ENSAYO ECOLOGICO SOBRE EL LIMNOBIO DE LERMA Y SUS ALREDEDORES

Por ENRIQUE RIOJA y
TEÓFILO HERRERA S.,
del Instituto de Biología.

Muy pocos han sido los estudios dedicados a los seres que habitan las ciénagas y lagunas cercanas a la población de Lerma, situada sobre la carretera México-Toluca, a unos cuantos kilómetros de esta última ciudad; otras regiones en cambio, por ejemplo la de Xochimilco, la de Texcoco, etc., han sido estudiadas con cierta amplitud, cuando menos en algunos aspectos; sin embargo, un estudio ecológico completo como el que se intenta hacer en este ensayo, no ha sido realizado en ninguna de las regiones mencionadas; claro está que en esta clase de trabajo deben intervenir especialistas de las distintas ciencias auxiliares de la Biología y de los distintos grupos taxonómicos de la Botánica y de la Zoología. Por esta razón en el presente ensayo, tenemos como principal objetivo despertar el interés por este tipo de estudios que tratan de reconstruir la vida y su dinamismo en los distintos ambientes, en relación con la situación geográfica de los últimos y con los factores ecológicos que los caracterizan. Por tratarse de un trabajo de índole ecológica solamente se mencionan aquellos seres que definen o que forman parte de las asociaciones más sobresalientes o representativas de la región, aquellas que caracterizan los *biotopos* desde el punto de vista ecológico, aunque en ocasiones se citen especies subordinadas que son frecuentes o interesantes por alguna razón.

No queremos iniciar el presente trabajo sin manifestar antes nuestro agradecimiento al doctor Manuel Ruiz Oronoz, a quien debemos

gran parte de las fotografías que ilustran la vegetación de la zona: al señor Javier Sivilla por haber logrado las microfotografías aquí presentadas; a las señoritas Q. F. B. Rosa María Salas F. y Guadalupe Vázquez Gil, del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, por haber hecho el análisis físicoquímico del agua propia de la región: a la señora M. en C. Helia Bravo Hollis y a la señorita M. en C. Débora Ramírez Cantú, que determinaron algunas especies de Fanerógamas; al doctor Eduardo Caballero, quien determinó las sanguijuelas que mencionamos en el trabajo: a la señorita doctora Amelia Sámano Bishop, quien nos facilitó alguna bibliografía correspondiente a ciertos grupos de algas; al señor M. en C. Rafael Martín del Campo y al Biól. Francisco Carranza por habernos indicado las especies de vertebrados que hay en Lerma; a la señorita Berta de Buen, quien determinó las arañas citadas en el texto, y al señor profesor Ignacio Ancona por haber clasificado los moluscos gasterópodos que aquí mencionamos.

DATOS GEOGRAFICOS Y DE AMBIENTE

La región estudiada comprende las ciénagas, lagunas y canales que rodean a la población de Lerma, así como a los pueblos vecinos de San Mateo Atenco y Tultepec.

Altura sobre el nivel del mar: 2,573 m.

Situación de la población de Lerma: carretera México-Toluca, a 59 Km. de la ciudad de México.

Temperatura de las aguas: 14-17.5°C.

Profundidad del agua: los canales y lagunas son poco profundos; las últimas no pasan de 3 m. y los canales de 1-2 m. El fondo de ambos está cubierto de una capa de fango que puede pasar de 0.5 m.

COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA

Las muestras fueron tomadas de las lagunas más extensas, y los resultados se expresan en partes por millón.

Turbiedad, en escala de silice:	8	Normas:	10
Color, en escala de cobalto:	40		20
pH	6.5-7.3		6.8-7.5
Calcio, en $CaCO_3$	45		514
Dureza total, en $CaCO_3$	59		300
Alcalinidad total, en $CaCO_3$	80		250
Sulfatos, en $SO_4^=$	0		250
Cloruros, en Cl^-	8		250
Silice, en SiO_2	18		
Fierro, en Fe	0.9		0.30
Nitritos, en N	0.015		0.00
Nitratos, en N	0.05		5.00
Amoniaco, en N	0.60		0.50
Sólidos totales	164		500

DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES EXISTENTES EN LA REGION

El *Ecophytetum* o conjunto de vegetales que viven en el medio telúrico, corresponde a tres modalidades diferentes en esta región: *Limnophytia* o conjunto de vegetales francamente acuáticos, *Hygrophytia* o conjunto de vegetales del litoral, es decir, aquellos que viven entre el *Limnobio* y el *Geobio*, y por último la *Subhygrophytia* o vegetación que se forma en las praderas húmedas o anegadas.

El *Ecophytetum*, desde otro punto de vista, puede dividirse también en *Proteretum* e *Hysteretum*. El primero está representado por aquellos vegetales de tipo primitivo (Criptógamas) que en este caso son los que constituyen el plancton y el microbentos, así como Hepáticas, Musgos, Hongos y Líquenes propios de la *Subhygrophytia*. El segundo está constituído por la vegetación de tipo superior (Fanerógamas).

El *Proteretum* puede tener los siguientes aspectos: 1º *Saprophytetum* o conjunto de vegetales que llevan una vida saprofítica (bacterias y hongos); 2º *Biophytetum* o conjunto de vegetales que viven sobre otras plantas o sobre animales: presenta dos modalidades: A) *Epiphytetum* o conjunto de plantas que viven en la parte exterior de los organismos sin relación simbiótica ni parasitaria, como algunas Diatomeas y Clorofíceas; B) *Endophytetum* o conjunto de vegetales que viven dentro de otro organismo: puede ser: a) *Isobiophytetum*, cuando las plantas viven asociadas en simbiosis entre sí o con los animales, por ejemplo

las algas del género *Chlorella* que viven dentro de *Chlorohydra viridissima* y de *Stentor viridis*, b) *Endobiophytetum*, representado por los vegetales parásitos (algunas bacterias y hongos). 3º *Autotrofophytetum* o conjunto de Criptógamas autotrofas (algas y algunas bacterias).

