

## ESTUDIO COMPARATIVO DE ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL EMBALSE DE EL PEÑOL (NARE)

Marzo de 1973 a Marzo de 1974

Por: A. Uribe (1)  
G. Roldán (2)

### RESUMEN

*El presente trabajo se realizó en el Embalse de El Peñol, propiedad de Empresas Públicas de Medellín. Se hizo con el fin de estudiar las condiciones tanto físico-químicas como biológicas en las cuales, se encontraba el embalse y para determinar qué cambios se observaban en dichos parámetros a lo largo de un año de estudio. Los muestreos se realizaron cada 15 días, desde marzo 24 de 1973 a marzo 16 de 1974. Desde el punto de vista biológico, el dato más interesante fué el hecho de presentarse un crecimiento masivo o auge de fitoplancton en solo una época del año. En las zonas templadas estos crecimientos corresponden a dos épocas del año, donde el factor determinante es la temperatura. En este estudio, el crecimiento aparentemente se debe a cambios en la concentración de ortofosfatos a lo largo del año, pero indirectamente son los periodos de precipitación en esta zona. Estos podrían determinar cambios en concentración de iones en el agua, lo cual conlleva a cambios en el crecimiento de las poblaciones planctónicas del embalse. Además de los fosfatos, otros factores están aparentemente actuando como limitantes para las poblaciones del fitoplancton, pero sus relaciones con estas no fueron tan estrechas como con fosfatos.*

### INTRODUCCION

Desde el punto de vista limnológico, son muy pocos los estudios reportados sobre aguas de zonas tropicales, en comparación con lo que se conoce en aguas de zonas templadas. En Africa (J.D. Thomas and P.J. Ratcliffe, 1973), Brasil (Klerekoper, 1939) y Argentina (Cordini, 1950) se han estudiado algunas represas con datos valiosos para los climas tropical y subtropical.

Es de anotar que Colombia cuenta con un buen número de lagos naturales y represas, cuyos fines son principalmente irrigación, generación de energía eléctrica, consumo urbano y recreación. Sobre estos cuerpos de agua se conoce muy

poco. Los estudios reportados, son escasos e incompletos (Molano Campuzano, 1951-1953) y (Patiño, 1970). Dada la importancia biológica y económica de los recursos acuáticos de nuestro país, es urgente adelantar rápida e intensamente estudios en este campo, con el fin de conocer mejor el desarrollo de estos ecosistemas para controlarlos y utilizarlos de una manera eficaz y adecuada.

Los resultados de esta investigación, se consideran preliminares, ya que fueron registrados a lo largo de solo un año de estudio. Para llegar a conclusiones más firmes en este tipo de trabajo, se requiere mucho más tiempo, con el fin de determinar los cambios que allí se producen durante el proceso de sucesiones ecológicas y de estabilización.

(1) Profesora, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, S.A.

(2) Profesor, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, S.A.

## DESCRIPCION DEL AREA

El Embalse de El Peñol o del Río Nare, es propiedad de Empresas Públicas de Medellín. Se inició el 23 de enero de 1970. Se encuentra localizado en el sitio de Santa Rita entre los municipios de Concepción y Alejandría, zona oriental del Departamento de Antioquia, a 90 km de Medellín. Su gran sector alcanza los municipios de El Peñol, Guatapé y San Rafael. El embalse está localizado a una altura de 1856.50 m sobre el nivel del mar. Según datos climáticos suministrados por Empresas Públicas, para el año de 1973, la temperatura ambiente promedio mensual fue de 17.5°C, con un máximo de 18.4°C y un mínimo de 16.0°C. La precipitación total para 1973 fué de 2.635,9 mm con un promedio mensual de 219,7 mm un máximo de 351 mm y un mínimo de 9,0 mm. La humedad relativa promedio fué de 82o/o, con un máximo de 85o/o y un mínimo de 78o/o. La represa se encuentra actualmente en su primera etapa, con un área de embalse de 1.300 hectáreas y una capacidad de 76.000.000 m<sup>3</sup>. Posee como fuente principal al Río Nare. La represa tiene una capacidad de generar actualmente 280.000 Kwts.

El sitio del muestreo (Fig.1), posee una profundidad de 8 m. Es un lugar de fuerte corriente, debido a que se encuentra cercano a la desembocadura del Río Nare. Los datos climáticos suministrados por Empresas Públicas de Medellín, fueron registrados en la estación climática El Peñol, aproximadamente a 1 Km del embalse.

## MATERIALES Y METODOS

Las muestras se tomaron cada 15 días, desde marzo 24 de 1973 hasta marzo 16 de 1974. El muestreo se hizo entre las 11:00 a.m. y las 2:00 p.m.

### Parámetros Físico-Químicos.

- Temperatura. Se registró con un teletermómetro YSI 42 SC. Se tomaron datos principalmente de aguas superficiales. Sólo en algunas ocasiones se tomó temperatura de fondo.
- Transparencia. Se midió con el disco Secchi.

