

**ORSTOM en BOLIVIE**

**MISSION DE LA PAZ**

**1-07-86**

**INFORME No. 2**

**CONVENIO UMSA/ORSTOM**

**LAS TRUCHAS DE LOS LAGOS**

**DEL**

**VALLE DE HICHU-KKHOTA**

**L. LAUZANNE**

**J. FRANC**

**INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION**

**ORSTOM**

CONVENIO UMSA - ORSTOM

HIDROBIOLOGIA

LAS TRUCHAS DE LOS LAGOS DEL VALLE DE HICHU-KKHOTA

por

L. LAUZANNE y J. FRANC

1979

#### NOTA DEL EDITOR

El presente documento es una reedición de un trabajo redactado en Diciembre de 1979 pero del cual solamente una difusión interna de una decena de ejemplares fueron realizados. La difusión actual de este documento es de 100 ejemplares.

#### NOTE DE L'EDITEUR

Le présent document est une réédition d'un travail rédigé en Décembre 1979 mais dont seulement une diffusion interne d'une dizaine d'exemplaires avait été réalisée. La diffusion actuelle de ce document est de 100 exemplaires.

## RESUMEN

Se efectuaron pescas experimentales en tres lagos del valle de Hichu Kkota para estudiar las poblaciones de truchas. Las capturas más importantes fueron efectuadas en el primer lago situado a la entrada del valle. De acuerdo a la estructura de las poblaciones pescadas, el crecimiento durante el primer año es estimado a 14 cm de longitud standard para un peso de 48 g. El índice de condición es un poco más elevado en las hembras que en los machos. Una curva longitud-peso fue establecida. El sex-ratio señala una clara predominancia de los machos en los peces capturados. Los índices gonado-somáticos observados (17,3% para las hembras y 6,4% para los machos) así como las cantidades de huevos de las hembras tienen valores muy próximos de aquellos encontrados para las truchas del lago Titicaca. El régimen alimentario de las truchas de pequeña talla (15 a 20 cm de longitud standard) está sobre todo constituido de Anfipodos y de larvas acuáticas de insectos, los Gasteropodos y Ostracodos siendo las presas secundarias. Las truchas más grandes (30 a 45 cm de longitud standard) se alimentan sobre todo de Gasteropodos y de Anfipodos; los insectos y los pequeños peces (*Orestias*) constituyen las presas secundarias.

La falta de lugares de desove parece ser el único elemento susceptible de limitar el desarrollo de las poblaciones de truchas en estos lagos.

## RESUME

Des pêches expérimentales ont été effectuées dans trois lacs de la vallée d'Hichu Kkhota pour étudier les populations de truites. Les captures les plus importantes ont été effectuées dans le premier lac situé à l'entrée de la vallée. D'après la structure des populations pêchées, la croissance durant la première année est estimée à 14 cm de longueur standard pour un poids de 48 g. Le coefficient de condition est un peu plus élevé chez les femelles que chez les mâles. Une courbe longueur-poids a été établie. Le sex-ratio montre une nette prédominance des mâles chez les poissons capturés. Les indices gonado-somatiques observés (17,3% pour les femelles et 6,4% pour les mâles) ainsi que les quantités d'œufs des femelles ont des valeurs très proches de celles rencontrées pour les truites du lac Titicaca. Le régime alimentaire des truites de petite taille (15 à 20 cm de longueur standard) est surtout constitué d'Amphipodes et de larves aquatiques d'insectes, les Gastéropodes et les Ostracodes étant des proies secondaires. Les truites plus grandes (30 à 45 cm de longueur standard) se nourrissent surtout de Gastéropodes et d'Amphipodes, les insectes et les petits poissons (*Orestias*) constituant des proies secondaires.

Le manque de lieux de ponte paraît être le seul élément susceptible de limiter le développement des peuplements de truites dans ces lacs.

