

CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DE LOS RIOS Y LAGUNAS
DE LA CUENCA AMAZONICA DE BOLIVIA

Jean Louis GUYOT Daniel CORBIN ^x
Jorge QUINTANILLA Moises CALLICONDE ^{xx}
Hector CALLE ^{xxx}

La caracterización físico-química de los ríos y lagunas de la cuenca amazónica de Bolivia (744000 Km²) es llevada a cabo por el programa PHICAB (Proyecto ORSTOM-SENAMHI-UMSA). Las variaciones espacio-temporales de los parámetros de la calidad de las aguas de los diversos ecosistemas de la Amazonía boliviana, fueron evaluadas a partir de las campañas de muestreo realizadas en diferentes épocas hidrológicas.

En campañas iniciadas en Marzo de 1986 a la fecha, se han recolectado aproximadamente 1600 muestras pertenecientes a ecosistemas muy variados, desde los glaciares andinos hasta los ríos y lagunas amazónicas (fig. 1); comprendiendo zonas con geología, climatología y cobertura vegetal muy diferentes, haciendo aproximadamente 20 000 análisis. Se concluirá la fase operacional en Marzo 1989.

Por los datos obtenidos, se observa que las muestras concernientes a estas aguas tienen valores muy contrastados en :

- temperatura de terreno, que varía de 0° C. a 36° C.
- conductividad, que oscila de 1 a 7300 uS/cm
- mineralización total, variable de 4 a 5000 mg/l
- materia en suspensión, que va desde 0 a 140 000 mg/l
- pH, que varía de 3.0 a 9.6 unidades pH

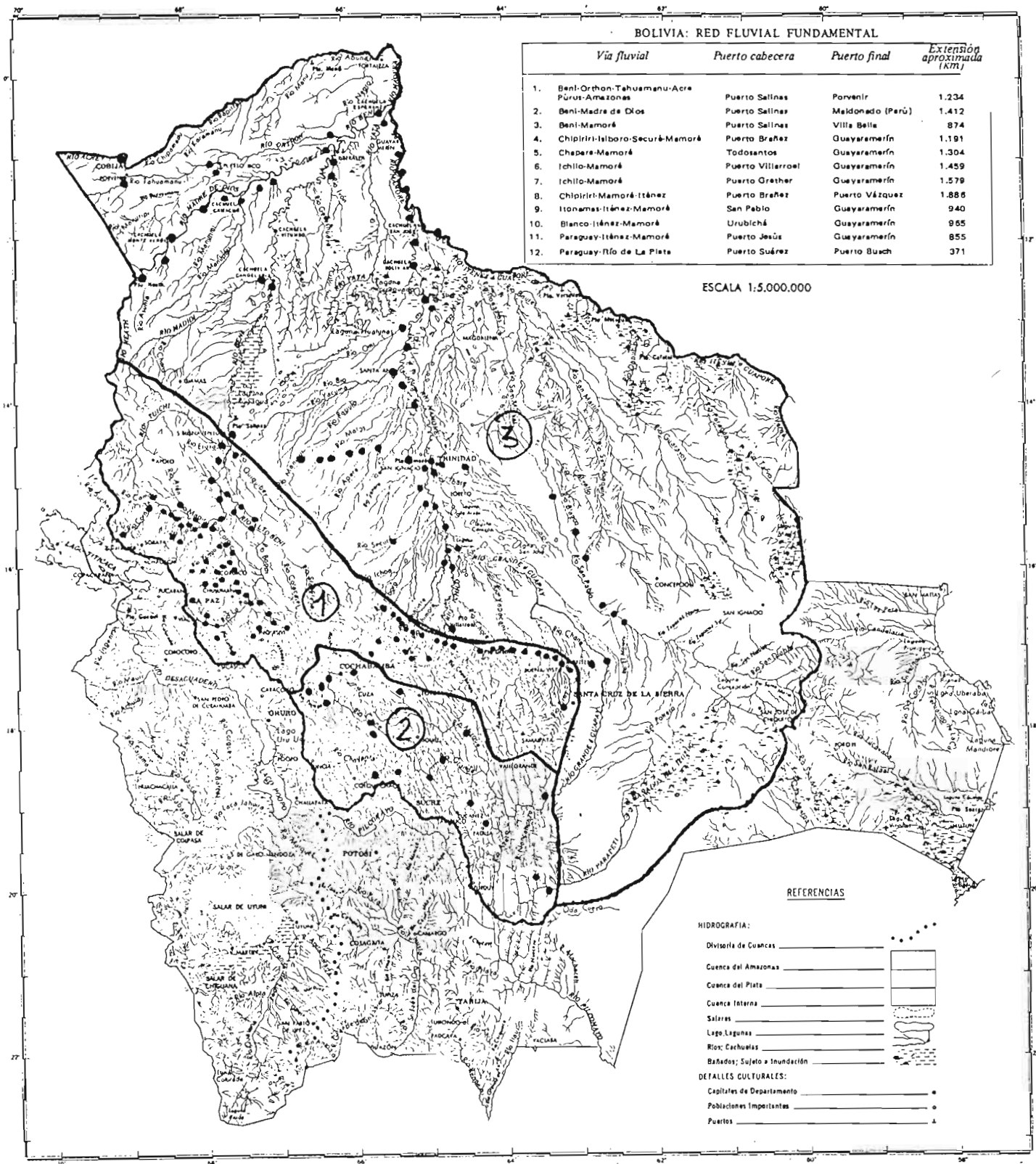
A lo largo de los grandes ríos como el Mamoré, es posible seguir la evolución espacial de los diferentes componentes de la calidad de las aguas. Los resultados obtenidos durante la campaña de aguas bajas de Agosto-Septiembre 1986 (Guyot J.L. et al., 1987), muestran que la mineralización, débil en altitud, aumenta progresivamente hasta llegar a su valor máximo a 2 500 m de altura (fig. 2). Posteriormente, se nota un decrecimiento muy rápido de la mineralización hasta la salida de los Andes, luego una relativa estabilización en sus concentraciones en la planicie amazónica. La misma respuesta se observa con las concentraciones