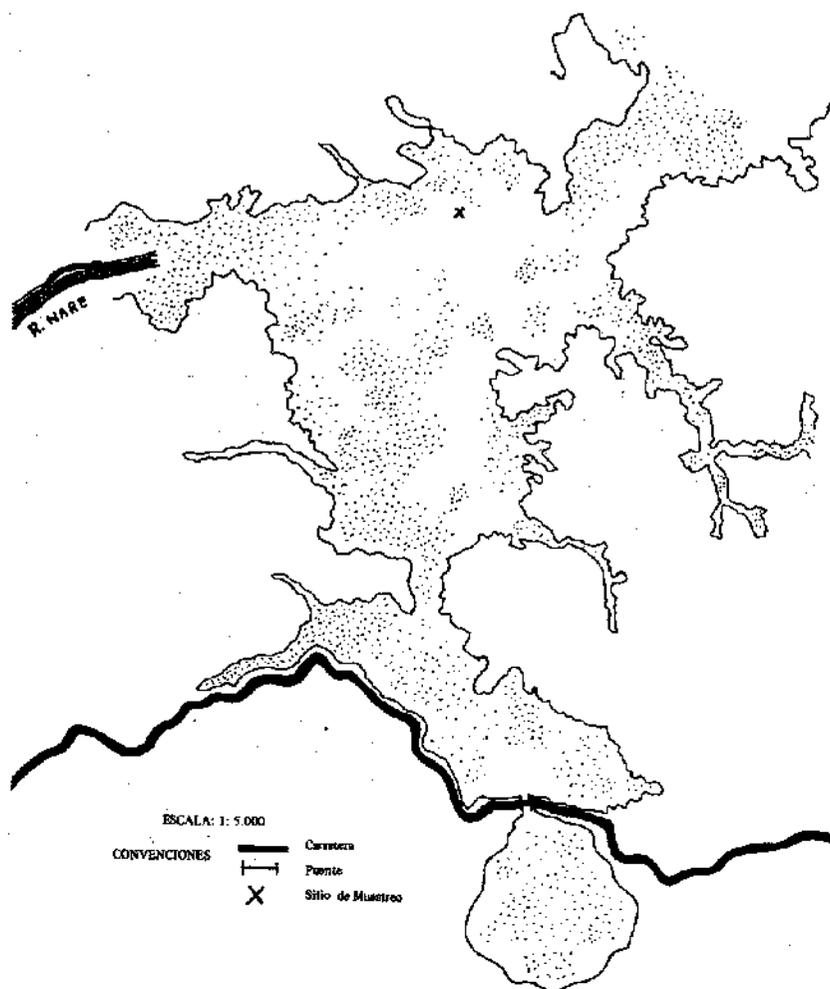


Figura 1. Represa de El Peñol (o Guatapé).

- c. Conductividad. Se determinó con el conductímetro Hach modelo 2.200, accionado por baterías.
- d. Turbiedad y color aparente. Se registraron colorimétricamente en el laboratorio portátil Hach modelo DR-EL.
- e. Oxígeno y dióxido de carbono disueltos. Se analizaron con los métodos del laboratorio portátil Hach modelo DR-EL. Las muestras se tomaron con la ayuda de una botella Kemmerer. Por dificultades con los reactivos, no pudieron registrarse datos para oxígeno disuelto durante cinco meses.
- f. pH, alcalinidad, nitratos, ortofosfatos, sulfatos, cloruros y durezas (total, de calcio y de magnesio), se analizaron en el laboratorio portátil Hach modelo DR-EL.

#### Parámetros Biológicos.

Se tomaron muestras de plancton (fitoplancton y zooplancton) y de bentos. Para coleccionar las muestras de plancton, se utilizó una red de plancton haciendo arrastres siempre sobre aguas superficiales. La recolección del bentos, se efectuó con la ayuda de una draga Ekman, a una profundidad de 8 m. Las muestras, tanto de bentos como de plancton, se conservaron en frascos, para posteriormente, identificar y contar los individuos en el laboratorio. Para calcular el número de individuos del plancton se tuvo en cuenta el volumen de agua filtrada a través de la red. Este volumen fue  $0.587 \text{ m}^3$ . Las lecturas se hicieron utilizando siempre el mismo microscopio, cubreobjetos de  $69 \text{ mm}^2$ , y tomando siempre una gota de muestra, que equivale aproximadamente a  $0.05 \text{ ml}$ . Con todos los datos anteriores, siempre constantes, se pudo sacar un factor que al ser multiplicado por el número de individuos por gota, da el número de individuos por  $\text{m}^3$ . Este factor fue 851.8. Por dificultades en el muestreo, no se obtuvieron datos de fitoplancton en marzo de 1973.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Es importante tener en cuenta que para el análisis y discusión posterior, se van a considerar solamente datos de aguas superficiales. Se hicieron análisis de aguas de fondo, pero estos son incompletos debido a que el muestreador para tal efecto, fue adquirido tres meses después de haberse comenzado el trabajo. Además, los análisis químicos de agua de fondo se vieron muy perturbados por la turbiedad, sobre todo los fotocolorimétricos, por lo tanto los resultados no son confiables. En algunos casos en que los valores de turbiedad y color del agua superficial y de fondo eran iguales, o con pequeñas diferencias, los valores de los análisis químicos fotocolorimétricos entre las dos zonas no variaban mucho.

#### Factores Físico-Químicos.

**Temperatura.** La temperatura del agua en la superficie osciló entre un máximo de  $23.5^\circ\text{C}$  y un mínimo de  $19.0^\circ\text{C}$ , con una tendencia general a disminuir durante el año. Observando los datos climáticos (Fig. 2) para el año 1973, se ve que precisamente la precipitación para este año, tuvo una tendencia a aumentar, con un mínimo de  $9.0 \text{ mm}$  en febrero de 1973 y un máximo de  $351 \text{ mm}$  en septiembre de ese mismo año. Igualmente la temperatura ambiente disminuyó durante el año, con un máximo de  $18.4^\circ\text{C}$  en marzo de 1973 y un mínimo de  $15.7^\circ\text{C}$  en marzo de 1974. Las horas de sol también disminuyeron en el mismo sentido que el dato anterior, con un máximo de  $234.4$  horas en enero de 1973 y un mínimo en enero de 1974 con un valor de  $123.6$  horas. Se puede observar entonces que en los datos climáticos no se presentó un ciclo que se repitiera de un año a otro, sino que por el contrario, ha habido un descenso. En algunos casos en que se pudo registrar temperatura de agua de fondo, se ve que la variación promedio de temperatura entre las dos zonas, es solamente de  $1.2^\circ\text{C}$  a una profundidad de  $8 \text{ m}$ . Esta pequeña diferencia se debe a que el agua se mantenía en constante movimiento, debido a los vientos más o menos fuertes y constantes en la zona, y además por la cercanía del sitio del muestreo a la desembocadura del Río Nare.

**Conductividad.** Es muy claro ver aquí el hecho de que el valor mínimo de conductividad ( $14.5 \text{ mg/l}$  de  $\text{NaCl}$ ), se presentó en el mes de septiembre que fué el de la máxima precipitación. Con una precipitación elevada el volumen en la represa aumenta, quedando los sólidos en menor concentración. El valor máximo de conductividad ( $26.5 \text{ mg/l}$  de  $\text{NaCl}$ ), corresponde al mes de marzo de 1973, cuando la precipitación, aunque no fué la mínima, sí posee un valor bajo. La tendencia general de la curva (Fig.3), es de descenso hasta septiembre y luego empieza a subir hasta marzo de 1974, pero no llega a ser igual al valor encontrado al comienzo del trabajo. Esto se puede explicar por el hecho de que los meses de enero y febrero de 1974, han sido de una precipitación mucho mayor que esos mismos meses en el año anterior.

**Transparencia, turbiedad y color aparente.** Como se ve en la figura 4, el color aparente y la turbiedad van generalmente en relación directa a lo largo del año. La transparencia va en relación inversa a los dos anteriores. Estos tres datos se relacionan con los valores de precipitación, observándose por ejemplo que los valores mínimos de turbiedad se presentan en los meses de menor precipitación y el máximo ocurrió en septiembre con  $47 \text{ UJ}$  de turbiedad, siendo este mes el de mayor precipitación ( $351 \text{ mm}$ ).

