

INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES LIMNOLOGICOS SOBRE LOS PECES Y LA PRODUCCION PISCICOLA

C. Guerra-Magaña*

E. Díaz-Pardo*

INTRODUCCION

Las bases que han servido para proponer diferentes clasificaciones de las aguas lénticas en los últimos 30 años, están relacionadas de alguna manera con el nivel de productividad biológica, que a su vez depende de la influencia de factores limnológicos, entre otros: las temperaturas máxima y mínima, luz, composición química del agua, especialmente con respecto al oxígeno y otros solutos, pureza de las aguas y en fin su riqueza biológica que se manifiesta por la abundancia de animales y vegetales que utilizan los peces como alimento.

Los factores limnológicos que se mencionan están estrechamente relacionados entre sí, de tal manera que cualquier modificación en alguno de ellos repercute en variaciones de los otros, provocando cambios constantes en la estructura del medio ambiente e influyendo directa o indirectamente sobre los componentes de los diferentes niveles tróficos, incluyendo a los peces.

FACTORES FISICOS

Indice de ribera, bordes, azolve

El cociente que resulta de dividir la longitud de la ribera de un lago, entre el círculo que encerrará una superficie igual a la del mismo lago, se conoce como índice de ribera y nos da idea de lo accidentado de la línea de contorno. El resultado de este cálculo matemático no só-

lo es un dato morfométrico, sino también es un índice directo de productividad. Así, mientras más irregular es la ribera mayor es la interfase agua-tierra, lo que incrementa el número de áreas que además de proporcionar protección a invertebrados y crías de peces, son sitios propicios donde se acumula en mayor cantidad la materia orgánica y se desarrolla vegetación arraigada que brinda refugio y alimento a los organismos, determinando conjuntamente una mayor productividad biológica.

El declive de los bordes influye también en el nivel de productividad. Si la pendiente es muy inclinada o abrupta, la materia orgánica en descomposición resbala y se deposita en el fondo perdiendo todo contacto con los organismos que la aprovechan, excepto cuando hay periodos de circulación; mientras que los sitios someros y con poca pendiente son más productivos, puesto que el material en descomposición está en continuo contacto con los organismos que lo utilizan.

Otro factor importante es el azolve de las cuencas, cuya acción puede resultar más negativa que favorable, ya que aun cuando convier- te aguas profundas en someras, que teóricamente son más productivas, lleva también a la senectud y extinción de las masas lénticas. Asimismo, si esta masa léntica tiene corrientes afluentes, el constante acarreo y el posterior depósito de lodos y residuos provoca la muerte de los huevecillos y estados larvales de peces que se hallan en el fondo, además de impedir el establecimiento de fauna bentónica, que se traduce en menor cantidad de alimento potencial para los peces más grandes.

*Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. Becarios de la COFAA.

El azolve puede disminuir gradualmente la fertilidad natural de las aguas lénticas, cuando el azolvamiento proviene de la erosión de los terrenos adyacentes a las mismas, puesto que los suelos son paulatinamente menos fértiles.

Otro factor provocado por el azolve, unido a una velocidad de sedimentación muy baja, es el aumento de la turbidez del agua con los problemas que esta ocasiona.

Turbidez

Quizá uno de los factores que más influyen sobre el biota acuático es el material suspendido, principalmente debido a que obstruye la penetración de la luz.

La turbidez puede favorecer a las especies sensibles a altas intensidades luminosas, sobre todo a las que habitan en capas superficiales, protegiéndolas contra el exceso de luz y contra los depredadores; sin embargo, al disminuir la transparencia se reducen las posibilidades fotosintéticas, lo que resulta en aguas menos productivas.

Algunas veces el plancton constituye un elemento muy importante en el nivel de turbidez. Cuando la transparencia disminuye por esta causa, indica la presencia de un gran suministro de alimento para los detritófagos; pero grandes concentraciones de plancton pueden llegar a ser un factor limitante en la producción. Algo semejante sucede cuando la turbidez es debida a material inorgánico en suspensión como la arcilla, que influye de manera negativa en la fisiología de los peces.