## LAS TRUCHAS DE LOS LAGOS DEL VALLE DE HICHU-KKHOTA

L. Lauzanne, J. Franc

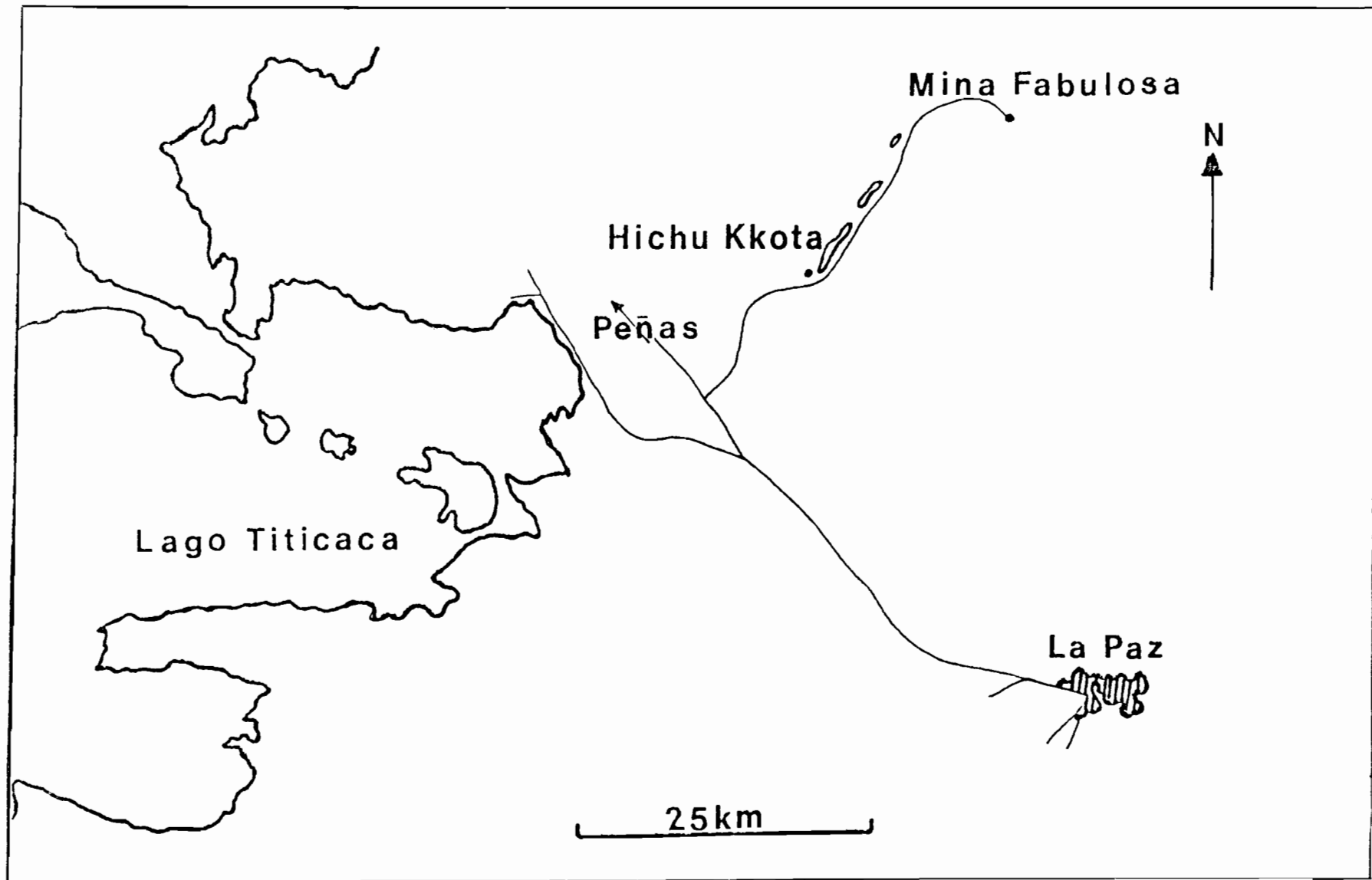
### Introducción

A solicitud de CORDEPAZ, la sección de Hidrobiología del Convenio UMSA-ORSTOM ha realizado un estudio sobre el poblamiento de truchas de las tres lagunas del valle de Hichu Kkota. Los datos fueron obtenidos durante dos viajes realizados los días 28 y 29 de Junio en la primera laguna, los días 14 y 15 de Julio en la segunda y el 16 del mismo en la tercera. Se efectuaron inventarios con la ayuda de un equipo experimental de 15 redes agalleras multifilamentos cuyas mallas se escalonan de 10 a 100 mm. Las características completas de estas redes están resumidas en el cuadro I. Además de este equipo se utilizaron 3 redes monofilamento de 20, 25 y 40 mm. de malla.

### 1. IMPORTANCIA COMPARADA DE LAS POBLACIONES

En las tres lagunas solamente se capturaron dos especies de peces: la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*) y un "carache" (*Orestias* sp). Los lugareños nos afirmaron que existía también el "suche" (*Trichomycterus rivulatus*) pero no hemos podido capturarlo. En las dos primeras lagunas se hicieron dos noches de pesca y solamente una en la tercera. Los resultados obtenidos se multiplicaron por dos de manera a ser comparados a los otros. Las capturas del equipo en número y en peso para las truchas y *Orestias* (2 noches de pesca) están indicadas en la figura 2. En primer término, podemos constatar que las *ORESTIAS* son mucho más numerosas en la segunda que en las otras dos. En lo que se refiere a las truchas las capturas son mucho más importantes en la primera laguna (138) que en la segunda (3) y que en la tercera (2). Además la población de la primera está constituida como lo podremos ver después - por peces de todo tamaño mientras que las truchas de la segunda y tercera lagunas son adultas de tamaño grande.

FIG.1:MAPA DE SITUACION



m (mm)	Lp (m)	Ap (m)	S (m <sup>2</sup> )	H m/kg)	Ic 100m <sup>2</sup>
10	25	2,16	54	13400	1,85
12,5	50	2,16	108	13400	0,92
15	25	2,60	65	13400	1,54
17,5	50	3,03	151,5	13400	0,66
20	25	2,15	53,5	13400	1,86
22,5	25	1,91	48	13400	2,08
25	50	2,12	106	13400	0,94
30	25	2,00	50	30/100°	2,00
40	75	2,20	165	13400	0,61
50	50	3,03	151	3330	0,66
60	50			3330	
70	50	2,91	145,5	2660	0,69
80	50	2,91	145,5	2660	0,69
90	50	2,96	148	2220	0,87
100	50	2,94	147	2220	0,68
+					
20	25	2,02	50,5	22/100°	1,98
25	25	2,01	50	30/100°	2,00
40	25	2,04	51	30/100°	1,96

Cuadro I : Características de las redes utilizadas

(m : malla, Lp : longitud en pesca, Ap : altura en pesca, S : superficie, H : hilo, Ic : índice de corrección para obtener capturas por 100m<sup>2</sup>).

