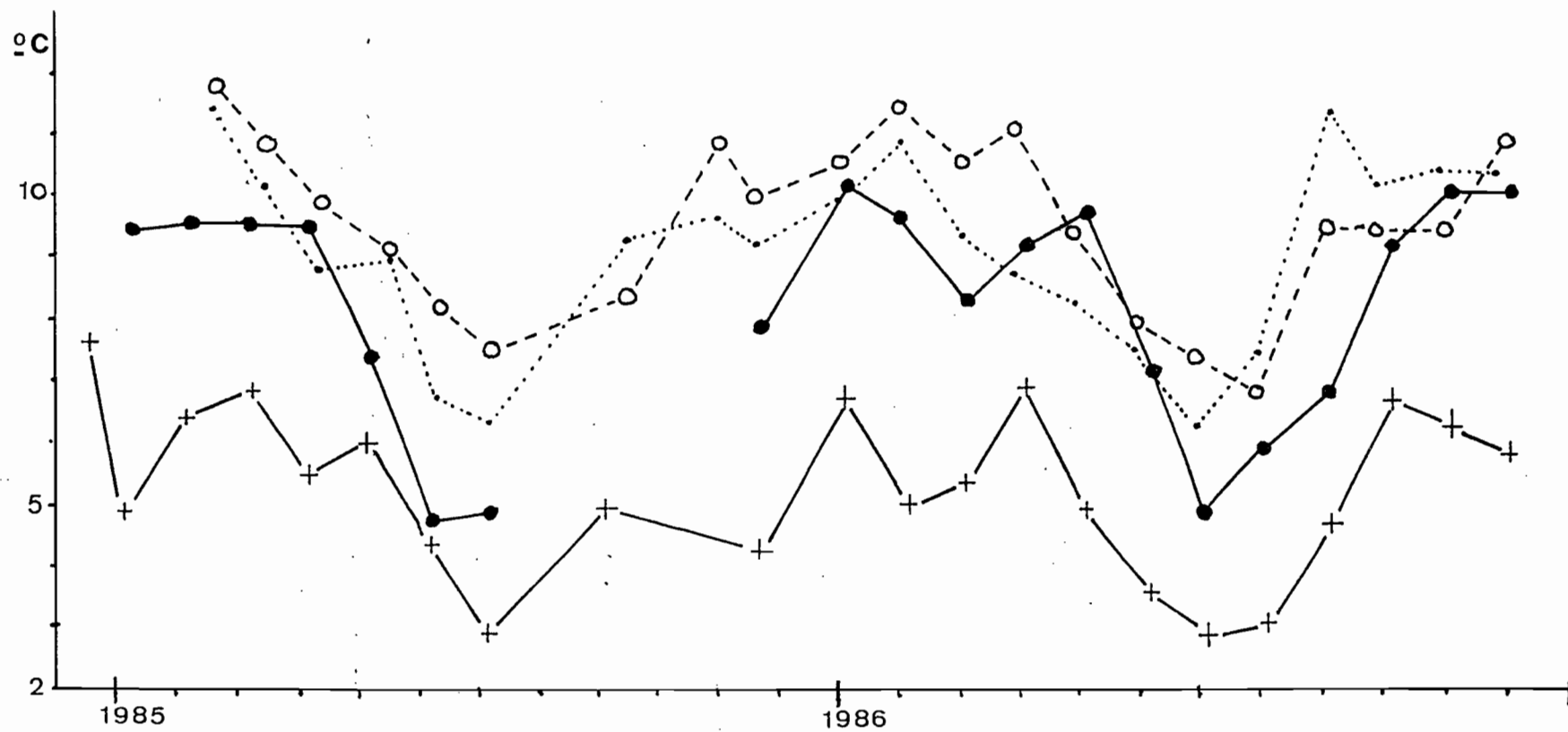


Fig. 3. Variaciones de la temperatura observada

- o-----o Laguna Esperanza (4610 m)
- ▲.....▲ Laguna Luni (4430 m)
- Laguna Milluni (4530 m)
- +-----+ Laguna Zongo (4770 m)

