

ASPECTOS HIDRO-LIMNOLOGICOS EN LAS CIENAGAS DE CHUCURI Y AGUAS NEGRAS (MAGDALENA MEDIO, COLOMBIA) DURANTE UN CICLO ANUAL

**Gilma Stella Pedraza (1)
Germán Márquez Calle (2)
Luis Carlos García Lozano (3)**

RESUMEN

El presente estudio analiza características hidrológicas-limnológicas de la estructura y funcionamiento de las ciénagas de Chucurí y Aguas Negras localizadas en la planicie aluvial del Valle Medio del río Magdalena. Se basa en seguimientos bimensuales en diez estaciones de muestreo, durante el ciclo anual: abril de 1983 a marzo de 1984. Se resalta la presencia de dos estadios definidos asociados al régimen de inundación y sequía con rasgos característicos en la comunidad fitoplanctónica: abundancia, diversidad, distribución espacio-temporal y productividad primaria; en los parámetros físico-químicos: oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, pH y transparencia del agua; y en los principales nutrientes: fosfatos, sulfatos, nitratos y amonio.

INTRODUCCION

Se han establecido estrechas relaciones entre el comportamiento hidrológico y la productividad en el funcionamiento de los sistemas acuáticos continentales del trópico. Welcomme (1979), en revisión de estudios ecológicos realizados en ríos tropicales con planicie aluvial inundable, señala la alternación de ciclos hidrológicos como responsable de la productividad en las ciénagas. Victoria y García (1983) señalan que la gran variabilidad

(1) Bióloga Universidad Nacional de Colombia

(2) Profesor Departamento de Biología, Univ. Nacional A.A. 23227 Bogotá.

(3) Jefe Sección Medio Ambiente ISA, Medellín.

espacio-temporal del complejo cenagoso del sistema del río Magdalena está ligada a ciclos hidrográficos. Consideran a los ciclos anuales de anegación y sequía como controladores del funcionamiento de las ciénagas, lugares vitales en la producción pesquera.

Además, los intercambios de agua entre río y ciénagas determinan variaciones en la calidad de sus aguas manteniendo de esta forma la dinámica del sistema (Zárate y Cubides, 1977).

El impulso que se está dando actualmente a planes de desarrollo hidroeléctricos a mediano y largo plazo, los cuales exigen el represamiento de nuestros grandes ríos: Cauca medio, alto Sinú, Magdalena alto y medio, entre otros, requiere de profundos análisis acerca de la alteración del funcionamiento ecológico de las ciénagas y sus posibles efectos en la ictiofauna (Victoria y García, 1983).

La escasez, en nuestro país, de estudios e información básica acerca de seguimientos anuales en el comportamiento de la productividad y sus relaciones hidrológicas-limnológicas, hacen necesarios grandes aportes al conocimiento del funcionamiento del complejo río-ciénaga.

El presente estudio intenta una aproximación en la explicación de fenómenos en el funcionamiento de las ciénagas, mediante estadíos representativos durante un ciclo anual. Posteriores trabajos presentarán en forma detallada algunos de los puntos aquí esbozados.

El estudio se realizó en las ciénagas de Chucurí y Aguas negras, con una superficie de 1.000 has, localizadas en el Departamento de Santander, municipio de Barrancabermeja, a una altura de 80 m.s.n.m. (mapa No. 1). Son ciénagas tipo 2 sensu Arias (1986), esto es, un conjunto de ciénagas con una sola conectada al río Magdalena directamente.

MATERIALES Y METODOS

Fase de Campo

El programa de muestreo se basó en tomas de agua superficial para análisis físico-químico y de organismos fitoplanctónicos. Los análisis físico-químicos comprendieron registros "in situ" de oxígeno disuelto, temperatura, conductividad y pH, en cuyas lecturas se emplearon equipos portátiles METROHM. La transparencia del agua se evaluó con el disco Secchi. Los nutrientes: fosfatos, sulfatos, nitratos y amonio, con espectrofotómetro HACH DR-EL/4.

