

COMPORTAMIENTO DEL FITOPLANCTON EN LOS RÍOS TRIBUTARIOS DEL RÍO SAN JUAN

Chow, Wong Ninoska

RESUMEN

Un estudio sobre la composición y la distribución de la comunidad del fitoplancton se llevó a cabo en ocho tributarios del Río San Juan en tres fechas diferentes: septiembre 1993, mayo 1994 y mayo 1997. Se identificaron un total de 65 géneros y 54 especies pertenecientes a los grupos: Chlorophyta (28), Bacillariophyta (21), Cyanophyta (9), Euglenophyta (3), Dinophyta (2) y Cryptophyta (2). Los valores de biomasa peso-húmedo y densidad poblacional en los puntos aguas arriba de los ríos tributarios son inferiores a las que se registraron en sus respectivas desembocaduras. Las diatomeas estuvieron presente en todos los puntos aguas arriba, exceptuando los ríos Bartola y Sábalo (1994). Sobresalieron las especies: *Fragilaria ulna*, en cuanto a aporte a la biomasa total (más del 55% en los puntos aguas arriba) y *Microcystis aeruginosa* en contribución numérica en las desembocaduras de los tributarios durante los años 1993 y 1994. La distribución en el eje horizontal de la biomasa, densidad poblacional y riqueza de especies de la comunidad del fitoplancton en los diferentes tributarios del Río San Juan es heterogénea, probablemente, como respuesta a la velocidad y cambios del flujo de las corrientes lo cual ejerce un efecto regulador.

INTRODUCCION

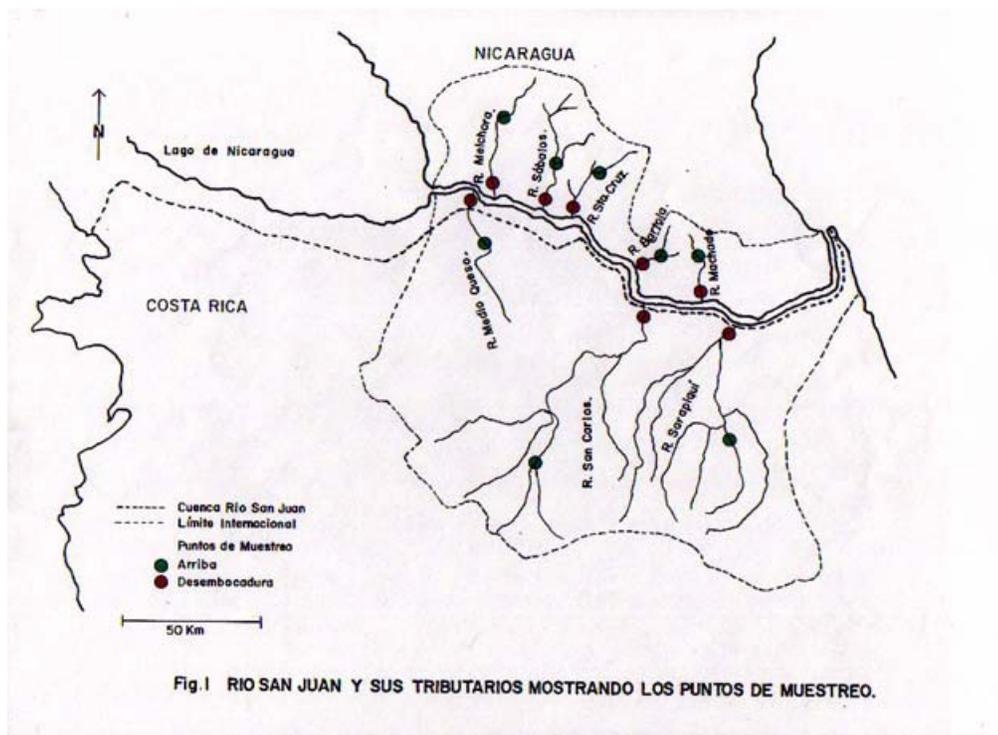
El Río San Juan y sus tributarios son ecosistemas lóticos con variedad de recursos ecológicos y de considerable importancia económica y ambiental en nuestro país. Sin embargo, pocos estudios hidrológicos e hidrobiológicos se han realizado. Es hasta 1993 que el CIRA/UNAN inicia estudios sobre la caracterización hidrobiológica de las aguas del archipiélago de Solentiname, Río San Juan y sus afluentes, constituyendo el trabajo realizado por Vargas & Hernández (1994), el primer informe referido al fitoplancton.