Los organismos acuáticos varían ampliamente en su distribución respecto a los diferentes grados de transparencia. Todas las aguas naturales son turbias en algún grado, por lo tanto, todos los animales encuentran alguna forma de turbidez en su medio; algunos ocupan aguas o estratos de aguas relativamente transparentes y otros en cambio están en aguas perpetuamente lodosas.

Existe muy poca información sobre la tolerancia y reacción de los animales acuáticos a la inestabilidad de los sedimentos, poco se sabe acerca de los efectos específicos de la turbidez sobre los procesos fisiológicos. Es difícil determinar si las partículas suspendidas

interfieren con alguna función particular o si es meramente un efecto mecánico indirecto. Lo que se puede asegurar, es que muchos organismos se asfixian en condiciones prolongadas de muy alta turbidez por obstrucción de los mecanismos respiratorios. Así, por ejemplo, la turbidez por presencia de lodo en proporciones mayores a 29 000 ppm es de efectos letales para algunos peces, dado que se obstruyen las cavidades operculares y los filamentos branquiales.

La temperatura del agua varía de acuerdo a su transparencia, las aguas turbias son más calientes que las claras debido a que las partículas flotantes absorben calor más rápidamente que el agua misma.

Luz

Muchos organismos acuáticos son sensibles a las altas intensidades de luz solar y por ello ocupan los niveles más profundos en el agua, o bien buscan la protección que les brinda la sombra de plantas y otros objetos sumergidos.

Las formas de cuerpo suave y no pigmentado presentan más claramente el efecto de la luz, que puede llegar a ser letal como sucede con los huevecillos de algunos peces. La pigmentación y las cubiertas óseas tales como escamas, entre otras estructuras, proveen protección y capacitan a los organismos para vivir en lugares muy iluminados.

La periodicidad de la iluminación influye también en el comportamiento relacionado con algunos fenómenos biológicos, como son los ciclos reproductivos. Aunque existe variación, en algunas especies de peces el desove tiene lugar durante la noche cuando la intensidad luminosa es mínima, sin que se pretenda concluir que la luz es el único regulador ambiental de esta actividad.

La luz influye sobre todo en la actividad fotosintética y sobre la distribución y abundancia del plancton, lo que de una manera u otra finalmente repercute sobre la producción pesquera.

Temperatura

Por ser los peces animales heterotermos, su temperatura corporal está determinada por

la temperatura del ambiente. De esta manera la temperatura influye considerablemente en las principales actividades de los peces, particularmente en la respiración, reproducción, crecimiento y en general en todo su metabolismo.

Se considera que por cada grado centígrado el metabolismo aumenta un 10%, lo cual quiere decir que el consumo de oxígeno y la producción de bióxido de carbono serán duplicados con un aumento de temperatura de 10°C, de tal forma que la influencia de este factor sobre el metabolismo, es directamente proporcional.

La temperatura determina también algunas relaciones limnológicas; en lo referente al consumo y suministro de alimento, los organismos de aguas cálidas tienen un requerimiento alimentario diario más grande, por lo contrario en aguas frías los mismos requerimientos son menores. Expresado de otra manera, la misma producción estándar de alimento soportará más animales en las regiones frías que en las calientes.

La tolerancia a las variaciones de la temperatura, puede ser en límites muy amplios o bien estrechos, así por ejemplo los salmones detectan cambios hasta de 0.2°C. En las carpas, por ejemplo, las temperaturas más favorables para su crecimiento son de 20 a 30°C, aun cuando sobreviven en aguas de 4°C, las tilapias en cambio tienen su óptimo desarrollo por encima de 20°C, pero mueren cuando la temperatura baja de 12°C.