El *Hysteretum* en esta región puede presentar las siguientes modalidades: 1ª *Biophytetum* (*Epiphytetum*), constituído por algunas orquídeas (*Habenaria* y *Spiranthes*) que viven sobre otros vegetales acuáticos como el tamborcillo o lirio de agua (*Eichhornia crassipes*) y *Utricularia vulgaris*, en los que encuentran apoyo y soporte. 2ª *Herbetum*, representado por los vegetales herbáceos sumergidos que constituyen el bentos profundo (*Potamogeton, Utricularia vulgaris, Ceratophyllum demersum*), por los flotantes, que forman parte del plancton (*Limnobium stoloniferum, Eichhornia crassipes, Lemna*, etc.), o por los helofitos parcialmente emergidos (*Scirpus lacustris, Scirpus pungens, Tipha latifolia, Juncus, effusus, Sparganium*, etc.), que forman parte del bentos litoral. 3ª *Graminetum*, representado por las Gramíneas que invaden la pradera anegada o húmeda y los linderos de las lagunas y canales, emergiendo parcialmente del agua (*Avena sativa, Poa annua, Sporobolus indicus, Cynodon dactylon, Panicum holciforme, Leersia hexandra*). 4ª *Graminoidetum*, que invade las mismas zonas que la formación anterior y está representado por la asociación de Gramíneas y Ciperáceas que forman parte del bentos litoral (*Scirpus lacustris, Panicum holciforme, Leersia hexandra*). 5ª *Lignetum*, representado por árboles higrófilos que se distribuyen en las orillas de los canales o que están muy irregularmente repartidos en los islotes de las lagunas o en la pradera (*Salix*).

Cada una de estas formaciones vegetales está relacionada con zoomas o agrupaciones animales características; por ejemplo, el *Proteretum*, constituído por el fitoplancton, está íntimamente relacionado con el zooplancton o conjunto de animales que habitan el medio acuático, independientes del fondo sobre el que descansa la masa de agua (protozoarios, platelmintos, rotíferos, insectos, etc.), que está en íntima dependencia trófica con aquél. En las distintas modalidades del *Hysteretum* también hay asociaciones peculiares que viven sobre plantas sumergidas, flotantes y helofitas en forma epifita (protozoarios, hidras, turbelarios, briozoarios, hirudíneos, moluscos, artrópodos), y en las partes aéreas de las últimas algunos insectos (Afídidos) que parasitan las palmas (*Sparganium*); en la pradera viven batracios (*Hyla eximia*),

reptiles (*Sceloporus scalaris*), diversas aves (Túrdidos, Fringilidos), y mamíferos roedores comunes.

BIOCENOSIS MAS IMPORTANTES

Formación planctónica.—En el plancton fueron encontrados los siguientes géneros: *Arcella, Difflugia, Chilomonas, Lionotus, Stentor, Dileptus, Frontonia, Colpidium, Paramecium, Lacrymaria, Wahlkampfia, Amoeba, Oxytricha, Stylonichia, Halteria, Urocentrum, Glaucoma, Spirostomum, Peranema, Euplotes, Euglena, Trachelomonas, Oscillatoria, Spirulina, Arthrospira* (fig. 1), *Anabaena, Lyngbia, Cylindros-*

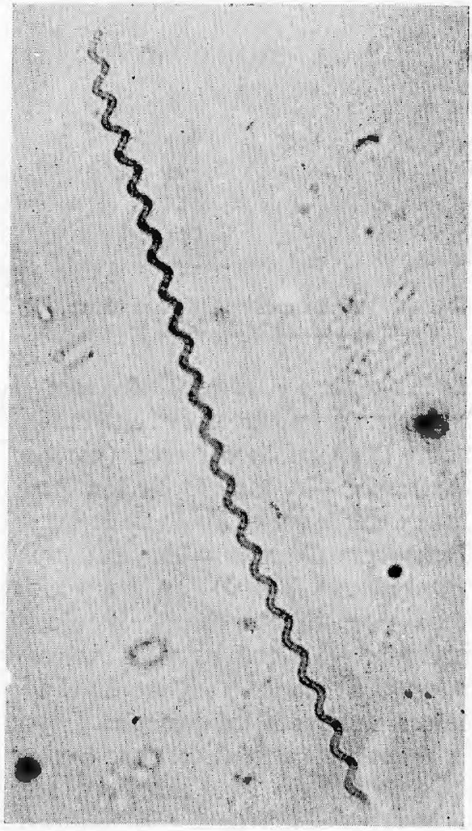


Fig. 1. *Arthrospira Jenneri*

permum, Cylindrocapsa, Gloeocapsa, Desmidium, Cosmarium, Staurastrum, Trochiscia, Mougeotia, Kirchneriella, Selenastrum, Scenedesmus, Chlamydomonas, Volvox, Chlorella, Merismopedia, Brachionus, Triarthra, Microdina, Philodina, Scaridium, Chaetonotus, Melosira, Amphora, Cymbella, Synedra, Pinnularia, Navicula, Cocconeis, Gomphonema, Gomphoneis, Cocconema, Fragillaria, Phacus, Euastrum, Micrasterias, Cypris, Gammarus, Draparnaldia, Dimorphococcus, Closterium, Netrium, Ankistrodesmus, Xanthidium, Coelastrum, Pediastrum (fig. 2), *Lemna, Wolffia, Azolla.*

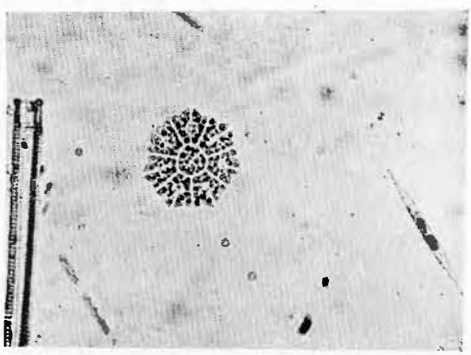


Fig. 2. *Pediastrum Ehrenbergii* al centro, *Navicula* sp. arriba y *Synedra ulna* abajo

Las arañas de los géneros *Pirata* y *Dolomedes*, patinan en el agua y forman parte de los seres del plancton con esta modalidad en su habitat de vivir por arriba de la superficie del agua (*neuston*).

Formación bentónica.—A esta formación pertenecen las asociaciones de plantas que arraigan en el fondo de la laguna o de los canales (*Potamogeton, Utricularia, Ceratophyllum, Myriophyllum, Sagittaria, Scirpus, Juncus, Sparganium, Tipha*), así como aquellos animales que dependen del mismo o viven fijos en él, por ejemplo algunos oligoquetos (*Tubifex*). Las planarias (*Euplanaria*) y los moluscos correspondientes a los géneros *Anodonta, Helisoma (=Planorbis), Limnaea, Succinea* y *Physa*, son bentónicos, aunque a los caracoles a veces se les encuentra deslizándose por la película superficial del agua o sobre las plantas acuáticas. El acocil (*Cambarellus*), los coleópteros acuáticos (Ditíscidos Hidrofílidos), los peces (*Chirostoma, Lermichthys, Aztecula*) y el ajolote (*Siredon*) pertenecen a esta formación.