**FIG.2:CAPTURAS de la bateria experimental  
( 2 noches de pesca)**

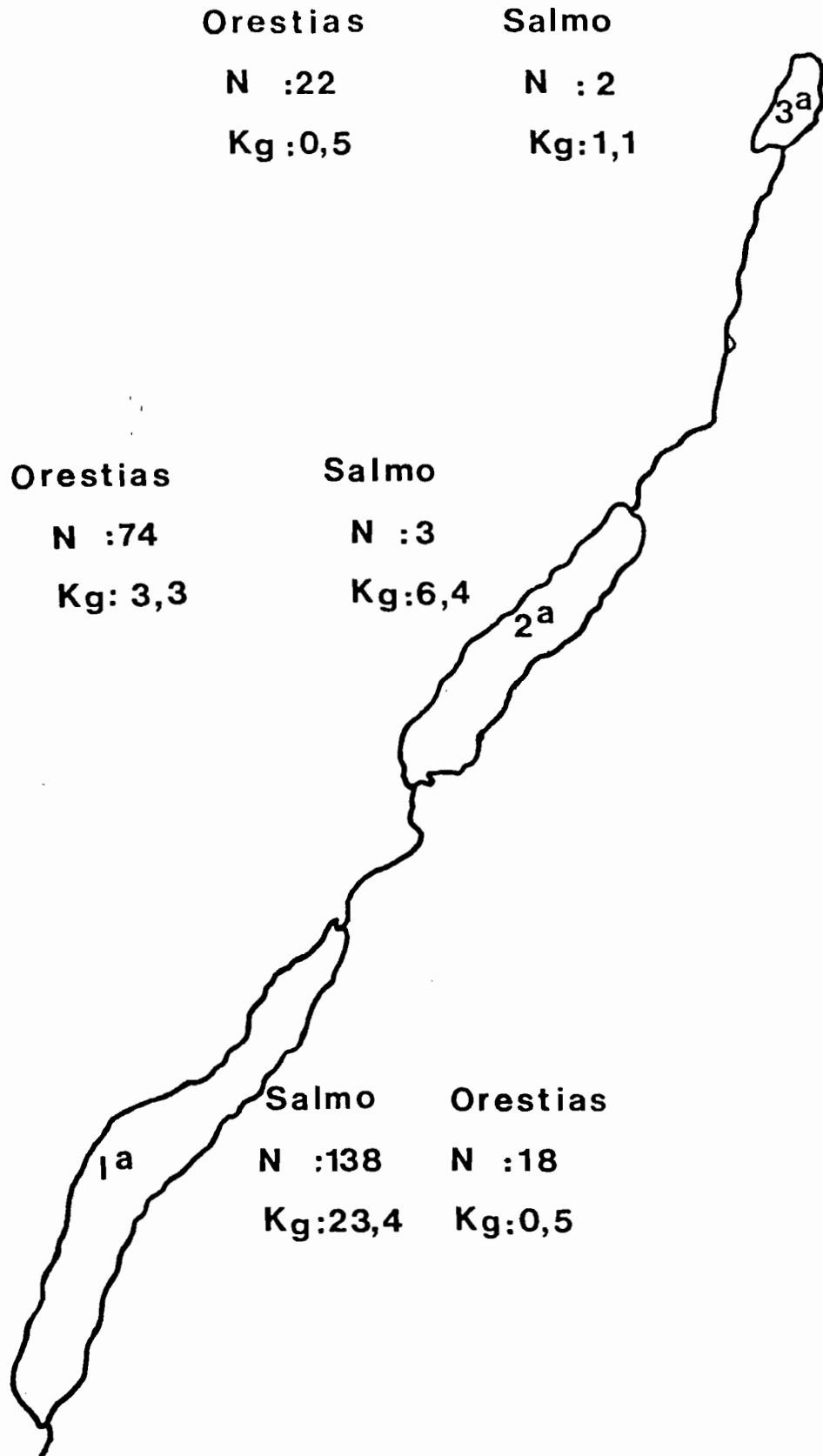
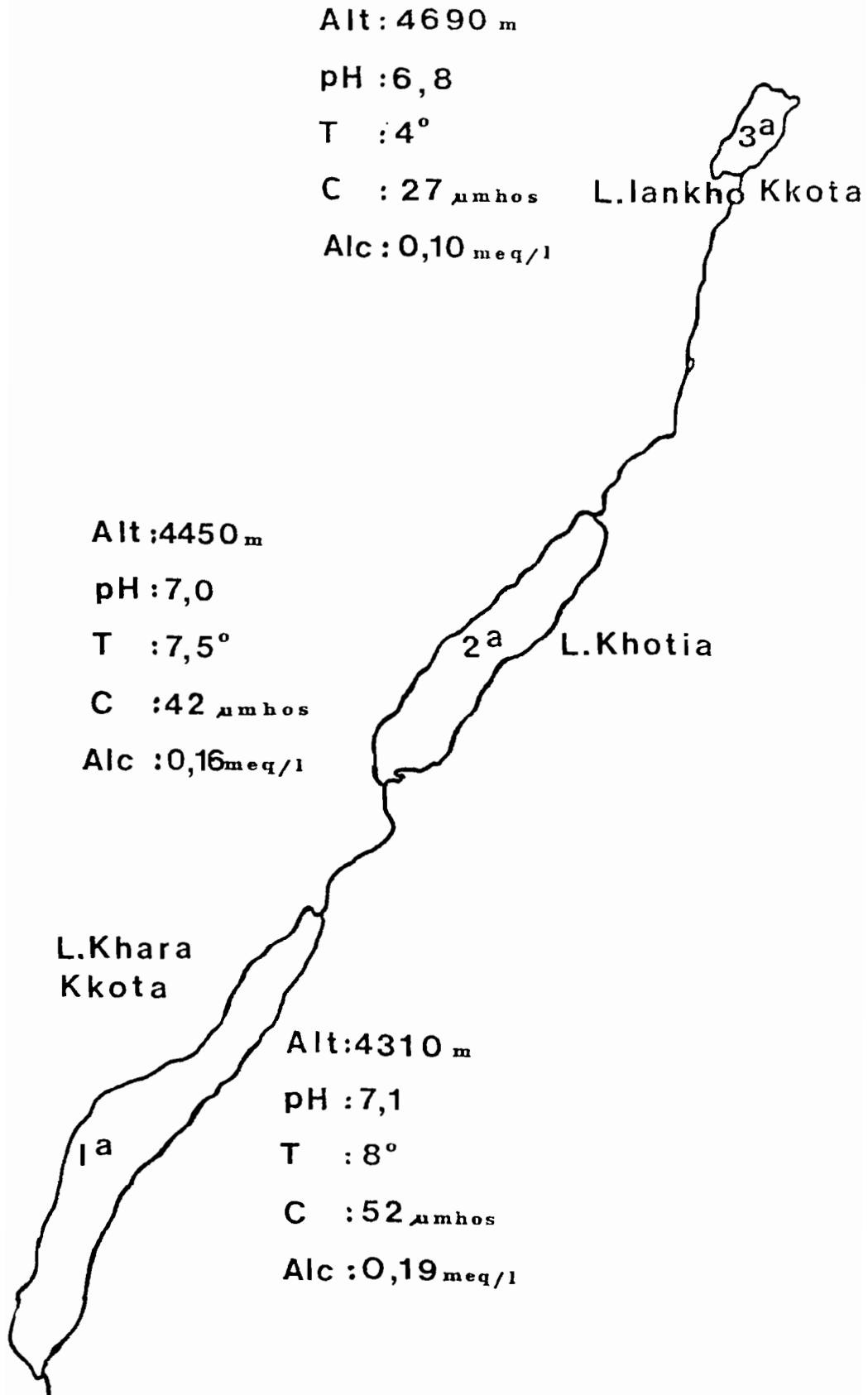




FIG.3:PARAMETROS FISICO\_QUIMICOS



Estas tres lagunas han sido pobladas en truchas en 1975 (F. Zuna, comunicación personal). Puesto que no se encuentran pequeñas truchas en las lagunas segunda y tercera, se puede deducir lógicamente en una ausencia de reproducción. La tercera laguna, situada a 4.690 m. de altura, presenta características físico-químicas diferentes de las otras dos (fig. 3). Es posible que ciertos caracteres, como la temperatura (4°C el 16 de Julio) puedan impedir la reproducción. La segunda laguna (4.450 m.) posee características físico-químicas muy parecidas a la primera (4350 m). Además en las dos lagunas los recursos alimenticios son parecidos, es decir abundancia en moluscos, Anfípodos y larvas de insectos. Necesitamos entonces buscar otra explicación a las diferencias constatadas en lo que a reproducción se refiere. Proponemos pues la siguiente hipótesis:

Se sabe muy bien que cuando las truchas están en periodo de reproducción, éstas van hacia los afluentes para poner los huevos. En la primera laguna el río de arriba presenta características de un buen lugar de desove: corriente poco fuerte, poco profunda, fondo de arena y cascajo. Durante el mes de Julio hemos visto varias truchas de buen tamaño desovando en ese río. También hemos podido constatar que algunos lugareños las cogían fácilmente con la mano. El río que alimenta la segunda laguna no presenta las mismas características: es estrecho, con una corriente muy fuerte, el fondo es rocoso y además el torrente está cortado por numerosas cascadas, sin duda difícil para acceder. Entonces la ausencia de reproducción en la segunda laguna podría resultar de la falta de lugar de desove. Seguidamente estudiaremos algunos aspectos de la biología de las truchas de la primera laguna, la única que posee un poblamiento importante.