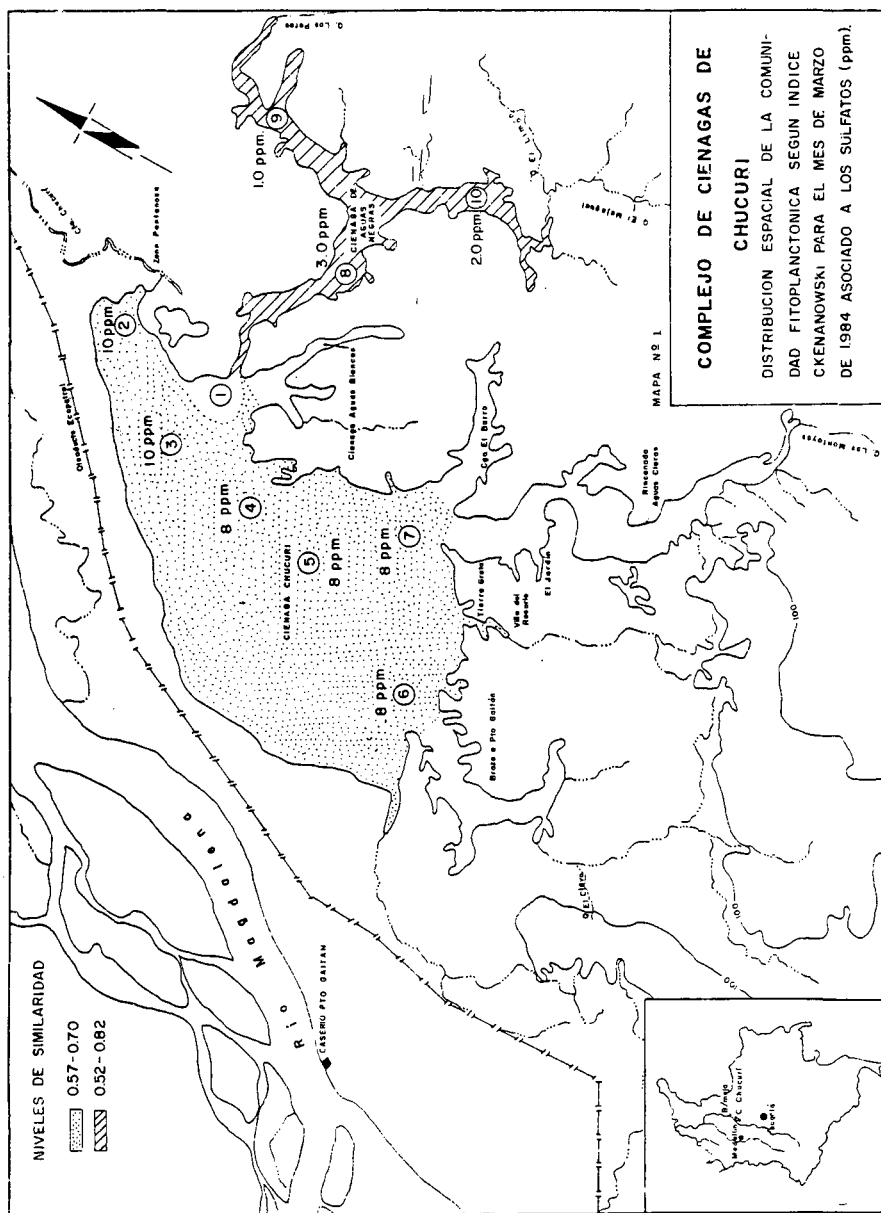
Los muestreos se realizaron bimensualmente hasta completar un ciclo anual, a lo largo de diez estaciones.

Los registros de producción primaria se efectuaron evaluando el oxígeno disuelto, utilizando la técnica de botella clara y oscura (Cudum, 1980; Margalef, 1980).

Los registros hidrológicos se basaron en la determinación de niveles y volúmenes de agua en las ciénagas con base en mediciones diarias de miras y de registros diarios de dirección del flujo de agua: caño-ciénaga o viceversa.

Fase de laboratorio

La concentración de muestras fitoplanctónicas se realizó utilizando el método de sedimentación (APHA, 1963). La determinación de la abundancia, siguiendo el método simplificado de conteo, según Edmonson (en



Vollenweider, 1969) y la identificación de los organismos con ayuda de claves taxonómicas.

Fase de análisis e interpretación de la información.

En el análisis de la distribución espacio-temporal de la comunidad se utilizó el sistema formal de clasificación, partiendo de matrices de semejanza, e identificando las clases mediante una serie de computaciones (Clifford y Stephenson, 1975; Matteuci y Colma, 1982). Con base en las matrices primarias se aplicaron los índices de diversidad de Shannon-Weaver y de uniformidad o equidad (Odum, 1980; Poole, 1974; Margalef, 1980).

En el establecimiento de relaciones entre los elementos estructurales de la comunidad fitoplanctónica y los parámetros físico-químicos, se aplicó el coeficiente de correlación de rango de Kendall (τ) (Siegel, 1956).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El comportamiento hidro-limnológico presentado por las ciénagas durante el período anual 1983-1984 se puede enmarcar en general dentro de dos estadios representativos, correspondientes a las épocas de estiaje e inundación que caracterizan a las ciénagas.

Los niveles de agua y volúmenes registrados en las ciénagas de Chucurí y Aguas Negras durante el ciclo anual representan claramente el comportamiento bimodal hidrológico del Río Magdalena y de precipitación característico para la zona del Magdalena Medio. La figura No. 1 señala los períodos de inundación (abril-mayo; octubre-noviembre) caracterizados por precipitaciones máximas, las cuales influyen directamente en la hidrología del complejo río-ciénaga, aumentando los niveles de agua; estos repercuten en máximos caudales del río y altos volúmenes en las ciénagas. En contraste, los períodos secos (enero-febrero; junio-julio) presentan características opuestas con bajos promedios en precipitación, mínimos niveles y menores caudales del río y volúmenes en las ciénagas.

Cada estadio está precedido y caracterizado por complejos procesos hidrológicos río-ciénagas-quebradas afluentes, los cuales están ligados directamente con la precipitación que induce a comportamientos definidos en la dirección de los flujos de agua entre el caño y las ciénagas, ya sea que las lluvias se den en la cuenca alta del río Magdalena o en la zona de las ciénagas y nacimiento de quebradas afluentes. Si la precipitación se da predominantemente en la cuenca del río Magdalena, éste adquiere mayor influencia sobre las ciénagas.