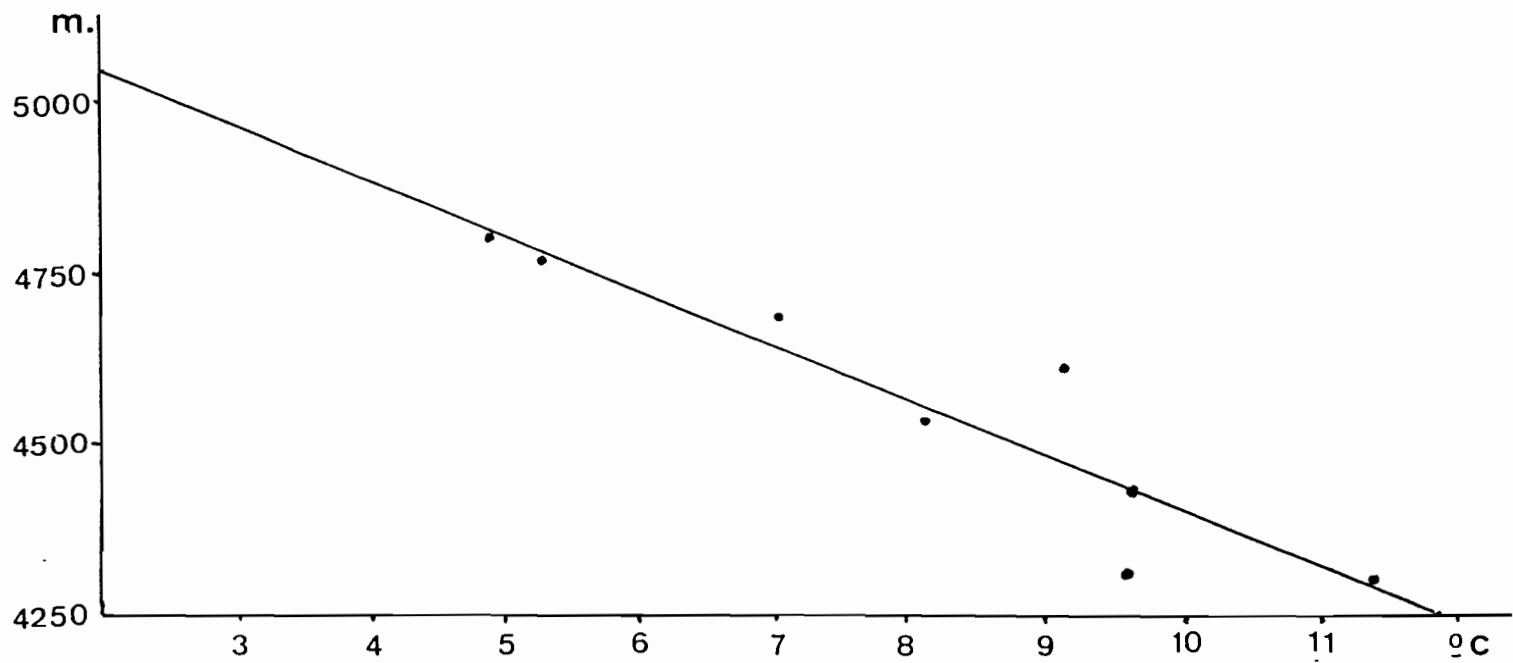


Fig. 4. Relación de la temperatura media observada del agua en superficie con la altura.

altas que son generalmente las menos importantes y que presentan una inercia térmica débil. Los azares climáticos - estación de lluvias más o menos precoz o más o menos continua, pluviosidad menos o más lata - ocasionan irregularidades más o menos importantes en el régimen térmico.