La presencia, abundancia y distribución del fitoplancton en los ecosistemas lóticos, está determinado por factores físicos-químicos, incluyendo contenido de oxígeno disuelto, temperatura, naturaleza de los depósitos del fondo, nutrientes, luz y más aún por los cambios en la velocidad de las corrientes (Russell & Hunter, 1970). Por consiguiente, se debe considerar el flujo de las corrientes como factor determinante para el entendimiento del comportamiento de sus componentes bióticos (flora y fauna), dada la heterogeneidad ecológica del sistema como consecuencia de la morfometría, irregularidades de la superficie y a la intensa interacción entre los ecosistemas terrestres y acuáticos.

El objetivo del presente trabajo fue realizar una caracterización biológica de la comunidad del fitoplancton en ocho tributarios del Río San Juan, así como el de conocer los factores que controlan el comportamiento longitudinal (aguas arriba - desembocadura) de la biomasa, densidad poblacional y riqueza de especies en los ríos tributarios considerados. Constituye además, uno de los primeros trabajos investigativos sobre productores primarios en ambientes lóticos de nuestro país.

MATERIALES Y METODOS

El estudio de la comunidad del fitoplancton se llevó a cabo en 8 ríos tributarios del Río San Juan (Ver Fig. 1), en tres épocas diferentes: Septiembre 1993, Mayo 1994 y Mayo 1997. En cada tributario se establecieron dos puntos de muestreo: punto aguas arriba y en la desembocadura para tener una visión general del comportamiento del fitoplancton en el eje horizontal.



Las muestras para el análisis de fitoplancton se tomaron superficialmente y con un muestreador tipo Van Dorn (2.5 L). La abundancia fue estimada por conteo directo en cámaras de sedimentación utilizando el microscopio invertido y siguiendo la técnica de Utermoehl (1958). La biomasa fue obtenida por el volumen estimado de una forma geométrica parecida al alga y fue expresado en mg L^{-1} de peso-húmedo, asumiendo que la gravedad específica del alga es igual a 1. Los pigmentos fotosintéticos (clorofila-a) se extrajeron con etanol (95%) y se aplicó la técnica de Nush & Palme (1975). Los análisis de nutrientes (nitratos, nitritos, amonio, ortofosfato y dióxido de sílice) y la medición de los parámetros físico-químico (turbidez, sólidos totales disueltos, conductividad, pH) fueron realizados por el Dpto. de Hidroquímica del CIRA-UNAN de acuerdo al Standard Methods (1985).

Tributarios del Río San Juan considerados en los muestreos 1993 y 1994

RMcl	Río Melchora	RSCar	Río San Carlos
RSar	Río Sarapiquí	RMQ	Río Medio Queso
RBar	Río Bartola	RSab	Río Sábalo

Tributarios del Río San Juan considerados en el muestreo 1997

RMcl	Río Melchora	RSCru	Río Santa Cruz
RMac	Río Machado	RSab	Río Sábalo

RESULTADOS Y DISCUSION

- Composición taxonómica

Un total de 65 géneros y 54 especies fueron identificados, representados principalmente por los grupos; Chlorophyta (40.3%), Bacillariophyta (38.5%) y Cyanophyta (14.6%). Otros grupos con representación mínima fueron; Euglenophyta (2.7%), Dinophyta (1.8%) y Cryptophyta (1.8%). La lista florística se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1 Lista de especies reportadas en los ríos tributarios del Río San Juan

Cyanophyta

Anabaena sp.
Anabaenopsis raciborskii
Anabaenopsis sp.
Chroococcus giganteus
Chroococcus limneticus
Chroococcus sp.
Chroococcus turgidus
Gomphosphaeria sp.
Lyngbya contorta
Lyngbya limnetica
Merismopedia elegans
Merismopedia sp.
Microcystis aeruginosa
Microcystis sp.
Oscillatoria sp.
Spirulina sp.