La resistencia de los peces a temperaturas elevadas, depende más que nada, de la riqueza del aire que lleva en disolución el agua; los salmónidos en general no pueden soportar temperaturas superiores a 22°C (sus necesidades normales de oxígeno son de 9 ppm, lo que corresponde en agua pura a 20°C), las carpas y los bagres por lo contrario pueden conformarse con menos oxígeno y por consiguiente vivir en aguas de temperaturas superiores.

La disminución de la temperatura en el medio ambiente, produce en los peces trastornos circulatorios, necrosis celular epidérmica y la muerte. Esta baja en la temperatura unida a otros factores pueden ocasionar la muerte masiva de los peces y otros organismos.

La muerte puede ocurrir también por congelamiento y/o asfixia cuando los peces habi-

tan en masas lénticas muy someras que se localizan en regiones frías, las cuales llegan a congelarse totalmente en la época invernal. Este tema se tratará más ampliamente al hablar de oxígeno.

FACTORES QUIMICOS

Oxígeno

En el medio acuático el problema más serio que se presenta respecto a la cantidad de oxígeno disuelto, es que muchas veces las aguas quedan sobresaturadas con muy poca cantidad de oxígeno (9 cc/l), y considerando la activa interrelación de producción-consumo de oxígeno en las aguas continentales, este pequeño suministro acarrea serios problemas en los mecanismos respiratorios de los organismos acuáticos. Algunas veces el suministro de oxígeno excede su demanda por tan poco, que el tenue margen de seguridad es rebasado por pequeños cambios en los procesos del medio ambiente, ocasionando la muerte sobre todo de aquellos organismos que dependen completamente del oxígeno disuelto en el agua, como son los peces.

La superficie de las aguas usualmente mantiene oxígeno disuelto cerca de la saturación, al menos durante la estación libre de hielo, pero otras aguas pueden presentar reducción y aun falta total y uniforme de oxígeno. Sin embargo, en lugares donde la superficie de las aguas se congela y más aún si sobre ella se acumula nieve, puede presentarse la muerte masiva de la ictiofauna por asfixia.

En aguas naturales aparecen de vez en vez sobresaturaciones moderadas de oxígeno, usualmente debidas a la actividad fotosintética de grandes acumulaciones de vegetales en aguas muy quietas. Bajo circunstancias especiales y raras aparecen grandes concentraciones de oxígeno en la parte superior de la termoclina o en los estratos profundos de un lago. Aun cuando muchos organismos mueren en presencia de grandes cantidades de oxígeno, los peces bajo condiciones experimentales no parecen sufrir efectos marcados cuando el oxígeno aumenta, no obstante se sospecha que la causa de la gran mortandad de peces en algunos lagos, es debida a este factor.

En cuanto a los requerimientos normales de oxígeno, ya se ha señalado que para los salmónidos su óptimo es de 9 ppm, aunque pueden soportar momentáneamente 5.5 ppm; para los ciprínidos (carpas) el contenido debe estar entre 6 y 7 ppm. Otros grupos como los cíclidos (mojarras) y más aún los bagres se pueden conformar con contenidos más reducidos y por tanto soportar altas temperaturas y aguas ricas en materias orgánicas, dos factores que disminuyen el contenido de oxígeno disuelto del medio acuático. Muchos organismos, entre ellos los peces, no presentan evidencia de respuesta cuando el haber de oxígeno empieza a declinar paulatinamente, sino hasta que éste llega a niveles letales como son 0.2 a 0.3/cc/1.

Otros peces, como la perca, son capturados en regiones profundas carentes de oxígeno y aunque su presencia en esos niveles es solamente ocasional, el oxígeno que consumen por respiración procede de los gases almacenados en su vejiga gaseosa. Debe considerarse que el requerimiento mínimo de oxígeno se ve afectado por otros factores del medio ambiente, como son temperatura, CO₂ y condiciones propias del organismo.

