LIMNOBIOLOGIA DE PATZCUARO

Por FERNANDO DE BUEN,
Colaboración Especial para
el Instituto de Biología.

Al finalizar el año 1939 tuve la suerte de encontrar en Pátzcuaro un fértil campo de estudio, y personal director de la Estación Limnológica allá instalada, que con largueza puso a mi disposición medios de trabajo. En el transcurso de los años 1940 a 1943, más nutrida la Estación Limnológica de observadores, se aumentaron los trabajos, ampliándose las investigaciones, que me tocó orientar como Asesor Técnico.

Se emprendieron en el lago de Pátzcuaro observaciones del medio, para conocer las variaciones sufridas a lo largo del tiempo, y se llevó a cabo el estudio sistemático de las especies, limitándose a la ictiología, como preámbulo de los conocimientos biológicos, y aun dentro de ellos en el campo de la que llamaremos Limnobiología aplicada.

No hemos de olvidar que el depender la Estación Limnológica de Pátzcuaro de la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, la forzaba a emprender estudios de aplicación, a los que debe llegarse por el camino de la investigación pura. Para perseguir una especie y aprovecharse de ella, es preciso conocer sus hábitos, saber su distribución; para señalar desplazamientos periódicos a que fuercen el medio acuático variable o los cambios internos del individuo, es preciso igualmente saber a qué talla logra ser adulto; para limitar, en lo posible, la destrucción desmesurada de reproductores, se hace necesario conocer lugares y fechas de la reproducción, siguiendo, a partir de las bodas, el desarrollo ontogénico, la puesta o el nacimiento, con las fases sucesivas que en su mayor amplitud pueden recibir el nombre de cría, prelarva, larva, postlarva, joven y adulto. En resumen, reunir los máximos conocimientos aprovechables para el pescador y orienta-

dores de la legislación oficial, interesada en salvaguardar, e incrementar en lo posible, las especies comerciables.

A pesar de los trabajos constantes de la Estación Limnológica de Pátzcuaro, conocemos tan sólo algunos sectores de la biología aplicada, siendo nuestro intento, al redactar este trabajo, dejar a los investigadores venideros algunas orientaciones para entrar en el amplio campo que resta por explorar.

La totalidad de los materiales contenidos en un lago constituyen el Seston, alojando en el Bioseston a los seres vivos. En el lago de Pátzcuaro tienen mucha importancia los detritus alotóctonos, materiales inorgánicos u orgánicos inertes llegados de las vertientes por arrastre de las aguas salvajes, mantenidos en suspensión en las aguas y finalmente depositados en los fondos.

La vida del lago tiene relaciones íntimas con la sedimentación, no tan sólo por el fondo formado, que dá carácter a la fauna y a la flc ra; también por las varaciones que imprime a las aguas a lo largo de muchos años. En trabajos precedentes (F. de Buen, 1944) señalábamos las etapas de la evolución del lago de Pátzcuaro, originariamente parte de una cuenca fluvial compartimentada por efusiones volcánicas, luego embalse de aguas transparentes, limpias, con poca vegetación marginal y de profundidad, para finalmente cubrir sus fondos de fangos arcillosos de espesor creciente.

Las diferentes categorías o comunidades que constituyen el Bioseston se atendieron en la Estación Limnológica de Pátzcuaro con diferente interés. Periódicamente, una vez por semana, se capturó plancton, pretendiendo descubrir variaciones, no sólo en cantidad, sino también en calidad, viendo al paso de los meses y de los años la abundancia de los grupos botánicos y zoológicos que lo integran. Se atendió con preferencia al Necton, recordando que los peces comestibles forman parte de él y se olvidó en cambio, muy a nuestro pesar, la exploración del Bentos.

Se atendió al plancton buscando variaciones estacionales en sus grandes grupos, sin realizar el estudio sistemático, que ha quedado a cargo de competentes investigadores, como veremos más adelante. Es de tener presente, que ninguno de los peces comestibles de la fauna de Pátzcuaro es típicamente planctófago, el que más se aproxima busca su alimento en la zona litoral y en su comida mezcla formas planctónicas con especies bentónicas. De todos modos, el plancton juega importantísimo papel en el ciclo lacustre del alimento.

Aunque nunca lo llevamos a efecto, nuestro interés por dragar los fondos fangosos del lago de Pátzcuaro llevaba el deseo de señalar

biocenosis, hacer un estudio de comunidades de animales y plantas viviendo en un medio semejante. Intentaba, apelando a los estudios llevados a cabo en el mar, preferentemente durante mis exploraciones en la región mediterránea próxima a la isla de Mallorca (F. de Buen, 1934), señalar, sobre abundantes dragados y estudio de las especies capturadas, la existencia de comunidades de seres.

Ciertamente el problema ha de plantearse de forma diferente en un lago que en el mar, pero los métodos de investigación pueden ser similares, más fáciles y menos costosos en el campo de la limnología. En Pátzcuaro existe una **Facies de Potamogeton** sobre fangos, caracterizada por la densa abundancia de vegetación casi exclusiva de **Potamogeton** (**P. lucens** y **P. foliosus**, Propecto Biológico, 1940, 2), con buen número de especies fijas a sus tallos y hojas y pululando en su proximidad menudos Anfípodos, Isópodos más escasos y aun más pequeños Cladóceros, nadando especialmente en los calveros libres de **Potamogeton** los Charales **(Chirostoma bartoni bartoni)** y las Truchas **(Michopterus salmoides).** La **Facies de fangos profundos** exenta de flora fanerogámica, difiere esencialmente de la **Facies de fangos costeros** que puebla diferente población animal. **Lemna**, con **Ceratophyllum**, con **Nymphaea** y otros, pudiera caracterizar otra Facies de aguas tranquilas de las márgenes del lago. Los fangos donde se asienta **Nitella** constituyen Facies especial que precede a la de **Potamogeton.**

No faltan en el lago de Pátzcuaro pobladores de la capa superficial de sus aguas (Neuston), con Infraneuston flotante y escasos representantes del Supraneuston, que bañan únicamente parte de su cuerpo. Del Pleuston, admitido por algunos autores, forma parte, en el lago de Pátzcuaro, **Eichhornia speciosa** arrancada de sus densos placeres litorales y llevada a la deriva por corrientes debidas a los vientos reinantes.

Deseo hacer constar que las observaciones, base de este trabajo, fueron asiduamente realizadas, con interés y constancia, por el personal de la Estación Limnológica de Pátzcuaro, en común o separadamente, dedicando Guillermo T. Arai preferencias a la medición de peces, al estudio de su alimentación, observando el contenido estomacal, y a la determinación de la madurez sexual, llevando a cabo Roberto López Contreras el recuento del plancton capturado, José Zorrilla Jaramillo la valoración del consumo de oxígeno por parte de peces y plantas, mediante análisis químicos, y la liberación de ese gas en el seno de las aguas por fotosíntesis vegetal, y Manuel Espinosa Natarem la valoración alimenticia de peces comestibles.

Para ordenar el trabajo, separando los diferentes temas, partiremos de los peces, aplicándoles los conocimientos adquiridos.

LA FAUNA ICTIOLOGICA

Tiene la fauna ictiológica del lago de Pátzcuaro relaciones estrechas con la que puebla los ríos Lerma y Santiago, con sus cuencas, formando un conjunto no interrumpido, que abarca el lago de Chapala y recibe el nombre de Río Grande. La cadena de lagos Zirahuén, Pátzcuaro y Cuitzeo, formó en el pasado una cuenca fluvial (F. de Buen, 1941), no siendo por ello raro, que sus faunas ictiológicas gocen de muchas semejanzas. El llamado Valle de México se enlaza también faunísticamente con los lagos y ríos citados.

Pueblan principalmente el lago de Pátzcuaro representantes de dos familias, Goodeidae y Atherinidae, habiendo además un Cyprinidae y un Centrarchidae, este último aclimatado de procedencia estadounidense.

Para emplearla exclusivamente en la clasificación de los peces del lago de Pátzcuaro, hemos formado una clave artificial.

1. Con dos aletas sobre el lomo, juntas o separadas 2
— Con una sola aleta sobre el lomo 7

2. La primera aleta del dorso, o porción anterior de una aleta única, con nueve espinas, unida a la segunda aleta o porción posterior, la cual posee una pequeña espina seguida de trece radios ramificados. Cuerpo obeso.
Micropterus (Huro) salmoides.
— La primera aleta del dorso con delicadas espinas muy juntas, bien separada de la segunda aleta. Cuerpo alargado 3

3. Escamas grandes, de 42 a 49 en la línea media longitudinal de los flancos.
Chirostoma bartoni bartoni.
— De 60 a 78 escamas en la línea longitudinal 4

4. Origen de la segunda dorsal más cerca de la base de la caudal que del borde opercular. 17 branquispinas en la parte externa de la rama inferior del primer arco branquial.
Chirostoma grandocule grandocule.

— Origen de la segunda dorsal próximamente equidistante de la base de la caudal y el borde opercular. 19 a 22 branquispinas en la parte externa de la rama inferior del primer arco branquial 5

5. Dientes muy menudos, apenas aparentes en la mandíbula inferior. Origen de la primera dorsal equidistante del extremo del morro y la base de la caudal. Anal extensa, el 83 por ciento de la longitud de la cabeza. Largo pedúnculo caudal, el 82.5 por ciento de la longitud de la cabeza. 64 escamas en serie longitudinal.

Chirostoma michoacanae.

— Dientes pequeños pero bien aparentes. Origen de la dorsal primera más cerca de la base de la caudal que del extremo del morro. Anal de 60 a 64.5 por ciento de la longitud de la cabeza. Pedúnculo caudal el 60 a 64.5 por ciento de la longitud de la cabeza. 70 a 83 escamas en serie longitudinal 6

6. Mandíbula inferior saliente. Dorso azul pálido. 76 a 83 escamas en línea longitudinal.

Chirostoma estor estor.

— Mandíbula inferior apenas saliente. Dorso verdoso obscuro. 70 a 79 escamas en línea longitudinal.

Chirostoma estor pacanda.

7. Sin dientes en las mandíbulas. Con muy pequeñas y numerosas escamas, 84 a 94 en la línea lateral. Comienza la dorsal al nivel de las ventrales. Caudal bifurcada.

Algansea lacustris.

— Con dientes en las mandíbulas. 31 a 45 escamas en la línea media de los flancos. Comienza la dorsal por detrás del origen de las ventrales. Caudal redondeada o truncada. 8

8. Dientes cónicos 9
— Dientes bicuspidados 11

9. Aleta retrasada, rebasando, hacia atrás, el término de la anal y dejando corto pedúnculo caudal. El origen de la dorsal más cercano del ápice de la caudal que del extremo del morro.

Allotoca vivipara.

— Aleta dorsal terminada sensiblemente a la altura del término de la anal y su origen equidistante de los extremos del morro y la caudal 10

10. Dorsal con trece radios.
Alloophorus robustus.

— Dorsal con 18-19 radios.
Neoophorus diazi diazi.

11. Muy grandes ojos, cuerpo alto con vientre saliente. 20 branquispinas en la cara externa del primer arco branquial.
Skiffia lermae lermae.

— Ojos y cuerpo normal. 40 a 50 branquispinas largas y delgadas en la cara externa del primer arco branquial.
Goodea luitpoldi.

Para evitar los errores que traería consigo el emplear la clave anterior pretendiendo clasificar especies no incluídas en ella, es forzoso dar algunas características, únicamente las más salientes, de cada uno de los peces del lago de Pátzcuaro y recordar sus diferencias con formas semejantes de la fauna mexicana.

El único Cyprinidae, la **Algansea lacustris** Steindachner, tiene cuerpo grueso, corta dorsal única sostenida por 8 a 9 radios y colocada al mismo nivel de las ventrales; su anal cuenta con 7 a 8 radios; las escamas son menudas, seriándose 84 a 94 a lo largo de la línea lateral, baja y continua; en la cara externa del primer arco branquial se asientan 20 branquispinas, 15 de ellas sobre la rama inferior del arco. El lomo tiene color azul obscuro con tinte verdoso y el viente es plateado con irisaciones metálicas.

Regan (1908) supone a **Algansea lacustris** sinónima de **Algansea dugesi** Bean, habitante del lago de Yuriria, y con dudas a la **Algansea rubescens** Meek, pobladora del lago de Chapala. La especie del lago de Chapala tiene mayor número de branquispinas, y la **Algansea dugesi** posee menos escamas sobre la línea lateral que la especie de Pátzcuaro.

De la familia Goodeidae son cinco las especies, alojadas en igual número de géneros, **Alloophorus, Goodea, Neoophorus, Allotoca** y **Skiffia.**

Alloophorus robustus (Bean) o Chegua, tiene cuerpo alto y obeso, con su aleta dorsal colocada sobre el lomo poco extensa, sensiblemen-

te más avanzada que la anal y con 15 radios; más corta la anal, cuenta con igual número de radios. Dientes cónicos. 38 a 43 escamas seriadas en la línea media longitudinal de los flancos. Tiene el lomo más obscuro que la parte ventral, en su juventud presenta pequeñas manchas que le valieron la descripción con el nombre sinónimo de **Zoogoneticus maculatus** Regan.

Goodea luitpoldi (Steindachner) es de cuerpo alto, más bien delgado, con las aletas dorsal y anal casi al mismo nivel, y ambas con 15 a 16 radios; sus dientes son bicuspidados; en la línea longitudinal de los flancos cuenta con 42 a 45 escamas. Tiene lomo oliva obscuro y vientre plateado. La **Goodea atripinnis,** ausente de la fauna de Pátzcuaro, posee menor número de escamas y tiene el origen de la dorsal más atrasado.

Neoophorus diazi diazi (Meek) es de cuerpo alargado, contando 18 a 19 radios en su dorsal y 13 a 15 en la anal; posee dientes pequeños, cónicos, ganchudos, sólidamente implantados; con 32 a 34 escamas en línea longitudinal. Tiene bandas obscuras cruzando sus flancos. En las proximidades de Uruapan, otra subespecie, el **Neoophorus diazi catarinae** De Buen, de cuerpo obeso con pedúnculo caudal más corto, tiene color uniforme, sin bandas obscuras sobre los flancos.

Skiffia lermae lermae Meek, de cuerpo alto y comprimido, tiene pequeña cabeza con grandes ojos, la aleta dorsal alta, con origen destacadamente avanzando al de la aleta anal, cuenta con 13 a 14 radios; en la anal hay 14 a 16 radios; se serian 36 a 38 escamas en serie longitudinal y los dientes mandibulares de forma espatular son bicuspidados, partidos en el ápice por una escotadura media. Tienen el lomo verde obscuro y el vientre plateado. Creemos en la existencia de otra subespecie que no habita el lago de Pátzcuaro, la **Skiffia lermae variegata** Meek, con machos más palidos y hembras de lomo moteado.

Allotoca vivipara De Buen es de cuerpo obeso con pedúnculo caudal corto y aleta dorsal más extendida, hacia atrás, que la anal; su dorsal, alta, posee 15 a 18 radios y la anal, más corta, 11 a 13; sobre la línea lateral se serian 31 a 35 escamas. Su lomo es obscuro y su vientre plateado, con irregularidades entre las dos zonas, pero sin las bandas obscuras, con interespacios claros, característicos de **Allotoca dugesi** (Bean).