Bacillariophyta

Achnanthes sp.
Amphipleura lindheimeri
Asterionella sp.
Aulacoseira ambigua
Aulacoseira distans
Aulacoseira granulata
Aulacoseira islandica
Aulacoseira subarctica
Cyclotella pseudostelligera
Cyclotella sp.
Denticula sp.
Eunotia asterionelloides
Eunotia sp.
Fragilaria crotonensis
Fragilaria pinnata
Fragilaria sp.
Fragilaria ulna
Gomphonema sp.
Melosira italica
Melosira sp.
Navicula cryptocephala
Navicula cuspidata
Navicula sp.
Nitzschia acicularis
Nitzschia palea
Nitzschia sigmoidea
Nitzschia sp.
Pinnularia dactylus
Pinnularia mayor
Pinnularia nobilis
Pinnularia sp.
Pleurosigma sp.
Rhizosolenia sp.
Rhopalodia sp.
Stauroneis acuta
Surirella biseriata
Surirella linearis
Surirella sp.
Surirella turgida
Synedra rupens
Tabellaria sp.
Terpsinoe musica

Chlorophyta

Actinastrum sp.
Ankistrodesmus bernardii
Ankistrodesmus sp.
Botryococcus braunii
Chlamydomonas sp.
Chlorella sp.
Chlorolobion braunii
Chlorolobion sp.
Chodatella sp.
Closterium sp.
Coelastrum sp.
Cosmarium connatum
Cosmarium margaritifерum
Cosmarium sp.
Crucigenia sp.
Desmidium aptogonum
Desmidium sp.
Dictyosphaerium sp.
Gonium sp.
Kichneriella obesa
Kirchneriella lunaris
Kirchneriella sp.
Micrasterias foliacea
Micrasterias furcata
Micrasterias radiosa
Monoraphidium skujae
Monoraphidium sp.
Oocystis lacustris
Oocystis sp.
Pandorina sp.
Pediastrum duplex
Pediastrum simplex
Pediastrum tetras
Pseudostaurastrum lobulatum
Scenedesmus acuminatus
Scenedesmus quadricauda
Scenedesmus sp.
Shroederia sp.
Spirogyra sp.
Staurastrum sp.
Tetraedron regulare
Tetraedron sp.
Tetrastrum sp.
Treubaria sp.

Euglenophyta

Euglena acus
Phacus sp.
Trachelomonas sp.