Asociación de Limnobium (a veces de *Limnobium-Nasturtium*).— Entre las hojas de los vegetales que forman esta asociación (*L. stoloniferum, N. officinale* y *N. palustre*) se encuentran: *Gammarus, Physa mexicana, Limnaea stagnicola, Helisoma tenue (=Planorbis tenuis), Spirogyra, Paramecium, Cocconeis, Brachionus, Oxytricha, Navicula, Gomphonema* y furcocercarias de tremátodos (Esquistosómidos) probablemente de especies que parasitan a los patos y otras aves acuáticas; *Chlorohydra viridissima* es muy abundante sobre las raíces de *Limnobium*; también pueden encontrarse entremezcladas algunas especies de otras asociaciones (*Lemna, Wolffia, Azolla, Marsilia quadrifolia*).

Asociación Potamogeton-Spirogyra.—Es frecuente ver el *Potamogeton (P. pectinatus, P. foliosus, P. angustissimus, P. lucens)* cubierto con mechones finos y de color verde claro constituídos por *Spirogyra* y *Mougeotia* en los canales amplios o en las lagunas; encontramos en esta asociación las formas descritas antes para la asociación anterior, pero son más frecuentes: *Gomphonema, Navicula, Oxytricha, Brachionus, Cocconeis* y *Synedra ulna*.

Asociación Wolffia-Lemna-Azolla-Spirodela.—Se encuentra sobre todo en los canales estrechos (*W. gladiata, W. lingulata, W. columbiana, L. trisulca, L. gibba, L. valdiviana, A. caroliniana, S. polyrrhiza*), siendo comunes en ella: *Dileptus anser, Chilomonas paramecium, Paramecium caudatum, P. aurelia, Lionotus, Lacrymaria, Gammarus, Daphnia, Cyclops, Coleps, Nostoc, Marsilia quadrifolia, Rivularia, Arcella vulgaris, Brachionus, Limnobium stoloniferum, Physa mexicana, Limnaea stagnicola, Spirogyra*.

Asociación Spirogyra-Mougeotia-Oscillatoria.—En esta asociación se encuentran *Euplotes, Chilomonas, Arthrospira, Spirulina, Peranema, Phacus longicauda* (fig. 3) *Euastrum, Dileptus anser, Chaetonotus, Microstomum lineare, Euplanaria maculata, Diglena, Amoeba proteus, Paramecium caudatum, Gammarus, Euglena acus, E. spirogyra*, diatomeas (*Synedra ulna, Cymbella, Gomphonema, Navicula, Pinnuliaria*), *Derus, Brachionus, Glaucoma, Trochiscia, Difflugia, Arcella vulgaris, Closterium Kützingii* (fig. 4), *Cl. subulatum, Cl. subtruncatum, Cl. Ehrembergii, Cl. lunula, Vorticella, Opercularia, Scenedesmus, Ulothrix, Anabaena*; también es freceunte encontrar larvas de mosquitos (*Culex*), libélulas y efímeras.

Asociación Rivularia-Nostoc.—En algunos canales estrechos se encuentran masas gelatinosas de estas Cianofíceas en lugares donde también

Fig. 3. *Phacus longicauda*

hay abundantes bacterias (*Spirillum, Bacillus, Micrococcus, Spirochaeta*), *Cosmarium, Xanthidium*, diatomeas (*Navicula, Pinnularia, Cymbella*), *Oscillatoria*, tamborcillo (*Eichhornia crassipes*) y japepe (*Limnanthemum Humboldtianum*) ; entre estas últimas se encuentran pequeñas ranas (*Hyla eximia*) y abundantes serpientes (*Tamnophis melanogaster*).

Asociación de Potamogeton.—En los lugares amplios donde el agua es más limpia y transparente se pueden apreciar en el fondo extensas áreas cubiertas por varias especies de *Patamogeton (P. foliosus, P. angustissimus, P. lucens, P. pectinatus)*, unas de hojas anchas y otras de hojas angostas, y que frecuentemente alcanzan la superficie del agua. Entre las hojas de estas plantas o sobre ellas, es frecuente hallar *Arcella, Difflugia, Chaetonotus, Vorticella campanulata, Chilomonas paramecium, Brachionus, Stentor, Charchesium, Opercularia, Chlorella, Frontonia, Oxytricha, Philodina, Euglena acus, E. spirogyra, Daphnia*, diatomeas (*Cocconeis, Cocconema, Amphora, Epithemia, Navicula, Gomphonema*), *Spirulina, Euplotes, Closterium, Chlorohydra viridissima, Pelmatohydra oligactis, Pediastrum tetras* (fig. 5), *Cosmarium, Staurastrum.*

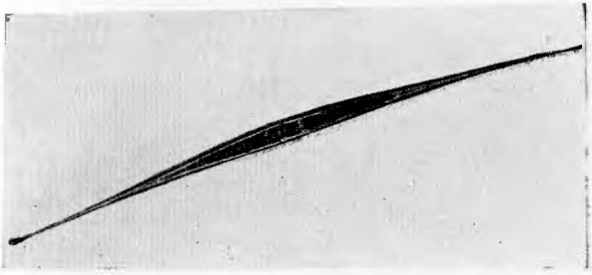


Fig. 4. *Closterium Kützingii*

Asociación de Ceratophyllum demersum y Myriophyllum (M. hippuroides, M. heterophyllum).—Entre estas plantas o sobre ellas es común encontrar *Arcella vulgaris, Vorticella campanulata, Brachionus, Chaetonotus, Gymnodinium, Cyclops, Cymbella, Lacrymaria, Closterium Kützingii, Cocconeis, Pinnularia, Fragillaria, Philodina, Dileptus anser, Spirogyra, Oscillatoria, Anabaena, Peranema, Gomphonema, Cylindrocapsa, Chlorohydra viridissima, Pelmatohydra oligactis, Peranema, Stentor, Chlamydomonas, Brachionus, Cyclops*, harpacticidos, *Derus, Cypris, Daphnia, Gammarus, Glaucoma.*