Se ha señalado que la respiración de los organismos acuáticos depende no sólo del oxígeno disuelto, sino también de la temperatura del agua que los rodea, ya que un incremento en ésta se traduce en aumento de la frecuencia respiratoria y por lo tanto el consumo de oxígeno es mayor. En los lagos cuyas aguas profundas presentan decaimiento del oxígeno durante el verano o invierno, la temperatura del agua debe ser considerada para determinar el valor respiratorio del oxígeno disuelto presente y la práctica de expresar los resultados del análisis en porcentaje de saturación es engañoso, ya que desde el punto de vista de la demanda de oxígeno por los organismos, el valor respiratorio no es tomado en cuenta.

Se puede establecer como una regla general que los peces de aguas frías requieren un contenido más alto de oxígeno, que los de aguas cálidas.

En los peces, al igual que en otros vertebrados, la hemoglobina es la encargada de la carga, transporte y descarga de O₂. Existe una tensión a la que ocurre el proceso de carga y

descarga de O₂, dependiendo de la concentración de CO₂ presente. Así, cuando dicho pigmento respiratorio se encuentra en presencia de bajas concentraciones de CO₂, como sucede en las branquias, la tensión de carga o saturación es aquella presión parcial de O₂ a la cual la hemoglobina se satura con 95% de O₂, mientras que en presencia de altas concentraciones de CO₂ como sucede en los tejidos, la tensión de descarga es la presión parcial de O₂ a la que la hemoglobina está saturada en un 50%.

Cuando la presión parcial de CO₂ aumenta se requiere una tensión de O₂ más alta para alcanzar la tensión de saturación y la tensión de descarga es consiguientemente más baja.

Este fenómeno llamado *efecto de Bohr*, es más marcado en peces que en otros vertebrados y facilita la descarga de O₂ a los tejidos cuando la tensión del CO₂ es relativamente alta, pues de otra manera, el O₂ nunca se liberaría de la hemoglobina y el intercambio gaseoso en los tejidos, sería pequeño o nulo.

Se ha estudiado otro fenómeno conocido como *efecto de Root*, por el cual, si prevalecen altas tensiones de CO₂ la sangre no se puede saturar completamente aun a presiones parciales de oxígeno tan altas como 100 atmósferas.

Efectos similares se presentan cuando se incrementa la concentración del ión hidrógeno (que corresponde a una disminución de los valores de pH en la escala acidez-alcalinidad). Igualmente, cuando se eleva la temperatura, la presión parcial del oxígeno requerido para saturar la sangre se eleva también; es decir que la sangre tiene una capacidad absoluta de transporte de oxígeno mayor a temperaturas más bajas y menor a temperaturas altas.

El incremento en la temperatura, en la tensión de CO₂ o una caída del pH provoca aumento en el ritmo respiratorio, porque los tejidos demandan más oxígeno bajo cualquiera de esas condiciones.

De esta manera se establece un círculo vicioso de aumento de respiración, o lo que es lo mismo en requerimientos de oxígeno, cuando la hemoglobina, dada las condiciones, no tiene la capacidad para saturarse de este gas. Cabe señalar que muchos peces compensan esta incapacidad con disminución en su actividad. No obstante este círculo puede causar gran

mortandad de peces por asfixia (y se insiste, puede suceder en niveles adecuados de oxígeno ambiental).

Este fenómeno suele presentarse cuando la utilización humana del agua contribuye a elevar la temperatura y la concentración de CO₂, y es frecuente en las cercanías de las poblaciones donde hay plantas eléctricas, industriales o salidas de alcantarillado y entonces la muerte de los peces sobreviene aun cuando la concentración de oxígeno esté por encima del nivel inferior letal.

Otros efectos de la insuficiencia de oxígeno disuelto son: 1) Tendencia a la migración, sobre todo en verano cuando el epilimneo tiene aguas mejor oxigenadas, lo cual provoca que el hipolimneo quede desprovisto de fauna y que ésta se acumule en las capas superiores a la termoclina.