Ciclos

Con base en el hidrograma de la figura No. 2, se define, durante el ciclo anual, una tendencia general fluctuante de ascensos y descensos simultáneos en los niveles de agua, tanto en las ciénagas como en el río Magdalena. Los mayores ascensos registrados en el año para el sistema hidrológico, se reportan en abril-mayo de 1983, con mayores entradas de agua en dirección río-ciénaga. En los meses de septiembre-octubre se presenta comportamiento antagónico entre el río y las ciénagas. Estas adquieren los máximos niveles predominando la salida del agua en dirección ciénaga-río. Los niveles bajos se presentan en los períodos de sequía esperados.

Los estadios definidos, representan los picos extremos registrados en la productividad primaria, cuyos máximos se señalan en el período de junio-julio y los mínimos en el mes de septiembre (figura No. 3).

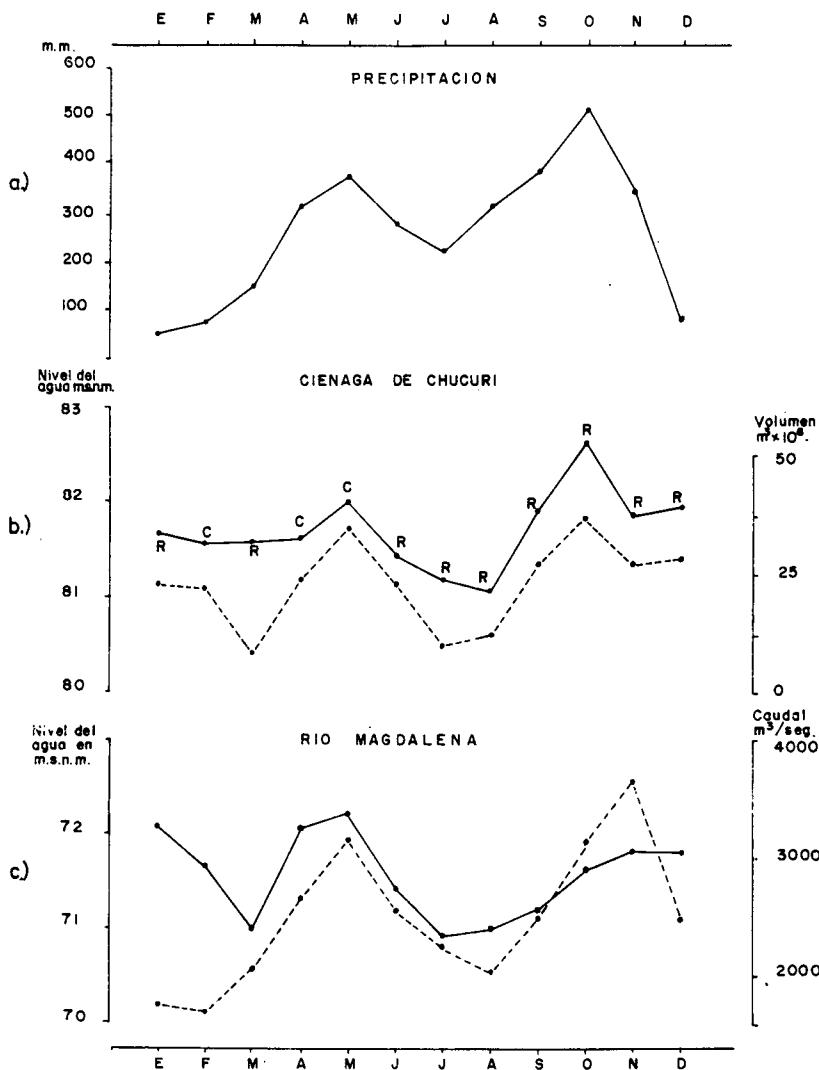
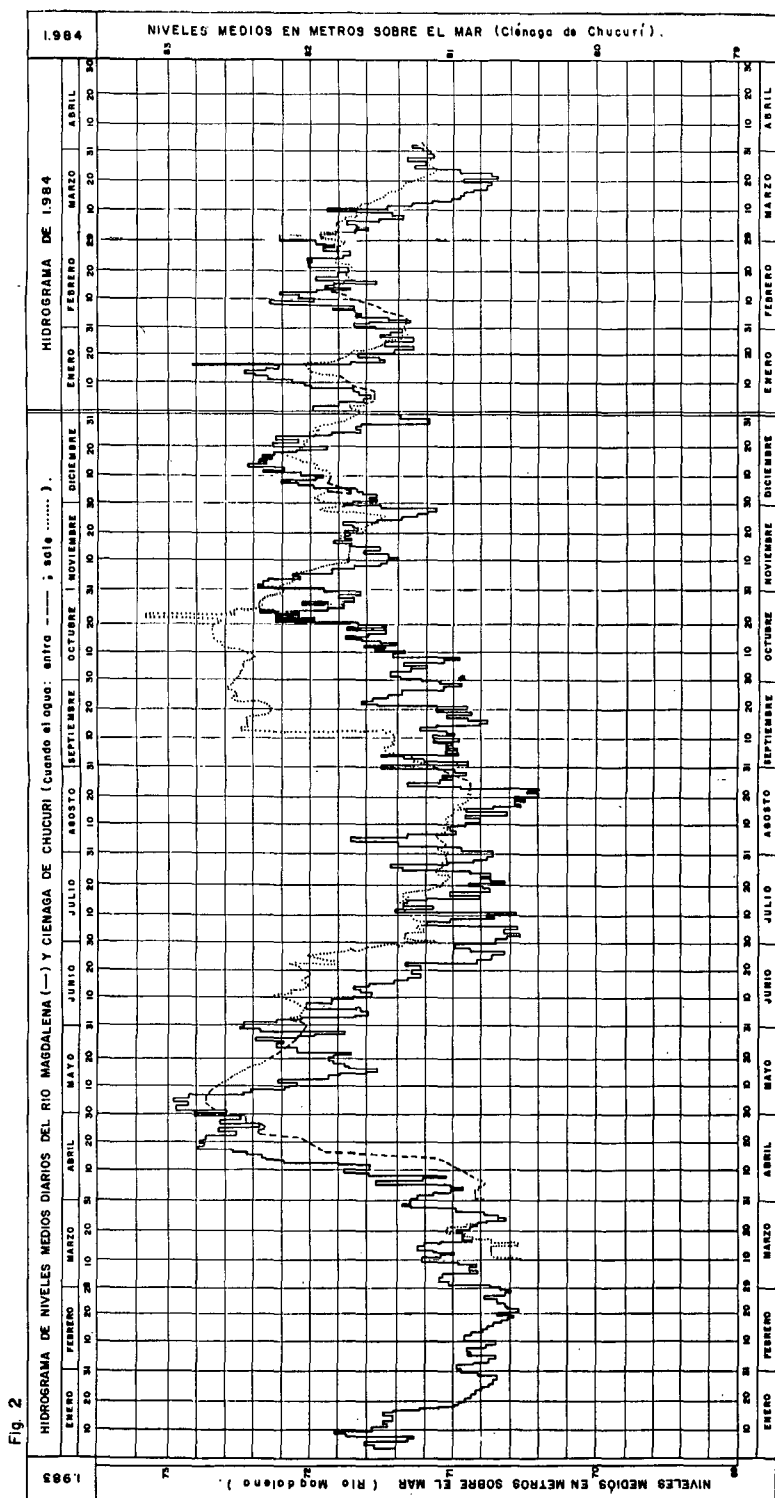