**Oxígeno disuelto.** Al observar los datos de los meses en que se pudo registrar este parámetro, se ve como los valores de oxígeno son más altos en los primeros meses de estudio que en los últimos (Tabla I). Es posible relacionar esto más adelante con el fitoplancton.

**Dióxido de carbono disuelto.** Este parámetro osciló mucho durante el año, excepto en los cuatro primeros meses en que mantuvo un valor constante. La tendencia de la curva es de aumentar a lo largo del año. El dióxido de carbono se encontró relacionado inversamente con la alcalinidad y el pH, como era de esperarse (Fig.5). Se puede ver esta relación: cuando los valores para pH son más bajos, el  $\text{CO}_2$  se encontraba un poco más elevado y viceversa.

**Concentración de hidrogeniones (pH).** Los valores para pH en general fueron básicos, excepto en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1973 y en marzo de 1974, en que fueron ligeramente ácidos. Los valores mínimos se encontraron en agosto y septiembre, con 6.92; el máximo fué en marzo y junio de 1973 con 7.35. Se puede entonces relacionar esto con los valores de precipitación: los valores mínimos de pH se encontraron en los meses de máxima precipitación, y los máximos en los meses de menor precipitación.

**Alcalinidad.** La alcalinidad tuvo su valor máximo en abril de 1973, con 25 mg/l, y valores mínimos de 15 mg/l en los

meses de junio y desde septiembre hasta febrero. Los valores mínimos se corresponden con valores máximos de precipitación. Comparando las curvas para alcalinidad, pH y dióxido de carbono disuelto, se puede ver como cuando la alcalinidad y el pH son altos (en sus valores máximos), el dióxido de carbono se encuentra en su punto mínimo y viceversa (Fig.5).

**Nitratos.** Los nitratos son considerados como uno de los factores limitantes más importantes en el desarrollo del plancton. En el presente estudio, no parece que los nitratos hallan actuado como limitantes para el fitoplancton. Se encontraron valores mínimos de nitratos en julio de 1973 y en enero de 1974, con 0.71 mg/l y 0.717 mg/l respectivamente. Los máximos valores se presentaron en junio (1,056 mg/l), septiembre (1,012 mg/l) y diciembre (1,036 mg/l). (Tabla 1).

**Ortofosfatos.** Los fosfatos son un gran determinante en la productividad biológica, a menudo considerados como el factor más crítico en el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos. Generalmente ocurren en cantidades trazas y

TABLA I. Parámetros Físico-Químicos (valores promedio mensuales), registrados durante un año en el Embalse de El Peñol.

CONSTITUYENTE	EXPRESADO COMO:	M (1973) A	M J	J A	S O	N D	E F	M
Temperatura	°C	—	22.9	23.0	20.25	21.35	19.0	20.0
		23.25	23.5	21.8	20.05	20.4	20.4	
Conductividad	ppm. de NaCl.	26.5	25.0	22.1	14.5	18.25	20.0	21.25
		26.25	20.0	22.0	15.75	16.5	19.75	
Transparencia	cms. de profundidad	55.0	40.0	45.2	23.0	45.0	40.0	46.0
		42.5	40.0	51.0	32.25	21.0	43.0	
Turbiedad	U.J.	—	23.0	16.25	47.0	22.5	15.0	10.0
		16.25	20.0	23.5	26.5	37.5	19.0	
Color aparente		—	60.0	50.0	115.0	65.0	60.0	36.2
		74.0	55.0	45.0	80.0	48.25	70.0	
Oxígeno Disuelto	ppm. de $\text{O}_2$	9.0	11.5	—	—	—	7.0	7.0
		11.0	7.0	—	—	8.0	8.0	
Dióxido de Carbono Disuelto	ppm. de $\text{CO}_2$	4.0	4.0	5.0	6.0	6.0	6.0	5.0
		4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	
pH		7.35	7.08	7.27	6.92	6.95	7.1	6.96
		7.33	7.35	6.92	6.97	7.12	7.15	
Alcalinidad	ppm. de $\text{CaCO}_3$	—	17.5	20.0	15.0	15.0	15.0	20.0
		25.0	15.0	20.0	15.0	15.0	15.0	
Nitratos	ppm. de $\text{NO}_3^-$	0.79	0.908	0.71	1.012	0.869	0.717	0.748
		0.996	1.056	0.998	0.893	1.036	0.781	
Ortofosfatos	ppm. de $\text{PO}_4^{=}$	0.11	0.03	0.0325	0.05	0.045	0.02	0.05
		0.05	0.035	0.04	0.0375	0.0325	0.0325	
Sulfatos	ppm. de $\text{SO}_4 =$	4.0	4.0	4.0	11.5	5.5	5.0	3.5
		5.5	4.0	4.0	7.5	10.0	4.75	
Cloruros	ppm. de Cl	5.0	7.5	7.5	6.25	5.0	5.0	5.0
		6.25	5.0	7.5	5.0	5.0	5.0	
Dureza Total	ppm. de $\text{CaCO}_3$	—	15.0	15.0	10.0	10.0	15.0	17.5
		17.5	15.0	15.0	10.0	12.5	15.0	
Dureza por Calcio	ppm. de $\text{CaCO}_3$	10.0	10.0	10.0	5.0	5.0	10.0	10.0
		10.0	10.0	10.0	5.0	10.0	10.0	
Dureza por Magnesio	ppm. de $\text{MgCO}_3$	—	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
		7.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	

éstas son suficientes para estimular el crecimiento de algas. Se encontraron valores máximos de 0.11 mg/l en marzo de 1973 y valores mínimos de 0.02 mg/l en enero de 1974.

Al tratar de relacionar su aumento o descenso con algunos otros factores fisicoquímicos, no se encontró relación alguna. Más adelante se relacionará este factor con el aumento o disminución en las poblaciones del fitoplancton.

**Sulfatos.** Los sulfatos entran a los ecosistemas acuáticos por acción de la lluvia que disuelve los compuestos de sulfato provenientes de formaciones geológicas sedimentarias. La figura 6, muestra que el máximo valor de sulfatos (11.5 mg/l) se presentó en el mes de septiembre que fué el de máxima precipitación. Los valores mínimos (4.0 mg/l) y 3.5 mg/l), se presentaron cuando la precipitación fué menor, desde marzo a agosto de 1973 y en marzo de 1974.