2) Aparición de enfermedades por parásitos y bacterias que provocan serias epizootias en los peces.

3) Muerte por asfixia, principalmente en regiones frías donde las aguas someras se congelan en la superficie durante el invierno; si esta cubierta persiste durante mucho tiempo impide la renovación del aire y la expulsión de CO₂ que se acumula por respiración y descomposición orgánica, de tal manera que es común encontrar bajo esta capa agua total o casi totalmente desprovista de oxígeno disuelto. En los casos en que hay vegetación el problema aumenta, pues si la capa de hielo es muy espesa la luz que penetra es difusa y la misma vegetación aprisionada entre el hielo aumenta la opacidad, de tal manera que la función clorofiliana sólo se realiza, aunque incompletamente, durante las horas de mayor intensidad luminosa y se anula totalmente el resto del día siendo entonces nociva la actividad vegetal. El problema se agudiza cuando la nieve se acumula en la superficie. Esto trae como resultado gran mortandad de organismos que se hace más aparente entre los peces, fenómeno al que se ha denominado *winter kill*.

Hay razones para pensar que este fenómeno rara vez es debido únicamente a la carencia de oxígeno, ya que al declinar el contenido de éste bajo el hielo, los productos de descomposición se acumulan. Entonces, la muerte de los organismos puede ser debida a la asfixia por

carencia de oxígeno, al efecto tóxico de algún producto de la descomposición o de ambos. La fertilización artificial de los lagos puede aumentar el efecto peligroso del *winter kill*, por adición directa o indirecta de grandes cantidades de materia orgánica putrefacta, que reduce aún más el contenido de oxígeno e incrementa los productos de descomposición durante el invierno.

Bióxido de carbono

Es bien conocido que el bióxido de carbono es, en algún sentido, una de las sustancias más importantes y básicas de toda materia viviente y aunque también se trata de un producto de deshecho tóxico, que debe ser eliminado del organismo y del medio ambiente regularmente, su presencia es necesaria bajo ciertas circunstancias y en cantidades apropiadas.

Las acumulaciones de este gas en aguas naturales no contaminadas no llega a ser letal, debido a la facilidad con que es desprendido al aire o combinado químicamente. El CO₂ en grandes cantidades usualmente tiende a ser tan tóxico, que produce serios trastornos e incluso la muerte de los organismos. En el hipolimneo el CO₂ en proporciones elevadas y asociado con otros productos de la descomposición comunmente tiene efectos perjudiciales y llega a ser fatal salvo para los organismos anaerobios, puesto que este gas es más tóxico en aguas con bajo contenido de oxígeno. Asimismo, la acidez de las aguas depende de la cantidad de CO₂ presente, de tal manera que organismos sensibles a este factor son incapaces de tolerar aguas con alto grado de acidez.

El CO₂ es muy tóxico para los peces, ya que cantidades tan pequeñas como 5 cc/l provocan en algunos de ellos reacciones de huida. Así, en algunos cuerpos lénticos, durante el verano el CO₂ está relacionado con la distribución vertical de la ictiofauna.

La muerte masiva de peces, generalmente no se debe sólo a la escasez de oxígeno, sino además a las cantidades anormalmente altas de CO₂, por otro lado se ha visto que los peces pueden tolerar cambios amplios pero no repentinos en la cantidad de CO₂, ya que tienen la facultad de alterar su reserva alcalina en la sangre.

Otros compuestos como el nitrógeno libre y amoníaco en grandes cantidades son venenosos y aun letales para los peces. El N_2 por ejemplo, causa la llamada enfermedad gaseosa y la muerte por embolia. Por lo que se refiere al NH_3 , las aguas naturales no modificadas normalmente presentan cantidades tan bajas como 0.1 ppm, las aguas que exceden 2.5 ppm se consideran letales y más de 10 ppm usualmente indican contaminación orgánica. Pero hay que señalar que algunos peces, como las carpas, pueden tolerar de 3 a 10 ppm de NH_3 . Sin embargo, este gas no deja de ser peligroso, ya que los peces no detectan su presencia en las aguas y mueren sin manifestar ninguna reacción de huida.