En la familia Atherinidae sólo el género **Chirostoma** puebla las aguas del lago de Pátzcuaro, con especies de aspecto y colorido muy semejantes entre sí; tienen azulado o verdoso el lomo y el vientre plateado, recorriendo la línea media longitudinal de los flancos una banda de plateado brillante.

El Pescado blanco o **Chirostoma estor estor** Jordan posee pequeñas y muy numerosas escamas, más de 75 sobre la serie longitudinal; su mandíbula inferior es saliente y la aleta anal extensa, sosteniendo su limbo una débil espina seguida de 18 a 19 radios. Una subespecie que puebla también las aguas del lago de Pátzcuaro, el **Chirostoma estor pacanda** De Buen, tiene mayores las escamas, por tanto posee menor número en serie longitudinal, su lomo en vez de azul se tiñe de verde obscuro y la mandíbula inferior apenas sobresale (figura 1). El **Chirostoma michoacanae** De Buen, que bien pudiera ser producto de hibridación, tiene pequeña la cabeza, dientes apenas visibles, más avanzado el origen de la dorsal, más extensa la aleta anal y menos escamas a lo largo de la línea longitudinal.

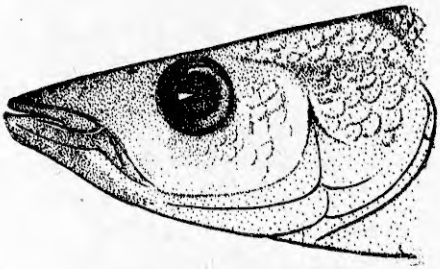

Fig. 1.—Región cefálica de **Chirostoma estor pacanda** De Buen. Ejemplar del Lago de Pátzcuaro.

Chirostoma grandocule grandocule (Steindachner) o Chacuami, posee sobre extensa anal 18 a 21 radios, con el origen de la primera dorsal a la altura del término de las ventrales, cuando éstas se pliegan sobre el cuerpo; en línea longitudinal cuenta con 60 a 68 escamas. Otra subespecie de la fauna del lago de Cuitzeo, el **Chirostoma grandocule compressum** De Buen, tiene extremadamente delgada su parte ventral y comparativamente más largos la base de la segunda dorsal, de la anal y la longitud del pedúnculo caudal.

Chirostoma bartoni bartoni Jordan y Evermann, de dorso verde translúcido, cubre el cuerpo con grandes escamas, 42 a 49 seriadas en línea longitudinal; su anal es corta, sostenida por una espina y 18 a 21 radios divididos. A los Charales de Zirahuén, de color más obscuro, los alojamos en otra subespecie con el nombre de **Chirostoma bartoni zirahuen** Meek. Se han descrito como nuevas especies en la fauna

del lago de Pátzcuaro el **Chirostoma attenuatum** Meek y el **Chirostoma patzcuaro,** del mismo autor, que a igual de los ejemplares identificados por Jordan y Hubbs (1919) con su especie **Chirostoma regani,** las consideramos sinónimas del **Chirostoma bartoni bartoni.**

En Pátzcuaro, la Trucha o **Micropterus (Huro) salmoides** (Lacépéde), de cuerpo alto y esbelto, obscuro de lomo y blanquecino de vientre, tiene en su dorsal nueve espinas avanzadas y seguidamente, en porción posterior de la misma aleta, una espinita seguida de 13 radios divididos; la aleta anal cuenta con tres espinas y 11 a 12 radios divididos, seriándose 65 a 71 escamas en línea lateral.

TALLA DE LOS PECES

TALLA MAXIMA.—La longitud total, medida a partir de la extremidad más saliente del morro hasta el ápice de la caudal, en el caso de que esta aleta sea truncada o redondeada, y en el punto medio de la recta que une la extremidad de las dos ramas si es bifurcada, varía con la especie y la edad.

Los ejemplares de más talla medidos por nosotros tenían de longitud total:

S. l. lermae	52.5	milímetros
A. vivipara	63	"
N. d. diazi	90	"
Ch. b. bartoni	118	"
G. luitpoldi	146	"
Ch. g. grandocule	157	"
A. robustus	208	"
Ch. michoacanae	208	"
A. lacustris	320	"
Ch. e. pacanda	375	"
Ch. e. estor	400	"
M. salmoides	485	"

En páginas sucesivas seguiremos empleando iniciales como en la lista anterior, que no ocasionando errores tienen la gran ventaja de simplificar los nombres científicos largos.

VARIACION DE TALLAS.—Disponiendo de centenares de medidas nos sería posible seguir a lo largo de los años las variaciones en el crecimiento y la diferente abundancia en las clases de medidas, pero hemos de contentarnos con señalar cuáles tallas son las más corrientes en cada especie.

En **Ch. g. grandocule** la clase 9-10 centímetros es la más abundante (el 76.6 por ciento).

	Número	Talla en centímetros 7-8	9-10	11-12	13-14
1936	116	0	97	18	1
1939	20	9	8	3	0
1940	1	0	0	1	0
	137	9	105	22	1

En **A. lacustris** domina la clase 16-20 centímetros (57.1 por ciento).

	Número	Talla en centímetros 11-15	16-20	21-25	26-30	31-35
1936	16	0	14	2	0	0
1940	19	3	6	3	5	2
	35	3	20	5	5	2

Es interesante hacer notar la regularidad del polígono de frecuencias que pudiera trazarse con las medidas de **Ch. b. bartoni,** cuya moda se lograría en la clase 9-10 centímetros, aunque la mayor abundancia queda abarcada entre 7 y 10 centímetros (el 76.1 por ciento). Recordemos que dentro de nuestro **Ch. b. bartoni** están incluídos, por considerarlos sinónimos, **Ch. attenuatum, Ch. patzcuaro** y **Ch. regani** de Pátzcuaro.

	Número	Talla en centímetros 3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14
1939	45	0	2	13	21	6	3
1942	18	2	2	7	7	0	0
	63	2	4	20	28	6	3

En **Ch. e. estor** los ejemplares de menor talla escaparon a la estadística, acaso debido a que no se pescan normalmente. Domina la clase 21-25 centímetros y sigue la de 26-30, constituyendo entre las dos el 76.7 por ciento.

	Número	Talla en centímetros 5-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40
1939	8	7	0	0	0	0	0	1
1940	39	0	0	0	30	6	3	0
1941	228	0	0	6	101	74	35	12
	275	7	0	6	131	80	38	13

En **M. salmoides** el número de medidas tomadas llega casi a medio millar y en los años de 1936 y 1940 supera a cien. La mayor abundancia se observa en la clase 11 a 30 centímetros, con más claro dominio de la clase 21 a 30 centímetros de 1940 y valores semejantes en las clases 11 a 20 y 21 a 30 centímetros en 1936.

	Número	Talla en centímetros 5-10	11-20	21-30	31-40	41-50
1936	281	31	109	103	27	11
1937	38	0	18	15	2	3
1939	2	0	0	1	1	0
1940	105	1	14	70	16	4
1942	25	0	13	11	1	0
	451	32	154	200	47	18

LOS PECES EN EL MEDIO ACUATICO

Agrupados los peces entre los animales poikilotermos, la temperatura ambiente influye de manera decisiva sobre su comportamiento fisiológico. Bajo la elevación de temperatura, hasta un óptimum específico, sube el metabolismo y paralelamente aumenta el consumo de energías con demanda mayor de Oxigeno y ritmo respiratorio más acelerado, además de activarse la circulación. El descenso de la temperatura causa la baja de la actividad fisiológica, el descenso del metabolismo y el menor consumo de Oxígeno, amortiguándose las actividades respiratoria y circulatoria. A mayor descenso de la temperatura escapa realizando emigraciones el animal poikilotermo, se oculta o aguanta llevando una vida lánguida, de mínima actividad interna, en espera de mejores tiempos.

El anterior panorama fisiológico es causa del invernaje en los peces de zonas frías o templadas, no así en las aguas caldeadas de los lagos tropicales. En un medio poco variable al paso de las temporadas, como es el caso de Pátzcuaro, los peces crecen durante los doce meses del año y no sufren los efectos del invierno.

Revisando los datos de temperatura del lago de Pátzcuaro a lo largo de los años de 1940 a 1943 (F. de Buen, 1944) se descubre una constante baja invernal, pero insuficiente para mermar en exceso las actividades fisiológicas de los peces. En superficie, a dos y cinco metros de profundidad, el promedio más bajo invernal corresponde al mes de enero de 1941 con temperatura entre 14°05 y 14°57. En los cuatro años citados la temperatura media más alta se observa en agosto de 1943 con 21°9 a 22°86 en toda la masa líquida, desde la superficie a los cinco metros de profundidad.

Por otra parte, siendo el medio líquido asfixiante al compararlo con la alta proporción de Oxígeno de que disponen los animales aéreos, la época de merma de temperatura en el lago de Pátzcuaro coincide con la mayor abundancia de Oxígeno en disolución. A todas las profundidades, tanto en superficie, como a dos y cinco metros, durante todo el año, se mantiene el Oxígeno disuelto en las aguas del lago en proximidad de los 4.50 cc. por litro, mientras en los primeros meses del año, especialmente en enero y febrero, pasa de 5 cc. y aun llega a 6 cc., dando valores medios mensuales.

Otro factor importante en el lago de Pátzcuaro es la intensa polución de sus aguas, debido a la llegada de detritus aloctóctonos, de arcillas principalmente. Las aguas más limpias se observan al final y antes de iniciarse las lluvias.

El problema fisiológico que antes planteábamos se refería únicamente a individuos fuera de la preocupación sexual, ya en formas juveniles o adultos con los órganos sexuales inactivos, ya que bajo la actividad de los órganos sexuales el pez es más exigente al multiplicarse sus necesidades, que se acrecientan a medida de la dilatación de ovarios y testículos, delatando la próxima madurez del contenido celular. El problema de la puesta tendrá cabida en otros capítulos.

En nuestros estudios acerca de la Sardinera europea (F. de Buen, 1937) señalábamos una mayor longevidad para las poblaciones de mares fríos, que para las habituales de mares templados, como si la actividad casi constante bajo un medio poco variable acortara la vida. Sería interesante comprobar ese fenómeno en las aguas del lago de Pátzcuaro, apelando al **M. salmoides** que en su país de origen sufre los rigores del invierno.

RESISTENCIA A LA ASFIXIA.—Las aguas subterráneas que derraman en el lago de Pátzcuaro tienen menos Oxígeno y pH más bajo que las del propio lago. Sobre 28 determinaciones, en aguas procedentes del pozo existente en la Estación Limnológica, se obtuvo como promedio 2.09 cc. de Oxígeno por litro.

Llenando los estanques y los acuarios de la Estación Limnológica con aguas procedentes del pozo, no sólo aumenta el Oxígeno tomado del aire o proporcionado por los vegetales durante la fotosíntesis, también el pH a causa de cambios en los compuestos inorgánicos del Carbono, aproximándose en sucesivos días a lo que es normal en las aguas del lago.

No hay que descartar la acción de los seres vivos en el aumento de pH; debemos recordar que los vegetales verdes consumiendo a la luz anhidrido carbónico, lo hacen a costa de los Bicarbonatos con disminución de hidrogeniones y consiguiente subida del pH.

Esas notables variaciones en la cantidad de Oxígeno disuelto en estanques y acuarios ha permitido observar a qué volumen de ese gas sufren la asfixia algunos de los peces del lago de Pátzcuaro.

M. salmoides muere cuando el Oxígeno disuelto en el agua se aproxima a 2 cc. por litro, calculado a la presión de 760 mm. y a la temperatura de 0°. En mayo de 1940 ejemplares de esa especie encerrados en acuario morían cuando la cantidad de Oxígeno descendía a 2.14, 1.39 y 1.41 cc. por litro. En abril de 1940 **M. salmoides** que llevaban de encierro en el acuario un año, creciendo normalmente, lograron resistir hasta que las aguas con 0.88 cc. de Oxígeno por litro causaron su muerte.

Muy resistente a la asfixia es la **S. l. lermae,** pez propio de estancas y charcas. Dentro de un acuario lleno con 180 litros de agua, mantenido a temperatura de 20° a 21°5, con pH de 7.8, vivían bien los individuos de esa especie con sólo 0.70 cc. de Oxígeno por litro. Aguantaron el descenso hasta 0.55 cc. y sólo al llegar a 0.20 cc. su vida era precaria y llegaba a ocasionar su muerte.

A. lacustris muere cuando el agua de su encierro desciende de pH. Al bajar de 8.8 a 6.4 ni un solo ejemplar quedó con vida.

EL CONSUMO DE OXIGENO EN ALGUNOS PECES.—Se realizaron las investigaciones en el laboratorio de química de la Estación Limnológica, cuidando de los análisis José Zorrilla Jaramillo. Fueron encerrados ejemplares, previamente pesados, cuando ello era posible, en un recipiente de volumen conocido, analizando el agua contenida en horas sucesivas para saber la cantidad de Oxígeno.

Es de hacer notar que a lo largo de la experiencia las condiciones no son idénticas, pues las aguas empobrecen sucesivamente de Oxígeno mermado por la respiración de los peces, pero de todos modos nos dan cierta idea sobre las necesidades respiratorias de cada especie.

Encerrados varios ejemplares de **S. l. lermae,** con peso total de 40 gramos en el interior de un recipiente cerrado y lleno con 14.800 cc. de agua, se inició la experiencia con 3.56 cc. de Oxígeno por litro. En siete horas disminuyó el Oxígeno hasta 1.35 cc. Como es lógico, debido a la merma cada vez mayor de ese gas, el consumo por respiración disminuye sucesivamente, aun a pesar del aumento de temperatura, que pasa de 13°2 a 18°8; en las dos primeras horas se pierden 10.36 cc. de Oxígeno, en las dos siguientes 9.03 cc., en las otras dos 8.44 cc. y una hora después 4.88 cc.

	Oxígeno 0/00	O_2 total	temperatura
10 horas	3.56 cc.	52.69 cc.	13°2
12 ,,	2.86 cc.	42.33 cc.	14°1
14 ,,	2.25 cc.	33.30 cc.	15°2
16 ,,	1.68 cc.	24.86 cc.	16°5
17 ,,	1.35 cc.	19.98 cc.	18°8

Sobre ejemplares de **A. lacustris,** que no se pudieron pesar por su delicadeza y sensibilidad a las manipulaciones, se valoró el consumo total de Oxígeno, observándose muy sensibles variaciones en la experiencia realizada en los días 21-22 de octubre y mayor regularidad en la del día 25 del mismo mes. Fué empleado el recipiente de 14.800 cc. de cabida.

Hay un irregular descenso de Oxígeno en la experiencia primera, prolongada desde las horas de más elevada temperatura hasta la mañana del día siguiente. En la segunda experiencia la disminución de Oxígeno es sucesiva, cada hora y media desciende: 9.46 cc., 8.68 cc., 8.28 cc. y cuatro horas y media después 7.20 cc.

Experiencia primera.—21-22 de octubre.

	O_2 total		O_2 total
12.30 horas	99.38 cc.	17.00 horas	72.78 cc.
14.00 ,,	89.74 cc.	18.30 ,,	64.20 cc.
15.30 ,,	79.70 cc.	8.00 ,,	16.27 cc.

Experiencia segunda.—25 de octubre.

	O_2 total		O_2 total
13.00 horas	79.62 cc.	17.30 horas	53.20 cc.
14.30 „	70.16 cc.	21.00 „	46.00 cc.
16.00 „	61.48 cc.		