Cryptophyta

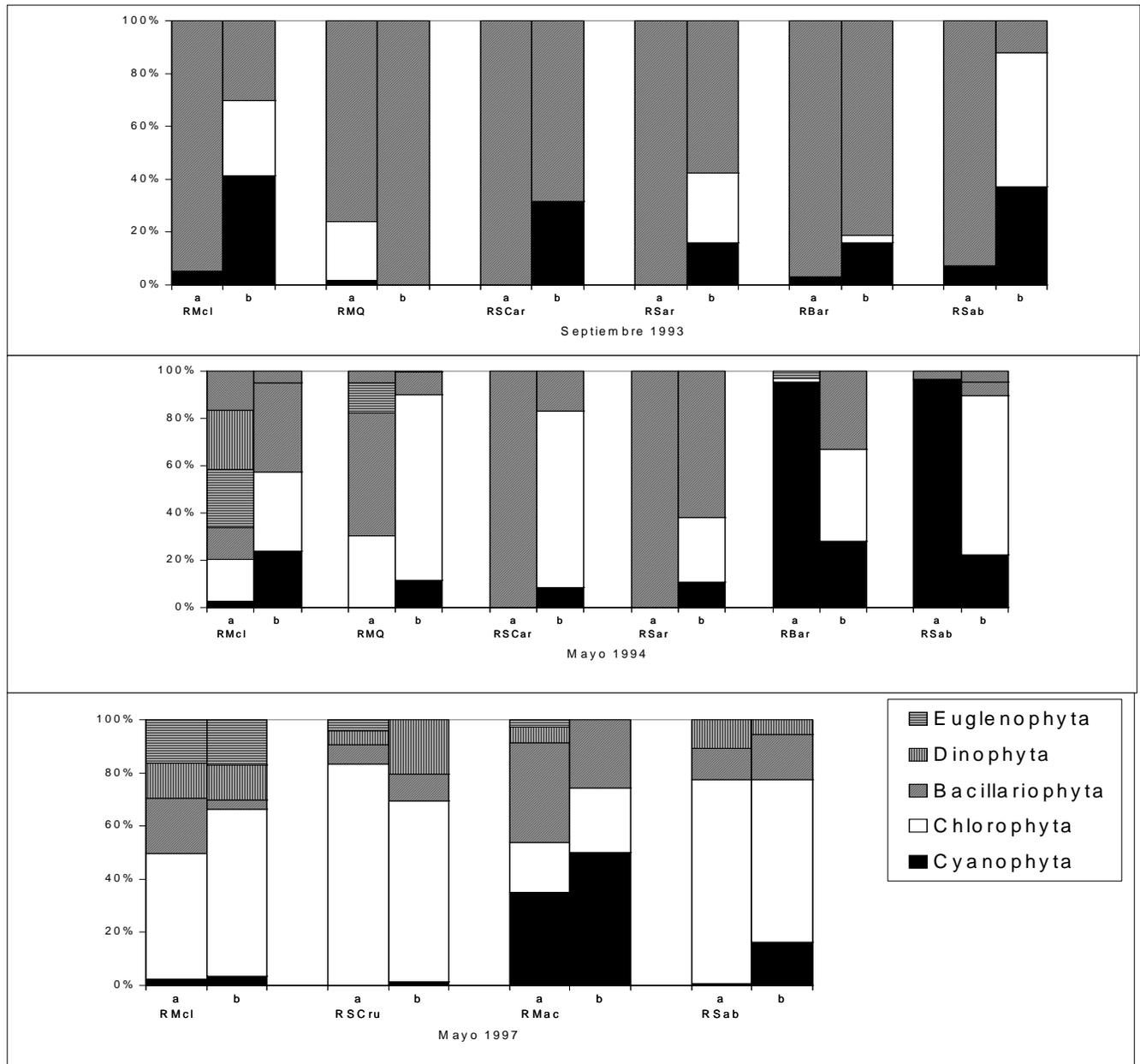
Cryptomonas sp.
Rhodomonas sp.

Dinophyta

Gymnodinium sp.
Peridinium sp.

Las especies encontradas en los ríos tributarios del Río San Juan incluyen una fracción importante de las especies del plancton de agua dulce en general, sin embargo, se reportan algunas especies consideradas usualmente como bénticas. Las Bacillariophyta y Chlorophyta tienden a ser comunes en ecosistemas lóticos, mientras que especies de Cyanophyta, Euglenophyta, Cryptophyta y Dinophyta son relativamente raras y muy ocasionalmente forman grandes poblaciones en ríos (Round, 1984).

Fue notorio la presencia de las diatomeas en todos los puntos aguas arriba de los ríos tributarios y en los diferentes años, a excepción de los ríos; Bartola y Sábalo (1994) donde las Cyanophyta dominaron en un 95% (Fig 2).



a: Arriba b: Desembocadura

Fig. 2 Contribución porcentual de los grandes grupos taxonómicos del fitoplancton por año en los diferentes tributarios del Río San Juan.

Estos florecimientos de algas verde-azules pudieran ser un evento esporádico o casual que ocurre durante períodos prolongados de tranquilidad lo cual coincide a su vez con la capacidad de flotación de una población, gracias a las vesículas de gas. Concentraciones significativas de Cyanophyta se reportan para el verano en el Río Luján, Argentina (1996), cuando el flujo de las corrientes es extremadamente bajo.