Materia orgánica disuelta

Está constituida por sustancias como el nitrógeno y carbono orgánicos disueltos, grasas, proteínas en solución coloidal, algunos aminoácidos y carbohidratos.

Se dice que la materia orgánica puede ser un factor limitante y en cierta medida letal para algunos organismos (catarobios), aunque para otros no lo sea (saprobios). Cuando es muy abundante, al entrar en descomposición por acción de bacterias y hongos, es una fuente de enfermedades para los peces como la furunculosis y saprolegnia.

Ha sido demostrado que, además de los detritófagos, muchos peces pueden subsistir a base de materia orgánica disuelta de la que obtienen entre 1/2 y 2/3 de sus requerimientos alimentarios. Se han llevado a cabo experimentos de acuario con peces que nunca fueron alimentados y donde el consumo de O_2 y CO_2 fueron medidos diariamente. Al final de varios meses los animales experimentales no presentaron ninguna lesión ni pérdida de peso, aunque la cantidad de agua presente en sus tejidos aumentó en la misma proporción que las proteínas se redujeron, por lo que debe suponerse que esta situación no puede prolongarse indefinidamente.

pH

Definitivamente los peces reaccionan y responden a las diferencias de pH, aunque estas

respuestas varían con la especie, etapa del ciclo de vida, distribución geográfica de una misma especie y aun individualmente. Muchos peces pueden pasar de aguas con pH de 8.6 a otras con pH de 4.4, sin sufrir ningún trastorno. Para muchos otros, un cambio en el pH al cual están acostumbrados, tiende a limitar o retardar la migración hacia nuevas áreas, confiándolos a sus áreas nativas. En algunos, sin embargo, una disminución del pH por debajo de 5.0 provoca lesiones tegumentarias y branquiales; asimismo cuando el pH sobrepasa valores de 9.0 las aletas se deterioran y las branquias sufren quemaduras; en ambos casos los efectos pueden llegar a ser letales, otros efectos de este factor han sido tratados en el apartado de oxígeno.

COMENTARIOS FINALES

Aun cuando los ecosistemas de agua dulce ocupan una porción relativamente pequeña de la superficie de nuestro planeta en comparación con los habitats marino y terrestre, su importancia para el hombre es considerablemente mayor que su área, dado que juegan un papel importante en el ciclo hidrológico, son la fuente más apropiada y barata de agua para uso doméstico e industrial, además de proporcionar recursos alimentarios, entre otros, los peces.

El hombre, sin embargo, ha abusado de este recurso natural, principalmente porque representan los sistemas de eliminación de desechos más cómodos y baratos. Es tiempo ya de que el esfuerzo principal de la especie humana deba encaminarse a reducir esta presión.

En las páginas anteriores se han señalado los factores limitativos, especialmente importantes en los ecosistemas dulceacuicolas y cuya variación se refleja en la producción piscícola, que en relación directa con la cantidad de alimento presente, depende en última instancia de la producción vegetal y ésta es dependiente en primer lugar de los factores físicos luz y temperatura y por otra parte está sometida a la ley del mínimo, según la cual la producción vegetal depende de la sustancia nutritiva que se encuentra proporcionalmente en menor cantidad.

Existen además otros factores que afectan directa o indirectamente los procesos fisiológicos y biológicos de los peces, como es el caso del oxígeno disuelto, el pH y la turbidez.