Fig. 1 PRECIPITACION Y CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS EN LAS CIENAGAS DE CHUCURI Y AGUAS NEGRAS, Y EN EL RIO MAGDALENA.

- a) Precipitación promedio mensual durante el período 1971-1981 en estación Chucuri.
 b) Ciénaga Chucuri: Nivel del agua (—) y Volumen (---) para el ciclo anual 83-84. R-flujo hacia río, C-flujo hacia ciénaga.
 c) Río Magdalena: Nivel del agua (—) en Barrancabermeja para el ciclo 83-84 y caudal (---) en Pto Berrio para el período 1970-1980.



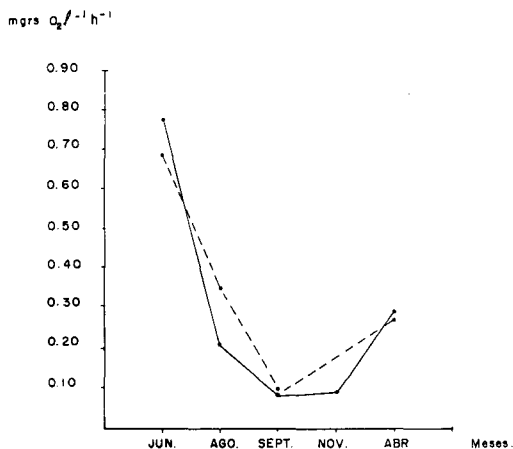


Fig. 3

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN LAS CIENAGAS DE CHUCURI (—) Y AGUAS NEGRAS (---) PARA EL CICLO ANUAL 83-84.

Las características físico-químicas del agua superficial de las ciénagas, presentan variación temporal intermensual, que se evidencia en las fluctuaciones de la concentración en los diversos parámetros con picos máximos y mínimos en períodos definidos durante el ciclo anual.

Influencia del río

Los influjos del río, en cierto modo fertilizan a las ciénagas con aportes externos de material orgánico e inorgánico en forma disuelta. Estos aportes evidenciados claramente por los altos valores en parámetros como la conductividad, representan incrementos en los nutrientes (figura No. 4), los cuales se difunden y distribuyen en el cuerpo de agua de las ciénagas, conformando gradientes de concentración con mayores valores en la de-

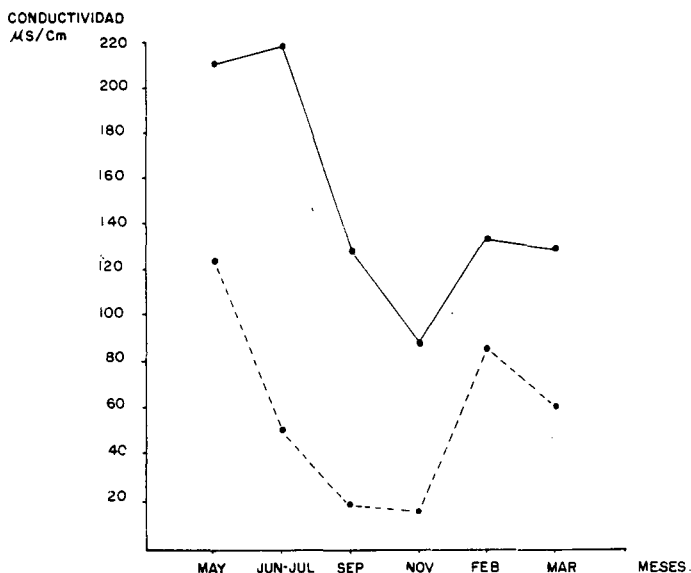


Fig. 4 VALORES PROMEDIO DE CONDUCTIVIDAD EN LAS CIENAGAS DE CHUCURI (—) Y AGUAS NEGRAS (-----) EN UN CICLO ANUAL.

sembocadura del caño, hacia menores en las zonas de desembocadura de las quebradas afluentes.