Asociación de Utricularia vulgaris.—Se encuentran las mismas especies mencionadas para *Ceratophyllum* y *Potamogeton*, pero los individuos asociados son más abundantes debido a que las hojas de los "perritos de agua" (*U. vulgaris*) forman una especie de red que los

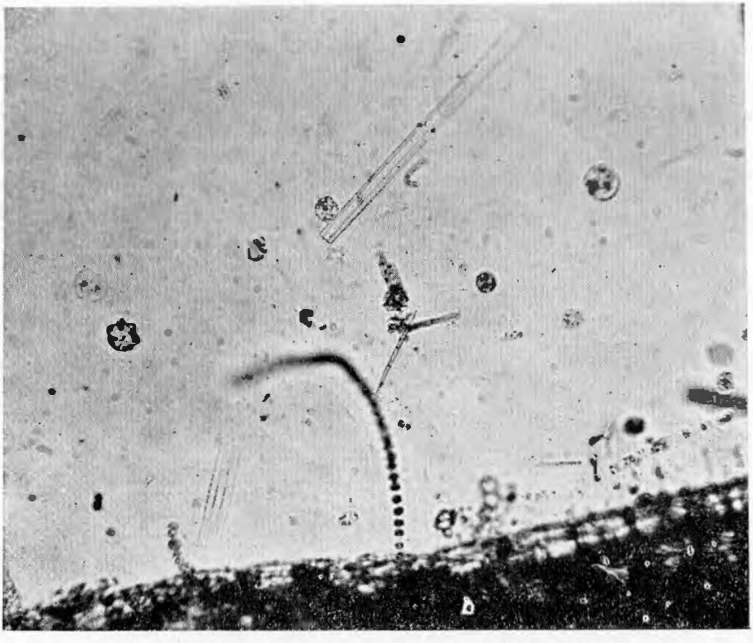


Fig. 5. Fragmento de una rama de *Utricularia vulgaris*; sobre ella está un filamento de *Anabaena planctonica*; en el campo se distinguen también: *Cosmarium circulare* var. *minus*, *Pediastrum tetras*, *Fragillaria* sp. *Navicula* sp. y *Synedra ulna*

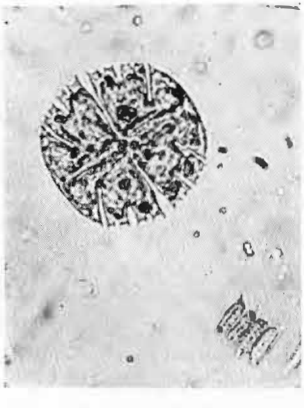


Fig. 6. *Micrasterias truncata* y *Scenedesmus obliquus*

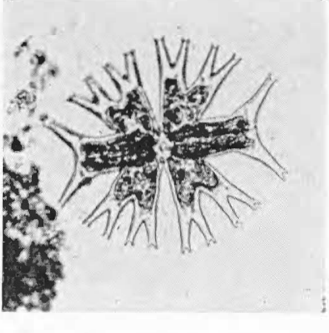


Fig. 7. *Micrasterias radiata*

protege: son abundantes *Synedra ulna*, *Micrasterias truncata* (fig. 6), *M. radiata* (fig. 7), *Cosmarium circulare* var. *minus* (fig. 8), *Stentor viridis* y *Anabaena*.

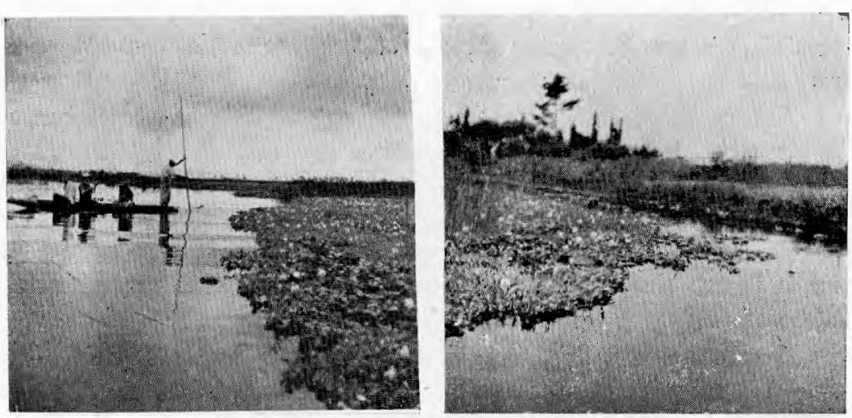
Asociación de Eichhornia crassipes (figs. 9 y 10).—Entre las raíces del "tamborcillo" se encuentran *Gammarus*. *Naucoria* (chinche de agua), acociles (*Cambarellus montezumae* var. *lermensis*), "habas" (*Dytiscus*) y otros coleópteros más pequeños (Hidrofílidos), esponjas (*Ephydatia fluviatilis* var. *mexicana*) y planarias (*Euplanaria maculata*), sanguijuelas (*Herpobdella punctata* y *Glossiphonia fusca*); sobre el lirio acuático (*E. crassipes*) o entre él, hay arañas (*Dolomedes triton* y *Pirata*), ranas (*Hyla eximia*) y culebras de agua (*Thamnophis melanogaster*). También se encuentran larvas de libélulas y de efímeras, así como algas que forman masas gelatinosas de color verde (*Chaetophora*); también *Bulbochaete*. *Batrachospermum*, *Spirogyra*, *Oedogonium*. *Vaucheria* y *Ulothrix*, son muy frecuentes en esta asociación.

Asociación Spiranthes-Habenaria-Arenaria-Eichhornia (fig. 11).—Esta es nua asociación muy típica de la región, ya que no se encuentra en otros *limnobios* semejantes. En algunos lugares de la laguna y hacia la orilla, las agrupaciones de *Eichhornia* descritas antes se encuentran asociadas a dos orquídeas (*Spiranthes* y *Habenaria*) y a una Cariofilácea (*Arenaria Bourgaei*) que viven como epifitas apoyándose sobre las raíces de *E. crassipes*. Se asocian también *Aganippea bellidiflora* y *Utricularia vulgaris*.