Entre las Bacillariophyta sobresalieron las diatomeas pennadas: *Fragilaria ulna* y *Nitzschia* sp. La presencia de estas células de formas elongadas y sencillas pueden ser consideradas como una adaptación a la vida planctónica (Round, 1991) que junto a la fuerza de las corrientes determinan el tipo de especies que pueden encontrarse en los ríos (Werner, 1977). Tanto *Fragilaria ulna* como *Nitzschia* sp. son características de aguas eutróficas y generalmente son reportadas como especies halofílicas que prefieren aguas alcalinas, lo cual corresponde a condiciones de alto pH y conductividad. Sin embargo, ésta situación no prevaleció en ninguno de los tributarios del Río San Juan ya que el rango de pH osciló entre 6.60 - 8.25 y la conductividad entre 31.80 - 392.00 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Las Chlorophyta tuvieron mayor importancia en los años 1994 y 1997, en cuanto a su contribución a la abundancia relativa. Estas estuvieron representadas por especies planctónicas cosmopolitas pertenecientes a los géneros: *Pediastrum*, *Kirchneriella* y *Scenedesmus*. Otros grupos menores fueron; Cryptophyta, Euglenophyta y Dinophyta, probablemente como resultado de condiciones hidrológicas estables y un flujo más persistente. Desafortunadamente, no se dispone de información referente a lo anterior.

Entre las Cyanophyta sobresalen los géneros: *Chroococcus* y *Microcystis aeruginosa*, comunes en ecosistemas lénticos, sin embargo, constituyen parte importante de la biomasa presente en los ambientes lóticos

Biomasa peso-húmedo

El comportamiento longitudinal de la biomasa peso-húmedo de cada río tributario (aguas arriba y desembocadura) en los diferentes años se ilustra en la Fig. 3.

La mayor biomasa peso-húmedo se registra en la desembocadura del Río Melchora (1997) con 7.91 mg L^{-1} , aportando la Chlorophyta *Chlamydomonas* sp. el 56% de la biomasa total y la menor biomasa se reporta en el punto aguas arriba del Río Melchora (1993) con 0.039 mg L^{-1} . La biomasa del fitoplancton de las aguas quietas es mayor que el riverino, lo anterior obedece a que éstos están frecuentemente limitados por la actividad de pastoreo y por la combinación en el suministro de nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente). En los ríos, la concentración de nutrientes es un factor considerado menos importante, ya que las corrientes ejercen un efecto directo sobre la biota que vive en estos ambientes (Allan, 1995). Desafortunadamente no se dispone de información sobre velocidad de corrientes como para asegurar lo anterior, pero la existencia de un gradiente de energía a lo largo del río podría explicar los cambios en la biomasa del fitoplancton.

Cabe señalar que la biomasa de los puntos aguas arriba de los diferentes ríos tributarios es inferior a la que se registra en sus respectivas desembocaduras, con excepción de los ríos; Melchora (1994), Santa Cruz y Machado (1997). Las altas biomásas que ocurren en las desembocaduras de cada río tributario puede ser atribuido a la sucesión de cambios hidrológicos desde aguas arriba hacia sus desembocaduras donde el flujo de las corrientes es más regulado, favoreciendo la multiplicación de las algas verdes y verde-azules. Lo anterior