La alta turbidez que acompaña siempre el ingreso de agua del caño a las ciénagas constituye, sobre la zona de influencia directa, uno de los principales factores limitantes para el establecimiento de la comunidad fitoplanctónica, ya que la menor penetración de la luz y la carga de materiales en suspensión, tiende a reducir el número de especies presentes produciendo descensos notables en su diversidad.

Las características anteriormente anotadas preceden el estadio de máxima productividad primaria, en el cual se señala mayor concentración de nutrientes, mayor disponibilidad y consumo de éstos, e incrementos en la transparencia del agua, creando condiciones favorables para el establecimiento de zonas afines en la distribución espacial del fitoplancton, ligadas a incrementos sobresalientes de oxígeno disuelto durante el ciclo anual. (Figuras 5 y 6).

CHUCURI

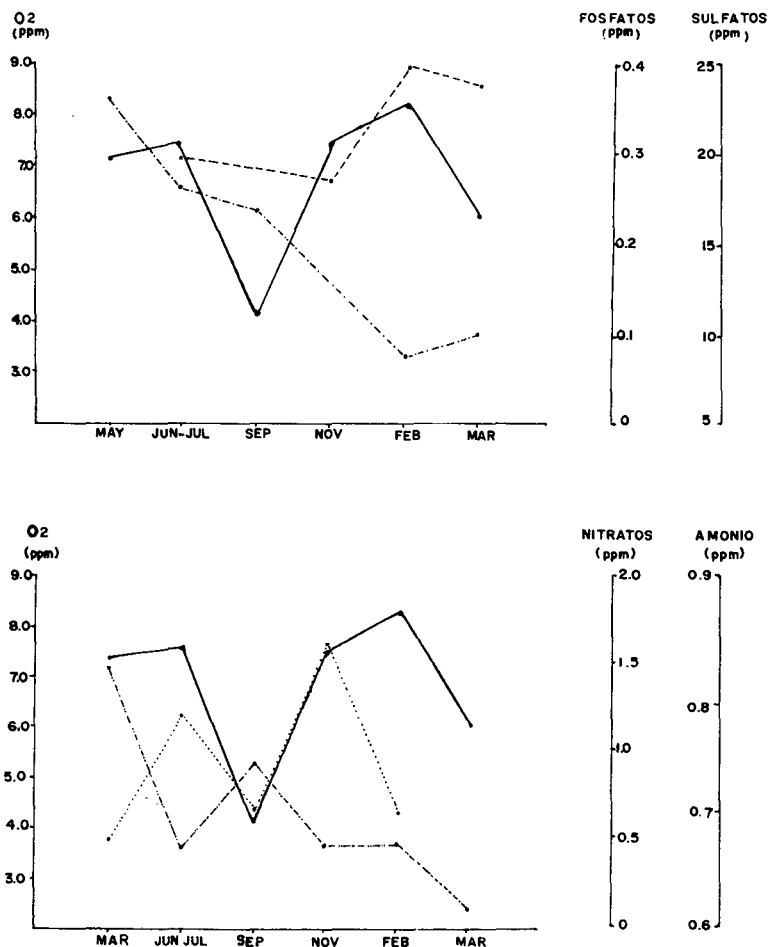


FIG. 5 VALORES PROMEDIOS DE CONCENTRACIONES DE OXIGENO DISUELTO (—), FOSFATOS (-----), SULFATOS (---), NITRATOS (.....), Y AMONIO (.....), PARA LA CIENAGA DE CHUCURI EN UN CICLO ANUAL.