## 2. ESTRUCTURA DE LA POBLACION - Primer crecimiento

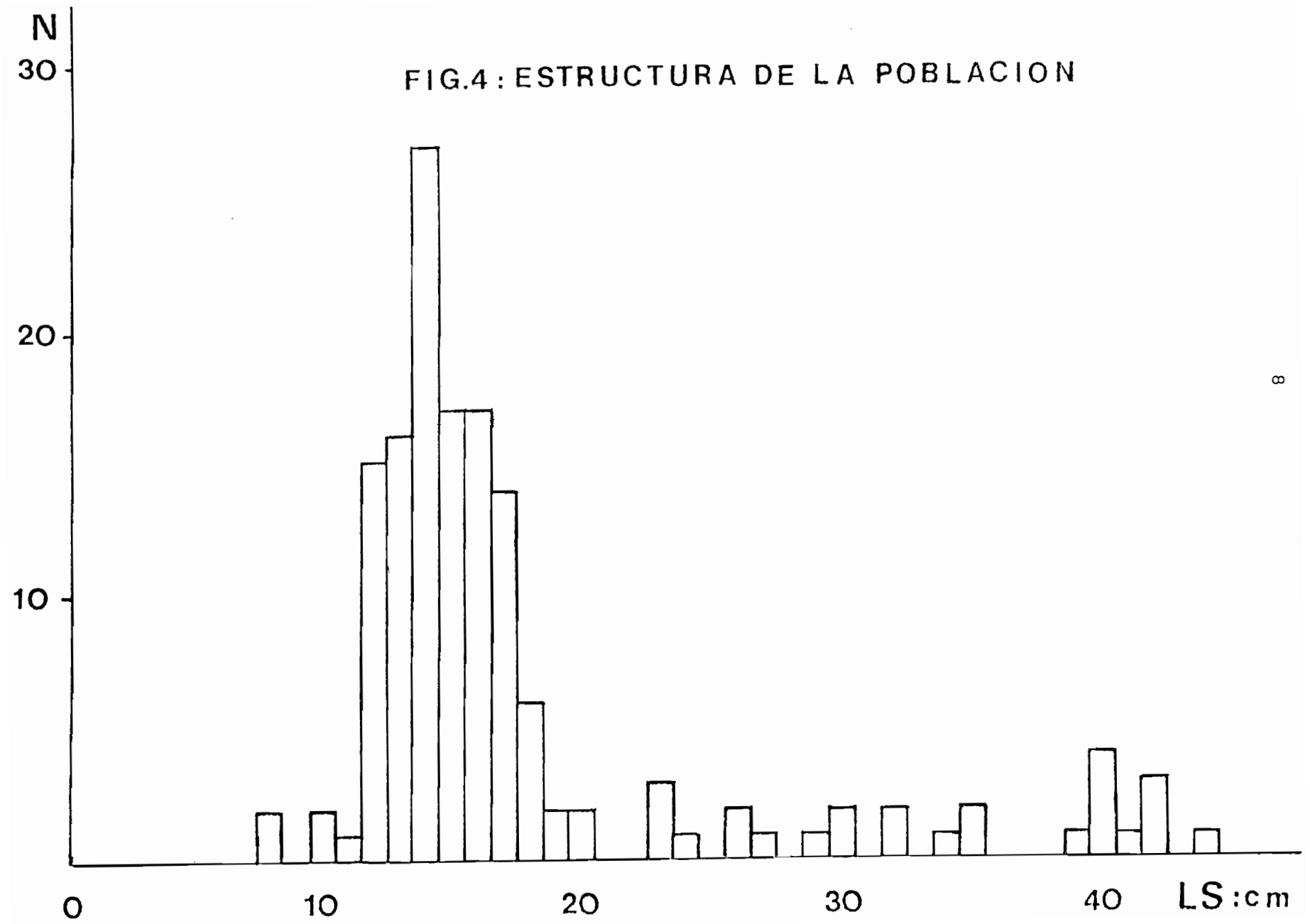
La estructura de la población ha sido estudiada gracias a la captura del equipo experimental. Las tomas fueron conducidas a 100 m<sup>2</sup> para cada red, utilizando el índice de corrección,  $I_c$  (cuadro I). Las truchas fueron agrupadas por clases de 1 cm (cuadro II, fig. 4). La longitud utilizada es la standard, es decir la longitud medida desde el extremo del hocico hasta la articulación de la cola. Notaremos que la longitud de las truchas de la primera laguna varía entre 8 y 44 cm. con un modo muy claro a los

m (mm) LS (cm)	10	15	17,5	20	22,5	25	40	50	60.	90	Total
7											
8	2										2
9											
10		2									2
11			1								1
12			15								15
13			14	2							16
14			14	7	6						27
15			2	4	10	1					17
16			1	7	8	1					17
17			1	2	10	1					14
18			1		4	1					6
19						2					2
20						2					2
21											
22											
23					2			1			3
24						1					1
25											
26					2						2
27							1				1
28						1					1
29						1					1
30				2							2
31											
32					2						2
33											
34							1				1
35							1			1	2
36											
37											
38											
39									1		1
40					2	1	1				4
41											
42					2	1					3
43											
44							1				1
Total	2	2	49	24	48	13	5	1	1	1	146

m : 12,5; 30; 70; 80; 100 = nada

Cuadro II : Estructura de la población de las truchas de la primera laguna (por 100m<sup>2</sup> de cada red)

FIG.4: ESTRUCTURA DE LA POBLACION



14 cm. Como hemos realizado la pesca a fines de Junio, es decir durante el período de reproducción, estimamos que estos peces jóvenes de 14 cm. tienen alrededor de 1 año de edad. Al término de un año el crecimiento sería entonces de 14 cm. para un peso de 48 grs.

### 3. INDICE DE CONDICION

Este índice traduce una relación entre el peso y el cubo de longitud de un pez. Cuando la longitud standard (L) se expresa en mm. y el peso (P) en grs., el índice de condición K se escribe:

$$K = \frac{105 p}{L^3}$$

Este índice informa el estado de gordura de un pez. Este estado puede variar de acuerdo al sexo (macho o hembra), al estado sexual (inmaduros, adultos maduros), a la edad (del tamaño), al medio, a las estaciones, etc... Este índice fue calculado para los machos y las hembras agrupados en clases de 5 cm. de longitud (cuadro III, fig. 5), siendo más elevado en las hembras que en los machos. En las hembras este índice aumenta ligeramente con el tamaño, mientras que en los machos parece relativamente estable.

### 4. RELACION LONGITUD-PESO

La relación entre la longitud y el peso ha sido establecida mediante el conjunto de peces capturados en la primera laguna sin distinción de sexo (indeterminados machos y hembras). Hubiera sido preferible establecerla para cada sexo, pero habían muy pocas hembras. Los resultados (cuadro IV) están ilustrados en la figura 6. La relación longitud peso tiene sobre todo un interés práctico. En efecto, cuando el peso, por una razón o por otra, no puede ser evaluado en el terreno, es fácil estimarlo utilizando la relación longitud-peso.

## K de los machos

LS (cm)	N	K	
11-15	70	1,785	
16-20	30	1,757	
21-25	6	1,870	
26-30	5	1,814	$\bar{K} = 1,784 (N = 114)$
31-35	1	1,727	
36-40	1	1,830	
41-45	1	1,864	

## K de las hembras

11-15	4	1,709	
16-20	3	1,760	
21-25			
26-30	1	1,929	$\bar{K} = 1,878 (N = 16)$
31-35	4	1,904	
36-40	3	2,059	
41-45	1	2,218	