Con **M. salmoides** se llevaron a cabo dos series de investigaciones, en la primera empleando ejemplares con peso de 12 gramos, alojados en diez litros de agua filtrada, y en la segunda un peso de 85 gramos en volumen de agua de 14.250 cc. En la primera experiencia, al pasar las dos horas primeras, se consumieron 7.60 cc., con Oxígeno entre 4.13 y 4.89 cc. por litro, descendiendo el consumo a 3.20 cc., prácticamente la mitad, en las dos últimas horas, en agua con 1.71 a 2.03 cc. por litro. En la experiencia segunda, con mayor capacidad de líquido y mayor peso de peces, se merman por respiración de 17.95 a 19.53 cc. de Oxígeno cada dos horas, a excepción de las dos últimas en que desciende a sólo 6.27 cc., teniendo el agua 0.47 cc. por litro.

Primera experiencia.

	O_2 0/00	O_2 total	temperatura	pH
9.40 horas	4.89 cc.	48.9 cc.	19°5	9.1
11.40 „	4.13 cc.	41.3 cc.	19°5	9.2
13.40 „	3.61 cc.	36.1 cc.	19°5	9.2
15.40 „	3.20 cc.	32.0 cc.	19°5	9.3
17.40 „	2.74 cc.	27.4 cc.	19°7	9.2
19.40 „	2.34 cc.	23.4 cc.	19°8	9.2
21.40 „	2.03 cc.	20.3 cc.	19°8	9.2
23.40 „	1.71 cc.	17.1 cc.	19°6	9.1

Segunda experiencia.

	O_2 0/00	O_2 total	temperatura	pH
11.00 horas	3.54 cc.	50.45 cc.	19°2	9.2
13.00 „	2.28 cc.	32.49 cc.	19°2	9.2
15.00 „	0.91 cc.	12.96 cc.	19°5	9.1
16.35 „	0.47 cc.	6.69 cc.	19°7	9.1

Los datos procurados por las experiencias son ilustrativos para conocer el consumo por respiración a diferentes volúmenes de Oxígeno disuelto, pero son pobres si intentamos establecer comparaciones con los distintos peces. Tenemos sin embargo dos momentos similares, **S. l. lermae** que de las 12 a las 14 horas, con 2.25 a 2.86 cc. de Oxígeno por litro consume 9.03 cc. y **M. salmoides** que en la primera experiencia, de las 17.40 a las 19.40 horas, con cantidad semejante por litro (2.34 a 2.74 cc.) consume 4.0 cc. De los datos anteriores deducimos, que **S. l. lermae,** por hora y kilogramo, consume 112.7 cc. de Oxígeno, menos que **M. salmoides,** cuyo consumo es de 166.6 cc. en el mismo tiempo e igual peso.

EL CONSUMO DE OXIGENO EN ALGUNAS PLANTAS ACUATICAS.—Toda célula en actividad, sea vegetal o animal, consume Oxígeno, quedando enmascarado en las plantas por la fotosíntesis.

Para conocer el consumo de Oxígeno en **Ceratophyllum demersum** y en **Potamogeton,** sobre ejemplares del lago de Pátzcuaro, fueron alojadas cantidades conocidas de esas plantas en un recipiente de volumen determinado, cerrado y en obscuridad.

En una primera experiencia sobre **Ceratophyllum** se observan aparentes irregularidades, sufre el consumo de Oxígeno un rápido descenso después de dos horas de observación, cuando el agua contiene 0.65 cc. por litro, y en las dos últimas horas, cuando el Oxígeno contenido en el agua llega a 1.10 cc. la planta cede una cierta cantidad de ese gas.

Hemos de recordar que las plantas acuáticas tienen holgados parénquimas en sus hojas, dejando entre las células amplios meatos o lagunas, que mantienen una atmósfera interior intercambiable con el medio exterior al través de los estomas.

En la segunda experiencia a que fué sometido **Ceratophyllum** sigue el consumo de Oxígeno una marcha regular, mermándose a medida de la escasez; las dos primeras horas disminuye en 4.66 cc., las dos siguientes en 3.86 cc. y las dos últimas en 2.09 cc.

Potamogeton en obscuridad consume Oxígeno en abundancia durante las primeras horas de experiencia, descendiendo muy rápidamente en las siguientes. En seis horas consecutivas la merma es de 7.71 cc., 2.76 cc. y 0.50 cc., cada dos horas.

Comparando la segunda experiencia sobre **Ceratophyllum** con la única de **Potamogeton** y calculando sobre la merma total de Oxígeno en seis horas el valor por hora y kilogramo de planta, **Ceratophyllum** consume algo menos (44.25 cc.) que **Potamogeton** (45.7 cc.)

Ceratophyllum en obscuridad.

Primera experiencia con 90 gramos de planta.

10.45 horas	3.26 cc. de O_2 por mil,	7.82 cc. de O_2 total
12.45 „	1.15 cc. „ „ „ „	2.76 cc. „ „ „
14.45 „	0.65 cc. „ „ „ „	1.56 cc. „ „ „
16.45 „	0.42 cc. „ „ „ „	1.10 cc. „ „ „
18.45 „	0.66 cc. „ „ „ „	1.58 cc. „ „ „

Segunda experiencia con 40 gramos de planta.

12 horas	5.40 cc. de O_2 por mil,	12.96 cc. de O_2 total
14 „	3.46 cc. „ „ „ „	8.30 cc. „ „ „
16 „	1.85 cc. „ „ „ „	4.44 cc. „ „ „
18 „	0.98 cc. „ „ „ „	2.35 cc. „ „ „

Potamogeton en obscuridad.

Experiencia con 40 gramos de planta.

12 horas	4.83 cc. de O_2 por mil,	11.59 cc. de O_2 total
14 „	1.62 cc. „ „ „ „	3.88 cc. „ „ „
16 „	0.47 cc. „ „ „ „	1.12 cc. „ „ „
18 „	0.26 cc. „ „ „ „	0.62 cc. „ „ „

DESPRENDIMIENTO DE OXIGENO POR FOTOSINTESIS.—Influyen decididamente en la cantidad de Oxígeno disuelto en las aguas de un lago las plantas que arraigan en sus fondos o se mantienen flotantes. Nos interesaba por ello conocer, aun en términos generales, qué cantidad proporcionaban al lago de Pátzcuaro, emprendiéndose investigaciones al respecto, aún incompletas para el cálculo que nos proponíamos.

No hay que olvidar que la intensidad de la fotosíntesis, conocida y valorada por el desprendimiento de Oxígeno, depende de la especie vegetal de que se trate, influyendo también, para cada especie, la cantidad disponible de anhídrido carbónico, que las plantas acuáticas lo toman generalmente de los Bicarbonatos, la luz y la temperatura del momento, mermando la intensidad fotosintética, la acumulación de productos elaborados, y favoreciéndola, en cambio, la abundancia y mayor abertura de los estomas. Durante las experien-

cias es de tener presente la atmósfera alojada en las amplias lagunas parenquimatosas, que mencionábamos al tratar del consumo de Oxígeno.

Para convencernos de la existencia de esa atmósfera interna fué encerrado **Ceratophyllum demersum** en un recipiente lleno de agua, exenta de compuestos inorgánicos del Carbono, previamente precipitados por acción química y separados por filtración. Expuesto el vegetal a la luz solar no dejaba de producir Oxígeno, modestamente en las primeras horas, con más intensidad al final de la experiencia:

	Oxígeno por mil	Oxígeno total
10.10 horas	4.90 cc.	11.78 cc.
12.10 ,,	4.95 cc.	11.88 cc.
14.10 ,,	4.77 cc.	11.46 cc.
16.10 ,,	6.30 cc.	15.11 cc.
18.10 ,,	6.88 cc.	16.52 cc.

La planta, a pesar de no tener en el agua Anhídrido carbónico libre o Bicarbonatos, bajo la acción de los rayos solares realizaba la fotosíntesis, desprendiendo Oxígeno que se disolvía en el agua en proporción de 0.10 cc. en las dos primeras horas, 0.42 cc. en las dos segundas, 3.65 cc. en las dos terceras y 1.41 cc. en las dos últimas.

No disponía la Estación Limnológica de Pátzcuaro de adecuadas instalaciones para valorar con precisión la intensidad luminosa de la luz solar durante las observaciones; por ello, tendiendo a lograr datos comparables, se sometieron a experiencia **Ceratophyllum** y **Potamogeton** en las condiciones más parecidas posibles, empleando en los dos casos 40 gramos de planta y operando a las mismas horas y temperatura semejante. En esas condiciones **Ceratophyllum** libertaba 104 cc. de Oxígeno y **Potamogeton** 89 cc., por hora y kilogramo de planta, calculados sobre la totalidad de la experiencia o sea en las seis horas de exposición a la luz.

Ceratophyllum

	Oxígeno por mil	Oxígeno total
12 horas	2.00 cc.	4.80 cc.
14 ,,	5.78 cc.	13.87 cc.
16 ,,	10.46 cc.	25.10 cc.
18 ,,	12.35 cc.	29.64 cc.

Potamogeton

12 horas	1.50 cc.	3.60 cc.
14 "	3.46 cc.	8.30 cc.
16 "	7.95 cc.	19.08 cc.
18 "	10.40 cc.	24.96 cc.

La bibliografía sobre fotosíntesis es extensa, quien busque información sobre los métodos seguidos en los trabajos modernos tratando de vegetales acuáticos, puede inspirarse en las investigaciones de Marshall y Orr (1928) y más recientes de Barker (1935), unas y otras sobre Diatomáceas, o de Green (1934) sobre Gigartina. Schomer y Juday (1935) han emprendido el estudio de la fotosíntesis en algas dulceacuícolas y en fecha posterior Manning, Juday y Wolf han publicado un interesante trabajo (1938) sobre actividades fotosintéticas de **Chlorella, Anabaena, Cladophora, Spirogyra, Potamogeton, Vallisneria** y **Sagittaria.**

LA EPOCA TROFICA EN LOS PECES

Durante su juventud los peces no tienen preocupación sexual, crecen y consumen en abundancia los alimentos, una vez lograda la fase adulta pasan periódicamente por dos épocas, la somática esencialmente trófica y la genética (F. de Buen, 1937). En el transcurso de la época somática no sólo persiguen presas para reponer el normal consumo de energías, buscan la manera de acumular reservas, necesarias para soportar la demanda de los órganos sexuales en evolución genética. Lograda la madurez sexual en el transcurso de las bodas los dos sexos y durante la puesta o la liberación de las crías las hembras, aminoran los peces su afán devorador, llegando hasta no alimentarse, viviendo exclusivamente de las reservas almacenadas en la época somática.

Durante el desarrollo de los órganos sexuales, que en los peces adultos suele repetirse todos los años, se acude también a las reservas somáticas.

ALIMENTO DE LOS PECES.—Para conocerlo se explora el contenido del tubo digestivo, preferentemente del estómago, donde las presas están menos deterioradas. Los datos tomados sobre **M. salmoides** (F. de Buen, 1940-1) son bien explícitos; en el estómago, el contenido no pudo clasificarse en el 2.3 por ciento de los casos, mientras en el intestino la identificación era imposible en el 48.1 por ciento de los casos; las grandes piezas devoradas por la Trucha del lago de

Pátzcuaro, como por ejemplo el **Ch. b. bartoni**, fueron reconocidas en el interior del estómago en 26.5 casos por ciento y únicamente en 3.9 de los casos en el intestino.

Desde su juventud el Pescado blanco o **Ch. e. estor** principalmente persigue para alimentarse menudos Crustáceos, devorando con mayor abundancia Cladóceros; más crecido, elige como presas a peces (Charales) y Crustáceos Decápodos (Acociles). A mayores tallas se especializa el Pescado Blanco en la busca de peces, cuando mide 16 a 30 centímetros se encuentran Charales en su estómago en el 20 por ciento de los casos, y al medir 31 a 40 centímetros aumenta al 39 por ciento.

Esas variaciones de acuerdo con la edad se patentizan en los datos estadísticos:

Contenido estomacal del **Ch. e. estor:**

En ejemplares de 81 a 92 milímetros.

Número de casos: Cladóceros 11 (**Daphnia** 7 y **Bosmina** 4), Anfípodos 2 y Dípteros 1.

En ejemplares de 16 a 30 centímetros, año 1940.

Número de casos: Charales **(Ch. b. bartoni)** 5, Acociles **(Cambarellus)** 4, restos de peces 2, estómago vacío 18, contenido indeterminado 6, larvas de Odonata 2.

En ejemplares de 16 a 30 centímetros, año 1941.

Número de casos: Charales **(Ch. b. bartoni)** 41, Acociles **(Cambarellus)** 8, restos de peces 18, estómago vacío 56, contenido indeterminado 63, larvas de Odonata 1, huevos de Charal 1, restos vegetales 1, restos de Insectos 4, pequeño molusco 1.

En ejemplares de 31 a 40 centímetros.

Número de casos: Charales **(Ch. b. bartoni)** 19, Acociles **(Cambarellus)** 3, restos de peces 1, estómago vacío 19, contenido indeterminado 6.

El **Ch. b. bartoni** busca su alimento en la Facies de Potamogeton, entre cuya vegetación vive, encontrando y devorando gran variedad de presas.

Contenido estomacal del **Ch. b. bartoni:**

En 1939.

Número de casos: **Pediastrum** 1, restos vegetales 1, Cladóceros 26 (**Daphnia** 20 y **Bosmina** 6), Ostrácodos 6, Copépodos 2, Anfípodos 30, Isópodos 2, pequeños Dípteros 2, jóvenes moluscos 1, contenido indeterminado 2.

En 1942.

Número de casos: Diatomáceas 7, Filópodos 5, Cladóceros 16, Ostrácodos 2, Copépodos 16, Anfípodos 5, larvas de Insecto 2, Rotíferos 1, huevos de Charal **(Ch. b. bartoni)** 1.

Con los pocos datos de que disponemos sobre el contenido estomacal de la Acúmara o **A. lacustris,** sólo nos es permitido el catalogarla entre las especies omnívoras, atacando las pequeñas presas en movimiento a la par que busca sobre el fondo restos vegetales.

Contenido estomacal de **A. lacustris:**

Número de casos: Clorofíceas 1, restos vegetales 2, contenido indeterminado 13, restos de Insectos 1, Cladóceros 1, Anfípodos 1, estómago vacío 4.

La llamada Trucha, el **M. salmoides,** siendo joven devora Cladóceros y Clorofíceas, pero a partir de los once centímetros de longitud total persigue como principales presas a Peces, Crustáceos Decápodos y larvas de Odonata.

Contenido estomacal de **M. salmoides:**

En 1940.

Número de casos: Charales **(Ch. b. bartoni)** 32, Acociles **(Cambarellus)** 53, **M. salmoides** 5, larvas de Odonata 9, restos de peces 1, restos de Insectos 5, restos vegetales 6, contenido indeterminado 3, estómago vacío 15.

En 1941.

Número de casos: Charales **(Ch. b. bartoni)** 3, Acociles **(Cambarellus)** 16, larvas de Odonata 10, restos de Insectos 5, contenido indeterminado 2, estómago vacío 4.

En 1942.

Número de casos: Charales **(Ch. b. bartoni)** 5, Acociles **(Cambarellus)** 9, larvas de Odonata 1, restos de peces 1, contenido indeterminado 3, estómago vacío 9.