^x ORSTOM, Casilla 8714, La Paz-Bolivia
^{xx} UMSA IIQ
^{xxx} SENAMHI



Fig. 1

MAPA HIDROGRAFICO DE BOLIVIA



de los elementos mayores (HCO_3 , SO_4 , Cl , Ca , Mg , Na y K). El hierro se singulariza por su ausencia en los Andes y un aumento progresivo a lo largo de los llanos.

Las aguas en la planicie amazónica aparecen debilmente mineralizadas, pero con contenidos en hierro más elevados que en los Andes. Los otros elementos mayores sufren una dilución desde la Cordillera hasta los llanos orientales.

Es relativamente fácil describir la evolución de los diversos parámetros de la calidad de las aguas a lo largo de algunos grandes ríos, pero sucede lo contrario cuando el conjunto de la cuenca debe ser tratado. También, teniendo en cuenta el gran número de variables y de individuos (parámetros y muestreos); ha sido empleado un método de análisis factorial (ACP) para interpretar el conjunto de datos (GUYOT J.L. et al., 1987).

En el plano representado por los dos primeros ejes factoriales, que expresan más de 67 % de la variación, la distribución de los puntos variables (fig. 3) muestran :

- el componente 1 opone las débiles mineralizaciones a las fuertes, expresadas por la conductividad y los contenidos en elementos mayores. Se trata, de alguna manera, de una escala de mineralización.

- El componente 2 opone los débiles valores de pH a los fuertes, y los fuertes contenidos en hierro y sílice a los débiles. En este caso se puede tratar de una escala de acidez.

Con las débiles mineralizaciones, encontramos los valores elevados en hierro. De la misma manera, con las aguas ácidas, nos encontramos en el mismo dominio con fuertes contenidos en hierro, sílice y en menor grado, en potasio.

Con la representación de los puntos individuales (fig. 3), estos están diferenciados en tres clases geográficas (fig. 4) :

- zona 1 - la cordillera propiamente dicha ; las aguas están debilmente mineralizadas (79 mg/l), ligeramente básicas (pH=7.6) y tienen contenidos débiles en hierro (0.1 mg/l) y en potasio (1.8 mg/l).

- zona 2 - la cuenca vertiente del río Grande que engloba la parte Sur de la Cordillera Oriental y del Altiplano, está sometida a un régimen climático diferente (más árido). Los afloramientos geológicos se diferencian del resto de la Cordillera por la presencia de series evaporíticas. Las aguas son mucho más mineralizadas (378 mg/l) y más básicas (pH=8.3) con concentraciones elevadas para los iones mayores pero nulas para el hierro.