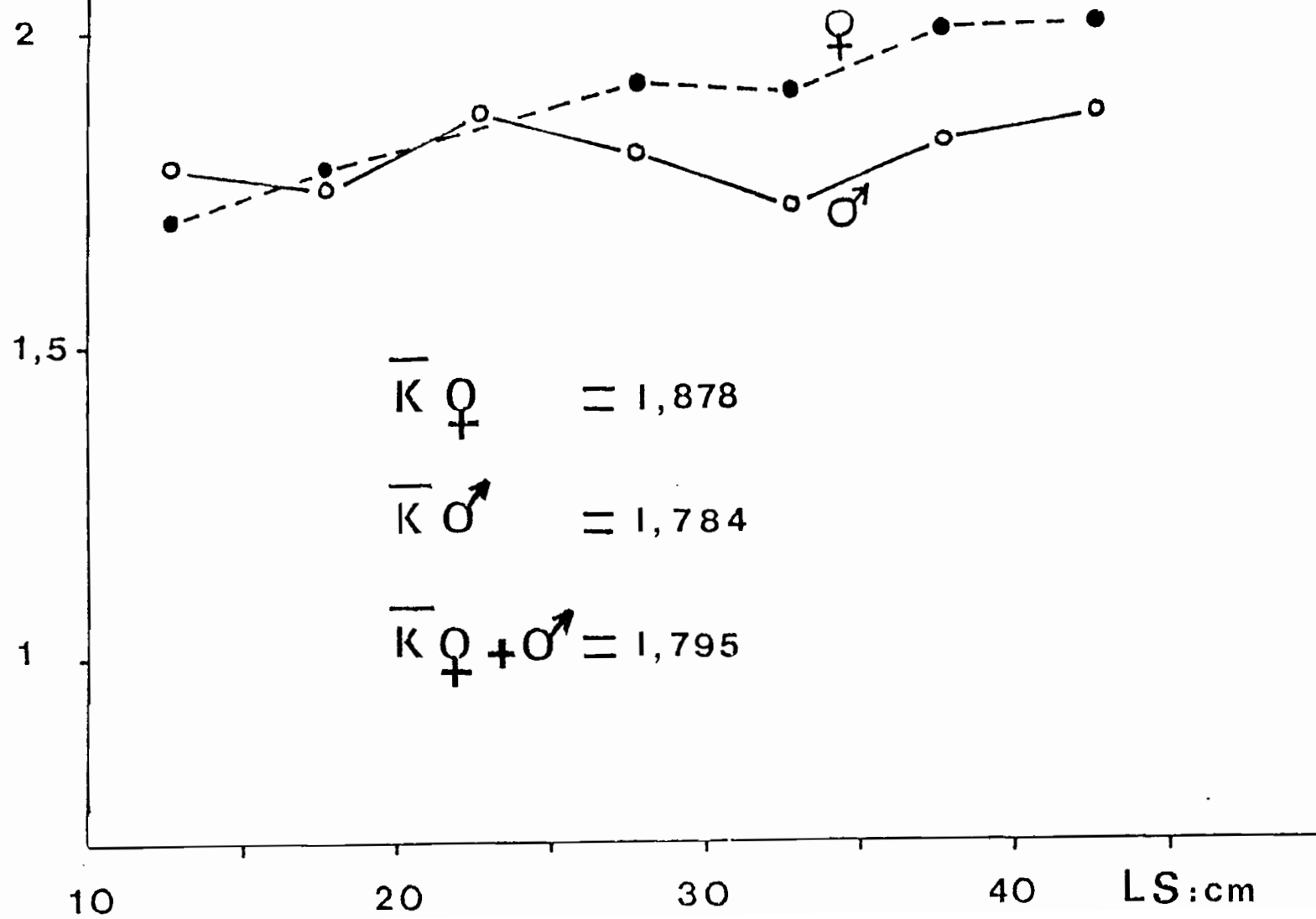
## K de los machos y de las hembras

$$\bar{K} = 1,795 (N = 130)$$

Cuadro III : Índice de condición (K) en función de la longitud y del sexo (LS : longitud standard, N : número)

$$K = \frac{10^5 P}{LS^3}$$

FIG.5: INDICE DE CONDICION



LS (mm)	N	P (g)
75	1	8,2
100	1	18,1
115	8	28,2
120	17	31,6
125	9	39,4
130	12	38,1
135	9	44,4
140	21	47,6
145	5	56,2
150	6	58,4
155	5	68,8
160	6	69,4
165	7	82,3
170	3	83,5
175	2	90,4
180	2	98,3
185	2	117,5
190	3	117,1
195	1	143,6
200	1	141,5
205	1	150,5
230	3	224,2
240	2	257,5
260	2	327,5
270	1	327,0
275	1	460,5
300	1	520,9
320	1	578,0
340	1	815,0
345	2	740,2
350	1	821,0
360	1	1312,0
385	1	1204,0
395	2	1224,3
400	1	1233,5
410	1	1262,5
420	1	1137,0
435	1	1534,0

Cuadro IV : Relaciones longitud - peso (LS :  
longitud standard, N : numero,  
P : peso)



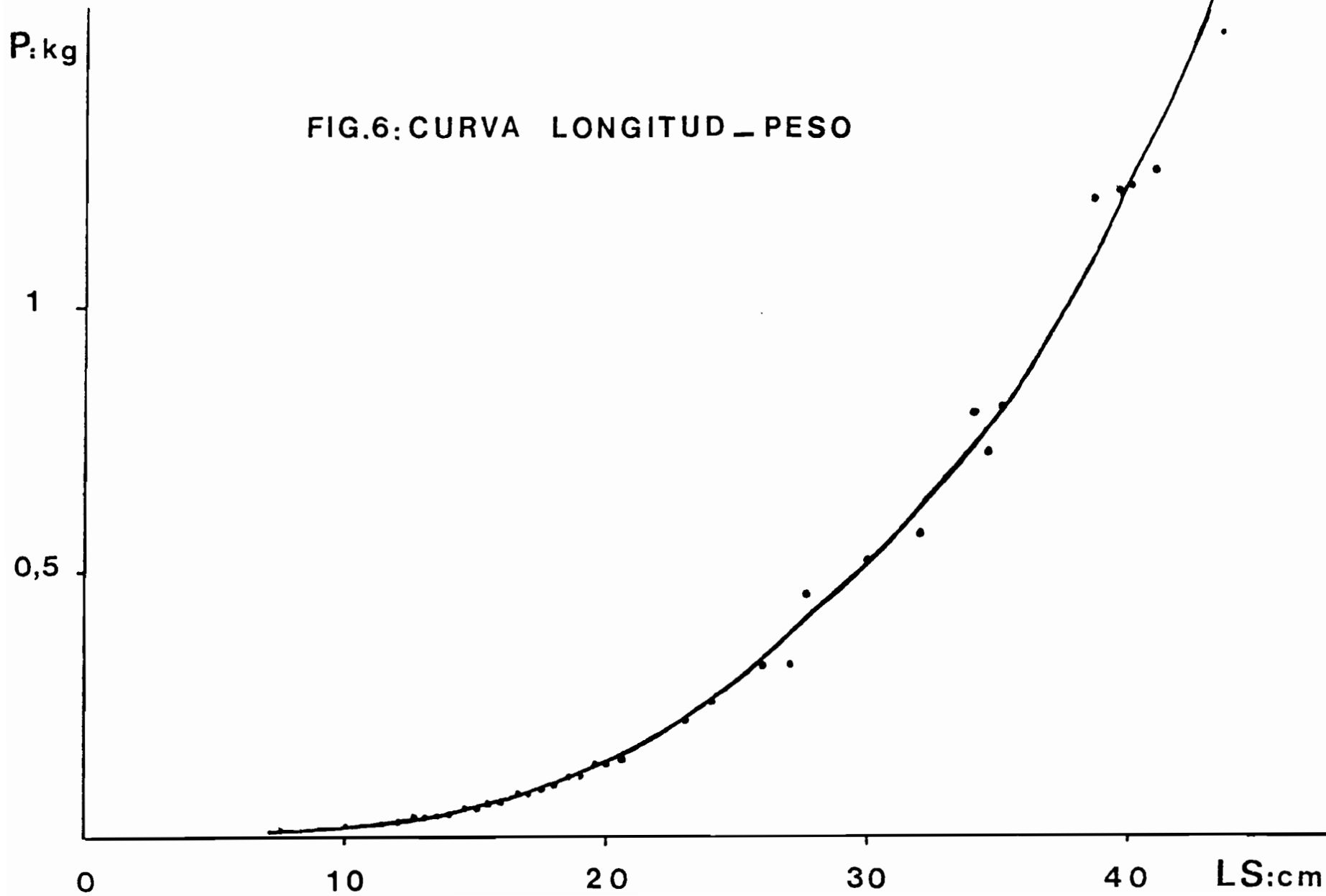


FIG.6:CURVA LONGITUD \_ PESO

## 5. SEXUALIDAD

### 5.1. Sex-ratio.

Entre las 146 truchas capturadas con el conjunto de redes, habían 13 de sexo indeterminado, 18 hembras y 115 machos, lo que da 13.5% de hembras y 86.5% de machos. Esta proporción no es habitual y no podemos explicarla.