Asociación de Sagittaria.—Las dos especies que se encuentran en abundancia son: la cucharilla (*Sagittaria macrophylla*) y la saeta de agua o papa de agua que tiene rizomas hundidos en el lodo, feculentos y comestibles (*S. mexicana*) (figs. 12 y 13). Estas asociaciones se encuentran tanto en los canales estrechos, por ejemplo los que están a un lado de la carretera, como en la laguna, donde se encuentran entremezcladas con *Scirpus* y *Nimphaea*.

Asociación de Scirpus-Juncus-Sparganium-Typha-Leersia (fig. 14).—Las asociaciones de *Scirpus lacustris* con los géneros mencionados constituyen las agrupaciones más sobresalientes en la vegetación de las ciénagas de Lerma, junto con el *arboretum* higrófilo (*Salix*). En los distintos lugares dominan unos géneros u otros de la asociación, pero lo más común es que estén entremezclados. El estrato superior es de *Scirpus lacustris* (tule grande), sigue el de *Typha* y *Sparganium* (fig. 15), después el de *Scirpus pungens* (tule esquinado) y *Juncus effusus*

Fig. 8. *Cosmarium circulare* var. *minus*



Figs. 9 y 10. Uno de los aspectos más interesantes de la región, donde se observa la asociación de tamborcillo (*Eichhornia crassipes*), correspondiente a la etapa flotante de la hidrosere. Sobre las raíces de esta planta se pueden observar inflorescencias largas de color blanco y amarillo correspondientes a dos orquídeas epífitas (*Spiranthes* y *Habenaria* respectivamente); es igualmente abundante *Arenaria Bourgaei*; también se intercalan *Aganippea bellidiflora* (carricillo) y *Utricularia vulgaris*. Al fondo puede verse el tule grande (*Scirpus lacustris*)

(tulillo) y, por último, hay un estrato bajo de Gramíneas (*Leersia hexandra* y *Panicum (Echinocloa) holciforme*), Ciperáceas (*Heleocharis palustris*) y Juncáceas (*Juncus* aff. *nodosus*), estas últimas en las partes menos profundas y ya en el límite con el *Geobio*. Esta agrupación invade la laguna desde la orilla hasta llegar casi al centro, dejando solamente canales estrechos por los que se puede navegar, a veces con dificultad, debido a la densidad de las formaciones intermedias (plantas sumergidas y flotantes). En esta asociación se intercala *Hydrocotyle vulgaris*, *Sagittaria mexicana*, *S. macrophylla*, *Sium erectum*, *Nymphaea*, etc.

Asociación Aganippea-Bidens-Sium.—Estos tres géneros son muy frecuentes en los canales estrechos y se encuentran a veces entremezclados con las asociaciones anteriores en las lagunas. *Aganippea bellidiflora* (carricillo) y *Bidens helianthoides* (jara), (fig. 16), la primera con sus flores blancas y la segunda con sus flores amarillas, son dos compuestas que adornan los canales. *Sium erectum* (berro) es una umbelífera de hojas pinnadas que sobresalen del agua en forma erecta. En esta asociación se encuentran a veces: *Myriophyllum hippuroides* (fig. 17), *M. heterophyllum*, *Eichhornia crassipes*, *Scirpus lacustris*, *Sagittaria mexicana*, *S. macrophylla*, *Heleocharis palustris*, *Achillea Millefolium* (fig. 18) y *Jussieua repens*.

Asociación Nymphaea-Limnanthemum.—Son dos plantas de hojas flotantes, anchas; la primera (cabeza de negro) da vistosas flores de color blanco que se elevan varios centímetros de la superficie del agua. *Limnanthenum Humboldtianum* tiene inflorescencias pequeñas y poco llamativas. Sobre las hojas de estos vegetales (fig. 19), hay varios representantes de las asociaciones anteriores, especialmente Cianofíceas, Protozoarios, Flagelados, Conjugadas y Clorofíceas.

Herbetum litoral.—Está constituído por las siguientes especies: *Ambrosia artemisiifolia*, *Sonchus oleraceus*, *Eruca sativa*, *Brassica Napus*, *Artemisia mexicana*, *Cuphaea aequipetala*, *Lithospermum pilosum*, *Tagetes foetidissima*, *Polygonum coccineum* (fig. 20), *P. persicarioides*, *Panicum holciforme*, *Urtica dioica*, *Datura Stramonium*, *Aster exilis*, *Rumex hymenosepalus*, *Ranunculus dicotomus*, *Lepidium bipinnatifidum*, *Gnaphalium oxyphyllum*, *Bidens helianthoides*, *B. pilosa*, *Siegesbeckia orientalis*, etc. Entre éstas, el chilillo (*Polygonum*), la grama (*Panicum holciforme*) y la jara (*Bidens helianthoides*), pueden pasar a ser plantas helofitas, es decir, que viven con una parte de su

Fig. 11. Asociación *Eichhornia-Spiranthes-Habenaria-Arenaria*

Fig. 12. *Sagittaria mexicana* (papa de agua, flecha de agua), *Polygonum coccineum* (chilillo), *Sium erectum* (berro) y *Juncus effusus* (tulillo), en uno de los canales que limitan la carretera (especies secundarias del pajonal)

Fig. 13. *Saggittaria mexicana* y *Scirpus lacustris*

tallo sumergida en el agua. En la orilla se encuentran también Criptógamas como *Riccia*, *Coprinus*, *Agaricus* y *Polyporus*.

Lignetum litoral.—Está constituído por la asociación de higrofitas arbóreas; en este caso los sauces representan la asociación clímax (*Salicetum*). Los árboles se disponen a la orilla de los canales o se encuentran dispersos en la pradera, sobre todo en los lugares donde tiende a acumularse el agua. La especie más abundante es el sauce (*Salix Pringlei*)

Fig. 14. *Scirpus lacustris* y *Scirpus pungens*

(figs. 21 y 22), pero el Sauce llorón (*S. Babylonica*) (figs. 23 y 24), es también frecuente, y a veces se encuentran algunos ahuejotes (*Salix Bonplandiana*); se intercalan en la asociación los tepozanes (*Buddleia Humboldtiana*), así como chopos (*Papulus alba*), árboles del Perú (*Schinus molle*), tejocotes (*Crataegus mexicana*) y eucaliptos (*Eucalyptus*); también hay algunos saucos (*Sambucus mexicana*).