Cuando se pretenden obtener buenos rendimientos en la producción piscícola, bien sea en aguas naturales o en depósitos artificiales de cualquier dimensión, es indispensable cuidar que todos los factores limnológicos de los cuales depende en una u otra forma esa producción se hallen en las cantidades y condiciones requeridas por los peces, acudiendo a los numerosos medios biológicos y no biológicos que existen para aumentar la producción, bien sea a través del desazolve de las cuencas, manejo de las corrientes de agua y fertilización o mediante la selección y cultivo de especies adecuadas y en fin todos aquellos mecanismos que aseguren el bienestar de los peces y su ambiente, que finalmente será el bienestar de la especie humana.

RESUMEN

El efecto particular o la interacción de factores limnológicos, físicos y químicos, sobre el medio ambiente dulceacuícola, provoca cambios en el ecosistema e influye directa o indirectamente en su riqueza biológica.

El índice de ribera y el declive de los bordes son factores físicos que afectan el grado de productividad, determinan sitios adecuados para el crecimiento vegetal que brinda alimento y refugio para los peces, o propician que la materia orgánica quede accesible para su utilización.

El azolve de las cuencas es factor negativo, pues poco a poco lleva a los cuerpos lénticos a la senectud, además aumenta la turbidez del agua y obstruye la penetración de la luz dado que la producción vegetal depende en principio de factores como luz y temperatura, la influencia de éstos se refleja finalmente en la producción piscícola.

La variación de la temperatura afecta el metabolismo de los peces y determina la cantidad de O₂ y CO₂ presente en el medio acuático. Asimismo, las tensiones parciales de estos gases influyen de manera decisiva en la respiración; así, se describe el fenómeno de Bohr señalando los efectos que sobre los mecanis-

mos respiratorios tienen CO₂, temperatura y pH.

SUMMARY

The particular effect or interactions of limnologic, physical and chemical factors on the freshwater environment provoke changes in the ecosystem and influence direct or indirectly its biologic richness.

The riverside index and the declivity of its margins are physical factors which affect productivity, determine adequate sites for vegetable growing that provide food and shelter to fish or favor accessibility for the utilization of organic matter.

Mud and residue deposits in river beds is a negative factor, since little by little "lentic bodies" are aged, further it increases water turbidity and obstructs light penetration.

Since vegetable production depends in first instance on factors like light and temperature. The influence of these finally reflects on fish production.

Temperature variation affects fish metabolism and determines the O₂ and CO₂ quantities present in water environment; such as well partial tensions of these gasses influence respiration in a definite form.

Thus, Bohr's phenomenon is described showing the effects that CO₂, temperature and pH have on respiratory mechanisms.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez, J., Pláticas hidrobiológicas. Sec. Rec. Hidráulicos. México. *Memorandum Técnico No. 101*. p. 103. 1955.
- Anónimo. *Piscicultura Rural*. Sec. de Marina. (1). 7. p. 9. 1951.
- Anónimo. *Piscicultura Rural*. Sec. de Marina. (1). 8. p. 9. 1951.
- Anónimo. *Piscicultura Rural*. Sec. de Marina. (1). 10. p. 7. 1951.
- Davison, V.F., Lagunas y estanques de peces en la finca agrícola para alimento y buena utilización de la tierra. (Traducido). Sec. Rec. Hidráulicos. México. *Memorandum Técnico No. 32*, p. 24. 1949.
- Huet, M., 1973. *Tratado de Piscicultura*. Ediciones Mundo-Prensa, Madrid. p. 725.

Jhonson, R.D. y M.F. Stapleton. Estanques para reproducción de peces. (Traducido). Sec. Rec. Hidráulicos. México. *Memorandum Técnico No. 33*, p. 23.

Lagler, K.F. et al., *Ichthyology*. Jhon Wiley and Sons, New York. p. 506. 1977.

United States Department of the Interior. *Fish, wildlife and Pesticides*. U.S. Printing Office, Washington, p. 12. 1966.

Welch, P., *Limnology*. McGraw-Hill Co. New York. p. 538. 1952.