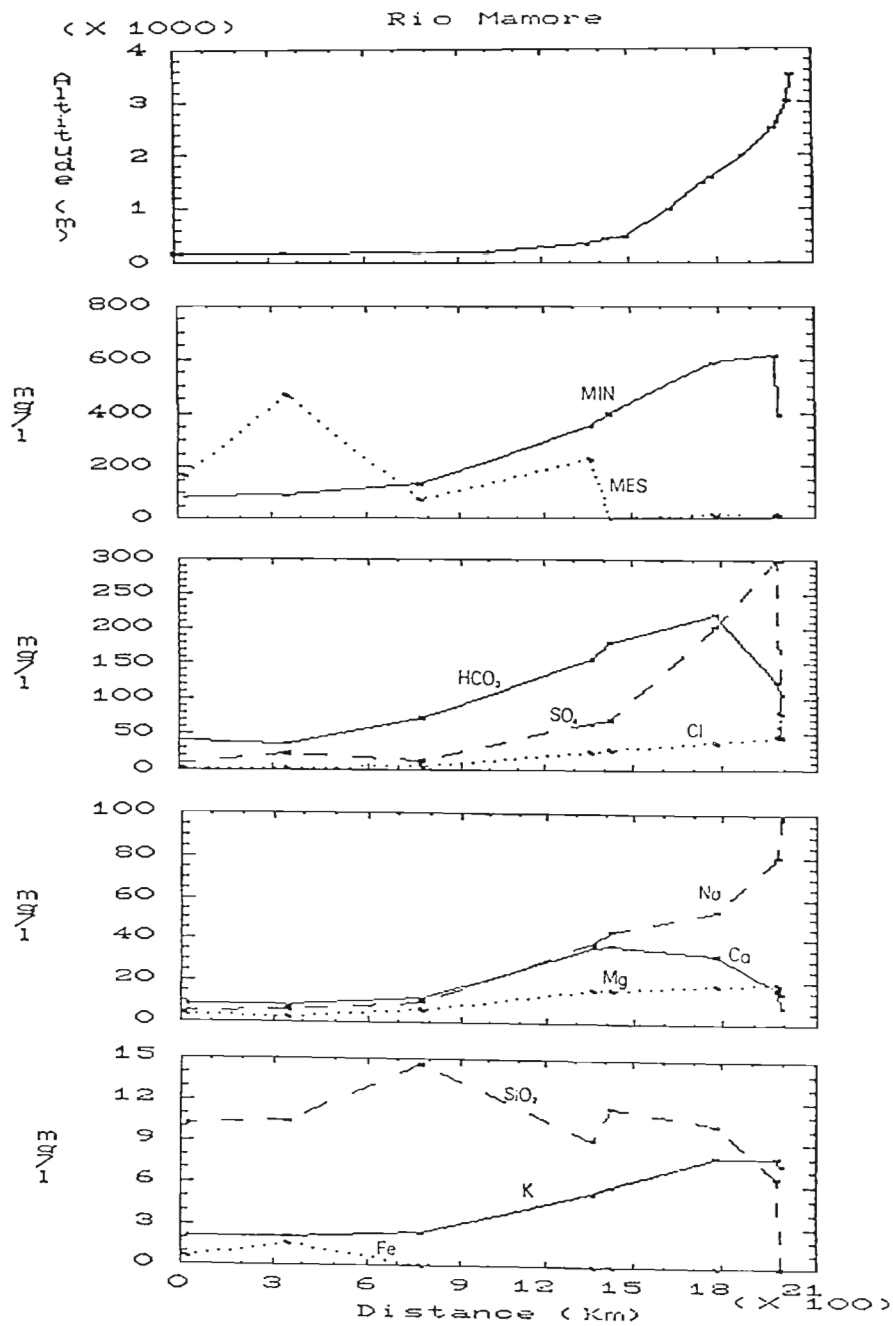


Fig. 2

Analyse en composantes principales