**Cloruros.** Los cloruros oscilaron durante el año entre los valores de 5.0 mg/l y 7.5 mg/l. Comparando estos valores con otros factores físico-químicos no se ve una correlación clara. (Tabla I).

**Dureza total.** Los compuestos de calcio y magnesio son los principales causantes de dureza del agua. El calcio y el magnesio constituyen los iones más abundantes en aguas dulces y sus actividades son similares entre sí. De acuerdo a los valores en que osciló este parámetro durante el año (10.0 mg/l-17.5 mg/l), se puede clasificar esta represa como de aguas muy blandas (Pincus, 1962). Analizando la figura 7, se observa cómo los valores mínimos de durezas se presentan en los meses de máxima precipitación. Esto es explicable por una mayor dilución de iones debido a la alta precipitación, que hace disminuir la concentración de los materiales disueltos en el agua.

**Dureza por calcio.** Según Ohle (1934), la dureza por calcio es un indicador de la productividad de un lago. Se considera que un valor menor de 10.0 mg/l es un agua de una productividad baja; valores entre 10.0 mg/l y 25.0 mg/l son aguas de productividad media y valores mayores de 25.0 mg/l son aguas de alta productividad. De acuerdo con esto, se ve como en esta represa los valores para dureza por calcio oscilaron entre 5.0 mg/l y 10.0 mg/l, por lo cual se puede clasificar como de productividad baja. Observando la figura 7, se ve que la forma de esta curva de dureza por calcio, presenta el mismo patrón que para dureza total. Por lo tanto, su relación con la precipitación es similar a la anterior.

**Dureza por magnesio.** Debido a que este parámetro no se midió por un método directo, sino que es el resultado de la diferencia entre las durezas total y de calcio, podrían aplicarse las mismas conclusiones a que se llegó para estas dos en relación con la precipitación.

#### *Factores Biológicos.*

**Fitoplancton.** Observando la figura 8, se puede ver como el fitoplancton total aparece en mayor cantidad en abril de

1973, con 630/o del total del fitoplancton de todo el año y luego disminuye hasta junio. De ahí en adelante, se observan pequeñas oscilaciones para comenzar a ascender nuevamente en marzo de 1974. Es interesante ver cómo al parecer se presentan auges anuales de fitoplancton. Si se superponen las figuras 8 y 9, se ve que esos valores altos de fitoplancton se deben al alga, que por dificultades en su identificación, se la ha llamado "azul-verde filamentosa" (Tabla II). Esta especie presenta su máximo porcentaje de individuos con respecto al porcentaje de fitoplancton total para el mes, en abril de 1973. La población de esta alga comienza a decrecer y llega a un valor mínimo en junio. De ahí en adelante, el número de individuos llega a ser tan bajo que no se detecta sino solamente hasta febrero de 1974, cuando la población comienza nuevamente a ascender.

Comparando estas fluctuaciones con los datos físico-químicos se pueden ver relaciones muy claras y que explican esos crecimientos de fitoplancton en algunas épocas.

Tomando el caso de la figura 10, en la que se relaciona conductividad y fitoplancton total, se puede ver que cuando el fitoplancton se encuentra en su valor máximo de 630/o en abril de 1973, la conductividad para ese mes ya ha comenzado a descender hasta llegar a un valor mínimo en septiembre. Cuando el fitoplancton llega a ese nivel mínimo, se ve claramente cómo la conductividad comienza a ascender nuevamente. En la discusión sobre conductividad se decía que el descenso de ésta se debía al efecto de dilución por la precipitación. En el presente caso también se puede pensar en un descenso de conductividad a causa de asimilación de nutrientes por parte del fitoplancton.

Comparando ahora el fitoplancton total con los pocos registros que se tienen de oxígeno disuelto, se puede ver cómo en los primeros meses en los que el fitoplancton se encuentra en su valor más alto, se obtienen registros de oxígeno disuelto hasta de 11.5 mg/l. Esto es explicable debido a una mayor actividad fotosintética, a causa del alto porcentaje de fitoplancton y a la mayor cantidad de horas de sol.

Analizando ahora la figura 11, se puede ver como los valores máximos de dióxido de carbono (6.0 mg/l), se encuentran en los meses de septiembre y noviembre de 1973 y enero de 1974, en los cuales el fitoplancton está muy reducido y hay menor número de horas de sol. Esto es claro, ya que la fotosíntesis en este período es mínima, lo que lleva a una acumulación de dióxido de carbono en el agua.

Al analizar la figura 12, se ve como el factor que se relaciona de una manera exacta con las fluctuaciones del fitoplancton en el presente estudio, es el de los fosfatos. En la gráfica se ve cómo un aumento o disminución en el contenido de los fosfatos en el agua, trae consigo un aumento o disminución en los valores del fitoplancton. Parece ser en este estudio el factor crítico. El fosfato ha sido uno de los iones más controvertidos en los estudios sobre crecimientos del fitoplancton y por consiguiente en el proceso de eutroficación

en los lagos. En el presente estudio, es el que más se relaciona directamente con las fluctuaciones en el fitoplancton.

Si se observa ahora la figura 13, se ve aparentemente que los sulfatos, cuando están presentes, podrían inhibir eventualmente el desarrollo del fitoplancton. Los valores máximos de sulfatos se encontraron en septiembre y diciembre de 1973, siendo en estos meses, principalmente septiembre, cuando los valores para el fitoplancton se encuentran más reducidos. Al disminuir los sulfatos en marzo de 1974, el fitoplancton comienza nuevamente su ascenso.

En la figura 14, se puede ver que los valores mínimos de dureza total están en relación directa con los valores de fitoplancton.

Es interesante ver de qué manera varios factores influyen en conjunto para determinar fluctuaciones en una población. Los crecimientos masivos o auges del fitoplancton, se han encontrado en zonas templadas relacionadas con cambios estacionales. Al hacer el análisis de los resultados físico-químicos en este estudio, se observó la manera cómo la precipitación influye en algunos de estos factores, por lo tanto, en último término, es la precipitación el factor aparentemente determinante de las fluctuaciones periódicas del fitoplancton en este embalse, sin descartar la posibilidad de la influencia de las horas de sol.

Otro hecho que hay que tener en cuenta, es la posibilidad de que existan variaciones en la distribución tanto vertical como horizontal del plancton y éstas no se detectaron. Por

TABLA II. Variación de las poblaciones del fitoplancton a lo largo del estudio. (Individuos/cm<sup>3</sup>).