Existe una relación negativa ($r = -93$) entre la altura y las temperaturas medias observadas en las ocho lagunas tomadas en consideración (fig. 4); la fórmula obtenida es la siguiente: temperatura en grados C = $\frac{5210 - \text{Altura en metros}}{80}$.

El gradiente de temperatura de las aguas es de unos $1,25^{\circ}\text{C}$ por cien metros en los valles estudiados.

La mayor parte de las lagunas nunca están cubiertas de hielo. Sólo las pequeñas lagunas, ubicadas en la parte más alta de los valles (Lag. Negra, Lag. Wila Lloreta, Juri Kkota) pueden, en Junio y Julio cubrirse con una película de hielo, de algunos centímetros, durante la noche, película que desaparece, casi en su totalidad, con el sol del día.

C . pH

Las aguas son generalmente ácidas en las lagunas que están ubicadas en lo alto de los valles. El pH alcanza la neutralidad en las lagunas río abajo. Se pueden destacar los valores elevados observados en la laguna de Sora Kkota, en el valle de Tuni Condoriri, valores que posiblemente pueden deberse a la actividad fotosintética de la abundante vegetación acuática macrofítica y perifítica existente en la laguna.

Por el contrario, se observan valores de pH muy bajos en la laguna Milluni, contaminada por una mina de estaño.

D . Conductividad eléctrica

Esta crece generalmente desde río arriba hacia río abajo. Parece difícil determinar un esquema de las variaciones estacionales, incluso en las lagunas ubicadas en la parte baja de los valles donde se tiene una inercia desde el punto de vista químico. Los aportes debidos a la caída de lluvias o de nieve y a la fundición de los glaciares intervienen de manera irregular en las variaciones de la mineralización de las aguas, en las diferentes lagunas. En la figura 5, se pueden observar las variaciones de la conductividad en Jankho Kkota (Valle de Hichu Kkota) y en Pata Kkota (Valle de Milluni), dos lagunas en las cuales las variaciones de la conductividad pudieron ser interpretadas, especialmente en 1986 : un mínimo aparece en Febrero-Marzo, al final de la estación de lluvias mientras que un máximo aparece en Septiembre, al final de la estación seca. Sin embargo, en la