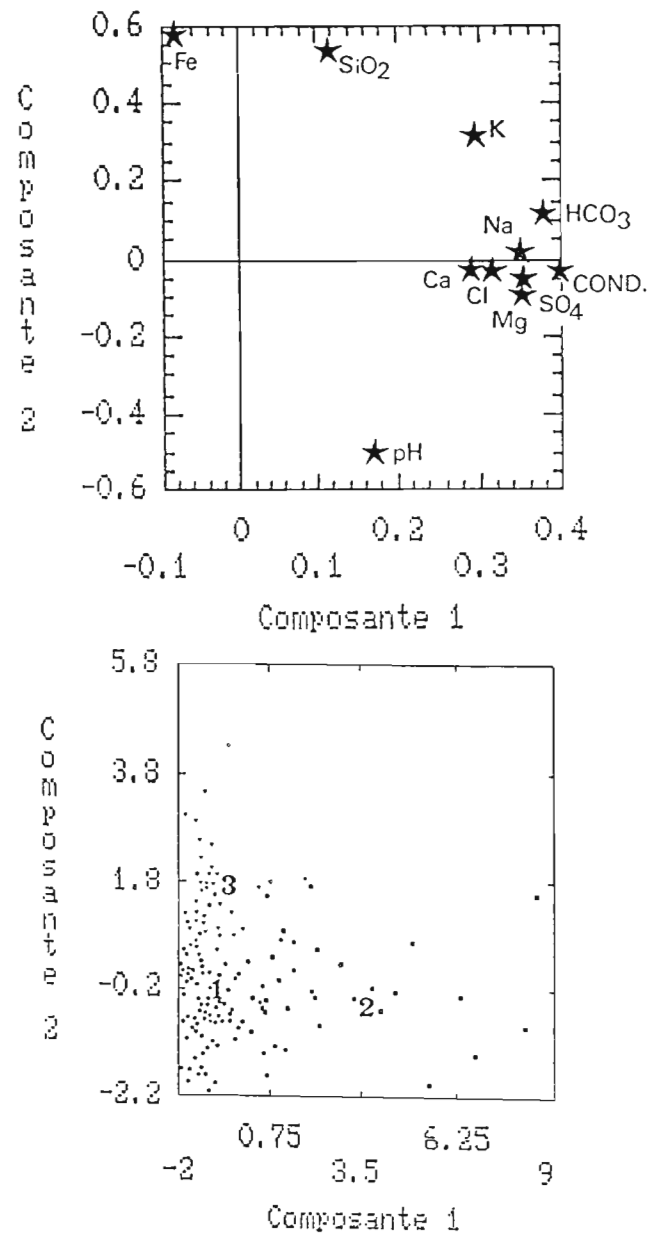
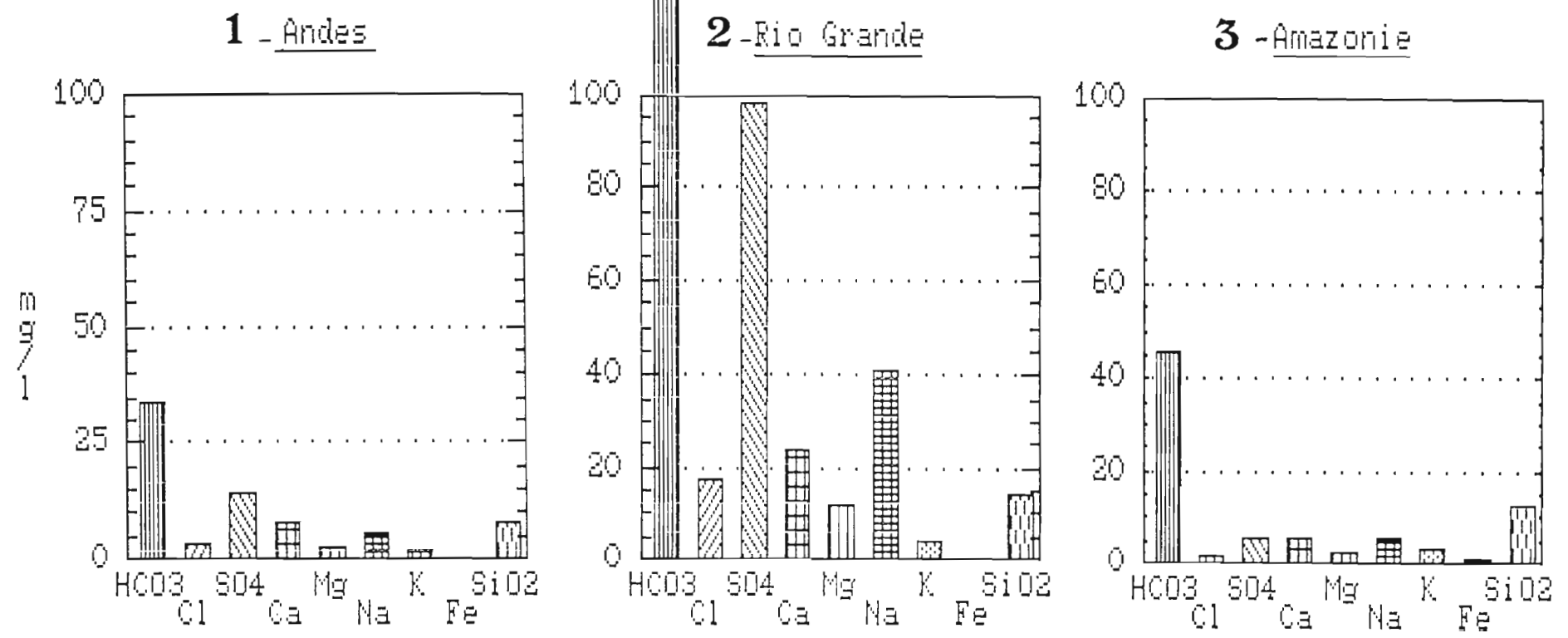