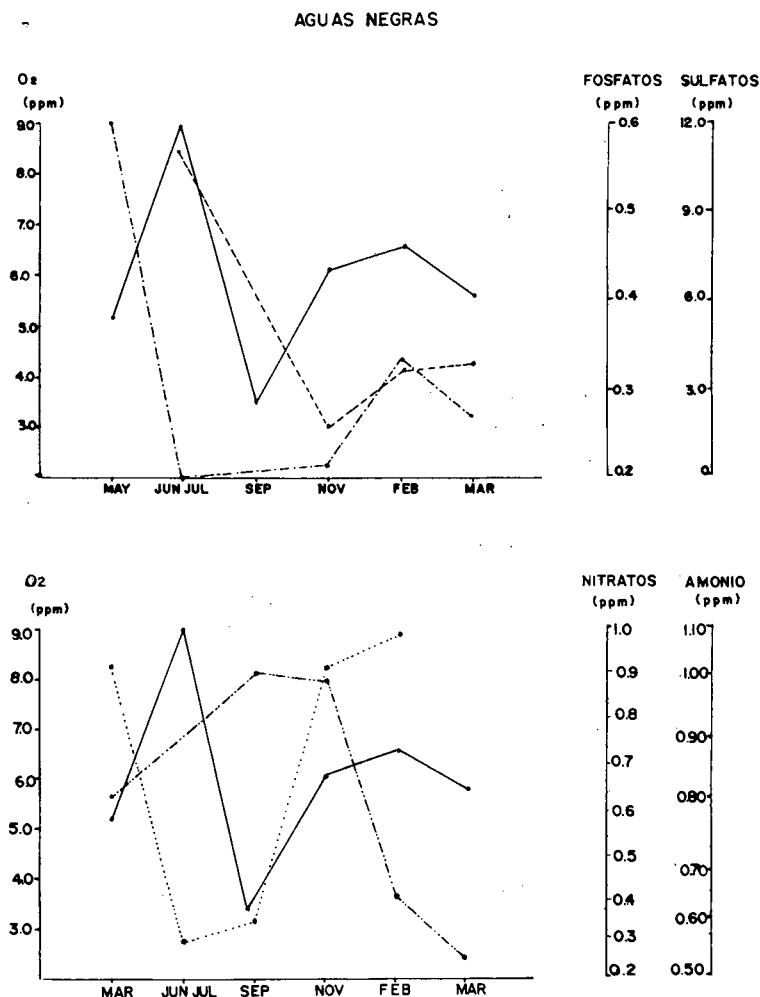


FIG. 6 VALORES PROMEDIOS DE CONCENTRACIONES DE OXIGENO DISUELTO (—), FOSFATOS (-----), SULFATOS (-----), NITRATOS (.....), Y AMONIO (-----), PARA LA CIENAGA DE AGUAS NEGRAS EN UN CICLO ANUAL.

Los aportes y cargas de nutrientes permanentes que se presentan hacia abril-mayo de 1983 con picos máximos y porcentajes de sobresaturación adquiridos por las ciénagas hacia junio-julio, señalan síntomas de eutrofia durante estos periodos. Bajo esta situación, las ciénagas adquieren características de ecosistemas sometidos a "stress" en los cuales los incrementos en el grado de eutrofia producen desequilibrios temporales, que desencadenan, en el sistema el establecimiento de mecanismos de estabilización (Margalef, 1983). Estos comprenden una tendencia hacia la expulsión del sistema y a través de sus límites agua-atmósfera, agua-sedimentos, de una fracción del material que constituyen los ciclos, de modo que elementos como el oxígeno y el nitrógeno, se escapan a la atmósfera, y el carbón orgánico y el fósforo son incorporados a los sedimentos (Margalef, 1978).

El oxígeno que escapa a la atmósfera es el que sería necesario para oxidar la materia orgánica que se acumula en el sedimento. Estas pérdidas de oxígeno que se dan en las ciénagas, repercutirían en las concentraciones

reflejándose en los déficits de oxígeno disuelto que se presentan en los periodos de mínima productividad hacia el mes de septiembre.

Influencia de quebradas

Posterior a este estadio y enmarcado por características hidrológicas opuestas a las que definen el período de estiaje, se señala el segundo estadio o de mínima productividad primaria anual, ligada directamente a la influencia predominante de aportes de aguas oligotróficas y ácidas de las quebradas afluentes (Tabla No. 1), condiciones dependientes de las propiedades de la vegetación y los suelos circundantes.

TABLA No. 1

**Valores de pH y conductividad (μScm^{-1})
de quebradas afluentes a las ciénagas
Registrados el 2 de abril de 1984**

Afluentes de Chucurí			Afluentes de Aguas Negras		
	Cond.	pH		Cond.	pH
Las Montoyas:			Los Patos:		
Estación 1:	25,5	6,3	Estación 1:	17,0	1,5
Estación 2:	28,0	6,8	Estación 2:	40,0	5,9
Estación 3:	57,0	-			
Desembocadura a la ciénaga:	58,0	-	El Limón:		
Punta de piedra:	70,0	-	Estación 1:	10,5	2,3
El Clavo:	84,0	6,2	Estación 2:	43,0	4,7

TABLA No. 2

**Valores de diversidad y uniformidad presentados
por la comunidad fitoplanctónica**

Fecha	No. de especies	Abundancia media org. ml^{-1}	Divers.	Unifor.
Mayo	41	77	1,306	0,8098
Junio-julio	51	115	1,277	0,7478
Septiembre	55	166	0,7818	0,4492
Noviembre	54	488	0,5175	0,2987
Febrero	61	289	0,8886	0,4977
Marzo	67	371	1,1686	0,6399

En este estadio las ciénagas se caracterizan por un estado generalizado de acidez y déficits de oxígeno disuelto, debido probablemente a demandas predominantes de este elemento para la descomposición de materia orgánica. Esto se evidencia por los picos máximos anuales adquiridos por el amonio junto a los mínimos de oxígeno disuelto, ligados a una baja disponibilidad de nutrientes asimilables por la comunidad fitoplanctónica, debido tanto a los bajos valores de pH, como al predominio de procesos químico-reductivos, evidentes en fenómenos como la desnitrificación (Figuras 5 y 6).