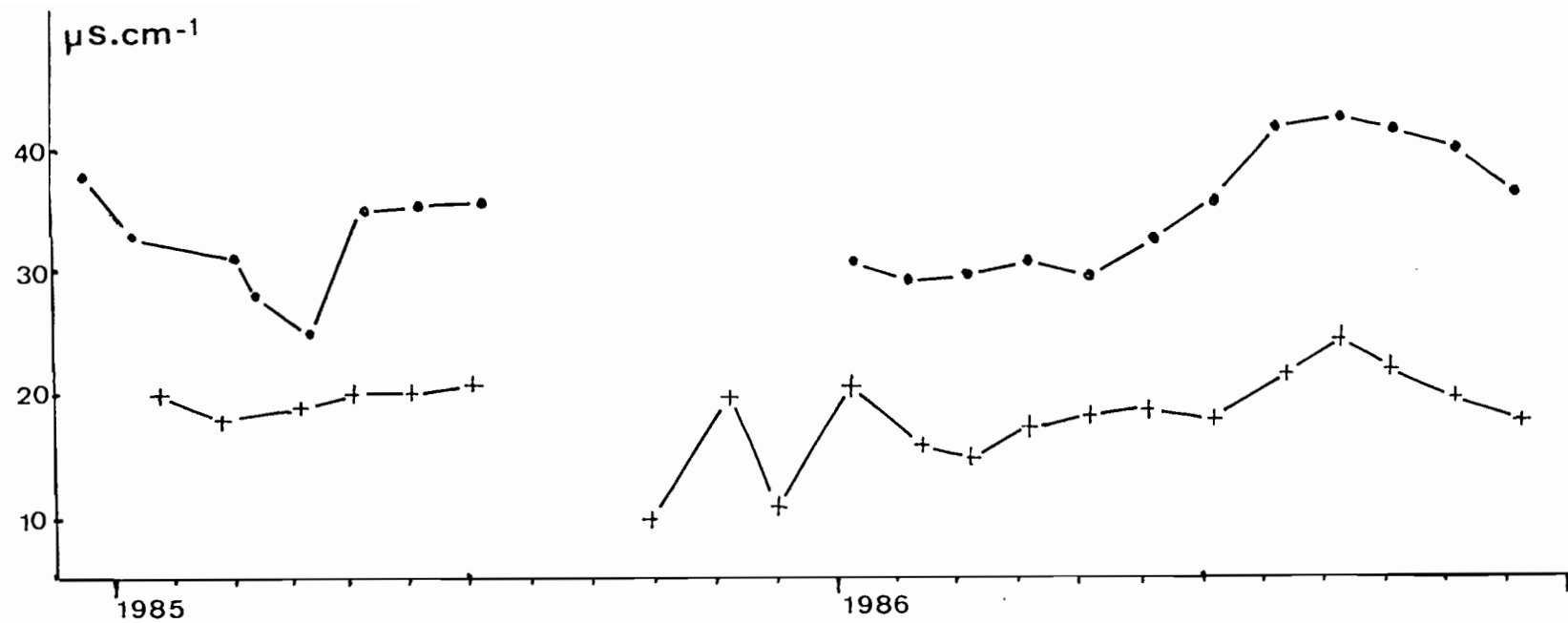


Fig. 5. Variaciones de la conductividad eléctrica observada en las lagunas de Pata Kkota y Jankho Kkota.

mayoría de las lagunas estudiadas, las variaciones no parecen estar ligadas a un ciclo estacional definido. En ciertas lagunas, ubicadas en la parte superior de los valles, el máximo aparece en Junio-Julio, meses durante los cuales la fundición de los campos de nieve es mínima y las precipitaciones nulas.

Se puede destacar la conductibilidad elevada de las aguas contaminadas de la laguna Milluni.

E . Composición de las sales disueltas

La representación gráfica de Kufferath fue utilizada para representar la composición iónica de las principales sales disueltas (fig. 6). Los análisis realizados sobre las muestras colectadas en el mes de noviembre 1986 son a menudo incompletos. Sólo los resultados correspondientes al mes de diciembre han sido representados. Esta representación consiste en trasladar sobre los seis brazos de una estrella las proporciones de los diferentes iones. Las lagunas, al tener una composición semejante, han sido agrupadas en un mismo gráfico. Cuatro lagunas del valle de Zongo-Milluni (lag. Viscachani, Botijlaca, Zongo y Pata Kkota) son de tipo carbonatado sódico, con presencia de sulfatos, magnesio, sodio, potasio y cloruros en bajas proporciones. Al lado, la representación de la composición iónica de las aguas contaminadas de la laguna Milluni: las aguas de tipo sulfato magnesico, contienen proporciones apreciables de calcio (32%) y muy débiles de sodio y potasio. Las aguas de las lagunas del valle de Tuni (Tuni, Sora Kkota, lag. Esperanza, Moro Kkota) tienen una composición iónica semejante a la de las aguas del valle de Zongo, con proporciones de sulfatos y magnesio un poco más altas. Las cinco lagunas del valle de Hichu Kkota (Khara Kkota, Kkota, Jankho Kkota, lag. Wila Lloreta, Lag. Negra) son también de tipo carbonatado cálcico, con proporciones de sodio y potasio más elevadas que en las lagunas precedentes. En el valle de Ovejhujo se pueden distinguir, por una parte, las lagunas ubicadas en la parte baja del valle (Taypi Chaka, Sora Kkota, Allka Kkota) y, por la otra, las dos lagunas más altas (Juri Kkota y lag. Palcoco), cuya composición iónica es diferente a la de las tres otras. Las aguas de estas dos últimas lagunas son de tipo sulfatado cálcico mientras que, las de las lagunas bajas tienen proporciones casi iguales en cloruros, carbonatos y sulfatos, calcio y magnesio, siendo los cationes los mejor representados.