Fig. 3



- zona 3 - los llanos o la planicie amazónica, donde la altitud varía de 180 a 400 metros. Estas aguas están debilmente mineralizadas (83 mg/l), ligeramente ácidas (pH = 6.9), y tienen contenidos en hierro (1.1 mg/l) sílice disuelta (12.5 mg/l) y potasio (3.0 mg/l) más elevado que el promedio.

La comparación e identificación de tres zonas geográficas ha sido posible gracias a la utilización del análisis en componentes principales y al seguimiento hidroquímico a lo largo de los ríos.

Como una aplicación práctica de los estudios realizados, tenemos el trabajo efectuado en el Mamoré central (región de Trinidad) en cooperación entre : UTB-CORDEBENI-ORSTOM-UMSA-IQQ, dentro del convenio piscícola, que tuvo como finalidad la evaluación del potencial piscícola de esta región.

Este estudio se realizó en diversos medios acuáticos de la planicie de inundación del Mamoré central (fig. 5) de Julio 1986 a Agosto 1987, con la finalidad de reunir datos físico-químicos que permitirán la interpretación de datos biológicos de las especies ictiológicas estudiadas en el marco de la convención piscícola (Corbin D. et al., 1988).

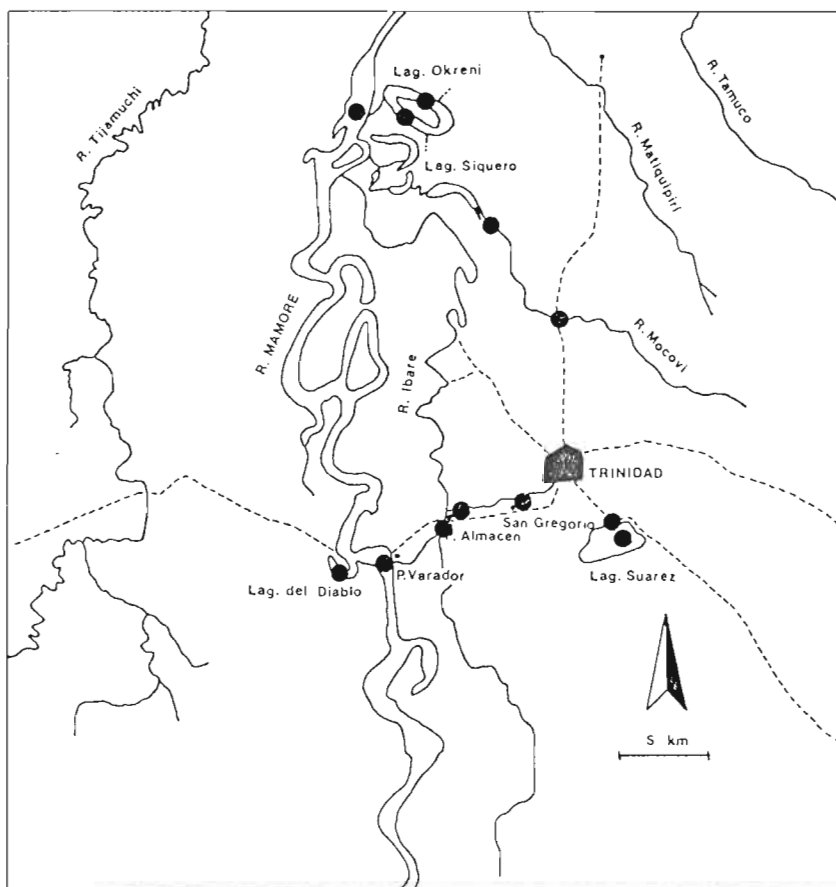
Se estudiarán 4 tipos de medios :