El **Ch. g. grandocule** captura y devora los Insectos que caen en el agua, encontrando el resto de su alimento en proximidad de las Facies de **Potamogeton.**

Contenido estomacal de **Ch. g. grandocule:**

Número de casos: Cladóceros 8 (**Daphnia** 3 y **Bosmina** 5), Copépodos 1, Anfípodos 4, Dípteros 12, estómago vacío 2, contenido indeterminado 2.

EL CLORURO DE SODIO COMO ALIMENTO.—A fin de establecer el ciclo alimenticio del Cloruro de sodio, emprendió J. Xirau en el Laboratorio de Química de la Estación Limnológica su valoración en las aguas, en el contenido estomocal e intestinal del Pescado blanco **Ch. e. estor)** y en el Acocil **(Cambarellus).**

En el estómago de Pescado blanco, ocupado por Charal, el contenido tenía 8.50 gramos de Cloruro sódico por mil, y alojando un Acocil la proporción aumentaba a 9.65 gramos. Teniendo en cuenta que un Acocil posee solamente 7.33 gramos por mil, es forzoso que el estómago reciba cantidades suplementarias de Cloruro de sodio del propio organismo.

La cantidad de Cloruro de sodio en el contenido intestinal desciende, partiendo del estómago, a 5.72-7.10 gramos por mil, encontrándose en la sangre 6.20 gramos y en los músculos 3.75 gramos.

EL LIMNOPLANCTON COMO ALIMENTO DE LOS PECES

LA PESCA DE PLANCTON.—El procedimiento de captura seguido en la obtención de muestras para el estudio del limnoplancton, consiste en el arrastre, cerca de la superficie, de una red terminada en copo de seda dotada de dispositivo colector (F. de Buen, 1940-2); se lanzaba al agua frente a la Zipecua, en el lago de Pátzcuaro, navegando a velocidad modesta en dirección a la estación X y dando por terminado el arrastre al llegar a ella. La estación X era un lugar fijo destinado a observar periódicamente, una vez por semana, las características hidrológicas.

Con el material empleado en las pescas escapan por las mallas del copo las Bacterias y algunos Hongos limnéticos que constituyen el **Saproplancton,** se pierde parte del **Mesoplancton** y la totalidad del **Nanoplancton.**

Todo el limnoplancton patzcuarense es **Holoplancton;** prácticamente no hay **Metoplancton** integrado por formas planctónicas únicamente en alguna fase o época de su vida.

Cualquier método de captura es discutible, pero juzgamos que tendiendo a conocer los rasgos generales de variación estacional de los grupos planctónicos es más aconsejable la pesca intensiva, que la captura cuidadosa siguiendo métodos bien conocidos. Nuestra experiencia en trabajos oceanográficos nos ha dictado esas normas.

No hemos de olvidar, por otra parte, que las formas planctónicas en suspensión en el agua tienen distribución heterogénea, conducien-

do a máximos errores cuando se pretende conocer la minúscula vida de aguas libres en escaso volumen de líquido. En amplios recorridos se suman las diferencias locales y se logra, en fin, una más certera noción del conjunto.

Son muchas las campañas, principalmente oceanográficas, en que se iniciaron los trabajos empleando toda suerte de aparatos sensibles, bombas de succión con filtración posterior del agua recogida, redes con dispositivo avanzado para medir el líquido entrado en arte de pesca, etc., y hubieron de desecharse para volver a los métodos clásicos. En el detalle las variaciones son tan amplias que fatalmente se pierden las interesantes nociones de conjunto.

RESULTADOS DE LA PESCA INTENSIVA.—Para convencerse de la efectividad y suficiente precisión de las pescas planctónicas con la red usada y el método seguido, se hicieron diez pescas cada uno de los días 1, 8, 15 y 22 del mes de julio de 1940, sobre igual recorrido en el lago de Pátzcuaro, navegando en todos los casos hasta la estación X.

Las diez pescas por día fueron sucesivas, por lo tanto no en el mismo momento, pero a pesar de ello hay indudable concordancia en los valores calculados, lo que pregona la bondad del método seguido.

Si atendemos al grupo de las Diatomáceas, casi en su totalidad **Melosira,** se observa, en los valores medios, mayor abundancia para el día 8 de julio que para el primero del mismo mes. En las diez pescas por día, la oscilación de los valores obtenidos quedó comprendida entre 67.9 y 82 el día primero y entre 80 y 89.2 el día ocho.

Diatomáceas, por ciento, en la totalidad del limnoplancton:

	Promedio	Mínimo	Máximo
1 de julio	75.13	67.9	82.0
8 de julio	83.55	80.0	89.2
15 de julio	80.87	75.4	87.1
22 de julio	79.23	75.5	83.2

Podemos afirmar, sin olvido de ninguna de las cuarenta pescas, que las Diatomáceas del plancton del lago de Pátzcuaro, en el transcurso del mes de julio de 1940 constituyen, por lo menos, las tres cuartas partes de la totalidad y, no dando valor absoluto a las cifras, pueden señalarse variaciones.

Buscando otro ejemplo fijaremos nuestra atención en los Cladóceros, que en las mismas cuarenta pescas fluctúan entre un mínimo de uno por ciento y un máximo de 8.3 por ciento. Puede asegurarse que en aquellas fechas no llegaron a constituir los Cladóceros la décima parte de la totalidad del limnoplancton. Ciertamente, en las diversas pescas se destacan variaciones más amplias en los Cladóceros que en las Diatomáceas, pero es de tener en cuenta lo bajo de las cifras logradas al contar los ejemplares pertenecientes al primer grupo y no olvidar que esos pequeños animales forman enjambres en el agua, que puede cruzar la red, o bordear.

A falta de una corriente intensa que desplace el plancton, enseñando o conduciendo los seres que lo constituyen, en aguas tranquilas como las del lago de Pátzcuaro, el fitoplancton tiene distribución más homogénea que el zooplancton, con medios, aun modestos, de movimiento.

Cladóceros, por ciento, en la totalidad del limnoplancton:

	Promedio	Mínimo	Máximo
1 de julio	3.44	1.3	8.3
8 de julio	1.90	1.0	4.9
15 de julio	2.07	1.3	3.0
22 de julio	4.88	3.4	7.4

Hemos de convencernos que empleando, no las cifras obtenidas en cada uno de las pescas semanales, sino los promedios logrados con muchas de ellas, se tiene noción exacta de la constitución del limnoplancton y también de las variaciones estacionales que pueda sufrir.

Para dar cuenta del resultado de las cuarenta pescas olvidaremos el detalle, seriando los valores extremos con el promedio calculado dentro de un paréntesis. Las cifras se refieren al porcentaje sobre la totalidad del limnoplancton capturado.

Operación 19, de 1º de julio de 1940, pescas 1 a 10.

Zooplancton, mínimo 14.8 - (21.12 de promedio) - máximo 25.4; Cladóceros 1.3 - (3.44) - 8.3; Copépodos 1.5 - (3.0) - 4.5; Rotíferos 4.2 - (6.53) - 9.5.

Fitoplancton 74.6 - (78.88) - 85.8; Clorofíceas 1.9 - (3.38) - 5.9; Ceratium 0.0 - (0.37) - 0.8; Diatomáceas 67.9 - (75.13) - 82.0.

Operación 20, de 8 de julio de 1940, pescas 11 a 20.
Zooplancton 9.5 - (14.55) - 18.6; Cladóceros 0.7 - (1.9) - 4.9; Copépodos 0.7 - (2.0) - 4.0; Rotíferos 3.1 - (4.51) - 6.3.
Fitoplancton 81.4 - (85.45) - 90.5; Clorofíceas 0.9 - (1.88) - 3.4; Ceratium 0.0 - (0.02) - 0.1; Diatomáceas 80.0 - (83.55) - 89.2.

Operación 21, de 15 de julio de 1940, pescas 21 a 30.
Zooplancton 10.5 - (14.89) - 22.4; Cladóceros 1.3 - (2.07) - 3.0; Copépodos 0.1 - (0.74) - 1.3; Rotíferos 2.0 - (5.83) - 10.4.
Fitoplancton 77.6 - (85.11) - 87.6; Clorofíceas 1.7 - (3.34) - 6.0; Ceratium 0.0 - (0.9) - 3.5; Diatomáceas 75.4 - (80.87) - 87.1.

Operación 22, de 22 de julio de 1940, pescas 31 a 40.
Zooplancton 14.0 - (18.54) - 22.5; Cladóceros 3.4 - (4.88) - 7.4; Copépodos 0.6 - (1.06) - 1.5; Rotíferos 4.8 - (7.22) - 9.1.
Fitoplancton 77.5 - (81.46) - 86.0; Clorofíceas 0.8 - (2.13) - 3.6; Ceratium 0.0 - (0.1) - 0.7; Diatomáceas 77.3 - (79.23) - 83.2.

EL LIMNOPLANCTON.—No intentamos emprender el estudio sistemático de las formas existentes en el plancton del lago de Pátzcuaro; sobre el tema han aparecido interesantes contribuciones de M. Uéno (1939), E. Rioja (in Prospecto Biológico, 1940), Osorio Tafall (1941.1 y 1942) y V. Brehm (1942), pretendemos sólo señalar las formas dominantes, aquéllas que dan carácter al linoplancton y juegan papel preferente en el ciclo alimenticio.

El Fitoplancton domina destacadamente durante todo el año sobre el Zooplancton; la abundancia de formas vegetales oscila entre 67 y 95 por ciento, siendo el mes de marzo el más abundante y el mes de diciembre el más pobre. Las anteriores cifras y las que daremos después, se refieren a promedios mensuales obtenidos sobre pescas semanales durante los años de 1940 a 1943 y parte de 1944.

Como señala acertadamente Rioja, en el limnoplancton de Pátzcuaro la forma dominante es la Diatomácea **Melosira**, que Osorio Tafall identifica con **Melosira granulata**, presente en varias formas (Osorio Taffal, 1941-2).

Melosira suele formar más de las tres cuartas de todo el limnoplancton, disminuyendo su abundancia a partir del mes de mayo, con mínimo en diciembre. Otra Diatomácea, **Surrirela caproni**, cuenta entre las formas dominantes, capturándose principalmente en los meses de marzo a julio (0.3 a 2.7 por ciento), aunque no falte en otras fechas, si bien es menos abundante.

Las Clorofíceas, de presencia muy uniforme todo el año (3 a 6 por ciento), tienen como principal representante a **Pediastrum clathratum** (1.4 a 5.7 por ciento), acompañado, con notable mayor escasez, de **Pediastrum duplex**. Sigue en importancia, dentro de las Clorofíceas, **Trochiscia aculifera** (0.1 a 0.9 por ciento) y **Staurastrum** (0.1 a 0.3 por ciento), presentes especialmente del mes de marzo al de octubre. Juegan papel escaso, dentro del conjunto del limnoplancton, **Crucigenia quadrata**, que en algunas muestras llega a 0.04 por ciento y **Scenedesmus quadricauda** accidentalmente en proporción semejante, de 0.05 por ciento.

Las Peridíneas en proporción mayor en aguas frías, fluctúan, como promedio de varios años, entre 1 y 11 por ciento, determinando su abundancia o escasez la presencia de **Ceratium hirundinella**, ya que **Peridinium cinctum** y **P. palatinum** logran entre los dos únicamente de 0.1 a 1 por ciento de la totalidad del limnoplancton.

Están representadas las Mixofíceas por varios géneros, destacando **Microcystis** y **Anabaena**, la última presente en las pescas de marzo a septiembre (0.05 a 0.5 por ciento).

Dentro del Zooplancton tienen importancia Cladóceros, Copépodos y Rotíferos, muy escasa los Protozoos. Los Rotíferos (3 a 9 por ciento) son más abundantes en el trimestre de agosto a octubre, mientras los Cladóceros (0.1 a 13 por ciento) y los Copépodos (0.2 a 13 por ciento) aumentan en aguas frías, en diciembre y enero.

Keratella cochlearis y **K. stipitata**, dentro de los Rotíferos, son las formas más representativas (1.5 a 4 por ciento), presentes todo el año en el limnoplancton de Pátzcuaro, como también **Brachionus angularis** y **B. havanensis**, si bien en más escasa proporción (0.6 a 2.4 por ciento). Tienen menos importancia en el conjunto de especies **Pedalia mira** (0.1 a 0.8 por ciento), **Polyarthra trigla** (0.05 a 0.2 por ciento) y **Trichocerca multicrinis** (0.08 a 1.8 por ciento); es poco constante **Asplanchna priodonta** (0.05 por ciento).

Da carácter a los Cladóceros, presentes todo el año, con preferencia en diciembre y enero, la **Bosmina longirostris** (0.1 a 13 por ciento) y tienen poca importancia **Daphnia longispina** (0.05 a 0.08 por ciento) y **Ceriodaphnia lacustris** (0.2 a 0.3 por ciento).

Tintinnidium (0.1 por ciento), representado por **T. fluviatile** y **Codonella** (0.05 a 0.4 por ciento) con dos especies, **C. cratera** y **C. relicta**, tienen escaso papel en el ciclo alimenticio del lago de Pátzcuaro.

VARIACIONES ESTACIONALES DEL LIMNOPLACTON.—Partiendo de las numerosas pescas efectuadas en el lago de Pátzcuaro por el

personal de la Estación Limnológica, y del recuento de formas llevado a cabo sobre las muestras por nosotros, por Guillermo T. Arai y principalmente por R. López Contreras, hemos calculado valores medios mensuales y reducido en lo posible a números enteros.

El volumen se refiere a centímetros cúbicos, las restantes cantidades son tantos por ciento de la totalidad del limnoplancton.

Promedios de los años 1939 a 1943.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Volumen	2	2	3	3	3	4
Zooplancton	13	6	6	8	8	14
Cladóceros	4	0.2	0.2	0.5	1	3
Copépodos	3	1	0.2	1	1	2
Rotíferos	5	4	4	4	3	6
Fitoplancton	87	97	95	92	92	85
Diatomáceas	72	85	88	87	86	75
Clorofíceas	3	3	3	3	3	5
Peridíneas	11	5	5	2	2	5

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Volumen	3	2	3	3	5	3
Zooplancton	15	13	15	19	5	33
Cladóceros	3	1	2	3	0.1	13
Copépodos	2	0.7	1	3	0.7	13
Rotíferos	5	8	8	9	4	6
Fitoplancton	84	87	84	81	95	67
Diatomáceas	80	74	77	65	68	57
Clorofíceas	3	5	3	6	4	5
Peridíneas	1	7	4	1	4	5

EL LIMNOPLANCTON BAJO LAS VARIACIONES DE TEMPERATURA.—La forma más representativa, no sólo del Fitoplancton a que pertenece, sino de la totalidad del limnoplancton de Pátzcuaro, es la Diatomácea **Melosira granulata,** especialmente abundante en los meses de febrero, marzo, abril y mayo, descendiendo con algunas variaciones a partir del mes de junio hasta diciembre y enero.

La mayor abundancia de **Melosira** coincide con el calentamiento de las aguas y la merma con el enfriamiento del medio líquido en que vive. Si comparamos gráficamente (figura 2) la temperatura a dos metros de profundidad, en promedios mensuales del año 1942, con el porcentaje de **Melosira** referido a todo el limnoplancton, es bien clara la disminución continuada de esa Diatomácea al enfriarse las aguas, partiendo de la temperatura máxima del mes de junio.