Los diferentes tipos de aguas observadas son idénticos a los señalados por Hegewald et al (1976-1981) en los lagos de altura del Perú. Son diferentes al tipo del lago Titicaca (tipo cloruro sulfato sódico).

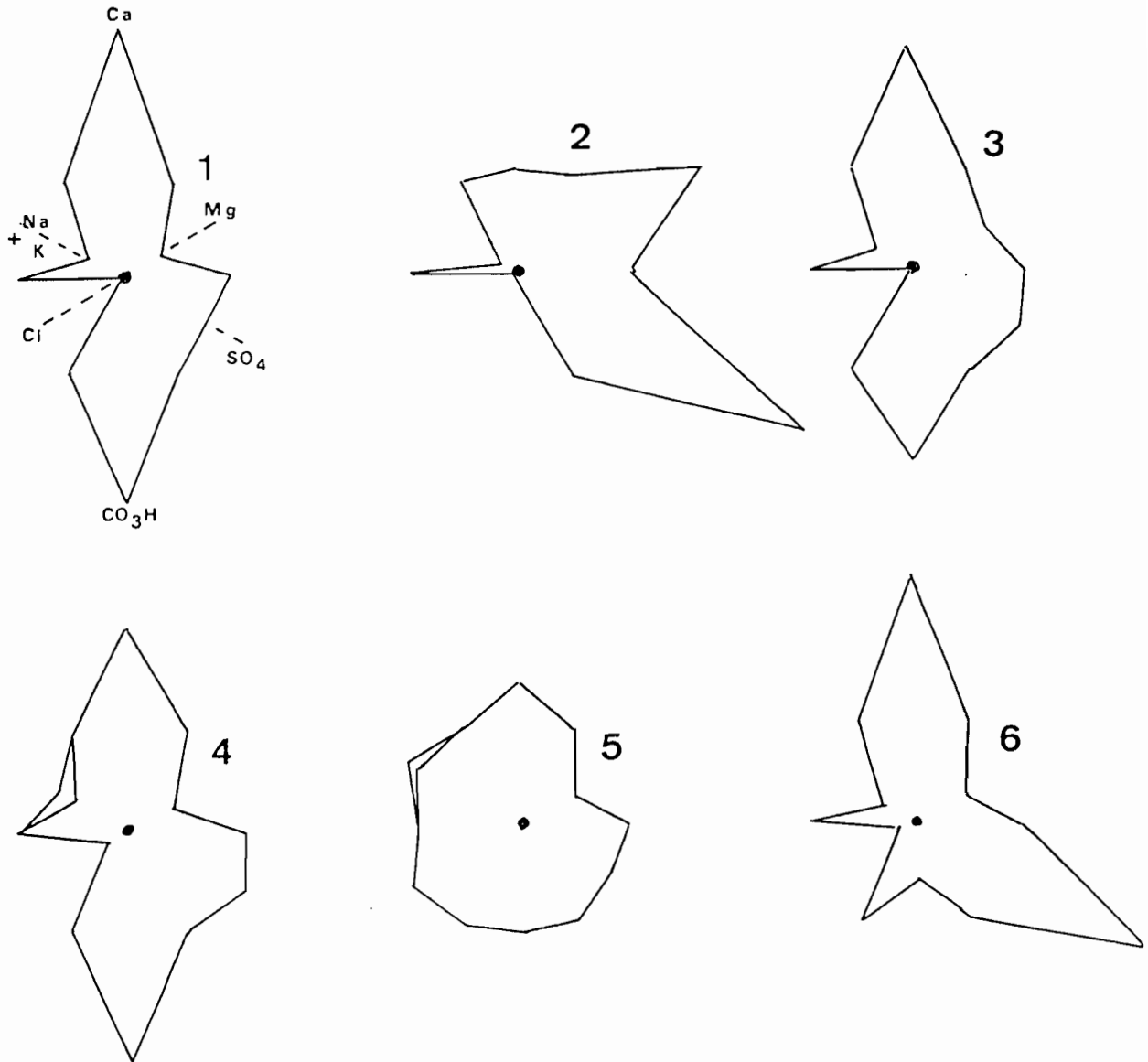


Fig. 6. Representación gráfica (Kufferath 1951) de la composición química en sales disueltas de las aguas de :
1 : Lagunas del valle de Zongo (lag. Viscachani, Botijlaca, Zongo, Pata Kkota), 2 : Laguna Milluni, 3 : Lagunas del valle de Tuni (Lag. Tuni, Sora Kkota, Moro Kkota, Lag. Esperanza), 4 : Lagunas del valle de Hichu Kkota (Khara Kkota, Khotia, Jankho Kkota, Lag. Wila Lloreta, Lag. Negra), 5 : Lagunas de la parte inferior del valle de Ovejhujo (Taypi Chaka, Sora Kkota, Allka Kkota), 6 : Lagunas de la parte superior del valle de Ovejhujo (lag. Palcoco, Juri Kkota).

F . Características biológicas

- Flora macrofítica

Los estudios sobre los macrofitos han sido dirigidos por Collot durante su estadia en Bolivia desde 1978 hasta 1980. Brindamos aquí los resultados obtenidos sobre la repartición de la flora en las lagunas de altura.

Cinco mil metros es el límite superior para los macrofitos; las lagunas ubicadas al pie de los campos de nieve no tienen, prácticamente, ninguna planta acuática superior sino, eventualmente, una alfombra de algas filamentosas. Aparecen luego un musgo, Sciaromium sp, luego Elodea potamogeton bajo los 4700 metros, Myriophyllum bajo los 4500 metros, Ruppia sp. bajo los 4400 metros y Schoenoplectus tatora a menos de 4300 metros.