Herbetum de las praderas que separan las ciénagas y los canales (fig. 25).—Está constituído por el *Graminoidetum* de *Poa annua*, *Bromus pendulinus*, *Cynodon dactylon*, *Sporobolus indicus*, *Andropogon saccharoides*, etc. En esta formación se encuentran algunas Liliáceas como *Echeandia ternifolia*, Iridáceas como *Sisyrinchium angustifolium* y *Nemastylis tenuis*, Geraniáceas (*Geranium vulcanicola* y *G. potentillifolium*), Compuestas (*Artemisia mexicana*, *Taraxacum officinale*, *Achillea Millefolium*, *Spilanthes Beccabunga*, *Melanpodium perfoliatum*, *Gallinsoga parvifolia*, *Matricaria Chamomilla*), Enoteráceas (*Oenothera*

Fig. 15. Un aspecto de la laguna: los géneros más comunes en esta asociación: *Scirpus, Juncus, Sparganium, Typha*, forman la agrupación principal; esta última puede distinguirse en el fondo de la fotografía

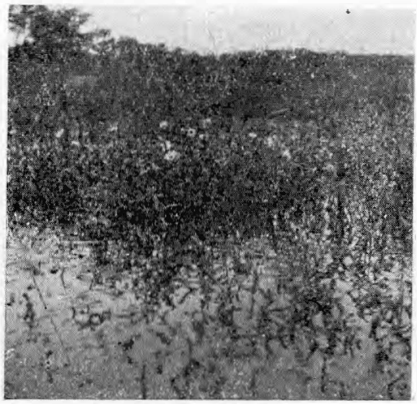


Fig. 16. Jara (*Bidens helianthoides*), otra especie secundaria del pajonal

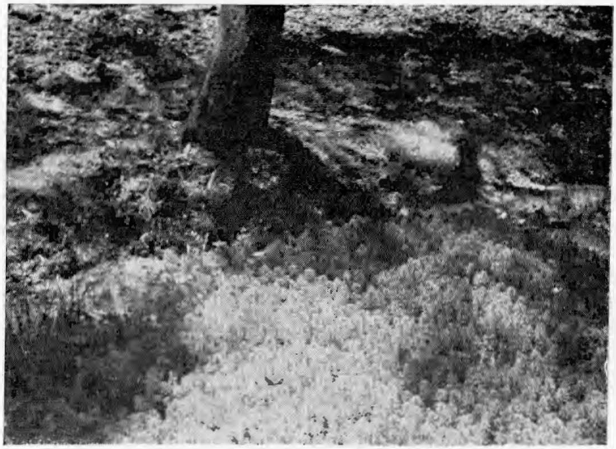


Fig 17. Asociación de *Myriophyllum hippuroides* en un canal

Fig. 18. *Achillea Millefolium*, *Juncus* aff. *nodosus*, *Typha latifolia* y *Aster exilis*

Fig. 19. *Bidens helianthoides* con sus características flores que destacan entre los tallos de *Scirpus lacustris*; flotando se ven las hojas de *Limnanthemum Humboldtianum*

Fig. 20. Chilillo (*Polygonum coccineum*), carricillo (*Aganippea bellidiflora*), ombligo de Venus (*Hydrocotyle vulgaris*), como helofitas; adelante se ve el tamborcillo (*Eichhornia crassipes*)

Fig. 21. *Salix Pringlei* (sauce) en la proximidad de una zanja

Fig. 22. Un rincón de la ciénaga en donde se pueden distinguir, al fondo, algunos sauces: *Salix Pringlei*; a la derecha la jara: *Bidens helianthoides*; a la izquierda un grupo de vegetales flotantes y helofitos

Fig. 23. Sauce (*Salix Pringlei*) y sauce llorón (*Salix babylonica*)

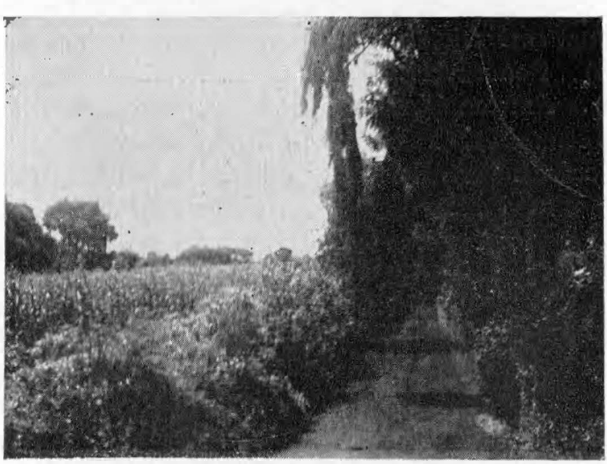


Fig. 24. Un canal sobre el cual cuelgan las ramas de los sauces llorones (*Salix babylonica*)

rosea, *Lopezia racemosa*), Leguminosas (*Medicago denticulata*, *Dalea leporina*, *Trifolium amabile*, *T. involucratum*), Convolvuláceas (*Dichondra argentea*), Labiadas (*Stachys coccinea*, *Brunella vulgaris*, *Marrubium vulgare*), Verbenéceas (*Verbena teucriifolia*, *V. carolina*), Comelináceas (*Commelina gramminifolia*, *Tinantia fugax*), Umbelíferas (*Daucus montanus*), Nictagináceas (*Mirabilis* Jalapa), Quenopodiáceas

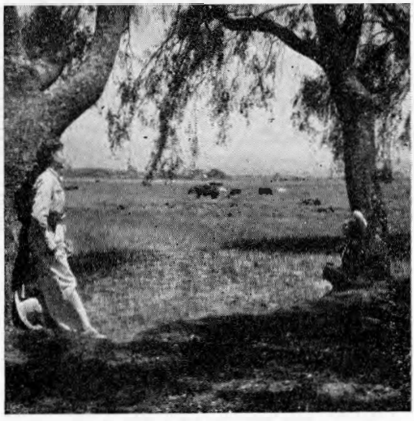


Fig. 25. Aspecto de la pradera limitada o surcada por zanjas en cuya orilla se encuentran numerosos sauces (*Salix*)

(*Quenopodium ambrosioides*), Solanáceas (*Solanum rostratum*, *Datura Stramonium*), Ranunculáceas (*Thalictrum pubigerum*, *Ranunculus dichotomus*), Amarantáceas (*Amaranthus hybridus*), Fitolacáceas (*Phytolacca octandra*), Cariofiláceas (*Stellaria nemorum*), Papaveráceas (*Argemone ochroleucas*), Resedáceas (*Reseda luteola*), Malváceas (*Malvastrum ribifolium*), Escrofulariáceas (*Castilleja arvensis*); entre esta vegetación se encuentra el chayotillo (*Sicyos Deppei*).