- ríos : Mamoré, Ibaré y Mocovi
- lagunas poco profundas : tres próximas del río Mamoré del sistema Siquero ; las lagunas Cokinoki, Tapada y d'Orbigny. Una alejada del río : la laguna Suarez.
- lagunas profundas : son antiguos meandros del río ; en general próximas al curso principal y de formación más reciente que las anteriores, son casi exclusivamente alimentadas por las aguas del río Mamoré : lagunas Okreni y del Diablo.
- charcos de inundación : son planos de agua que subsisten en el borde de la pista de Trinidad a Puerto Almacen, después del retiro de las aguas de inundación. Dos puntos han sido estudiados : San Gregorio y el canal de Puerto Almacén.

Estos diferentes medios acuáticos pueden ser clasificados en dos tipos de aguas estrechamente ligados a su origen :

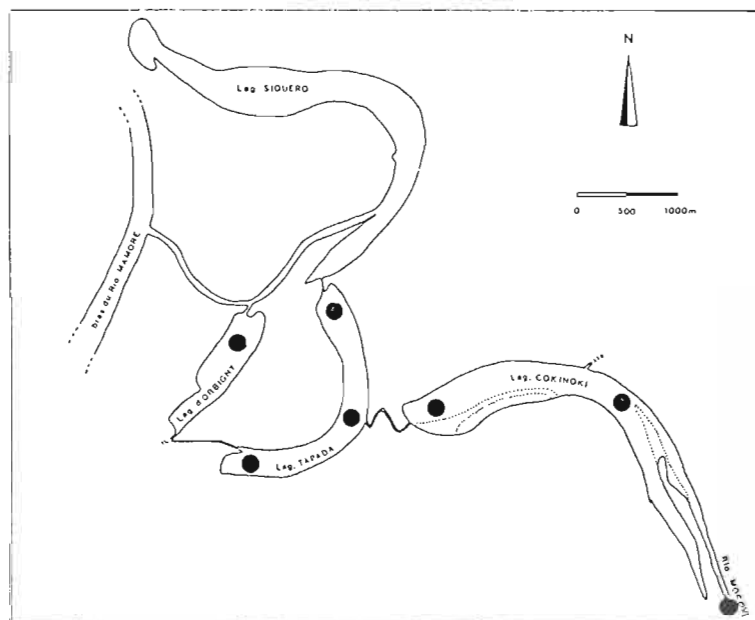
- las aguas de origen andino (el Mamoré y las lagunas que alimenta) son las más mineralizadas, de tipo bicarbonato-cálcico con fuertes tenores relativos en calcio, magnesio, sulfato y bicarbonatos, así como en sodio pero en menor proporción (fig 6).

- las aguas de los llanos (río Mocovi y lagunas poco profundas alejadas del Mamoré : Cokinoki y Suárez) son más debilmen-



Mapa de la región estudiada, posiciones de los puntos de muestreo.

Fig. 4



Mapa de las lagunas poco profundas del sistema Siquero. Posiciones de los puntos de muestreo.