	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
Alga Azul-verde filamentososa si.		342.850		852								852	34.072
Alga verde si.										106			
<i>Anabaena</i> sp.		2.555											
<i>Aphanizomenon</i> sp.							426						852
<i>Carteria</i> sp.									852				
Células en división si.										2.130			
Células ovaladas si.		426											
<i>Chlorella</i> sp.						3.407		1.278		426			
<i>Closterium</i> sp.				852	426			639	2.555				3.833
Colonia de células redondas si.		426	426										
<i>Cosmarium</i> sp.													426
<i>Cylindrocapsa</i> sp.										852			
<i>Diatoma</i> sp.										106			
Diatomea si.		10.022											
			78.792					213					
<i>Dinobryon</i> sp.				852		852		426					852
<i>Euglena</i> sp.	3.476		426						106		106		426
<i>Eunotia</i> sp.					426								
<i>Gomphonema</i> sp.								213		106			
<i>Gonatozygon</i> sp.					852								
<i>Gonium</i> sp.													426
<i>Gyrosigma</i> sp.								213					
<i>Mesotetanium</i> sp.								426					426
<i>Microspora</i> sp.													1.278
<i>Mougeotia</i> sp.						852							
<i>Navicula</i> sp.		5.111		5.963				2.130		1.278		213	5.963
					6.389				1.491				
<i>Nitzschia</i> sp.				2.555									

(Continúa)

	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
<i>Oscillatoria</i> sp.							852			106		426	852
<i>Pediastrum</i> sp.										106			
<i>Peridinium</i> sp.								1.704					
<i>Pinnularia</i> sp.		426	426		852			213		213			
<i>Rhizoclonium</i> sp.					426								
<i>Rivularia</i> sp.									213				
<i>Sorastrum</i> sp.									426				
<i>Spyrogyra</i> sp.		426		852					213				
<i>Stauroneis</i> sp.							1.278		106				
<i>Stephanodiscus</i> sp.												106	
<i>Synechis</i> sp.				2.555	5.111				319				
<i>Tabellaria</i> sp.			426		852					426			426
<i>Trachelomonas</i> sp.										426			
<i>Ulothrix</i> sp.			852		1.278				426				
Zigote de Chlorophyta.			426										

lo tanto para llegar a conclusiones verdaderamente definitivas, habría que tenerse en cuenta este aspecto en estudios futuros.

**Zooplankton.** El zooplankton se relaciona directamente con el fitoplancton. Analizando la figura 8, se observa que al presentar el fitoplancton sus valores más altos en el mes de abril, comienza a ascender el zooplankton, seguido de una disminución en el fitoplancton. Al llegar el zooplankton a un punto máximo, el fitoplancton ha descendido de tal manera que llega a ser limitante para las poblaciones del zooplankton y estas descienden. Hay algunas fluctuaciones de ambos en los meses de septiembre a enero y nuevamente en febrero de 1974 comienza a ascender el fitoplancton, para en marzo encontrarse los dos, tanto zooplankton como fitoplancton, en un período de ascenso.

Al analizar la figura 9, se ve cómo el mayor porcentaje de zooplankton en los meses de máxima densidad de este (julio de 1973 y marzo de 1974), se deben principalmente a cladoceros. En estos cladoceros, hay predominio de *Simocephalus* sp., pero en algunos casos aparecieron *Daphnia* sp., *Ceriodaphnia* sp., individuos en estados larvales y huevos. Por lo tanto, se tomaron todos en conjunto como cladoceros. Asociados con la presencia de estos cladoceros, se observa para esos mismos meses la presencia de *Brachionus* sp. Probablemente este organismo posee los mismos requerimientos de los cladoceros en cuanto a condiciones ambientales y alimento, aunque el número de individuos es mucho menor (Tabla III).

**Bentos.** Debido a que no se encontró una fauna béntica apreciable, no se tuvo en cuenta este parámetro en la discu-

sión de los resultados. Solamente se encontró una especie, un anélido no identificado, en número reducido y su presencia en el sitio del muestreo no era regular. Es posible que aún por ser tan reciente el embalse, no ha habido tiempo de formar un sedimento apropiado para el desarrollo de comunidades bénticas. También es posible que por la cercanía del sitio del muestreo a la desembocadura del río, la corriente arrastrara consigo materiales del fondo.

## CONCLUSIONES

En general los factores físico-químicos se vieron influenciados por la precipitación. Es así como en el mes de septiembre que fué el de mayor precipitación, los iones en su mayoría, se encontraron en concentraciones bajas, excepto los sulfatos que aumentaron en relación directa con la precipitación. Otros iones, tales como, cloruros y fosfatos, no parecen estar influenciados por este factor.

En general se encontraron relaciones muy claras entre concentración de iones y el contenido total de fitoplancton en el embalse. Aparentemente el factor limitante en el desarrollo del fitoplancton en este embalse es ortofosfatos, pues es el que se encontró más estrechamente relacionado. Se observó además cómo el fitoplancton presenta un solo auge o crecimiento excesivo en el año, a diferencia de las zonas templadas donde son dos en el año y el factor determinante es la temperatura. En este estudio, el factor determinante parece ser precipitación.

Por último, los valores de dureza por calcio encontrados, serían un indicador de baja productividad.

TABLA III. Variación de las poblaciones del zooplancton a lo largo del estudio. (Individuos/M<sup>3</sup>).