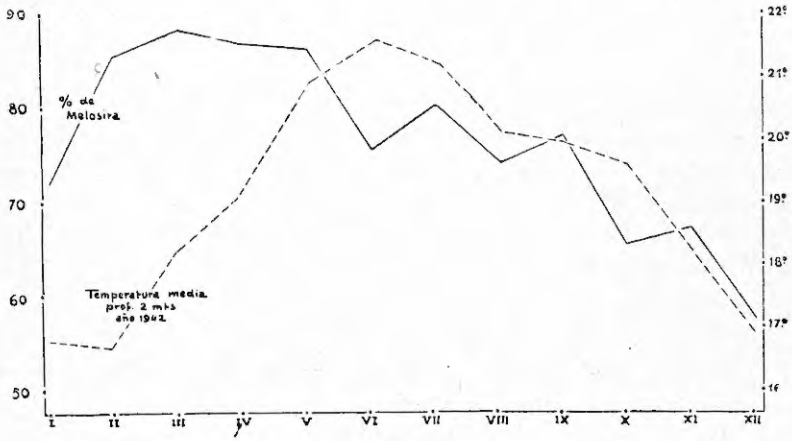

Fig. 2.—Oscilación comparada de la temperatura media mensual a dos metros de profundidad, durante el año de 1942, y el porcentaje medio de **Melosira** en los años de 1939 a 1943.

La gráfica de variación de abundancia de **Melosira** parece señalarnos una época de aumento rápido de individuos, que a partir de diciembre se continúa en enero y febrero, acaso coincidente con su multiplicación, seguida de algunos meses de prosperidad, que se prolonga hasta final del año, disminuyendo la densidad de individuos. No podemos suponer que las oscilaciones en el porcentaje de esa Diatomácea sean debidos, en el lago de Pátzcuaro, a desplazamientos del lugar de exploración originados por corrientes.

Cládoceros y Copépodos pululan en mayor abundancia en los meses de aguas más frías, en diciembre y enero. Los Rotíferos abundan especialmiente en agosto, septiembre y octubre, cuando la temperatura del lago es media, ha pasado el máximo de junio y desciende hacia el mínimo.

PAPEL DEL LIMNOPLANCTON EN LA ALIMENTACION DE LOS PECES.—El Pescado blanco **(Ch. e. estor)** y la Trucha **(M. salmoides)** cuando jóvenes, el Charal **(Ch. b. bartoni)** adulto y en parte de su alimentación el **Ch. g. grandocule,** buscan sus presas en la Facies de Potamogeton, no persiguiendo en cambio el plancton francamente limnético ni devorando las formas de aguas libres. Para convencerse basta comparar el contenido estomacal del **Ch. b. bartoni,** por ejemplo en agosto de 1942, con el limnoplancton pescado en iguales fechas. Había en el limnoplancton Rotíferos **(Brachionus** en proporción de 0.17 por ciento, **Keratella** 0.83 por ciento y **Polyarthra** 0.08), escasísimos en el estómago del Charal; **Melosira** muy abundante en las aguas (88.33 por ciento), no formaba parte del alimento de ese **Chirostoma,** tampoco las Peridíneas existentes en el plancton **(Ceratium** 3.41 por ciento y **Peridinium** 0.25 por ciento); en cambio, el contenido estomacal del Charal dejaba ver ejemplares de Filópodos, Ostrácodos, Anfípodos y huevos del mismo pez totalmente ausentes en el limnoplancton.

El plancton de aguas libres no es devorado por los peces del lago de Pátzcuaro; en esa fauna ictiológica faltan las especies propiamente planctófagas; cuando más, los adultos de poca talla y los jóvenes de especies más crecidas, alojados en las familias Atherinidae y Centrarchidae, buscan su alimento entre el **Potamogeton,** encontrando algunos grupos que cuentan con especies en el limnoplancton.

LA EPOCA GENETICA EN LOS PECES

A cierta edad y a determinada talla los peces inician el desarrollo de sus órganos sexuales, testículos y ovarios antes filiformes, ocupando escaso espacio en la cavidad visceral, aumentan de volumen, primero lentamente, luego, en corto espacio de tiempo, se hacen sitio entre los órganos, invaden sus dominios y llegan por la compresión y bajo acción hormonal a dificultar su funcionamiento y aun a impedirlo.

La puesta o vaciado del contenido ovárico, fecundado por el macho antes o después de ella, es el término del proceso o ciclo sexual repetido todos los años.

El pez, en proceso de maduración, se vuelve muy exigente y como poikilotermo busca en el medio las condiciones que le son propicias, acude además a las reservas somáticas para emplearlas durante la activación de las células sexuales. En aguas tropicales suele encontrar el pez, en preparación de la puesta, largas fechas en que las con-

diciones del medio le son propicias; por ello la reproducción en aguas que no sufren intensamente la inclemencia invernal se prolonga, puede abarcar una temporada extensa o realizarse varias veces en el transcurso de doce meses consecutivos.

La necesidad de consumir reservas fuerza a acumularlas previamente, estableciendo un ciclo periódico de engrasamiento, ligado inseparablemente al ciclo sexual. El pez devora sobradas presas cuando sus testículos y ovarios no se han activado y cede las reservas del almacén establecido, primero débilmente, luego con máxima premura, a medida que se aproxima la total maduración de las células sexuales. En ocasiones los esposos llegan a la puesta en tal extremo de debilidad, tan agotados, que este acto acarrea su muerte.

Para señalar límites de tiempo a la puesta puede seguirse la evolución sexual observando el periódico desarrollo de los órganos sexuales, desde la extrema delgadez hasta invadir la casi totalidad de la cavidad visceral. El momento de la puesta es aparente presionando el vientre de los ejemplares recién capturados y dando salida al líquido seminal o a los huevos maduros en las especies ovíparas.

Mayores seguridades, sobre el momento de la puesta, puede proporcionarnos la fecundación artificial, que teniendo éxito nos instruye además acerca de la incubación, sobre el desarrollo en fase de cría y en general en el transcurso del desarrollo juvenil.

Hay manera de conocer la época de puesta explorando los ponederos, para descubrir en ellos la presencia de huevos depositados y saber los lugares donde esa importante función se realiza.

Debemos tener presente que no todos los individuos de una misma especie ponen o libran sus crías en las misma fechas; cada individuo tiene su ciclo propio y se descubren adultos precoces y tardíos. De todos modos, la mayor proporción de peces de una población, específicamente idéntica, coincide en la puesta.

DIFERENCIAS EN LOS SEXOS.—Difícilmente se distinguen, apelando a la morfología externa, los machos de las hembras en las especies de la fauna del lago de Pátzcuaro alojadas en las familias Cyprinidae, Atherinidae y Centrarchidae; pueden sin embargo observarse variaciones en la talla y en el desarrollo de algunas aletas. En cambio, en los representantes de la familia Goodeidae las diferencias entre sexos son marcadísimas.

En los Goodeidae las diferencias entre machos y hembras recaen en el colorido, en el desarrollo de las aletas y en marcadas diferencias de talla. Los machos más pequeños que el sexo opuesto, de **A. robustus, G. luitpoldi, N. d. diazi, S. l. lermae** y **A. vivipara,** se ador-

nan de colores más obscuros, su aleta dorsal tiene radios más largos y en la aleta anal se destaca un grupito de seis radios, muy próximos entre sí, avanzada de los siguientes notablemente más largos y ramosos.

Durante la madurez se aviva y obscurere el colorido de los machos; en numerosas ocasiones se ha visto, en los acuarios de la Estación Limnológica de Pátzcuaro, a **S. l. lermae** de ese sexo, acosar a las hembras adornado de hábito nupcial.

Los Goodeidae son vivíparos, libertando embriones que pasaron en el interior del ovario la fase de cría, naciendo en forma juvenil. Las hembras retienen a los embriones en expansiones ováricas, de estructura diferente en cada especie, intensamente vascularizadas, y los embriones poseen un proceso rectal, al que Hubbs y Turner han dado el nombre de Trofotenia (1939), por cuyo intermedio reciben el alimento durante su permanencia en el ovario materno. La fecundación de los óvulos maduros es interna, quedando bañada la cavidad ovárica de esperma.

Sobre la estructura del ovario y el diferente aspecto morfológico de la trofotenia se han publicado diversos trabajos de Turner (1933, 1937, 1940) y Mendoza (1937).

EPOCA DE REPRODUCCION.—En los acuarios de la Estación Limnológica de Pátzcuaro los machos de **S. l. lermae** se adornaban con el vistoso hábito nupcial a partir de abril, iniciando las hembras la liberación de embriones en mayo, para continuar, a lo menos, en junio y julio. Una hembra de talla media liberta de 7 a 16 embriones, y no todos los que aloja el ovario, de una sola vez. Un ejemplar de ese mismo sexo, de 40 milímetros de longitud, dió nacimiento a jovenzuelos de 8 a 9 milímetros.

En muy poca profundidad, sólo a 25-30 centímetros, sobre fondo de fango, numerosos ejemplares, hembras de **A. vivipara,** vaciaban el contenido de sus ovarios y en el momento de libertar los embriones, o poco después, morían.

No sólo se tomaron datos sobre reproducción de peces en el lago de Pátzcuaro, el Acocil que recientemente Villalobos (1943) ha descrito como nueva subespecie bajo el nombre de **Cambarellus montezumae patzcuarensis,** tiene bajo el pleon, en el mes de agosto, huevecillos muy avanzados en el desarrollo; las hembras en tales condiciones, capturadas en proximidad del islote Taza China entre las raíces del lirio de agua **(Eichhornia speciosa),** estaban representadas en aquellas fechas por el 25 por ciento de la totalidad de ejemplares colectados.

EPOCA DE PUESTA.—A lo largo de todo el año, mes tras mes, al abrir ejemplares adultos de Pescado blanco **(Ch. e. estor)** se encontraban, con diversa abundancia, individuos con los órganos sexuales muy avanzados en el desarrollo, ocupando gran volumen en la cavidad visceral y con el contenido celular próximo al total desarrollo o en plena madurez, señalando casos de inmediata puesta, patente al escurrir esperma u óvulos por la simple presión ventral. En tres años, preferentemente en 1940 y 1941, sobre gran número de ejemplares observados, un total de 103 se encontraban hacia el término del ciclo sexual, contando en ellos 58 machos y 45 hembras. Los machos medían 185 a 385 milímetros, mientras las hembras, de más talla, tenían de 235 a 400 milímetros de longitud.

A pesar de encontrar individuos próximos a la puesta en todos los meses, la estadística sobre madurez sexual parece señalarnos, para los años de 1940 y 1941, una temporada de mayor abundancia, que se extiende desde el mes de enero al de agosto.

Podemos interpretar este largo período de puesta como caso, en lago tropical, de maduración sin restricciones del medio, en que los individuos pueden realizar un ciclo sexual en diferentes fechas. De todos modos, grupos numerosos de Pescados blancos pueden coincidir en la liberación de sus células sexuales maduras y así vemos que al comienzo de la larga temporada de puesta y al final, de los meses de enero a agosto, abundan más los individuos en condiciones de poner.

Cae dentro de las fechas señaladas la fecundación artificial llevada a cabo el 3 de marzo de 1941, mezclando esperma de machos de 285 y 320 milímetros, con óvulos maduros de hembras de 280, 295 y 400 milímetros.

Pocos datos son los que podemos poner en juego para conocer la época de puesta del **Ch. e. pacanda.** Siete ejemplares, cinco machos de 215 a 267 milímetros y dos hembras de 305 y 315 milímetros, se encontraban en plena madurez en agosto de 1940.

Con el Charal **(Ch. b. bartoni)** se han seguido los tres procedimientos aconsejables para conocer su época de puesta: la disección de ejemplares, la exploración de los ponederos y la fecundación artificial. Machos de 85-90 milímetros y hembras de 80-109 milímetros tenían sus órganos sexuales en avanzado desarrollo en noviembre de 1939 y en agosto de 1942. Tuvo éxito la fecundación artificial el 12 de marzo de 1941. En los ponederos abundaban los huevos en febrero, pero se capturaban en menos abundancia en octubre, noviembre, diciembre, junio, julio y primeros de septiembre.

Nos encontramos con el Charal en el mismo caso del Pescado blanco, la puesta es muy extensa, abarca casi todo el año. Si bien en el Charal descubrimos una temporada, desde mitad de septiembre a comienzos de octubre, con ausencia de huevos en los ponederos, y notable mayor abundancia al comenzar el año. **Ch. b. bartoni** deposita la puesta en amplias fechas pero con especial abundancia en el mes de febrero.

Muy extensas fueron las exploraciones en el lago de Pátzcuaro destinadas a limitar los ponederos de la Acúmara o **A. lacustris** y conocer la época de puesta. A partir de noviembre se suceden los meses encontrando huevos flotantes de Acúmara, comenzando a escasear en mayo. Durante los siete meses transcurridos la mayor abundancia corresponde a febrero, marzo y abril.

Se lograron fecundar artificialmente Acúmaras pescadas en marzo de los años de 1941 y 1942 y en abril de 1942. Los ejemplares sometidos a esa operación medían: en el mes de marzo 180, 230 y 250 mm. las hembras y 150 y 230 mm. los machos; en el mes de abril fué fecundada una hembra de 320 mm. con el esperma de dos machos de 230 y 225 mm. y otra hembra de 280 mm. con machos de 340 y 285 mm.

La observación de los órganos sexuales de **A. lacustris** señala fechas semejantes a las ya indicadas para la puesta; hay ejemplares maduros en marzo y abril, machos de 164 a 271 milímetros y hembras de 240 a 309 milímetros.

Considerando como especie bien conocida la Trucha aclimatada, el **M. salmoides,** se la dedicó poca atención en los estudios sobre madurez sexual. De todos modos se disecaron abundantes ejemplares señalando una puesta intensiva en agosto y septiembre y otra menos importante en marzo y abril. Los machos tenían 217 a 375 milímetros y las hembras, en iguales condiciones, de 165 a 485 milímetros .

Los datos que anteceden están amparados en la disección de 490 ejemplares de las diferentes especies citadas.

TALLA MINIMA DE LAS ESPECIES OVIPARAS.—Es interesante conocer a qué dimensión mínima puede reproducirse cada especie adulta, los datos precisos amparan al legislador para dictar leyes sobre vedas de talla.

Para conocer con la debida precisión la talla mínima a que un pez puede cooperar en la fecundación, es necesario gran acopio de datos; por ello no consideramos como definitivas las cifras que daremos, aunque suficientemente aproximadas para estar cerca de la realidad.

	Machos	Hembras
Ch. e. estor	185 mm.	235 mm.
Ch. e. pacanda	215 mm.	305 mm.
Ch. b. bartoni	85 mm.	80 mm.
A. lacustris	150 mm.	180 mm.
M. salmoides	217 mm.	165 mm.

En dos casos, en el **Ch. b. bartoni** y en el **M. salmoides**, la talla mínima de los machos es mayor que la de las hembras, lo que no creo exacto. Fieles a la verdad consignados los datos obtenidos esperando una observación más amplia para corregirlos si hubiere lugar.