Fig. 5

Fig. 6

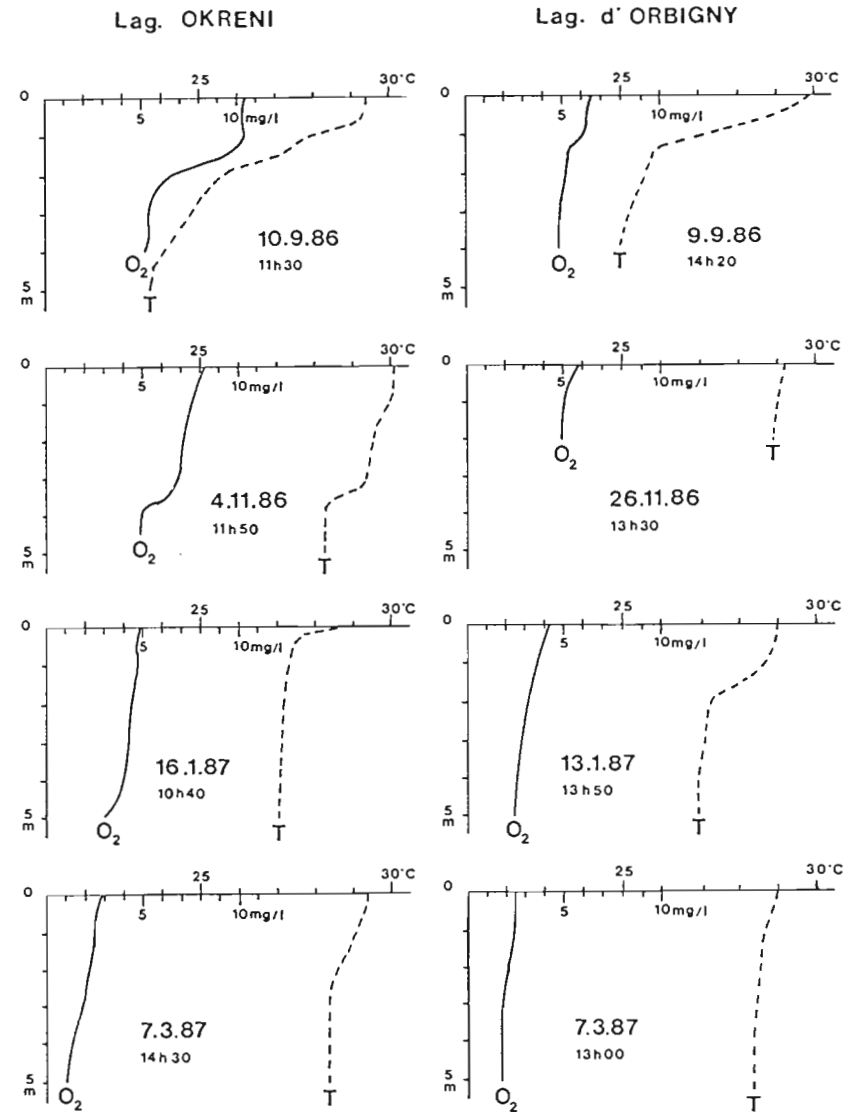
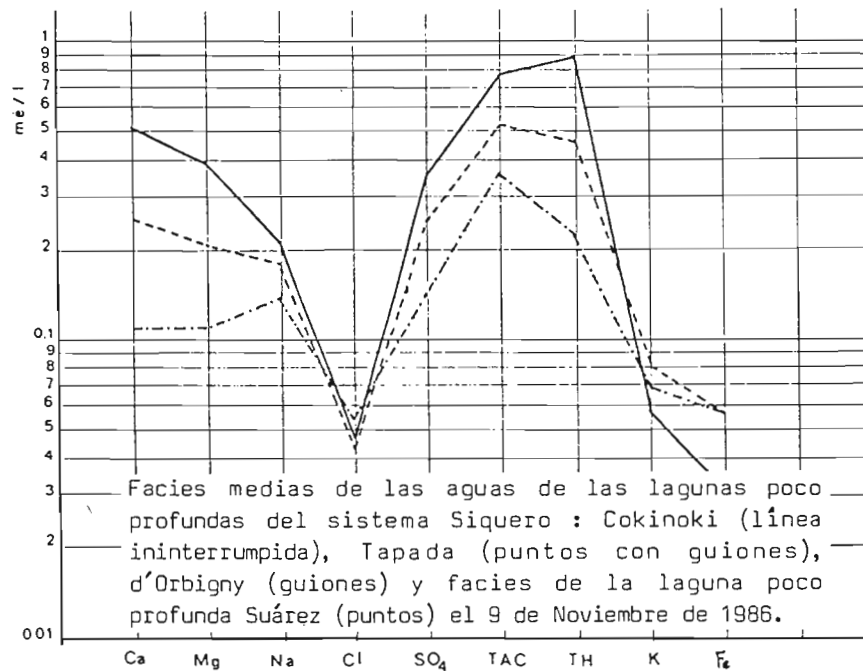
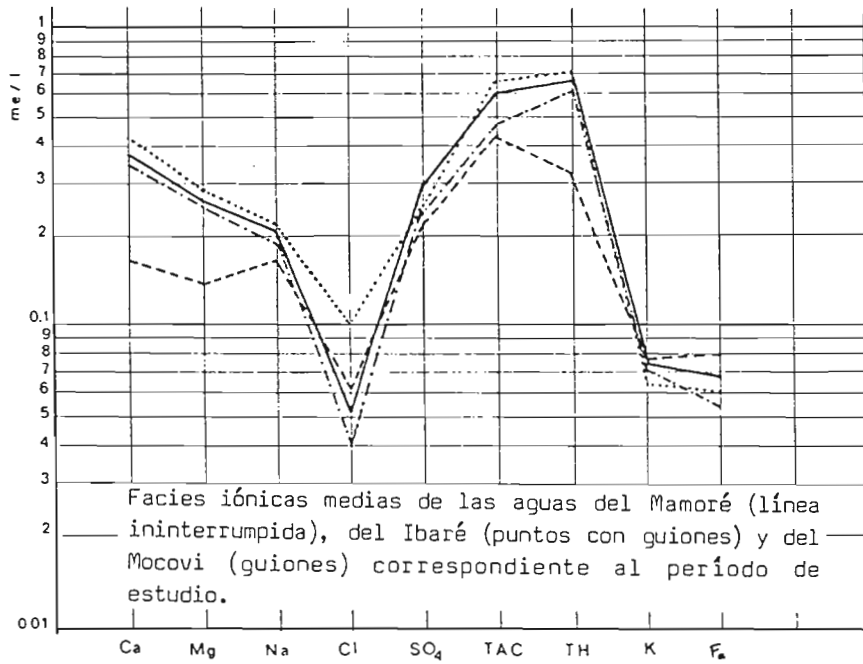