Tanto los déficits de oxígeno como las condiciones de acidez están asociados a respuestas biológicas, como son, el incremento hacia abundancias máximas de especies como el *Peridinium* sp, considerado como único organismo que adquiere carácter dominante durante el ciclo anual, causando descensos en la diversidad de la comunidad fitoplanctónica (Tabla No. 2). Además es posible, dadas las condiciones, que se induzca a migraciones de peces de las ciénagas al río.

Influencias mixtas

Posteriormente a este estadio, y al presentarse de nuevo afluencias del río a las ciénagas, se detectan supersaturación, incrementos de oxígeno y características similares en la distribución de la comunidad fitoplanctónica señaladas en el primer estadio, con el establecimiento de amplias zonas afines en cada una de las ciénagas (Mapa No.1). Estas características corroboran, por tanto, la influencia que tienen los aportes del río como agente desestabilizador y fertilizador de las ciénagas.

A su vez, la comunidad fitoplanctónica presenta rasgos de constancia y persistencia a lo largo del año, señalando un cierto grado de estabilidad (en el sentido usado por Oriens, 1980), adquirida por adaptación del sistema biótico a las perturbaciones periódicas que se dan en el medio físico.

El establecimiento permanente de la mayoría de grupos fitoplanctónicos-Chlorophyceae, Myxophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae y Dinophyceae- persistentes en el ciclo anual, junto a elementos estructurales cualitativos constantes en la comunidad: número de géneros para cada clase, proporciones entre los grupos de organismos y el número total de especies en cada periodo de muestreo (figura No.7) señalan a la comunidad como adaptada a las fluctuantes condiciones hidrológicas y a la incidencia que tienen sobre las cambiantes condiciones físico-químicas (Pedraza, 1985).

La figura No.8 señala una aproximación en la explicación del funcionamiento de las ciénagas de Chucurí y Aguas Negras, siguiendo una secuencia temporal entre abril de 1983 a marzo de 1984. Se esquematizan e interrelacionan los comportamientos del clima, la hidrología y de los parámetros físico-químicos y ecológicos.

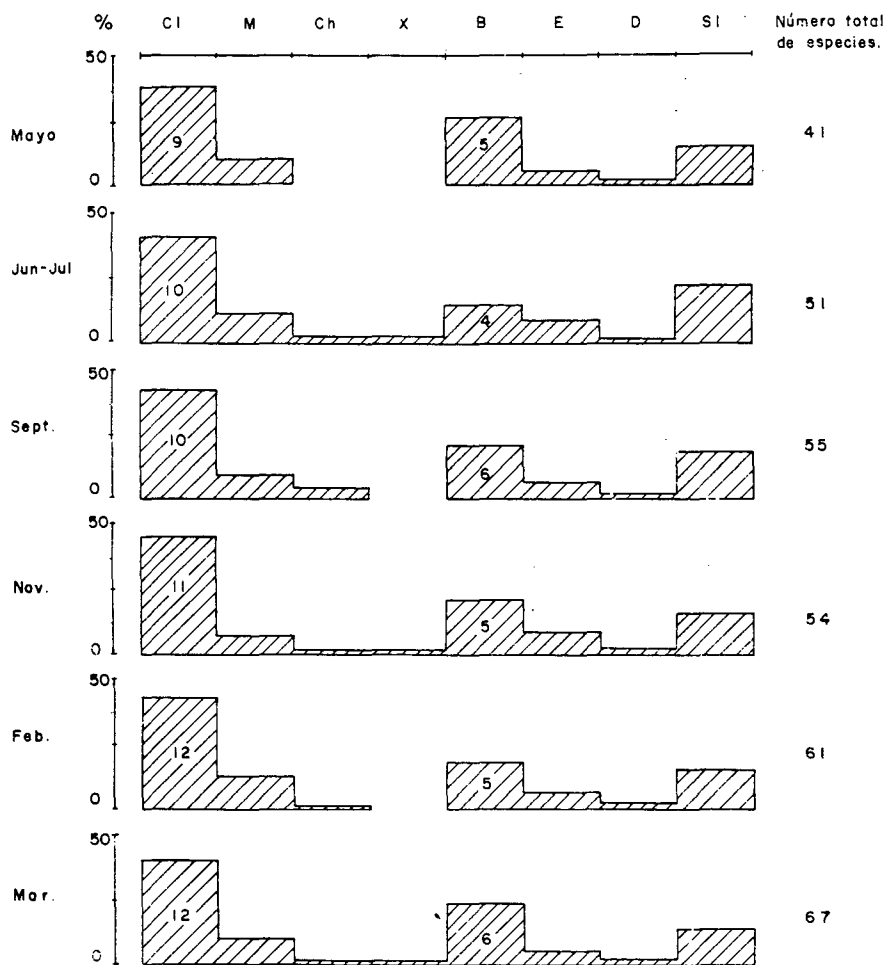


Fig. 7 COMPOSICION EN PORCENTAJE DE ORGANISMOS DE CADA CLASE DURANTE EL CICLO ANUAL 83-84.

CI = Chlorophyceae.

M = Myxophyceae.

Ch = Chrysophyceae.

X = Xanthophyceae.

B = Bacillariophyceae.