ENGRASAMIENTO PERIODICO.—Disponemos de análisis sobre grasa total del Pescado blanco **(Ch. e. estor)** sólo de los meses de julio, agosto y septiembre de 1941, que nos impide seguir todo el ciclo anual de engrasamiento. Además, lo extenso de la puesta del Pescado blanco enmascara los datos de conjunto, ya que con cierta independencia los individuos almacenan sus resercas, consumiéndolas en el transcurso del desarrollo y maduración de los órganos sexuales.

En los datos obtenidos se señala una disminución en la cantidad de grasas en los machos, delatando su consumo, mientras en las hembras analizadas en el mes de abril hay más pobreza que en las del mes siguiente, hallándose por tanto en la temporada de almacenamiento de grasas. No es de extrañar la diferencia; en general en los peces ovíparos los machos son precoces en el desarrollo sexual, no solo por ser adultos más jóvenes, sino también por estar en condiciones de reproducirse desde fechas anteriores en el año.

Cantidad media de grasa total en **Ch. e. estor:**

Julio de 1941.

5 machos (250 a 315 mm.) ..... 6.26 gramos.

Agosto de 1941.

3 machos (235 a 290 mm.) ..... 4.83 gramos.
6 hembras (290 a 325 mm.) .... 4.50 gramos.

Septiembre de 1941.

2 machos (260 a 290 mm.) ..... 2.64 gramos.
4 hembras (300 a 350 mm.) .... 9.66 gramos.

PONEDEROS.—Di el nombre de "ponederos" en mis anteriores trabajos sobre biología de peces, del atún y sardina preferentemente, a lugares del fondo del mar donde se apoyan los huevos sumergidos o se fijan por medio de artificios diversos, y también a extensiones oceánicas ocupadas por huevos. Ponedero, por tanto, es sinónimo de lugar de puesta.

Para descubrir los ponederos de **A. lacustris** se exploró cuidadosamente el lago de Pátzcuaro, obteniendo los siguientes resultados, muy resumidos:

Fechas	Localidades	Observaciones
Febrero de 1941		
1	Tzintzuntzan	Huevos de Acúmara.
12	Chupícuaro	Pocos, ocupando una franja de 70 a 75 metros en la orilla. Se capturan 1,500 huevos.
17	Tzintzuntzan	Gran cantidad de huevos. Se capturan 1.250,000.
25	Hacienda Opongio	Pocos.
Marzo de 1941		
6	Tzintzuntzan	Regular cantidad.
15	id.	Pocos.
	Chupícuaro	Regular cantidad.
21	Opongio	No hay.
	Ihuatzio	No hay.
27	Tzintzuntzan	No hay.
	Chupícuaro	Pocos.
Abril de 1941		
5	Muelle núm. 1	Abundantes.
7	id.	Abundantes.
9	id.	Pocos.
12	id.	Pocos.
14	id.	Pocos.
16	id.	Pocos y avanzados en el desarrollo.
28	Tzintzuntzan	No hay.
	Santa Fe	No hay.
	Quiroga	No hay.
	Chupícuaro	Pocos.

Fechas	Localidades	Observaciones
Mayo de 1941		
8	Tzintzuntzan	No hay.
	Chupícuaro	No hay.
15	Chupícuaro	Pocos.
21	Napízaro	Pocos.
Junio de 1941		
12	Tzintzuntzan	No hay.
	Santa Fe	No hay.
	Chupícuaro	No hay.
	Opungio	No hay.
	Napízaro	No hay.
16	Tzintzuntzan	No hay.
	Santa Fe	No hay.
	Chupícuaro	No hay.
	Opungio	No hay.
	Napízaro	No hay.
Noviembre de 1941		
9	Chupícuaro	No hay.
	Tzintzuntzan	No hay.
	Opungio	No hay.
Febrero de 1942		
14	Chupícuaro	Pocos.
18	id.	No hay.
20	id.	Pocos.
Marzo de 1942		
13	Chupícuaro	Abundan.
17	id.	No hay en la orilla pero los capturan los Chinchorros.
24	id.	No hay.
Abril de 1942		
3	Chupícuaro	Pocos.
10	Tzintzuntzan	No hay.
	Chupícuaro	Pocos.
13	Muelle núm. 2	No hay.

La exploración de diversas zonas del lago de Pátzcuaro en busca de huevos fijos de Charal **(Ch. b. bartoni)** dió los resultados siguientes:

Fechas	Localidades	Observaciones
Julio de 1941		
7	Rancho de Santiago	Pocos huevos.
29	Ihuatzio	Pocos.
Septiembre de 1941		
3	Ihuatzio	Pocos.
6	Ihuatzio	No hay.
Octubre de 1941		
7	Ihuatzio	Regular cantidad.
Noviembre de 1941		
1	Ihuatzio	Regular cantidad.
Febrero de 1942		
6	Ihuatzio	Abundantes.
Junio-Julio 1942	Rancho de Santiago	Había huevos.

Distinguíamos cuatro sectores en el lago de Pátzcuaro (F. de Buen, 1941-3), Seno Quiroga en la parte Norte, prolongado por el Cuello del lago más angosto, otro Seno Erongarícuaro occidental y hacia oriente Seno Ihuatzio estrechado en su terminación.

Los ponederos de la Acúmara se extienden por la margen Norte (Chupícuaro) y Sur (Tzintzuntzan) de Seno Quiroga, a mitad del Cuello del lago (Hacienda de Opongio), sector Norte de Seno Erongarícuaro (Napízaro) y en Seno Ihuatzio en proximidad de la Estación Limnológica (Muelle núm. 1).

El ponedero del Charal se limita, dentro de nuestros actuales conocimientos, a la costa Norte de Seno Ihuatzio.

LAS BODAS EN LOS PECES DE PATZCUARO Y LAS CARACTERISTICAS DEL MEDIO.—Las especies vivíparas, alojadas en la familia Goodeidae, viven en las márgenes del lago de Pátzcuaro y en escasa profundidad, sin desplazamientos importantes realizan sus bodas. Los machos acosan a las hembras, que una vez grávidas dejan la descendencia a la ventura. Los esposos se aparejan accidentalmen-

te y un macho puede fecundar a varias hembras, así como una hembra puede recibir el esperma de varios machos. No hay instinto familiar, en medios reducidos, sea en las charcas de las márgenes del lago o en cautividad dentro de un acuario, los padres persiguen a su propia descendencia para devorarla.

Aunque los huevos de Acúmara se amontonan en las márgenes del lago de Pátzcuaro y muchos de ellos empujados por el oleaje mueren sobre la playa, el lugar no es propiamente su ponedero. La fecundación se lleva a cabo en pleno lago; lo demuestra el que días con absoluta falta de huevos al pie de la costa, las redes de pesca, los Chichorros, los traían abundantes entre sus mallas. En el transcurso de la época de puesta las bodas se espacían y son tumultuosas, danzando los adultos maduros en la penumbra de la luz lunar, seguramente para excitar la contracción muscular, que al comprimir los órganos sexuales fuerce a eyacular su contenido. Las parejas son accidentales, no se observa instinto familiar en este pez. Los óvulos maduros fecundados, se hinchan en el agua, aumentan de volumen, descendiendo muy lentamente hacia el fondo al ser empujados por corrientes originadas por los vientos reinantes, que los ensena sobre la costa formando masas incontables de ellos.

En el momento álgido de la puesta de la Acúmara, las aguas del lago de Pátzcuaro tienen el máximo de Oxígeno y en mayor proporción en la superficie donde las bodas tienen lugar. La fecundación es nocturna, con ambiente frío y alta oxigenación de las aguas con respecto a otras horas del día.

Podemos suponer, con visos de acertar, que la concentración nupcial de la Acúmara se debe al branquiotropismo, bajo una necesidad respiratoria acrecentada por la proximidad de las bodas. Pero en aquellos momentos las aguas frías no son las más propicias para incubar huevos de Cyprinidae, necesitados de temperaturas relativamente alta, que encuentran, en ocasiones excesiva, al ser empujados sobre la costa. Cuando el agua en pleno lago, sobre la zona de puesta, tiene 21°, 22° y hasta 23°, los huevos ensenados encuentran en muy escasa profundidad, de unos centímetros tan sólo, 26° y aun más.

Las bodas causan mortandad en los reproductores; al término de la puesta intensiva, en el mes de abril, suelen verse flotando cadáveres de Acúmaras adultas sobre el ponedero.

Dado lo muy extenso de la puesta es difícil hallar en las condiciones del medio acuático causas de la concentración de los **Chirostoma.** El Charal **(Ch. b. bartoni)** elige el ponedero en playas poco agitadas por el oleaje, donde arraiga vegetación sin exceso; en los lugares po-

blados de huevos de esa especie las aguas contenían siempre abundante Oxígeno, por encima de 5 cc. por litro y era la temperatura de 21° a 22°.

Hay indudablemente un éxodo de reproductores; el Charal frecuenta la Facies de Potamogeton abundantemente extendida por el sector Sur de Seno Ihuatzio, mientras la puesta se lleva a cabo en el sector Norte del mismo Seno. Siendo los huevos fijos, mediante filamentos capsulares, es forzoso que la hembra los deposite cuidadosamente en lugares elegidos, fecundándolos luego el macho. Aunque el **Ch. b. bartoni** no constituya una familia durante las bodas, la intimidad entre los esposos es forzosa. Ello no excluye, que realizada la puesta, enlazados los huevos entre materiales vegetales, luego fecundados por uno o varios machos, los progenitores olviden a sus descendientes, quedando huevos y crías sin cuidado alguno.

Las especies pertenecientes al género **Chirostoma** sufren extremo agotamiento al término de sus bodas. En los ponederos pudimos ver en varias ocasiones hembras de **Ch. b. bartoni** y de **Ch. g. grandocule** muertas, con sus ovarios flácidos, vacíos por la reciente puesta. Nunca encontramos machos en esas condiciones.

El **M. salmoides** que pone sobre el fondo previamente acondicionado y cuida de sus descendientes, es sobradamente conocido para que insistamos sobre sus hábitos nupciales. Cerca de la costa, en el mes de abril, aparecen los jóvenes de esa especie en grandes cantidades, midiendo de 15 a 40 milímetros; continúa su afluencia en el transcurso de mayo y comienzos de junio.

GRAN MORTANDAD DE HUEVOS DE ACUMARA.—Los huevos flotantes o en suspensión en los ponederos, arrastrados por las aguas, se aglomeran en los recovecos costeros o se extienden por las playas, invadiendo diferentes sectores según la dirección de los vientos reinantes.

Las oleadas de huevos de Acúmara llegan con espaciamiento, señalándonos cierta perioricidad en las bodas dentro de la temporada de puesta. A un lugar de la costa afluyen los huevos en las primeras fases del desarrollo, pudiendo seguir las sucesivas etapas de su embriología en el transcurso de la incubación.

Por millones, los huevos de Acúmara, empujados por las olas, quedan en seco y mueren. Perecen otros al soportar, bajo fuerte insolación, temperaturas excesivamente altas para la incubación normal. En algunos días del mes de febrero de 1941, cerca de Chupícuaro, se calculaban en un 90 por ciento los huevos muertos; por iguales fechas, en la costa de Tzintzuntzan, daba el cálculo un 22 por ciento y

en la Hacienda de Opongio un 27 por ciento. También cerca de Chupícuaro, el 28 de abril de 1941, sólo el 60 por ciento de los huevos de Acúmara se desarrollaban normalmente; el 40 por ciento estaban muertos.

El movimiento de las aguas se encarga de arrastrar los huevos muertos, que Bacterias y Protozoos vacian de contenido, disminuyendo el número en días sucesivos. En abril de 1941, al pie del Muelle número uno, en proximidad de la Estación Limnológica, la mortandad de huevos se calculaba en 90 por ciento el día 5, en un 25 por ciento el día 7 y en 20 por ciento los días 12 y 16.

DESARROLLO ONTOGENICO

Estudiado el desarrollo ontogénico de algunos peces de los mares de Europa, señalábamos la existencia de fases o etapas, que emplearemos para los representantes de la fauna ictiológica del lago de Pátzcuaro. El embrión, al nacer, puede llevar consigo parte del vitelo nutritivo y alimentarse a su costa algún tiempo; durante esa fase de **Cría** los cambios morfológicos son escasos. Consumido el vitelo, la cría pasa a ser **Larva,** pudiendo llevar vida planctónica, durante la cual sufre modificaciones importantes que permiten separar una **Prelarva,** de la **Larva** propiamente dicha y de la **Postlarva.** Faltando las modificaciones inherentes a la vida planctónica, transcurre la fase de larva sin esenciales modificaciones, entrando en la fase de **Joven.** Es crítico el momento de paso a la fase juvenil, con acompañamiento de cambios morfológicos, en ocasiones esenciales, y siempre de adquisición de una nueva librea, de nueva pigmentación que logran dar abundantes cromatóforos. El joven pigmentado, creciendo y al hacerlo acomodando las partes de su cuerpo a lo normal en la especie, desarrolla paulatinamente los órganos sexuales, que al madurar por vez primera inician la fase de **Adulto.**

En los Goodeidae forman los huevos, dentro del ovario materno, su casquete blastodérmico, se esboza y organiza el embrión, pasa la fase de cría, sigue la de larva y nace el pequeño pez en los comienzos de la fase juvenil, con la pigmentación avanzada, aunque no definitiva, y el cuerpo cubierto de escamas. Citaremos únicamente dos ejemplos. Los jóvenes recién nacidos de Chegua **(A. robustus)** miden unos veinte milímetros, tienen las escamas y los radios de las aletas; menudos cromatóforos cubren el cuerpo, más densos sobre la mancha cerebral, y tendiendo a formar manchas tanto en el lomo como en la parte ventral. Los jóvenes recién nacidos de Tiro **(N. d. diazi)** de 17 a

18 milímetros de longitud total, con escamas y aletas, pigmentan su cuerpo de puntuaciones cromáticas, que organizan, sobre los flancos, manchas distribuídas irregularmente.

La puesta de las especies del género **Chirostoma** es abundante, una hembra de Pescado blanco **(Ch. e. estor),** midiendo 365 milímetros, contenía en sus ovarios 20,000 óvulos maduros. Los óvulos de color ambarino, tienen cápsula lisa con varios largos filamentos sueltos y apelotonados o aun adheridos, en este último caso dibujando en la cápsula del óvulo figuras sinuosas; el vitelo suele tener una sola gota oleosa de gran diámetro relativo, acompañada en ocasiones de otras más menudas.

La especie que mejor conocemos en su desarrollo ontogénico, es el Charal o **Ch. b. bartoni** (F. de Buen, 1940-3) que nos servirá de ejemplo para el género **Chirostoma** del lago de Pátzcuaro.

Los huevos obtenidos por fecundación artificial o arrancados de las plantas en los ponederos, prosperan bien en aguas de pH alto, mueren en cambio en pH bajo, cuando se las baña en aguas del pozo de la Estación Limnológica. Para dar cifras recordaremos que el pH del lago oscila entre 8.6 y 8.9.

El huevo de Charal tiene de 1 a 1.1 milímetros de diámetro, su cápsula es lisa y el vitelo amplio, dejando cabida a modesto espacio perivitelino. Una gota oleosa de 0.25 a 0.30 milímetros puede acompañarse de otras más menudas o formar grupo de dimensiones varias. Aparece el casquete blastodérmico, abraza el vitelo, lo cubre totalmente y se esboza el embrión; antes de pigmentarse las cápsulas ópticas, ya formadas las óticas, el corazón desplazado hacia delante, impulsa activa circulación vitelina. Pigmentadas las cápsulas ópticas, el embrión ha crecido mucho, rebasando el extremo posterior del cuerpo la posición de la cabeza.