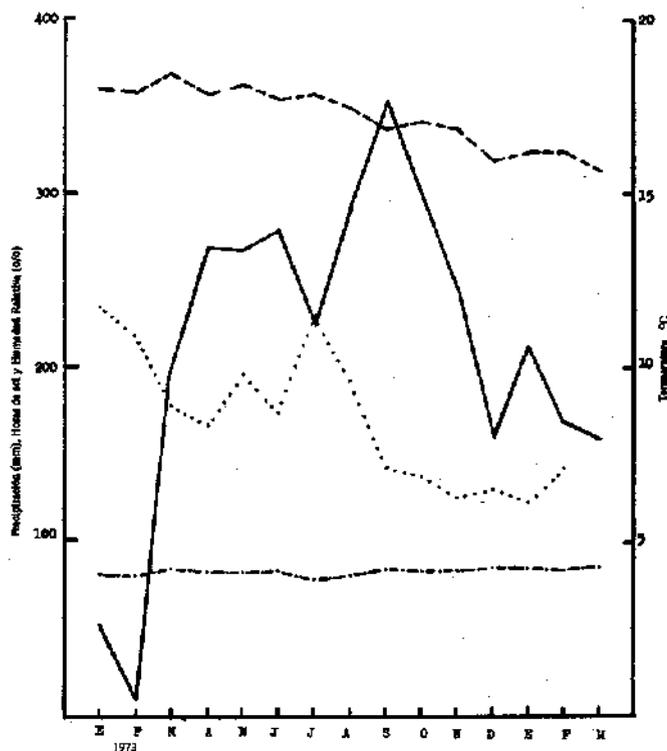
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
<i>Asplanchna</i> sp.					852								852
<i>Brachionus</i> sp.		1.704	852	2.555	5.537								2.130
<i>Chaetonotus</i> sp.					426								
<i>Chromogaster</i> sp.													852
Cladoceros.	9.369		23.425	42.164									2.130
		14.481		20.443									
<i>Cyclops</i> sp.				426									
<i>Filodina</i> sp.				426									
<i>Nototolenus</i> sp.								852		852			
Protozoo si.								1.278				213	
Protozoo si.							426	213					
<i>Platyas</i> sp.			426	852									
Rotífero si.					426					426			1.278
<i>Scytomonas</i> sp.								213					
<i>Vorticella</i> sp.								213					

Se necesitaría hacer estudios durante varios años, analizando diferentes sitios en la represa y a diferentes profundidades, para llegar a conclusiones definitivas, ya que en un solo año los factores climáticos imperantes, pueden influir variando las condiciones de la represa.

#### AGRADECIMIENTOS.

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos al profesor Mauricio Camargo quien nos prestó su ayuda en las labores de campo y fotografías. Agradecemos además la colaboración prestada por parte de las Empresas Públicas de Medellín, al facilitarnos los datos climáticos y el mapa de la región. Por último, damos nuestros agradecimientos a la Fundación FORGE y a Landers Mora de Medellín, quienes gracias a su apoyo económico hicieron posible la realización de este trabajo.

Figura 2. Valores promedio mensuales de temperatura ambiente (—), precipitación (—), horas de sol (...); y humedad relativa (---), registrados en la estación climática El Peñol. (Datos suministrados por Empresas Públicas Municipales de Medellín).



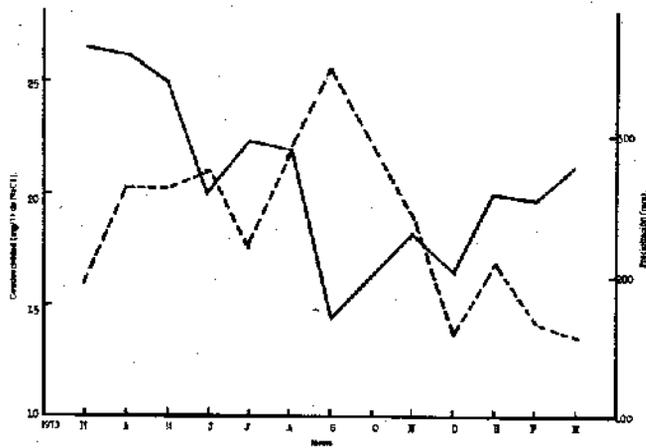


Figura 3. Relación entre los valores promedio mensuales de conductividad del agua (---) y precipitación (—), registrados durante un año en el embalse de El Peñol.

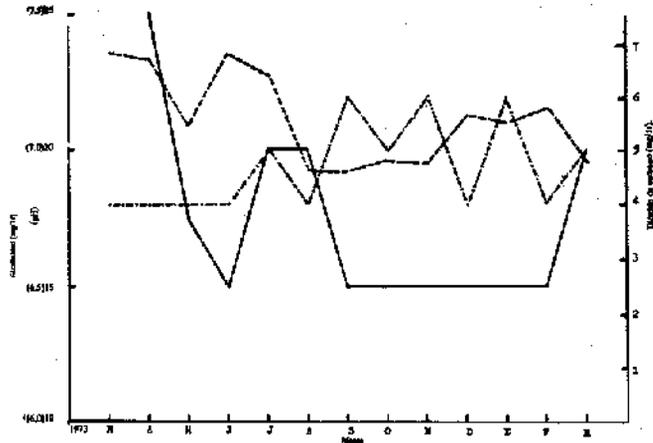


Figura 5. Relación entre los valores promedio mensuales de alcalinidad (—), dióxido de carbono disuelto (---) y el pH del agua (---), registrados durante un año en el embalse de El Peñol.

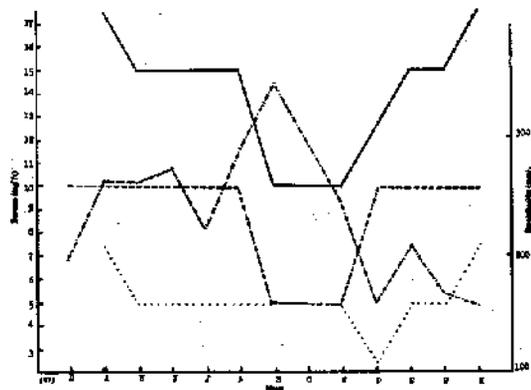


Figura 7. Relación entre los valores promedio mensuales del contenido en el agua de, dureza total (—), dureza por calcio (---) y dureza por magnesio (---), con los valores promedio mensuales de precipitación (---), registrados durante un año en el embalse de El Peñol.

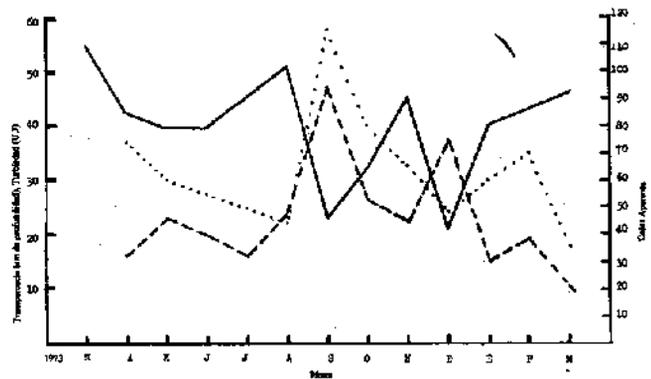


Figura 4. Relación entre los valores promedio mensuales de transparencia (—), turbiedad (---), y color aparente (...) del agua, registrados durante un año en el embalse de El Peñol.