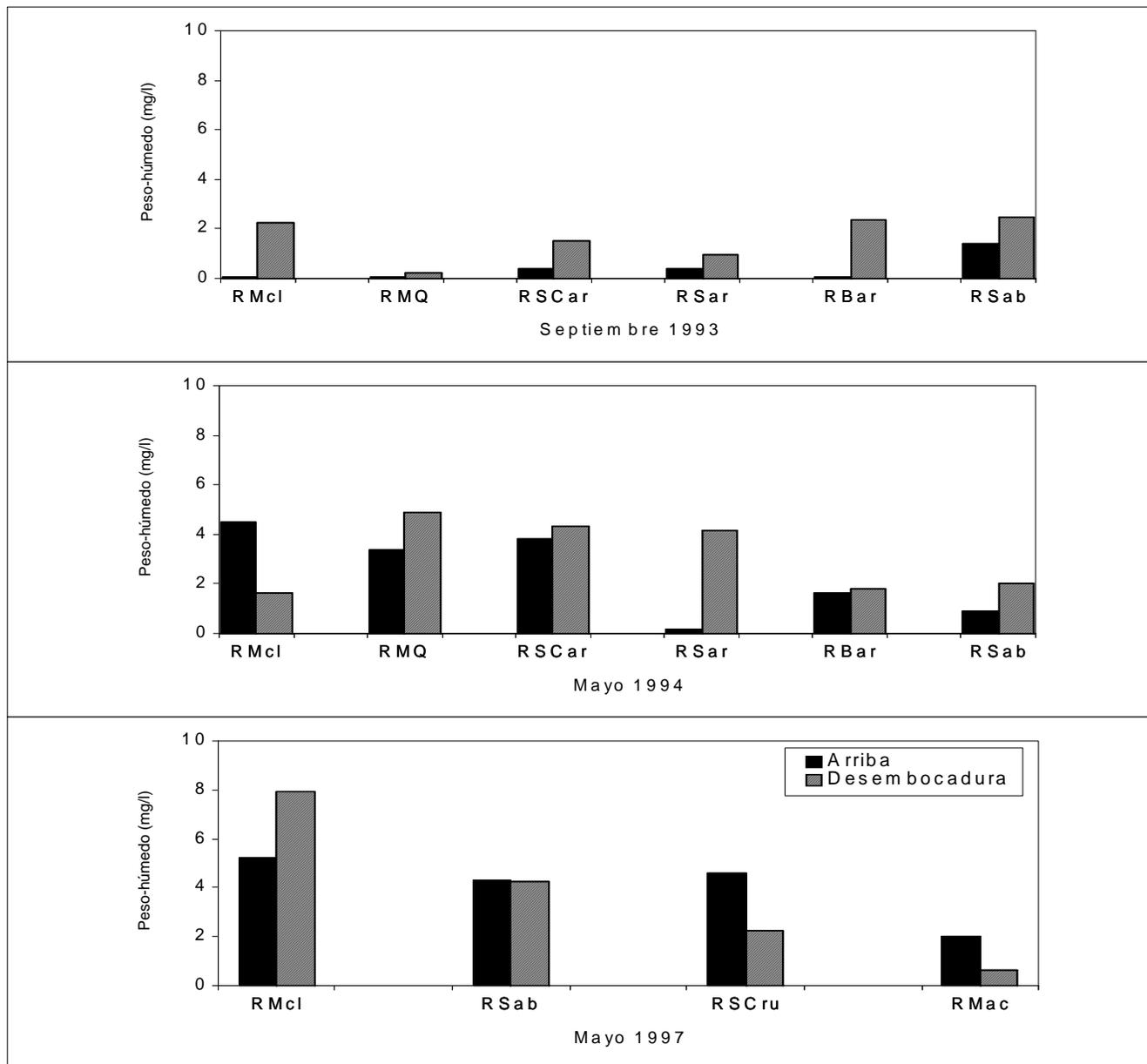


Fig. 3 Comportamiento de la biomasa peso-húmedo en los diferentes años y tributarios del Río San Juan.

coincide con las altas densidades que alcanzan las algas verde-azules; *Microcystis aeruginosa*, *Chroococcus sp.* y *Merismopedia sp.*, géneros característicos de cuerpos de aguas lénticas. Estas cianofitas poseen un mecanismo efectivo de flotación positiva lo que les permite desarrollar grandes poblaciones en zonas localizadas de relativa calma.

Las diatomeas prevalecen en los tramos aguas arriba durante los años 1993 y 1994, lo cual sugiere una alta disponibilidad de sílice (28.6 mg L^{-1}) que combinado con la turbulencia resultan muy favorables para este grupo ya que éstas son resuspendidas del lecho del río.

El máximo representante de las diatomeas fue *Fragilaria ulna*. Su presencia en los ecosistemas acuáticos generalmente se relaciona con períodos de alta turbulencia y fertilidad del agua (Wetzel, 1981). Esta alga estuvo presente en el 75% de los puntos muestreados y aporta más del 55% de la biomasa total. En algunos ríos de la parte este de los Estados

Unidos reportan a *Fragilaria ulna* como especie común de aguas con altas concentraciones de nitratos $2-3 \text{ mg L}^{-1}$ (Werner, 1977). Los ríos tributarios del Río San Juan presentan concentraciones menores ($<0.005 - 1.76 \text{ mg L}^{-1}$), por lo que consideramos que su presencia en los puntos aguas arriba podría obedecer más a la velocidad de las corrientes.