Nace la cría de cinco milímetros, translúcida, de sencilla organización, con abultadas cápsulas óticas y vitelo relativamente reducido. El repliegue o aleta primordial no tiene diferenciación alguna. Necesita el pequeño Charal unos ocho días para obsorber el vitelo, pasando al estado de larva; la aleta primitiva continúa sin diferenciación. Abulta el digestivo, abierto muy cerca de la cabeza y están ya formadas las mandíbulas. En el transcurso de la fase de larva se forman las aletas y se prolonga el digestivo, retrasando su antes muy avanzada posición el ano. Midiendo unos 28 milímetros, surgen los cromatóforos juveniles y se forman las escamas.

No insistiremos sobre la curiosa estructura del huevo de Acúmara, ni sobre su desarrollo embrionario, que fueron temas de un traba-

jo aparecido en estas mismas páginas (F. de Buen, 1941-2); tampoco sobre la ontogenia de la Trucha **(M. salmoides)**, sobradamente conocida a este respecto.

LA PESCA EN EL LAGO DE PATZCUARO

El centro pesquero de más importancia en el lago de Pátzcuaro es la isla de Janitzio, siguiendo Puácuaro y Ucasanástacua; tienen corto número de pescadores, Quiroga, Ihuatzio, isla Tecuena, Patambicho, isla Urandén Morales y Napízaro; es mínima la importancia pesquera de la isla de Yunuén, Ichupio, Chupícuaro, isla Urandén Carián, isla Urandén Morelos, Erongarícuaro, Tzentzénguaro, Tzurumútaro, San Jerónimo, San Bartolo, Tzintzuntzan y Cucuchucho. Todos los centros pesqueros usan como embarcaciones canoas talladas en una sola pieza sobre gruesos troncos de pino; su número asciende a unas trescientas y suelen medir de largo dos a doce metros, empleando remos con pala redonda.

Como artes de pesca se emplean en el lago de Pátzcuaro (Matsui 1936 y Zozaya 1940) redes de distinta armadura: Chinchorros, Cherémecuas y las llamadas Cucharas, Mariposas o Guarumútacuas, ya en desuso. También calan los pescadores artes de anzuelo y manejan arpones.

El Chinchorro es red de largos brazos o alas, tejido con malla de cuatro centímetros por lado del cuadrado, dotado de un modesto copo o bolsa muy espesa, con mallas de apenas un centímetro. La relinga superior lleva flotadores tallados en madera y la relinga inferior piedras. Son muy variadas las dimensiones de la red, tanto que los autores difieren al señalarlas longitud; según Matsui tienen doscientos metros, según Zozaya de cincuenta a trescientos metros, con altura de los paños de dos a diez metros.

Es corta la duración de un Chinchorro; los pescadores no los curten. Es extraordinario que no se preserven las redes en el lago de Pátzcuaro teniendo cerca la primera materia. La Estación Limnológica se ha preocupado de estudiar el curtido (M. Espinosa 1941.2) a base de aguas de cocción de corteza de Encino, ricas en tanino, árbol abundante en los montes próximos al lago.

Emplean el Chinchorro los pescadores de Pátzcuaro cercando la pesca o arrastrándolo desde tierra. Para cercar clavan una garrocha, larga de unos cinco metros, atándola un cabo, punto de partida para lanzar el arte al agua describiendo un círculo. Desde la garrocha, afianzada en el fondo fangoso, donde quedó la canoa, se jala el arte

de pesca. Para arrastrar desde tierra, reteniendo el extremo de un cabo, echan al agua la red apartándose de la costa y describiendo un semicírculo, que los lleva nuevamente a la tierra firme. Jalan tirando de los cabos, acercando las alas y recogiendo finalmente el copo.

La Cherémecua es red de malla simple según la clasificación propuesta por nosotros(F. de Buen, 1925 y 1926), armada para lograr longitudes muy variadas, las hay de sólo dos metros y se emplean hasta de 150 metros, con alturas que oscilan entre sesenta centímetros y cuatro metros. Debiendo enmallar los peces y empleándose para la captura de Charales o de Pescados blancos, la malla suele ser de cinco a treinta milímetros. Se calan las cherémecuas charaleras o las destinadas a la pesca del Pescado blanco, sobre largas varas clavadas en el fango.

La Guarumútacua es una cuchara o salabre, formada de una bolsa con bordes reforzados por una vara doblada; suele ser el diámetro de su boca de tres metros y medio. Se maneja al extremo de un largo palo, que cruza la boca de la bolsa y se afirma en sus bordes.

El aumento de la población de Trucha, o Black-bass de los norteamericanos, ha dado empleo a las artes de anzuelo; las usan los indígenas de Pátzcuaro en cañas de otate o carrizo, con cordel rematado en un anzuelo. Ceban con Acocil o con Charal, dejando flotar gran número de ellas no lejos de los placeres de plantas sumergidas, en proximidad de la Facies de Potamogeton (F. de Buen, 1941.1, figs. 2-3).

REPARTICION HETEROGENEA DE LA PESCA EN EL LAGO DE PATZCUARO.—Para conocer la distribución de los peces comestibles en el lago de Pátzcuaro y valorar su abundancia se anotaron diez pescas con Chinchorro (figura 3).

Pesca 1. Marzo 1942. En zona de Chupícuaro, largando la red a unos 150 metros de la orilla.

Pesca 2. Agosto 1942. Frente a Tzurumútaro, a 30 metros de la orilla.

Pesca 3. Agosto 1942. Frente a Tzurumútaro, a unos 600 a 700 metros de la orilla.

Pesca 4. Agosto 1942. Entre San Pedrito y el Muelle número 2, a unos 25 metros de la orilla.

Pesca 5. Agosto 1942. Frente a la Taza China.

Pesca 6. Agosto 1942. En la costa próxima a la isla de Janitzio, a unos 10 metros de la orilla.

Pesca 7. Agosto 1942. En la isla de Janitzio, a unos 15 metros de la orilla, frente a la isla de Jarácuaro.

Pesca 8. Agosto 1942. En la costa de Ihuatzio.

Pesca 9. Agosto 1942. En la costa de Ihuatzio.

Pesca 10. Agosto 1942. En la costa de Ihuatzio.

Las especies perseguidas, que se cotizan en los mercados de consumo, Acúmara, Trucha, Pescado blanco, Chacuami y Charal, se distribuyen heterogéneamente en el lago.

La Acúmara abunda en Seno Quiroga, poblando con escasez la costa Sur de Seno Ihuatzio.

Fig. 3.—El lago de Pátzcuaro con la situación de diez pescas con red Chinchorro.

Las diez pescas capturaron individuos de esa especie en la proporción siguiente:

Pesca 1. El 50 por ciento de las capturas.

Pesca 4. El 0.4 por ciento de las capturas, ejemplares de 120 milímetros.

Pesca 5. El 0.4 por ciento de las capturas, ejemplares de 70 a 80 milímetros.

Pescas 2, 3, 6, 7, 8, 9 y 10, ninguna Acúmara.

La Trucha se reparte por casi todo el lago, abundando más en Seno Ihuatzio y en él sobre el fondo de la costa Sur:

Pesca 1. El 10 por ciento de las capturas.

Pesca 2. El 79.2 por ciento, preferentemente ejemplares de 80 a 191 milímetros.

Pesca 3. El 2.9 por ciento, ejemplares de 80 a 250 milímetros.

Pesca 4. El 1.9 por ciento, ejemplares de 150 a 180 milímetros.

Pesca 8. El 0.1 por ciento, ejemplares de 80 milímetros.

Pesca 10. El 2.6 por ciento, ejemplares de 90 a 120 milímetros.

Pescas 5, 6, 7 y 9, ninguna Trucha.

En la estadística pesquera no se separaron entre sí las tres especies de **Chirostoma** que viven en el lago de Pátzcuaro; pero a pesar de ello, teniendo en cuenta la diferencia de tallas, podemos tener idea de su distribución. En las diez pescas con Chinchorro hay dominio de la especie más pequeña, del Charal **(Ch. b. bartoni)**, que abunda en Seno Ihuatzio y proximidades de la isla de Janitzio, siendo más escaso en Seno Quiroga:

Pesca 1. El 40 por ciento. De **Ch. b. bartoni** el 35 por ciento, de **Ch. g. grandocule** y **Ch. e. estor** sólo el 5 por ciento.

Pesca 2. El 20 por ciento. Ejemplares de 30 a 65 milímetros.

Pesca 3. El 97.1 por ciento. Ejemplares de 25 a 45 milímetros (41.6 por ciento) y de 50-70 milímetros (55.5 por ciento).

Pesca. 4. El 94.8 por ciento. Ejemplares de menos de 25 milímetros (24.2 por ciento) y de 25-52 milímetros (72.6) por ciento).

Pesca 5. El 99.4 por ciento. Ejemplares de menos de 25 milímetros (44.4 por ciento) y de 25-45 milímetros (55.4 por ciento).

Pesca 6. El 100 por ciento. Ejemplares de menos de 25 milímetros (30.5 por ciento), de 25-50 milímetros (61 por ciento), de 50-75 milímetros (4.1 por ciento), de 80-120 milímetros (1.2 por ciento), de 155-180 milímetros (2.4 por ciento) y de 200-220 milímetros (0.8 por ciento).

Pesca 7. El 100 por ciento. Ejemplares de 20-50 milímetros (69.9 por ciento), de 55-85 milímetros (17.5 por ciento), de 100-135 milímetros (12.3 por ciento) y de 150-180 milímetros (0.3 por ciento).

Pesca 8. El 99.9 por ciento. Ejemplares de 20-50 milímetros (33.3 por ciento) y de 50-80 milímetros (66.6 por ciento).

Pesca 9. El 100 por ciento. Ejemplares de 20-50 milímetros (66.7 por ciento) y de 50-120 milímetros (33.3 por ciento).

Pesca 10. El 97.3 por ciento. Ejemplares de 10-50 milímetros (56.8 por ciento) y de 50-100 milímetros (40.5 por ciento).

En una sola pesca (Pesca número 4) se capturaron ejemplares de **S. l. lermae** de 30 milímetros, en cantidad de 0.8 por ciento de la pesca total. Precisamente no lejos de Aranjuez, donde se capturan los individuos de esa especie, acompañados de **A. vivipara**, para poblar los acuarios de la Estación Limnológica.

CONSUMO Y VALOR ALIMENTICIO.—El Pescado blanco se destina principalmente al consumo local, en cambio la Trucha **(M. salmoides)** se exporta por ferrocarril en buenas cantidades, frigorificándolo entre hielo machacado y acondicionándolo en cajas de madera. La Acúmara, generalmente asada, se vende en los mercados locales. Charal y Chacuami se destinan preferentemente a preparaciones en seco, exponiéndolos a la intemperie extendidos en el suelo; para secar tiene más aprecio el Chacuami **(Ch. g. grandocule)** por ser más musculoso que el Charal.

Para conocer el valor alimenticio del Pescado blanco se hicieron buen número de análisis (M. Espinosa, 1941) en el laboratorio de Química de la Estación Limnológica de Pátzcuaro. Valorando en calorías, la parte más rica del Pescado blanco son sus vísceras (261.4 calorías en 100 gramos), correspondiendo al hígado 210.2 y a los ovarios 103.5; es más pobre la carne (82.5 calorías) y más aun la cabeza con el esqueleto vertebral (65.4 calorías por cien gramos).

La riqueza en fosfatos, en el mismo Pescado blanco, dá el mayor porcentaje en el hígado (1.62 por ciento), luego en los ovarios (1.50 por ciento), en las vísceras totales (1.41 por ciento), y es la más pobre la carne sin espinas (0.62 por ciento). En Prótidos proporciona la carne 19.32 por ciento, los ovarios 17.71 por ciento, el hígado 17 por ciento, las vísceras en total 16.84 por ciento y la cabeza con el esqueleto vertebral 13.79 por ciento.

Aunque el porcentaje de grasas cambia con el estado sexual y no puede valorarse sin abarcar el ciclo completo de un año, los valores obtenidos por el análisis de Pescados blancos nos permiten señalar las partes del cuerpo más ricas en lípidos. Las vísceras, en conjunto, dan 21.66 por ciento, y el hígado sólo 15.80 por ciento, regiones donde se almacenan principalmente las substancias grasas; son más pobres los ovarios (3.63 por ciento), la cabeza con la columna vertebral (1.14 por ciento) y las carnes (0.59 por ciento).

Interesaba conocer el valor, como alimento, de las aguas de cocción de la parte ósea y de las vísceras del Pescado blanco ya que en la localidad se destinan a la preparación de diversos caldos. La cabe-

za, con el esqueleto vertebral, cede al agua hirviendo 0.40 por ciento de fosfatos, 9.77 por ciento de prótidos y 0.52 por ciento de lípidos, con valor de 43.7 calorías por cada cien gramos de materia. El agua donde se cocieron las vísceras contenía 0.80 por ciento de fosfatos, 14.42 por ciento de prótidos y 1.71 por ciento de lípidos, en calorías 73 por cada cien gramos de materia.

El Acocil **(Cambarellus)** que sirve de alimento al Pescado blanco y a la Trucha, contiene: 78.5 de humedad, 12.62 de prótidos, 5.6 de cenizas, 0.23 de fosfatos y 2.14 de lípidos, dando los valores por ciento.

La Trucha **(M. salmoides)** comparada con el Pescado blanco, tiene en sus carnes menor cantidad de prótidos y más alto porcentaje de lípidos, en vista de los análisis llevados a cabo por el Instituto de Biología de México (Prospecto Biológico, 1940.9).

LA PISCICULTURA CON ESPECIES DEL LAGO DE PATZCUARO

Matsui y Yamashita (1936) aconsejaban el cultivo del Pescado blanco como medio de aumentar el número de individuos en el lago de Pátzcuaro y compensar, de paso, la supuesta destrucción de esa especie por la aclimatación de la Trucha, el Black-bass de los norteamericanos. No conocían los dos autores japoneses las costumbres del **Ch. e. estor,** ni aun habían clasificado debidamente las especies patzcuarenses del género **Chirostoma**; tampoco conocían el huevo del pescado blanco, ni sus crías, ni las fases de su desarrollo ontogénico; en estas condiciones, es extraordinario el consejo de Matsui y Yamashita.

El Pescado blanco, inquieto, de movimeintos bruscos, adquiriendo gran talla, necesita un amplio encierro para mantenerse hasta la madurez y durante sus bodas. Cierto que la fecundación artificial se ha logrado, y los reproductores pueden obtenerse del lago, pero en este caso, la incubación y la cría tienen inconvenientes de índole económica; los gastos que ocasionarían las instalaciones no compensarían los beneficios aportados al soltar peces en el lago. Por otra parte, es de tener muy en cuenta la competencia alimenticia entre las especies, que conduce a la repartición forzosa de los recursos alimenticios del lago, no logrando acrecentar el número de Pescados blancos con la aportación de sus crías, larvas o jóvenes, sin poner a su disposición mayor cuantía de presas.

En el caso del Pescado blanco, la Piscicultura no parece solucionar su mayor prosperidad, que se lograría indirectamente, ya seña-

lando vedas de talla y prohibiendo el empleo de redes con mallas demasiado angostas, o aumentando el alimento mediante la cría artificial del Charal o del Acocil.