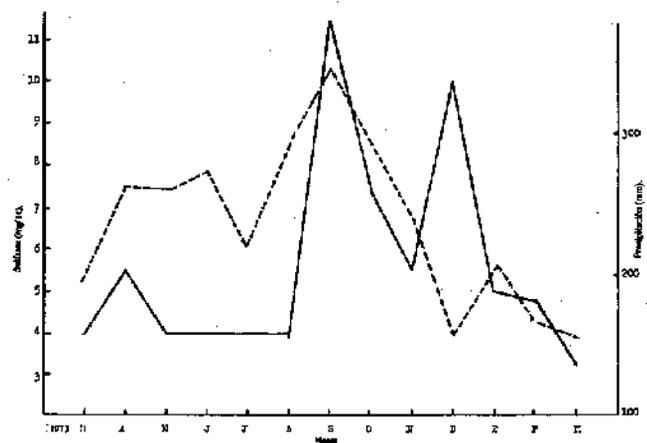


Figura 6. Relación entre los valores promedio mensuales del contenido en el agua de sulfatos (—), con los valores promedio mensuales de precipitación (---), registrados durante un año en el embalse de El Peñol.

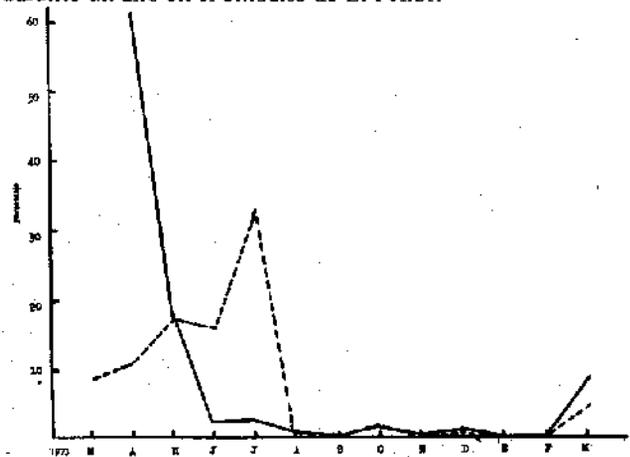
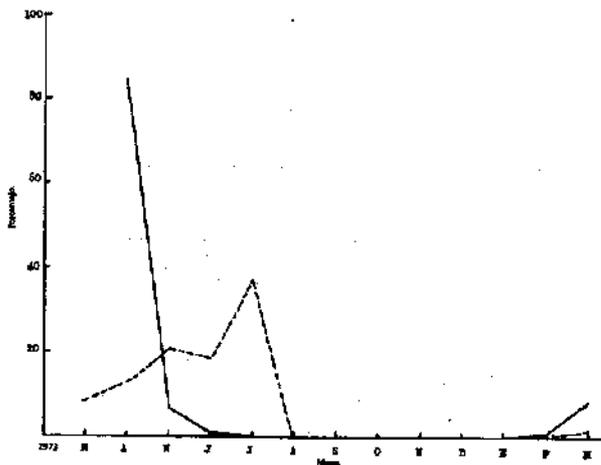
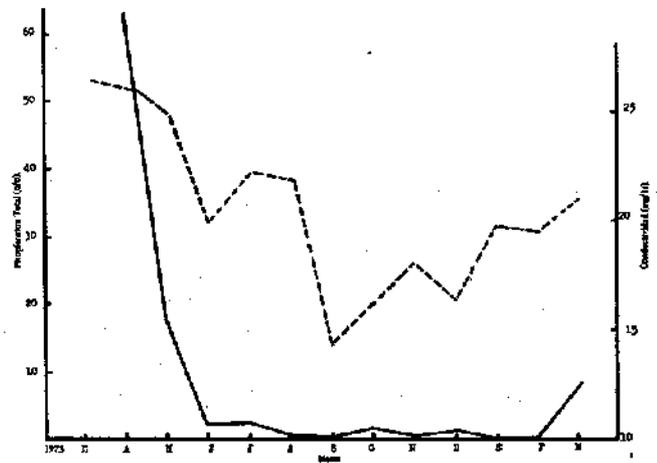


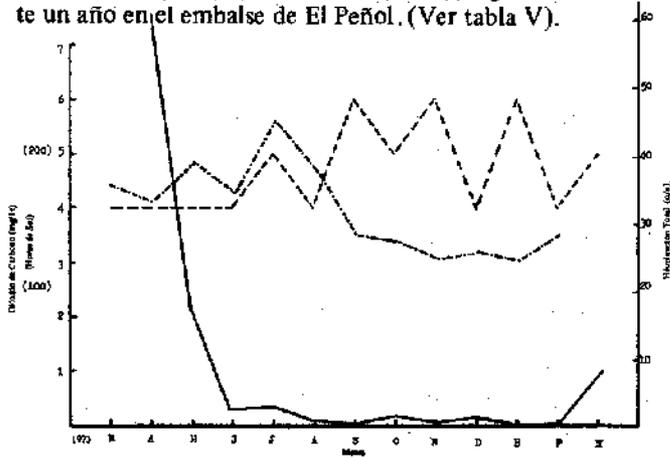
Figura 8. Relación entre los valores promedio mensuales en porcentaje, del contenido en el agua de Fitoplancton total (—) y Zooplancton total (---), registrados durante un año en el embalse de El Peñol. (Ver tabla IV).



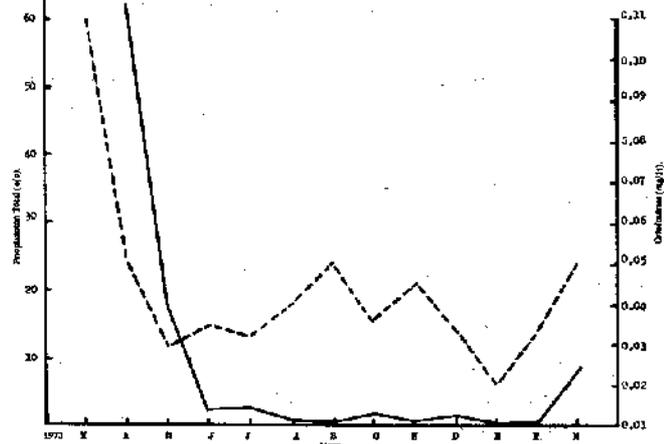
**Figura 9.** Relación entre los valores promedios mensuales en porcentaje, del contenido en el agua de algas azul-verdes filamentosas (—) y cladoceros (-----), registrados durante un año en el embalse de El Peñol. (Ver tabla V).