- Flora algal

Hasta ahora, sólo la flora algal de las cinco lagunas del valle de Hichu Kkota ha sido analizada a nivel específico (Iltis 1984), las Diatomeas siendo estudiadas por Servant-Vildary (1979, 1982, 1988). La flora, con excepción de las Diatomeas comprende el 81% (Euchlorophyceae 13,9%, filamentosas 10% y Desmidiaceae 58%) de taxones de Chlorophytas, 14% de Cyanophytas, las Chrysophytas fuera de las Diatomeas y las Dinophyceas constituyendo sólo el 5% de la flora. Una zonación altitudinal ha sido definida para las Diatomeas.

- Zooplacton

Las lagunas de altura tienen una fauna zooplanctónica con Copépodos, Cladóceros y Rotíferos. En los medios ubicadas a más alta altura, los Copépodos tienen una pigmentación roja-anaranjada muy marcada. Hasta ahora, no existe ningún estudio sobre la taxonomía de las poblaciones existentes en estas lagunas.

- Insectos

El inventario faunístico y la zonación altitudinal son los temas sobre los cuales C. Dejoux trabaja actualmente.

- Peces

Las poblaciones piscícolas de estas lagunas son mal conocidas. Existe un estudio sobre las truchas (Salmo gairdneri) de las lagunas del valle de Hichu Kkota (Lauzanne et Franc 1979). Dicha especie ha sido introducida ahí como en varias otras lagunas de altura. La población indígena comprendería Orestias (O. agassi, nombre local: caraché) y el "suche" (Trichomycterus rivulatus), mucho más raro.