ALGUNOS DATOS SOBRE LA SUCESION ESTACIONAL DE LAS BIOCENOSIS

En el plancton encontramos algunos cambios en la población debido a la sucesión de las estaciones, la cual a su vez origina variaciones en la temperatura, el pH, etc. Algunas Cianoficeas son constantes en el

plancton, por ejemplo *Oscillatoria* y *Anabaena*, pero son más abundantes a fines del verano; otras son más frecuentes en primavera, por ejemplo *Spirulina*, *Arthrospira* y *Merismopedia*; *Rivularia* y *Nostoc* son más comunes en otoño. Entre los Flagelados, *Euglena* es más abundante a mediados del verano y en lugares de corrientes ligeras, por ejemplo *E. acus*; en el otoño hacen su aparición formas menos comunes, como *E. spirogyra*. El desarrollo de estos Flagelados favorece la aparición de una abundante fauna de rotíferos, a los cuales proporcionan alimento y por eso forman asociaciones con ellos. Los Dinoflagelados como *Ceratium hirundinella* y *Gymnodinium*, son más abundantes en primavera. Las diatomeas se encuentran principalmente en la orilla de la laguna y en toda la extensión de los canales: *Synedra ulna* y varias especies de *Navicula*, así como *Gomphonema* y *Fragillaria*, son constantes en el plancton; otras especies, como *Melosira*, son más frecuentes a mediados del verano. Las Conjugadas (*Closterium*, *Cosmarium*, *Xanthidium* (fig.

Fig. 26. *Xanthidium antilopaeum* var. *polymazum*

26) y *Spirogyra*) son más frecuentes en el verano, y tienen gran importancia en la constitución del *Limnobio* de Lerma debido a que son muy abundantes: la última sirve de refugio a muchas larvas de insectos, a oligoquetos, y se asocia con otros organismos como explicamos al hablar

de la asociación correspondiente. Las Clorofíceas (*Oedogonium*, *Chaetophora*, *Coelastrum*, *Scenedesmus*) abundan a mediados del verano. El único representante de las Rodofíceas encontrado en la laguna (*Batrachospermum*), se halló sólo en la primavera. Los hongos y las bacterias están en relación con el desarrollo de las demás formas del plancton; aumentan a fines del verano cuando las últimas empiezan a desintegrarse; entre los hongos, *Saprolegnia* ataca a *Spirogyra*, a las Desmidiáceas, a las Diatomeas y a los insectos; nosotros pudimos observar varios coleópteros (*Dytiscus*) atacados por este hongo. Las Hepáticas y los *Eumycetes* (setas) son más abundantes en el verano, cuando las lluvias son más frecuentes. Las Pteridofitas como *Azolla caroliniana* y *Marsilia quadrifolia*, son constantes durante todo el año. Las Fanerógamas también presentan variaciones estacionales referentes a la floración, a la fructificación, etc. Las Lemnáceas e Hidrocaritáceas no presentan modifi-

Fig. 27. *Eichhornia crassipes* y *Myriophyllum hippuroides* al frente; en el fondo *Sagittaria mexicana* y *Scirpus lacustris*

caciones importantes durante el año. *Eichhornia crassipes* (fig. 27), florece en el verano dando una nota de belleza con sus vistosas flores de color lila. Otra planta que adorna la laguna es *Nymphaea*, que florece en verano y otoño. *Spiranthes*, *Habenaria* y *Arenaria Bourgaei* florecen al finalizar la primavera. A *Typha* (fig. 28), *Scirpus* y *Juncus*, se les puede encontrar con sus características inflorescencias o infrutescencias

durante casi todo el año, pero *Sparganium* (fig. 29) sólo florece al finalizar la primavera o cuando principia el verano. *Utricularia vulgaris* al parecer no florece en Xochimilco y otros lugares (Reiche); sin embargo, en Lerma se ven sus características flores amarillas sobresaliendo del agua durante el verano. *Potamogeton*, *Myriophyllum* y *Sagittaria* florecen en primavera y verano. Por lo anotado antes puede deducirse que en general la época de floración, y por lo tanto el mejor tiempo para colectar las plantas de la región, es el verano, ya que a fines del otoño sólo persisten las inflorescencias de *Bidens helianthoides*, *Aganippea bellidiflora*, *Sium erectum*, *Leersia hexandra*, *Panicum holciforme*, *Polygonum coccineum*, *P. persicarioides*, *Scirpus lacustris*, *S. pungens*, *Typha latifolia*, *Juncus effusus* y *J.* aff. *nodosus*; durante el invierno y parte de la primavera son muy escasas las plantas que se encuentran con flores.

Fig. 28. *Typha latifolia* (espadaña, plumilla), un dominante de la etapa de pajonal de la hidrosere

Fig. 29. Aspecto de la laguna donde puede observarse al frente la etapa flotante, y al fondo la etapa de pajonal (*Scirpus* y *Sparganium*)

En el zooplancton encontramos protozoarios cuyos representantes varían tanto desde el punto de vista cuantitativo como taxonómico según las estaciones del año; *Amoeba* y *Wahlkampfia* son más abundantes en el verano, cuando la temperatura del agua se eleva y las lluvias aumentan la cantidad de oxígeno del medio en que se encuentran; los infusorios también son más abundantes en el verano; *Arcella vulgaris* y *Difflugia* son abundantes durante todo el año, especialmente la primera. Las es-

ponjas se encuentran en primavera, verano y otoño, pero en esta última estación encontramos un aumento considerable en la cantidad de *Ephydatia fluviatilis* var. *mexicana*, de la cual sólo quedan las gémulas durante el invierno; estas últimas se desarrollan en primavera después de las primeras lluvias. Los Celenterados y los Turbelarios son más abundantes en primavera y verano, e igual cosa sucede con los Rotíferos y Gastrotricos. Los Oligoquetos, Hirudíneos y Moluscos son comunes todo el año. Los Artrópodos aumentan en primavera y verano: algunos como los Ditíscidos e Hidrofílidos casi no se encuentran en otoño e invierno, y en cambio son bastante comunes en primavera y verano; *Gammarus* es común todo el año. Entre los vertebrados también encontramos especies y géneros constantes en todas las estaciones, por ejemplo *Tamnophis melanogaster*, que es muy abundante durante todo el año.