### 5.2. Índice gonado-somático

Este índice (I.G.S.) traduce la relación entre el peso de las gonadas y el peso somático del pez, es decir el peso total menos el de las gonadas.

Durante el ciclo sexual anual, este índice varía de acuerdo al estado de desarrollo de los gonados y alcanza su valor más elevado justo antes de la reproducción. La pesca se realizó en el mes de Julio durante el período de reproducción y varios peces estaban a punto de desovar. El índice gonado-somático ha sido calculado en peces maduros listos a desovar, es decir en machos y hembras cuyos productos sexuales salen con una pequeña presión en el vientre. En la figura 7 podemos observar que el IGS de las hembras es de 17.3% y el de los machos de 6.4%. Estos resultados están muy próximos a aquellos encontrados por (Everret, 1971) para las truchas del lago Titicaca.

### 5.3. Fecundidad

La fecundidad ha sido evaluada en 5 hembras, la más pequeña medía 32 cm. y la más grande 57 cm. Se contaron todos los huevos por cada hembra y los resultados (cuadro V) descritos en un gráfico en relación con el tamaño de las hembras (fig. 7). El número de huevos crece con la longitud según una función no lineal. A título indicativo, una hembra de 45 cm. pone alrededor de 4.500 huevos. El giro de la curva corresponde a aquella encontrada por Everret (1971) para las truchas del lago Titicaca.

Sex ratio

Hembras : 13,53%      machos : 86,47%

Indice gonado-somatico (machos y hembras maduros)

machos (N = 28)

hembras (N = 11)

Pt	Pg	Ps	IGS	Pt	Pg	Ps	IGS
345	16,5	328,5	5,02	578,0	86,6	491,4	17,62
120	4,0	116,0	3,45	1262,5	172,4	1090,1	15,82
42,5	0,5	42,0	1,19	120,8	7,9	112,9	7,00
44,6	3,8	40,8	9,31	520,9	53,0	467,9	11,33
34,8	2,0	32,8	6,10	1233,5	193,0	1040,5	18,55
46,0	2,5	43,5	5,75	1321,0	236,0	1085,0	21,75
41,4	2,7	38,5	7,01	821,0	183,0	698,0	26,22
44,2	3,9	40,3	9,68	815,0	132,0	683,0	19,33
67	3,3	63,7	5,18	1204,0	236,0	968,0	24,38
53,9	1,3	52,6	10,08	822,0	90,0	732,0	12,30
31,4	2,1	29,3	7,17	765,0	106,5	658,5	16,17
74,8	3,8	71,0	5,35				
243,0	15,5	22,5	7,28				
78,8	3,1	75,7	4,10				
60,4	3,5	56,9	6,15				
39,0	3,1	35,9	8,64				
51,4	4,2	47,2	8,90				
460,5	22,5	438	5,14				
1227,6	38,4	1189,2	3,23				
69,0	5,9	93,1	9,35				
93,9	4,1	89,8	4,57				
91,9	6,9	85,0	8,12				
64,3	7,0	57,3	12,22				
40,8	3,5	37,3	9,38				
57,3	3,5	53,9	6,51				
1312,0	35,0	1277,0	2,74				
1137,0	35,0	1102,0	3,18				
1534,0	62,0	1472,0	4,21				

I. G. S. = 17,31%

Fecundidad

LS (mm)	Pt	Pg	N h
570	3600	562	6370
470	2350	482	5250
350	821	183	3600
340	815	132	2600
320	578	86,6	1620

I. G. S. = 6,39%

Cuadro V : Sexualidad (Pt : peso total, Pg : peso de las gonadas, Ps : peso somatico, IGS : indice gonado-somatico, Nh : numero de huevos)

## FIG.7: SEXUALIDAD

Sex ratio:

 $\sigma^{\text{♂}}$  86% -  $\text{♀}$  14%

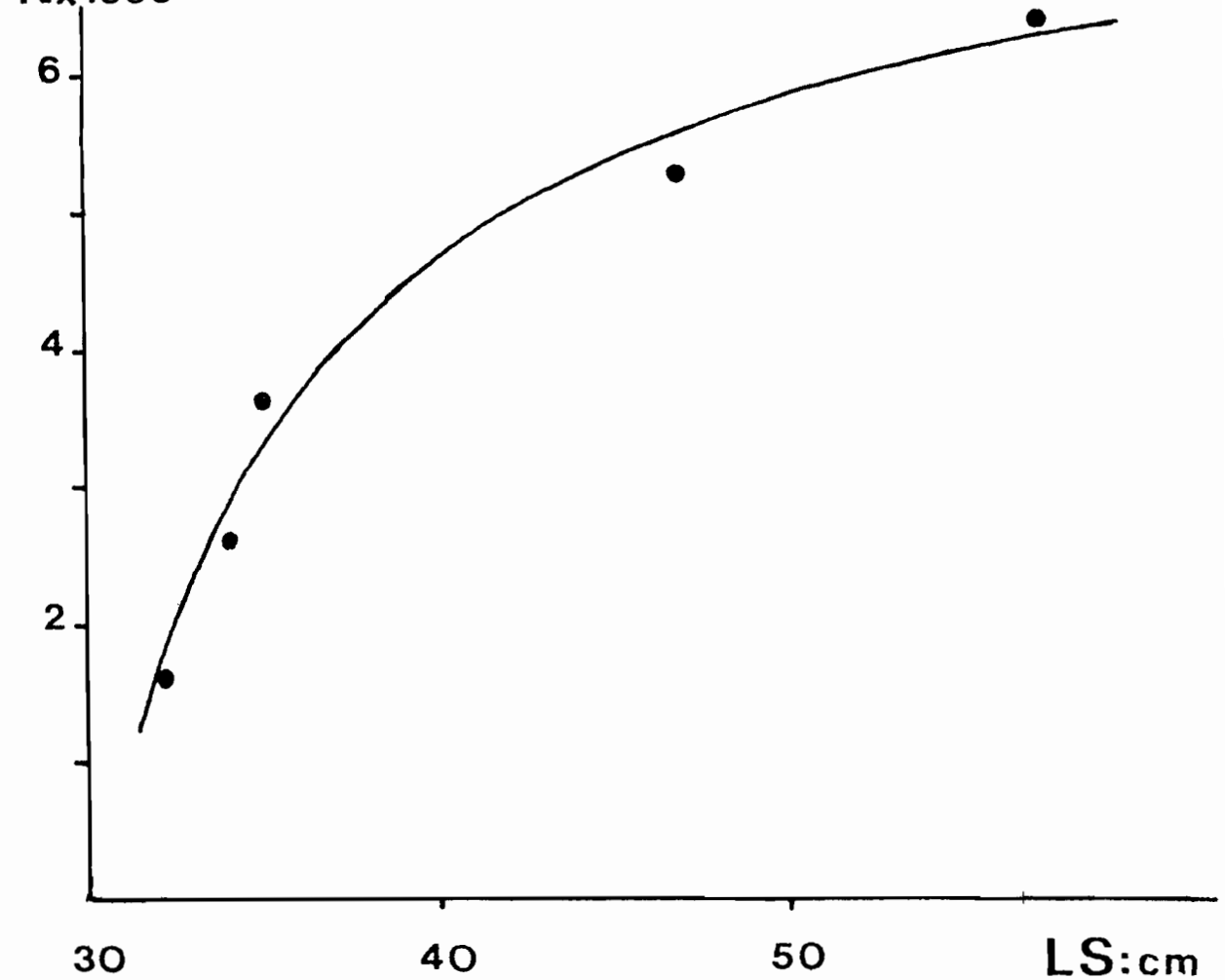
Indice gonado-somático:

 $\sigma^{\text{♂}}$  6,4% -  $\text{♀}$  17,3 %

( 6,5 - 16,0:Everrett, 1971 )

Fecundidad:

HUEVOS

 $N \times 1000$ 

## 6. ALIMENTACION

La alimentación ha sido estudiada en dos grupos de peces. Uno conformado por individuos de 15 a 20 cm. de longitud, el otro por individuos de 30 a 45 cm. Los estómagos fueron extraídos en el terreno y conservados individualmente en formol a 5% para ser estudiados en laboratorio. El contenido de cada estómago ha sido observado con una lupa binocular y cada presa separada y contada. El volumen de cada categoría de presas fue evaluado en el conjunto de estómagos examinados con ayuda de probetas graduadas. Los datos del inventario del contenido estomacal han sido interpretados gracias a tres métodos:

- el método numérico consiste en contar el número de individuos de una categoría de presas por el conjunto de la muestra y en calcular este número en porcentaje del número total de presas (% N). Este método, utilizado a menudo, presenta el gran inconveniente de subestimar la importancia de presas poco numerosas pero de volumen (o de peso) elevado. Este debería ser aplicado solamente cuando las diferentes presas son de tamaño comparable.

- el método de "presencias" consiste en contar el número de estómagos en los cuales una presa (o una categoría de presas) está presente. El número encontrado se calcula en porcentaje del número total de estómagos que contienen alimento (% PR). Este método simple da una buena indicación de la preferencia alimenticia de los peces, pero se debería complementar con otro puesto que sólo no indica la importancia cuantitativa de las diferentes presas.

- el método volumétrico (o ponderal) consiste en expresar el volumen (o el peso) de una categoría de presas, para el conjunto de la muestra, con relación al volumen (o al peso) total del conjunto de presas (% V o % P). Evidentemente es un método que permite una mejor idea de la importancia relativa de las diferentes presas pero sin aportar indicaciones sobre la preferencia alimenticia.

Personalmente pensamos que si se debe guardar un solo índice para caracterizar un régimen alimenticio, hay que tener en cuenta a la vez

la presencia (método de presencias) y la importancia volumétrica o ponderal de presas. Por esta razón hemos utilizado el índice alimenticio siguiente:

$$I A = \frac{\% PR \times \% V}{100}$$

Este índice, que puede caracterizar cada tipo de presa, se presta a una representación gráfica muy explícita.

Estos métodos han sido empleados para caracterizar el régimen alimenticio de los dos lotes de truchas estudiados. Los resultados (cuadro VI) son ilustrados por la figura 8. El alimento de las truchas más pequeñas (15 a 20 cm. de longitud standard) se constituye sobretodo de Anfípodos e insectos, los moluscos Gasteropodos y los Ostracodos son presas secundarias. Los insectos son sobre todo larvas acuáticas (83% del número total de insectos), pero también de insectos terrestres que caen al agua (17%). Las larvas son Chironomidos y Trichopteros principalmente. El régimen alimenticio de las truchas más grandes (30 a 45 cm) se caracteriza por la importancia de los moluscos Gasteropodos y de los Anfípodos; los insectos y peces (*Orestias*) forman las presas secundarias. Tanto para las pequeñas como para las truchas grandes parece que los regímenes alimenticios se forman esencialmente de animales bénticos, Anfípodos, larvas de insectos y moluscos.

El conocimiento de los regímenes alimenticios nos ha permitido establecer un esquema de las relaciones tróficas de las truchas de la primera laguna (fig. 9).

#### CONCLUSIONES

- En primer lugar este pequeño estudio nos ha permitido poner en evidencia las diferencias que existen entre la primera y las dos últimas lagunas. En la primera el poblamiento es variado y parece que la reproducción se desarrolla normalmente. Las dos otras están pobladas por truchas grandes que, al parecer, no se reproducen sin duda por la falta de lugares para el desove. En consecuencia nos parece necesario alevinar las dos

		Anf.	Ostr.	mol.	ins.
PR	N	32	8	9	26
	%	91,4	22,9	25,7	74,3
V	ml	14,0	0,1	1,5	5,7
	%	65,7	0,5	7,0	26,8
IA		60,1	0,1	1,6	19,9
N		1126	73	151	496
%		57,5	3,7	7,7	31,1

Primer grupo : (LS 15-20cm - N = 35)

		Anf.	Ostr.	mol.	ins.	pec.	Isoetes
PR	N	15	2	13	5	1	2
	%	93,7	12,5	81,2	31,2	6,2	12,5
V	ml	4,5	ε	24,0	0,5	2,0	0,5
	%	14,3	ε	76,2	1,6	6,3	1,6
IA		13,4	ε	61,9	0,5	0,4	0,2
N		407	7	300	143	1	8
%		47,0	0,8	34,6	16,5	0,1	0,9

Segundo grupo : (LS : 30-45 cm - N = 16)

Cuadro VI : Regimenes alimenticios (PR : presencia,  
V : volumen, N : numero, IA : indice ali-  
menticio, Anf. = Anfipodos, Ostr. : Ostra-  
codos, mol. : moluscos, ins. = insectos,  
pec. : peces)