- Aves acuáticas

La población avícola está constituida de patos salvajes, de ibis negros (Plegadis ridgwayi), de pollas de agua (Fulica gigantea y F. americana peruana) y de gaviotas (Larus serranus). Se pueden encontrar gansos de los Andes (Chloephaga melanoptera) en todas las lagunas. Son particularmente abundantes en la zona pantanosa río arriba de la laguna Sora Kkota, en el valle de Ovejhujo.

5. Conclusiones

Las lagunas en los alrededores de La Paz, ubicadas entre los 3800 y los 5000 metros de altura, constituyen medios particulares en comparación con las lagunas de montaña de la zona templada. A pesar de estar ubicados a alturas importantes, estos medios no tienen una cobertura de hielo que permanezca varios meses como existe sobre las lagunas alpinas durante el invierno y una parte de la primavera. Sólo una capa de algunos centímetros permanece a veces durante algunas horas de la mañana - como máximo algunos días - sobre una parte, raramente sobre la totalidad, de las pequeñas lagunas ubicadas a más de 4600 m de altura en la época del invierno austral.

Fuera de un mínimo bien marcado durante la estación fría (Junio-Julio), las variaciones estacionales de la temperatura del agua resultan poco importantes en comparación con aquellas existentes en las lagunas alpinas. El sol que es máximo durante el invierno atenúa el enfriamiento invernal. Al contrario, la nebulosidad y las caídas de lluvias, de nieve o granizo durante el verano austral (Enero-Febrero) impiden un aumento apreciable de la temperatura en verano.

La flora y la fauna, bajo la acción de factores tanto morfo-métricos - las lagunas ubicadas en la parte baja de los valles son más extensas y más hondas - como climáticos, van empobreciéndose a medida que aumenta la altura.

Estos medios, particularmente aquellos ubicados en la parte inferior de los valles, son particularmente afectados por las intervenciones antrópicas. Estas lagunas se encuentran en las cercanías del poblado de La Paz y siendo relativamente de fácil acceso, la caza y la pesca pueden practicarse casi sin ninguna vigilancia para limitar sus efectos. La contaminación provocada por las minas de estaño ha dañado varias lagunas, en particular la laguna de Milluni que hoy en día es azoica. Otros valles, como el de Ovejhujo y el de Tuní-Condoriri han podido salvar su medio ambiente sólo después del cese de explotación, hace unos treinta años, de minas ubicadas río arriba. Por último, numerosos aprovechamientos hidráulicos han sido efectuados o se están construyendo en estos valles. Se trata de simples represas rurales, desti-

nadas a retener el agua necesaria para los pastos para luego redistribuirla durante la estación seca (valles de Hichu Kkota y Ovejhujo), de represas para el abastecimiento de agua a la ciudad de La Paz (Valle de Tuní-Condoriri) o de aprovechamientos para la producción eléctrica (valle de Zongo). Tanto las fluctuaciones de nivel como el obstáculo a eventuales migraciones de peces provocados por estas obras, pueden perjudicar gravemente, a más o menos largo plazo, el equilibrio biológico existente en estos medios.

Agradecimientos

Agredezco al Lic. J. Quintanilla, Director del Instituto de Investigaciones en Química de la UMSA, y al Sr. J.L. Guyot, hidrólogo de la ORSTOM, quienes se encargaron de los análisis químicos de las muestras de agua. A los Sres. A. Apoteker, D. Corbin, J. Pinto y J.G. Wasson que me ayudaron a realizar las medidas de campo.