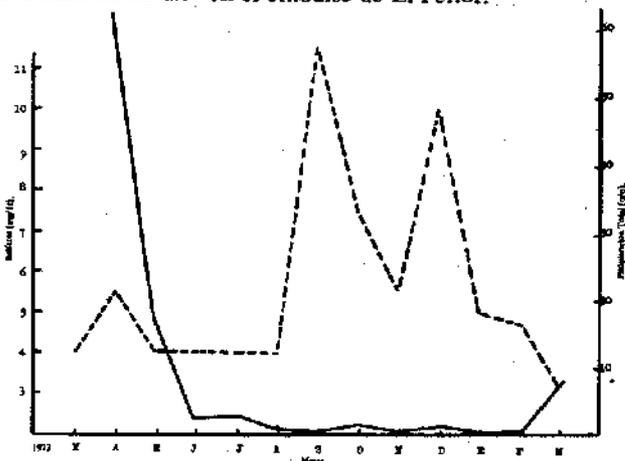
**Figura 10.** Relación entre los valores promedios mensuales del contenido en el agua, en porcentaje, del fitoplancton total (—), con valores promedios mensuales de la conductividad del agua (-----), registrados durante un año en el embalse de El Peñol.



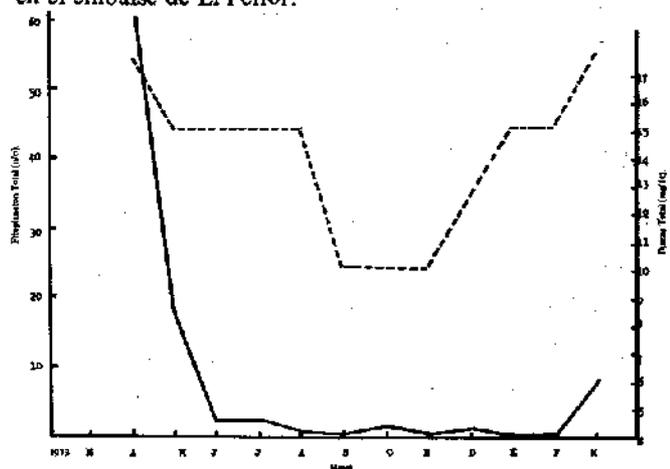
**Figura 11.** Relación entre los valores promedios mensuales del contenido en el agua de dióxido de carbono (-----) y porcentaje de fitoplancton total (—), con valores promedios mensuales del número de horas de sol (---), registrados durante un año en el embalse de El Peñol.



**Figura 12.** Relación entre los valores promedios mensuales del contenido en el agua de ortofosfatos (-----) y porcentaje de fitoplancton total (—), registrados durante un año en el embalse de El Peñol.



**Figura 13.** Relación entre los valores promedios mensuales del contenido en el agua de sulfatos (-----) y porcentaje de fitoplancton total (—), registrados durante un año en el embalse de El Peñol.



**Figura 14.** Relación entre los valores promedios mensuales del contenido en el agua de dureza total (-----) y porcentaje de fitoplancton total (—), registrados durante un año en el embalse de El Peñol.

## BIBLIOGRAFIA

- APHA. *Métodos Standard para el Examen de Aguas y Aguas de Desecho*. México, Ed. Interamericana, S.A. 1963, 609 p.
- BOUGHEY, A.S. *Ecology of Populations. Current Concepts in Biology Series*. London. The MacMillan Company Collier-MacMillan Limited, 1969.
- CORDINI, J.M. "Contribución al Conocimiento Limnológico del Embalse de Río Tercero (Córdoba)" en *Publ. Miscel.* 331. Div. Gral. Pesca y Conserv. Fauna Mrio. Agric. Nal., Buenos Aires, 1950, 36 pp. Tomado de: Ringulet, R.A. *Ecología Acuática Continental*. Buenos Aires. Eudeba, 1962, 138 p.
- D.H.M.B. "The Great Phosphorus Controversy". *Environmental Science and Technology*. 4(9):725-726, 1970.
- EDMONSON, W.T. "Phosphorus, Nitrogen and Algae in Lake Washington After Diversion of Sewage". *Science*. 169(3946):690-691, 1970.
- EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN. Copias Xerox de datos Climáticos y Mapa de la Región.
- HEM, J.D. *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Waters*. United States. Government Printing Office. Washington, Fourth Printing, 1967, 269 p.
- KLEREEKOPER, H. "Estudio Limnológico da represa de Santo Amaro em Sao Paulo". En *Bol. Fac. Filos. Cienc. Lets. Univ. S. Paulo*. 7Bot.(2):9-151. Tomado de: Ringulet R.A. *Ecología Acuática Continental*. Buenos Aires. Eudeba, 1962, 138 p.
- MOLANO, C.J. *Limnología Colombiana*. Bogotá Ed. Divulgación de Recursos Naturales, 1954.
- NEEDHAM, J.G. and NEEDHAM, P.R. *A Guide to Study of Fresh Water Biology*. San Francisco, Holden Day Inc. Fifth edition. 1962, 107 p.
- OHLE, W. "Chemische und Physikalische Untersuchungen Norddeuther Seen". *Arch. Hydrobiol.* 26: 386 - 464. Tomado de: Reid, G.K. *Ecology of Inland Waters and Estuaries*. New York. Reinhold Publishing Corporation. 5th Ed. 1966, 375 p.
- PALMER, C.M. *Algae in Water Supplies*. United States. Department of Health, Education and Welfare. Public Health Service. Publication No. 657, 1962, 88 p.
- PATIÑO, A. "Una Batalla Ecológica en el Valle del Cauca". *Boletín del Departamento de Biología*. Universidad del Valle, Colombia 3(1):5-38, 1970.
- PINCUS, L.I. *Practical Boiler Water Treatment*. New York, McGraw-Hill Book Company, 1962, 272 p.
- REID, G.K. *Ecology of Inland Waters and Estuaries*. New York Reinhold Publishing Corporation, 5th Ed. 1966, 375 p.
- RINGULET, R.A. *Ecología Acuática Continental*. Buenos Aires, Eudeba. 1962, 138 p.
- ROLDAN, G. *Un Estudio Comparativo de Algunas Características Físico-Químicas y Biológicas de la Laguna Gladfelter* (M.S. Tesis). Kansas State Teachers College, Emporia, Kansas, 1970.
- THOMAS, J.D. and RATCLIFFE, P.J. "Observations on the limnology and primary production of a small Man-made Lake in the west African Savanna". *Fresh wat. Biol.* 3, 573-612, 1973.
- WELCH, P.S. *Limnology*. New York, McGraw Hill Book Company, Inc. 2nd. Ed 1952, 538 p.