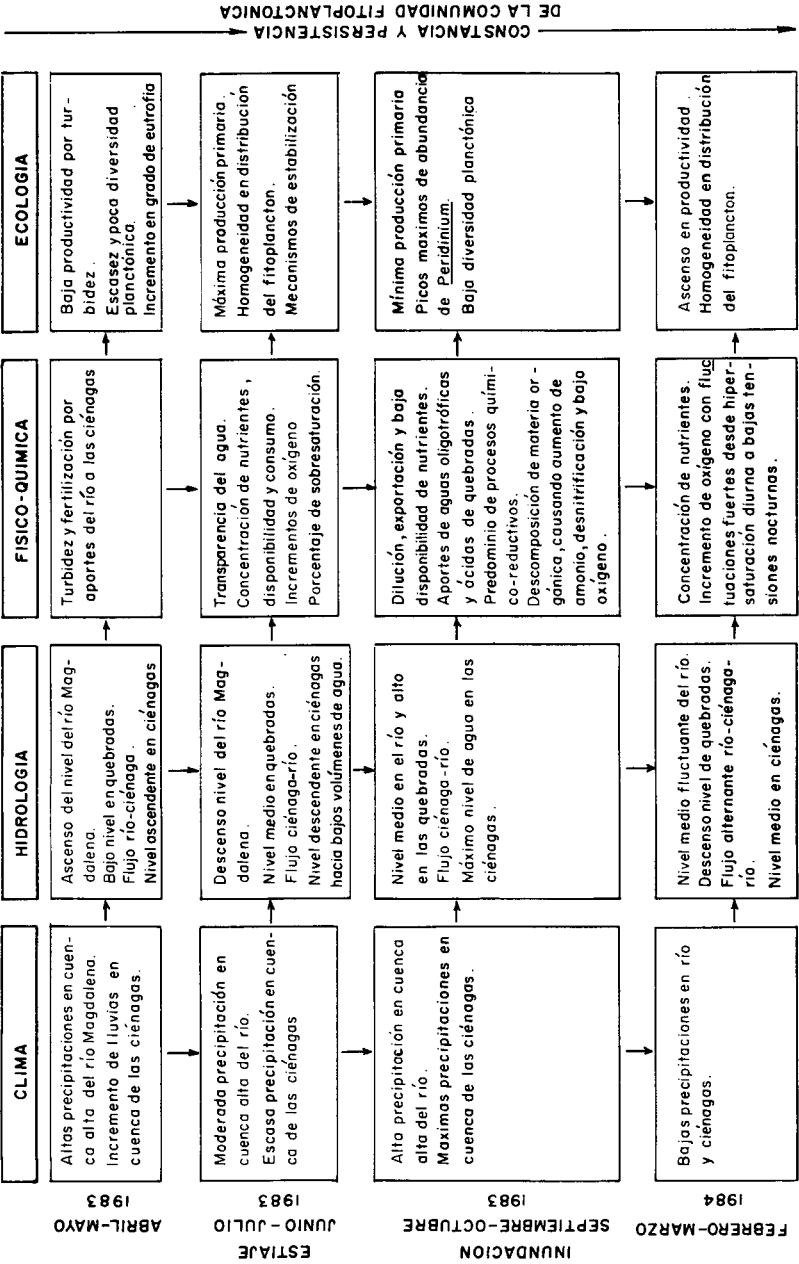
E = Euglenophyceae.

D = Dinophyceae.

SI = Sin identificar.

NOTA: Los números en las barras indican el número de géneros.

Fig. 8 - FUNCIONAMIENTO CLIMATICO, HIDROLOGICO, FISICO-QUIMICO Y ECOLOGICO EN LAS CIENAGAS DE CHUCURI Y AGUAS NEGRAS



BIBLIOGRAFIA

- APHA, 1963. Métodos standard para el exámen de aguas y aguas de desecho. Interamericana. México.
- ARIAS, P. 1986. Las Ciénagas en Colombia. Divulgación Pesquera XXII (3,4,5): 37-70. INDERENA. Bogotá.
- CLIFFORD, H.T. and W. STEPHENSON. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc. London 229 pp.
- MARGALEF, R. 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. Oceanológica acta 1 (4): 493-509.
- MARGALEF, R. 1980. Ecología. Ed. Omega, Barcelona.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona.
- MATTEUCCI, S.D. y A. COLMA. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. O.E.A. Washington, D.C.
- ODUM, E.P. 1980. Ecología. Interamericana, 639 pp.
- ORIAN, G.H. 1980. Diversidad, estabilidad y madurez en los ecosistemas naturales. En: Conceptos Unificadores en Ecología. Blume, Barcelona.
- PEDRAZA, G.S. 1985. Estructura de la comunidad fitoplanctónica de las ciénagas de Chucurí y Aguas Negras. Trabajo de Grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- POOLE, R.W. 1974. An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 532 pp.
- SIEGEL, S. 1956. Nonparametric statistics. Mc.Graw-Hill. 312 pp.
- VICTORIA, C. Y L.C. GARCIA. 1983. Efectos del desarrollo hidroeléctrico sobre las poblaciones de peces de ríos con planicie inundable en Colombia. Memorias del Simposio Sistemas de Acuicultura para Colombia. ICES. 9: 99-114.
- WELCOMME, R.L. 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. London. 317 pp.
- VOLLENWEIDER, R.A. 1969. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. Burges and Sons. Oxford.
- ZARATE, M. y A. CUBIDES. 1977. Estudio ecológico de la orilla de las ciénagas del plano inundable del Río Magdalena. INDERENA - FAO. Col/71/552. Cartagena.