FIG.8:ALIMENTACION

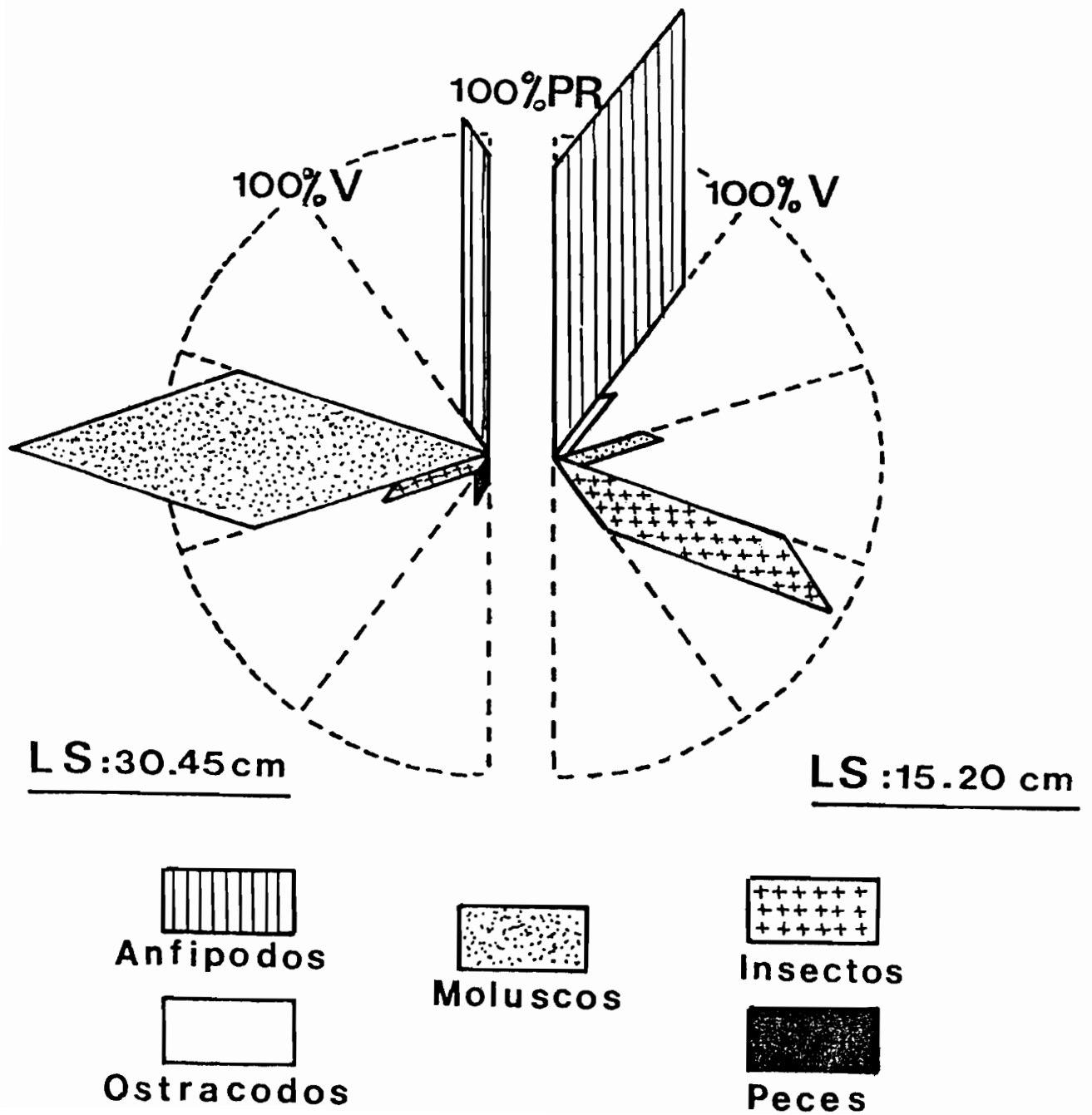
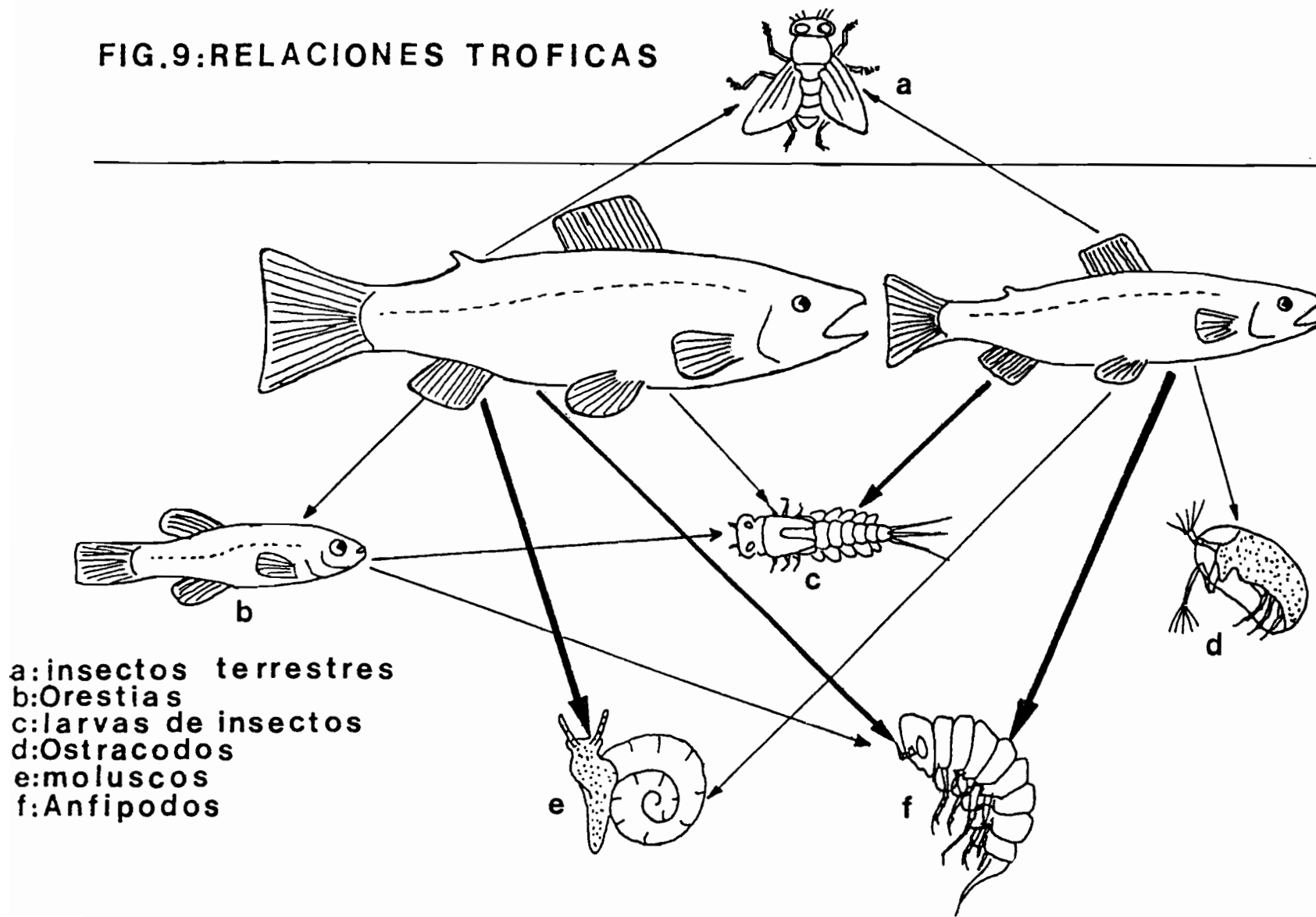




FIG.9:RELACIONES TROFICAS



últimas lagunas de manera regular y tratar de arreglar algunos lugares de desove.

- Las características biológicas de las truchas de la primera laguna nos parecen completamente normales con excepción del sex-ratio que muestra un gran predominio de machos. Nos parece, al menos, que las dos primeras lagunas poseen una fauna bien desarrollada que puede alimentar una población importante de truchas.