Resumen bibliográfico

- COLLOT (D.), 1979 - Vegetación acuática del valle de Hichu Kkota. Comparación con el valle de Ovejhuayo. in Limnología de los lagos Kara Kkota y Khotia. I.G.L., convenio UMSA-ORSTOM, La Paz : 23-26, multigr.
- COLLOT (D.), 1980 - Les macrophytes de quelques lacs andins (lac Titicaca, lac Poopo, lacs des vallées d'Hichu Kkota et Ovejhuayo). Convenio UMSA-ORSTOM, La Paz, 115 p., multigr.
- HEGEWALD (E.), SCHNEPF (E.), ALDAVE (A.), 1980 - Investigations on the lakes of Peru and their phytoplankton. 5. The algae of laguna Piuray and Laguna Huaypo, Cuzco, with special reference to Franceia, Oocystis and Scenedesmus. Arch. Hydrobiol., suppl. 56 : 387-420.
- HEGEWALD (E.), RUNKEL (K.H.), 1981 - Investigations on the lakes of Peru and their phytoplankton. 6. Additional chemical analyses. Arch. Hydrobiol., 92 (1) : 31-43.
- ILTIS (A.), 1984 - Algues du lac Titicaca et des lacs de la vallée d'Ichu Kkota (Bolivie). Cryptogamie. Algologie, 5 (2-3) : 85-108.
- KEMPF-MERCADO (N.), 1985 - Aves de Bolivia. La Paz, Gisbert y Cia : 156 p.
- KOLLITZEK (D.), SOINE (K.), 1987 - Bericht über den Einsatz der Kurzeitexperten für Wasseranalytik und Trinkwasseraufbereitung - Vedewa, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH: 40p., 21 annexes, multigr.
- KUFFERATH (J.), 1951 - Représentation graphique et classification chimique rationnelle en types des eaux naturelles. Bull. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., 27-43-44-45, 22 p.
- LAUZANNE (L.), FRANC (J.), 1979 - Las truchas de los lagos del valle de Hichu-Kkota. in Limnología de los lagos Khara Kkota y Khotia. I.G.L., convenio UMSA-ORSTOM, La Paz : 27-37, multigr.
- LOFFLER (H.), 1960 - Limnologische Untersuchungen an Chilenischen und Peruanischen Binnengewässern. Archiv für Geophysik, 3 : 155-254.
- LOFFLER (H.), 1964 - The limnology of tropical high mountain lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol. 15 : 176-193.

- LOFFLER (H.), 1968 - Tropical high mountain lakes. Their distribution, ecology and geographical importance. Coll- Geogr. 9 : 57-76 .
- OSTRIA (C.), 1987 - Phytoécologie et Paléoécologie de la vallée alto-andine de Hichu Kkota (Cordillera Oriental, Bolivie). Thèse Université Paris 6 : 180 p., multigr.
- PIERRE (J.F.), WIRRMANN (D.), 1986 - Diatomées et sédiments holocènes du lac Khara Kkota (Bolivie). Géodynamique 1(2) : 135-145 .
- RODRIGO (L.A.), ORTUÑO (F.), VARGAS (C.), 1979 - Características geológicas, morfológicas y sedimentológicas de los lagos Khara Kkota y Khotia. in Limnología de los lagos Khara Kkota y Khotia. I.G.L., convenio UMSA-ORSTOM, La Paz : 1-8 multigr.
- SERVANT (S.), 1979 - La flora diatómica de los lagos de Hichu Kkota. in Limnología de los lagos Khara Kkota y Khotia. I.G.L., convenio UMSA-ORSTOM, La Paz : 14-22, multigr.
- SERVANT (S.), 1979 - Paleolimnología del lago Khara Kkota, Cordillera Oriental de los Andes. in Limnología de los lagos Khara Kkota y Khotia. I.G.L., convenio UMSA-ORSTOM, La Paz : 9-13, multigr .
- SERVANT-VILDARY (S.), 1982 - Altitudinal zonation of mountainous diatom-flora in Bolivia : application to the study of the Quaternary. Acta.geol.Scient.Hungaricae, 25 (1-2) : 179-210.
- SERVANT-VILDARY (S.), 1986 - Les diatomées actuelles des Andes de Bolivie (Taxonomie, écologie). Cahiers de micropaléontologie (1 (3-4) : 99-124, 14 pl.

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