Puede aplicarse la Piscicultura intensiva al Charal. Se retienen bien los adultos en amplios estanques, realizando en el encierro las bodas, depositando la puesta y dando nacimiento a crías, transformadas posteriormente en larvas y jóvenes. El Chacuami o **Ch. g. grandocule** puede igualmente mantenerse en cautividad.

Los huevos de Charal pueden recogerse en los ponederos, pero en tal caso es necesario limpiarlos de sus molestos acompañantes, Anfípidos, Planarias e Hirudíneos. Ello puede lograrse manteniendo a los huevos bajo la presión de una fuerte corriente de agua, donde se desprenden pronto y son arrastrados los Anfípodos, luego las Planarias y finalmente los más perjudiciales compañeros, las Sanguijuelas, van cayendo en el fondo del recipiente.

Como todas las especies del lago de Pátzcuaro pertenecientes al género **Chirostoma,** el **Ch. b. bartoni** tiene huevos dotados de largos filamentos capsulares, que al enlazarse forman complejas marañas difíciles de desenredar, dificultando y aun impidiendo la oxigenación de los huevos colocados en el centro de la madeja. Por esta causa no se ha logrado el desarrollo abundante del Charal en los estanques de la Estación Limnológica de Pátzcuaro. Es necesario, para evitar la gran mortandad de huevos, someterlos a continua corriente de agua, limpia y con elevado pH, a presión suficiente para, agitándolos, llevar hasta el centro de las masas apelotonadas el oxígeno disuelto.

Los conocimientos de la Ciprinicultura, con ligeras variantes, son aplicables a la Acúmara, pero puede acudirse, en el caso de esta especie, a la recolección de grandes cantidades de huevos ensenados en la costa y evitar, incubándolos, su elevada mortandad. Las crías obtenidas, o mejor larvas y jovenzuelos, pudieran lanzarse al lago de Pátzcuaro y acrecentar el número de individuos, bajo poca competencia en la repartición del alimento con otras especies.

El lago de Zirahuén, con fauna ictiológica muy parecida a la del lago de Pátzcuaro, no tiene Acúmaras, que pudieran proporcionársele llevando crecido número de huevos.

ACLIMATACION DE PECES EXOTICOS

Se creó la Estación Limnológica de Pátzcuaro bajo la preocupación de que un pez importado y aclimatado en el lago, el **M. salmoides,** fuera la causa de la merma y aun la desaparición del Pescado blanco

(M. A. de Quevedo, 1936). Para buscar solución al problema se acudió a los dos expertos japoneses Matsui y Yamashita, quienes con buen acuerdo desecharon la imposible empresa de exterminar totalmente al Black-bass (1936). proponiendo en cambio la pesca intensiva como medio de aminorar el número de individuos. Matsui y Yamashita creían oportuna la introducción en el lago de Pátzcuaro de Carpas, **Tinca vulgaris, Perca flavescens, Alosa sapidissima** o la Anguila de América.

En diferentes ocasiones he abogado por la Ciprinicultura en Pátzcuaro, a mi juicio poco perjudicial y de resultados excelentes, teniendo en cuenta los hábitos de la Carpa y las posibilidades de cultivarla en modestas colecciones de agua. Para ello sería necesario elegir una raza seleccionada y evitar el hibridaje con especies próximas o con individuos no seleccionados de la misma especie.

En todos los casos, antes de introducir una especie exótica en el lago de Pátzcuaro, debe procederse a un minucioso estudio, aquilatando ventajas e inconvenientes. Es muy aventurada la aclimatación de un nuevo pez, que por fuerza encajará en el ciclo alimenticio, devorando o desplazando a otras especies. En el caso de la Trucha **(M. salmoides)**, por suerte reparte el alimento con el Pescado blanco, y aun siendo más voraz, queda compensado por la pesca (F. de Buen, 1941.1) cada vez más intensa, a tenor de la progresiva demanda para la venta.

A la Trucha hay que achacar la casi total desaparición, en el lago de Pátzcuaro, de los peces más menudos. Los Goodeidae antes tan abundantes, hoy escasean; es necesario buscarlos en zonas a donde aun no llegó el **M. salmoides.** Las inmediaciones de Aranjuez y un pequeño estanque del valle de Chapultepec, quedan como reliquia de la abundancia pasada de esas especies vivíparas de la familia Goodeidae.

La Trucha no sólo ha devorado, hasta esquilmarlas, a **G. luitpoldi,** a **S. l. lermae,** a **N. d. diazi,** a **A. robusta** y **A. vivipara;** hemos de achacarla la casi total desaparición de un interesante Ambystomidae, el Achoque o **Bathysiredon dumerili.**

Del efecto, en ocasiones desastroso, que causa la introducción del **M. salmoides,** es buen ejemplo la laguna de Tacámbaro, que visitamos en el mes de diciembre de 1941; habitada entonces sólo por esa especie exótica y con la más extremada pobreza de toda clase de animales acuáticos. También puede citarse el caso de la laguna de Camécuaro, donde campea por sus respetos la Trucha, luego de haber agotado todos los peces de las zonas profundas, hoy representadas

por escasos ejemplares recluídos en ojos de agua o pequeños estanques marginales.

Nos puede servir de ejemplo de lo acontecido en la laguna de Tacámbaro la introducción en España de la **Gambusia holbrooki** (F. y S. de Buen, 1922) como pez larvífago, útil en la lucha antimalárica. Las charcas pobladas por esa especie aclimatada en Europa por nosotros, se llenaban prontamente de Gambusias, en tal abundancia que agotando totalmente el alimento, entre él las larvas de mosquitos, perseguían y devoraban despiadamente a la propia descendencia. Una vez terminadas las formas juveniles, las hembras de más talla atacaban a los machos más débiles, terminando fatalmente con la población en pleno (F. de Buen, 1929). Era forzosa la nueva repoblación de Gambusias para proseguir, en las charcas, la destrucción de larvas de mosquitos nacidas de nuevas puestas.

BIBLIOGRAFIA

BARKER, H. A.—1935.—Photosynthesis in diatoms.—Archiv. f. Mikrobiologie, VI, pp. 141-156.

BREHM, V.—1942.—Plancton del lago de Pátzcuaro.—Revista Soc. Mex. Hist. Nat., III, núms. 1-4, pp. 81-83.

BUEN, FERNANDO DE.—1925.—La pesca.—Bol. de Pescas, abril-mayo. Madrid.

———1926.—A pescá.—A Voz do Mar, Brazil. 1925-1926.

———1929.—La invasión en nuestras aguas dulces por las Gambusias (**Gambusia holbrooki** Grd.)—Rev. de Biol. Forestal y Limnológica, Serie A. 1. Madrid.

———1934.—Resultados de la primera campaña biológica a bordo del Xauen en aguas de Mallorca (abril 1933).—Trabajos, No. 6, Inst. Esp. de Oceanografía, pp. 7-72.

———1937.—Clupéidés el leur péche. Cinquiéme note. La Sardine.—Rapport et procés-verbaux des reunions. Comm. inter. pour l'explorat. scient. de la Mer Mediterranée, X, pp. 317-419.

———1940.—1. Primeros trabajos realizados por la Estación Limnológica de Pátzcuaro sobre alimento de los peces.—Informes Est. Limn. de Pátzcuaro, IX, pp. 1-13.

———1940.—2. Métodos de investigación planctónica seguidos en la Estación Limnológica de Pátzcuaro y primeros trabajos.—Informes Est. Limn. de Pátzcuaro, IV, pp. 1-11.

———1940.—3. Huevos, crías, larvas y jóvenes de **Chirostoma** del lago de Pátzcuaro.—Trabajos Est. Limn. de Pátzcuaro, III, pp. 1-14.

———1941.—1. El **Micropterus (Huro) salmoides** y los resultados de su aclimatación en el lago de Pátzcuaro.—Revista Soc. Mex. Hist. Nat., II, núm. 1, pp. 68-79.

———1941.—2. Fases ontogénicas de la Acúmara (**Algansea lacustris** Steind.) del lago de Pátzcuaro.—An. Inst. Biol. Mex., XII, núm. 1, pp. 345-354.

———1941.—3. El lago de Pátzcuaro. Recientes estudios limnológicos.—Rev. de Geografía, Inst. Panam. de Geograf. e Hist., I, núm. 1, pp. 20-44.

———1943.—Los lagos michoacanos. I. Caracteres generales. El lago de Zirahuen.—Revista Soc. Mex. Hist. Nat., IV, núms. 3-4, pp. 211-232.

———1944.—Los lagos michoacanos. II. Pátzcuaro.—Revista Soc. Mex. Hist. Nat., (en prensa).

BUEN, FERNANDO y SADI DE BUEN.—1922.—Adaptación en España de la **Gambusia affinis.**—Arch. del Inst. Nac. de Higiene, IV, pp. 78-82.

———1922.—Note sull' acclimatazione della **Gambusia affinis.**—Annali d'Igiene, anno XXXII, fasc. 4.

EMERSON, R. y L. GREEN.—1934.—Manometric measurements of photosynthesis in the marine alga Gigartina.—Jour. Gen. Physiol., XVII, pp. 817-842.

ESPINOSA, MANUEL.—1941.—1. Estudio bromatológico del Pescado blanco (**Chirostoma estor** Jordan).—Invest. Est. Limn. Pátzcuaro, VIII, pp. 1-8.

———1941.—2. Preservación de las redes de pesca por el tanino, usando corteza de Encino.—Invest. Est. Limn. Pátzcuaro, IX, pp. 1-4.

HUBBS, CARL L. y C. L. TURNER.—1939.—Studies of the fishes of the Order Cyprinodontes. XVI. A revision of the Goodeidae.—Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich., no. 42, pp. 1-80.

MANNING, W., C. JUDAY y MICHAEL WOLF.—1938.—Photosynthesis in Aquatic Plants at different depths in trout lake, Wisconsin.—Trans. Wisc. Acad. Sci., Arts and Let., Vol. XXXI, pp. 377-410.

MARSHALL, S. M. y A. P. ORR.—1928.—The photosyntehsis of diatom cultures in the sea.—Jour. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom., N. S. XV, pp. 321-360.

MATSUI, YASHIICHI.—1936.—Informe sobre el problema de la pesca en Pátzcuaro.—Bol. Depart. Forest y de Caza y Pesca, Año I, núm. 4, p. 177.

MATSUI, YASHIICHI y TOSHIE YAMASHITA.—1936.—Bol. Depart. Forest. y de Caza y Pesca, Año I, núm. 3, p. 166.

MENDOZA, GUILLERMO.—1937.—Structural and vascular changes accompanying resorption of the proctodaeal processes after birth in the embryos of the Goodeidae.—J. Morph. Vol. 61, pp. 95-125.

OSORIO TAFALL, B F.—1941.—1. Materiales para el estudio del Microplancton del lago de Pátzcuaro (México). I. Generalidades y Fitoplancton.—Anales Esc. Nac. Cien. Biológ. Vol. II, núms. 2-3, pp. 331-384.

———1941.—2. Polimorfismo y epifitismo en diatomáceas planctónicas de Pátzcuaro.—Revista Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. II, nos. 2-3, pp. 137-146.

———1942.—Rotíferos planctónicos de México.—Revista Soc. Mex. Hist. Nat., vol. III, nos. 1-4, pp. 23-79.

JORDAN, DAVID STARR y CARL LEAVITT HUBBS.—1919.—Studies in Ichthyology. A Monographic Review of the Family of Atherinidae or Silversides.—Leland Stanf. Jun. Univer. Publ. Univer. series, pp. 1-87.

OCHOTERENA, ISAAC, IGNACIO ANCONA, MARIA AGUSTINA BATALLA, EDUARDO CABALLERO Y C., CARLOS C. HOFFMAN, ROBERTO LLAMAS, RAFAEL MAR-

TIN DEL CAMPO, ENRIQUE RIOJA, JUAN ROCA, AMELIA SAMANO, CRISOFORO VEGA y FRANCISCO VILLAGRAN.—1940.—1. Observaciones acerca del plancton del lago de Pátzcuaro, pp. 417-425; 2. Botánica del lagò de Pátzcuaro y sus riberas, pp. 427.442; 3. Esponjas, Hidrozoarios y Briozoos del lago de Pátzcuaro, pp. 443-448; 4.—Sanguijuelas del lago de Pátzcuaro y descripción de una nueva especie, **Illinobdella patzcuarensis**, pp. 449-464; 5. Nota acerca de los mosquitos del lago de Pátzcuaro, pp. 465-467; 6. Nota acerca de los Crustáceos del lago de Pátzcuaro, pp. 469-475; 7. Nota de los Moluscos del lago de Pátzcuaro y regiones vecinas, pp. 477-479; 8. Los Vertebrados de Pátzcuaro, pp. 481-492; 9. Estudio bromatológico de los peces de Pátzcuaro, pp. 493-499; 10. Análisis químico de las aguas del lago de Pátzcuaro, pp. 501-502; 11. Bibliografía analítica de los trabajos publicados acerca del lago de Pátzcuaro, pp. 503-513.—Prospecto Biológico del lago de Pátzcuaro.—An. Inst. Biol. Méx., XIV, 2.

QUEVEDO, MIGUEL A. DE.—1936.—Informe del C. Jefe del Departamento sobre la explotación de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén.—Bol. Depart. Forest. y de Caza y Pesca, Año I, núm. 3, p. 161.

REGAN, C. TATE.—1908.—Pisces.—Biologia Centrali-Americana, 1906-1908, pp. I-XXXII y 1-203.

SCHOMER, H. A. y C. JUDAY.—Photosynthesis of algae at different depths in some lakes of northeastern Wisconsin.—Trans. Wis. Acad. Sci., Arts and Let, XXIX, pp. 173-193.

TURNER, C. L.—1933.—Viviparity superimposed upon ovi-viviparity in the Goodeidae, a family of Cyprinodont teleost fishes of the Mexican Plateau.—J. Morph., vol. 55, pp. 207-251.

———1937.—The trophotaeniae cf the Goodeidae, a family of viviparous Cyprinodont fishes.—J. Morph., vol. 61, no. 3, pp. 495-523.

———1940.—Superfetation in viviparous Cyprinodont fishes.—Copeia, 2, pp. 88-91.

———1940.—Pericardial sac, trophotaeniae, and alimentary tract in embryos of Goodeaidae fishes.—J. Morph., vol. 67, no. 2, pp. 271-289.

UENO, MASUZO.—1939.—Zooplankton cf Lago de Pátzcuaro, México.—Annotationnes Zool. Japon, vol. 18, núm. 2, p. 105.

VILLALOBOS, ALEJANDRO.—1943.—Estudio de los Camparinos mexicanos. I. Observaciones sobre **Cambarus montezumae** (Sanssure) y algunas de sus formas con descripción de una subespecie nueva.—An. Inst. Biol. Méx., XIV, núm. 2, pp. 587-611.

XIRAU, JUAN.—1941.—Nota sobre el ciclo del Na Cl (Cl) en el **Chirostoma estor** del lalago de Pátzcuaro.—Investig. Est. Limn. Pátzcuaro, núm. 4, pp. 1-3.

ZOZAYA, MANUEL.—1940.—Notas sobre pesca en el lago de Pátzcuaro.—Informes. núm. 7, anexo I., Est. Limn. de Pátzcuaro.