ALGUNOS ASPECTOS DE LA HIDROSERE EN LA REGION DE LERMA

La sucesión que se presenta en este *Limnobio*, como en otros semejantes, comprende las siguientes etapas:

Etapa sumergida.—En los lugares donde el agua tiene una profundidad aproximada de 3 m., encontramos especies que viven sumergidas, como *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum* y *Utricularia*. La aparición de esta vegetación provoca la sedimentación de los materiales arrastrados a la laguna por el agua; además, cuando las plantas mueren, sus restos caen al fondo y forman una masa de humus que reduce la profundidad del agua por elevación del fondo del lago. Esto prepara la invasión de los representantes de la siguiente etapa.

Etapa flotante.—Se presenta en aquellos lugares donde la profundidad es de 2-2.5 m.; aquí predominan las plantas flotantes y con rizomas sumergidos en el fango, como *Nymphaea*; además invaden esta zona otras plantas flotantes no arraigadas en el fondo (*Lemna*, *Wolffia*, *Limnobium*, *Eichhornia*), las cuales forman un manto que cubre la superficie del agua y detiene la luz, motivando la desaparición de la vegetación sumergida o el desplazamiento de ésta a zonas más profundas. La disminución de la profundidad por causas semejantes a las anotadas anteriormente, motiva la aparición de la etapa siguiente.

Etapa de pajonal, o tular.—Está representada por plantas helofitas que marginan a la vegetación flotante, en lugares donde la pro-

fundidad es de 30 cm.-1.30 m. Está representada por *Tipha, Sparganium* y *Scirpus* como dominantes, y *Sagittaria, Polygonum, Sium, Hydrocotyle* y *Aganippea* como especies subordinadas.

Etapa de vega de Ciperáceas.—Cuando disminuye la profundidad del agua hasta pasar del medio acuático al medio terrestre saturado de agua o a la pradera encharcada, las plantas que se desarrollan mejor son *Heleocharis* y *Juncus* como dominantes, y varias especies subordinadas: *Achillea Millefolium, Urtica dioica, Cuphaea aequipetala, Aster exilis, Bidens helianthoides, B. pilosa, Rumex hymenosepalus,* etc.

Etapa de arboledas y clímax (fig. 30).—Los sauces son los primeros que aparecen en un suelo húmedo o anegado en ciertas épocas del

Fig. 30. Aspecto de la vegetación que bordea las zanjas

año y que ha seguido esta sucesión hasta constituir la etapa final o clímax representa por *Salix* como dominante y *Buddleia Humboldtiana, Crataegus mexicana, Populus alba* y *Schinus molle* como especies subordinadas.

BIBLIOGRAFIA

AREVALO, C.—La vida en las aguas dulces. Ed. Labor, 1929.

BRAVO, H.—Las Lemnáceas del Valle de México. An. Inst. Biol. I, Nº 1, pp. 7-32, 1930.

CARPENTER (KATHLEEN E.) Life in inland Waters. Sidwick & Jackson Ltd. Londres, 1928.

CLEMENTS, F. E. & WEAVER, J. E.—Ecologia Vegetal. Acme Agency, Buenos Aires, 1944.

CONN, H. W.—A preliminary Report on the Algae of the Fresh Waters of Connecticut. Geological and Natural History Survey of Connecticut. Bull. Nº 10, 1908.

COUPIN, H.—Album Général des Crytogames (Algues, Champignons, Lichens).

HUGUET DEL VILLAR, E.—Geobotánica. Ed. Labor, 1929.

KLEEREKOPER, H.—Introdução ao Estudo da Limnologia. I. Servicio de informaçao agricola. Ministerio da Agricultura. Rio de Janeiro, Brasil, 1950.

KUDO, R.—Protozoology. Third Edition. Charles C. Thomas Publ., 1946.

MIGULA, W.—Die Desmidiazeen. Franckh'sche Verlagshandlung. Stuttgart, 1923.

MORGAN, S. G.—Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin. Part. I. Wisconsin Geological and Natural History Survey. Bull. Nº 57. Scientific Series, Nº 12, 1920.

NEEDHAM, JAMES G. & LLOYD, (J. T.).—The life of Inland Waters. Comstock Publ. Co., 1918.

RAMIREZ CANTU, D.—Contribución al conocimiento de la flora acuática del Valle de México. An. Inst. Biol. Méx. X, 1-2, pp. 33-34, 1939.

REICHE, C.—Flora excursoria del Valle de México. Talleres Gráficos de la Nación, 1926.

RIOJA, E.—Estudio critico sobre las esponjas del lago de Xochimilco. An. Inst. Biol. Méx., XI, 1, pp. 173-189, 1940.

————. Identidad de la *Ephydatia fluviatilis* del lago de Pátzcuaro con la variedad mexicana Potts. An. Inst. Biol. Méx., XIII, 1, pp. 173-189, 1942.

SAMANO, A.—Algunas Cianoficeas del lago de Xochimilco. An. Inst. Biol. IV, pp. 29-31, 1933.

————. Contribución al conocimiento de las algas verdes de los lagos del Valle de México. An. Inst. Biol. V, Nº 1, pp. 149-177, 1934.

————. Algas del Valle de México. Parte II. An. Inst. Biol. Méx. XI, Nº 1, 1940.

————. Observaciones preliminares de la flora algológica de la región de Tuxtepec, Oax. An. Inst. Biol. Méx. XIX, Nº 2, pp. 317-331, 1948.

SMITH, G. M.—The Fresh Water Algae of the United States. Mc Graw-Hill Book Company, 1933.

TAYLOR, R.—The Fresh Water Algae of Newfoundland. Parte I. Mich. Acad. Sc. Arts and Letters. Vol. XIX, pp. 217-230, Pl. XXXIII-XLIX, 1933.

VILLALOBOS, A.—Estudios de los Cambarinos Mexicanos. I. An. Inst. Biol. XIV, Nº 2, pp. 587-611, 1943.

WARD, H. & WHIPPLE, G. CH.—Fresh Water Biology. John Wiley & Sons, 1918.

WARMING, E.—Oecology of Plants. An Introduction to the Study of Plant Communities. Oxford University Press.

WELCH, P.—Limnology. Mc. Graw-Hill Book Company, 1935.