Fig. 7 : Evolución de la temperatura y del oxígeno en función de la profundidad en la laguna profunda Okreni y la laguna poco profunda d'Orbigny.

te mineralizadas de tipo bicarbonato-sódico con fuertes tenores relativos en hierro y potasio.

- tenemos también aguas intermedias, con el río Ibaré y las lagunas del sistema Siquero que, debido a su hidrología particular, están bajo la influencia por un lado del Mamoré y por otro del Mocovi, presentan características que cambian con la época de lluvias.

La evolución de la temperatura y del oxígeno disuelto en función de la profundidad ha podido ser estudiada en la laguna profunda Okreni y en la laguna poco profunda d'Orbugny en diferentes épocas hidrológicas. Estos datos de gran interés para la hidrología de estas lagunas, son presentados en la figura 7.

Finalmente este estudio ha dado resultados que permiten entender el comportamiento del ecosistema (biotopo) de la cuenca : para así poder desarrollar en forma racional y sostenida la piscicultura como una alternativa de nutrición y de orden social (fuentes de trabajo).

BIBLIOGRAFIA

BOURGES, J., CORTES, J., HOORELBECKE, R., 1987 - "Etude des débits du Mamoré à Guayaramerin". - Publ. PHICAB - 26 p.

CORBIN, D., GUYOT, JL., CALLE, H., QUINTANILLA, J., 1988 - "Datos físico-químicos de los medios acuáticos de la zona del Mamoré central (región de Trinidad - Amazonía boliviana)". Publ. ORSTOM Bolivie.

GARCIA, W., 1985 - "Balance hídrico superficial de la cuenca del Río Mamoré". - Tesis de grado, UMSA, La Paz - Publ. PHICAB - 110p.

GUYOT, JL., CALLE, H., QUINTANILLA, J., CALLICONDE, M., 1987 - "Resultados de una campana de muestreo en período de aguas bajas en la amazonía boliviana." - Revista Boliviana de Química 7 (1) - 36-50 p.

ROCHE, M.A., FERNANDEZ, C., APOTEKER, A., ABASTO, N., CALLE, H., TOLEDE, M., CORDIER, J.P. POINTILLART, C., 1986 - "Reconnaissance Hydrochimique et première évaluation des exportations hydriques et salines des fleuves de l'Amazonie bolivienne." - Publ. PHICAB - 256 p.

ACTAS DEL SEGUNDO SIMPOSIO DE LA INVESTIGACION FRANCESA EN BOLIVIA



LA PAZ 19-22 de Abril 1988