Densidad poblacional

El comportamiento longitudinal (aguas arriba y desembocadura) de la densidad poblacional del fitoplancton en los ríos tributarios y en los diferentes años son muy variables alcanzando fácilmente varios millares de células por litro (Fig. 4).

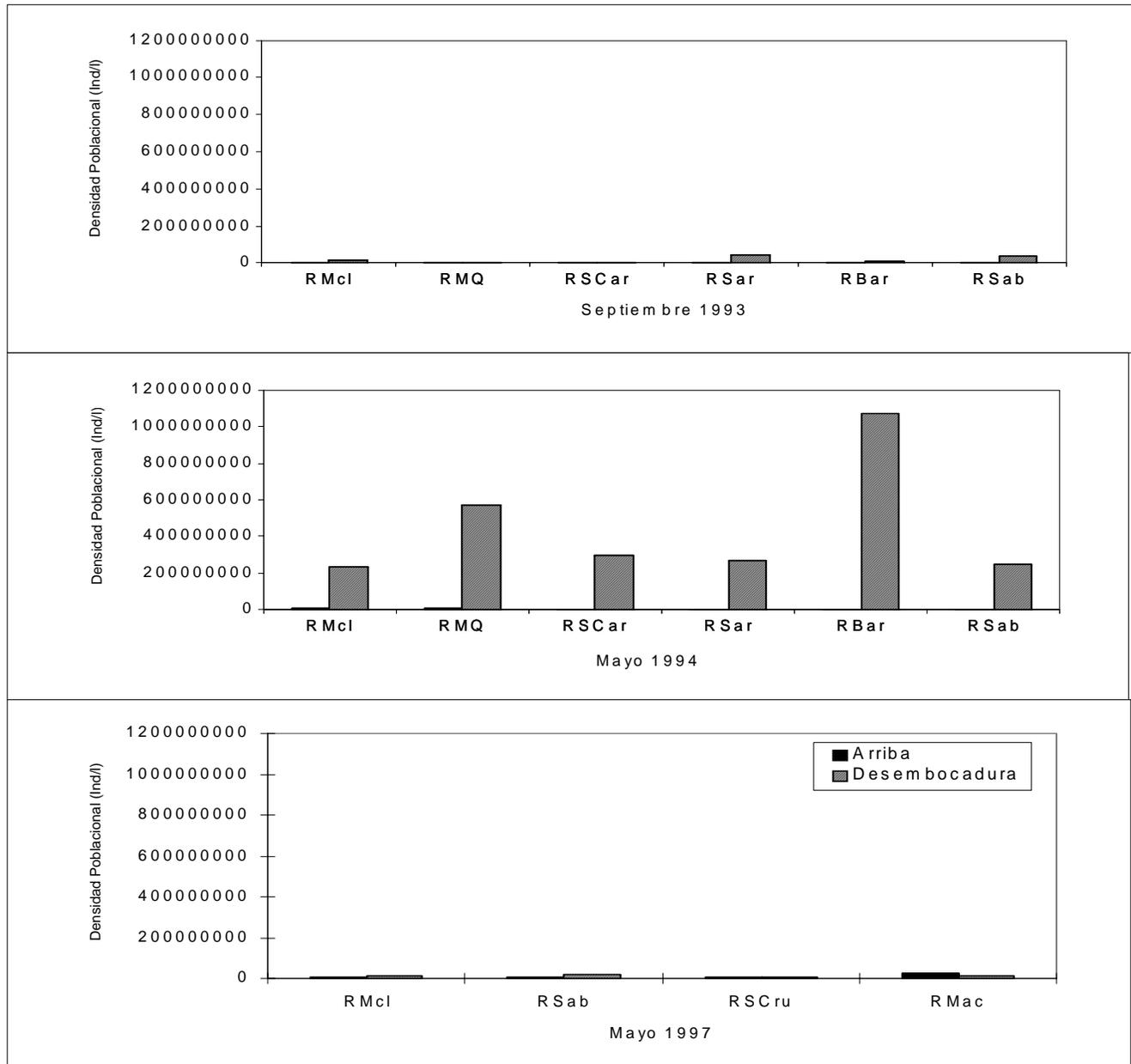
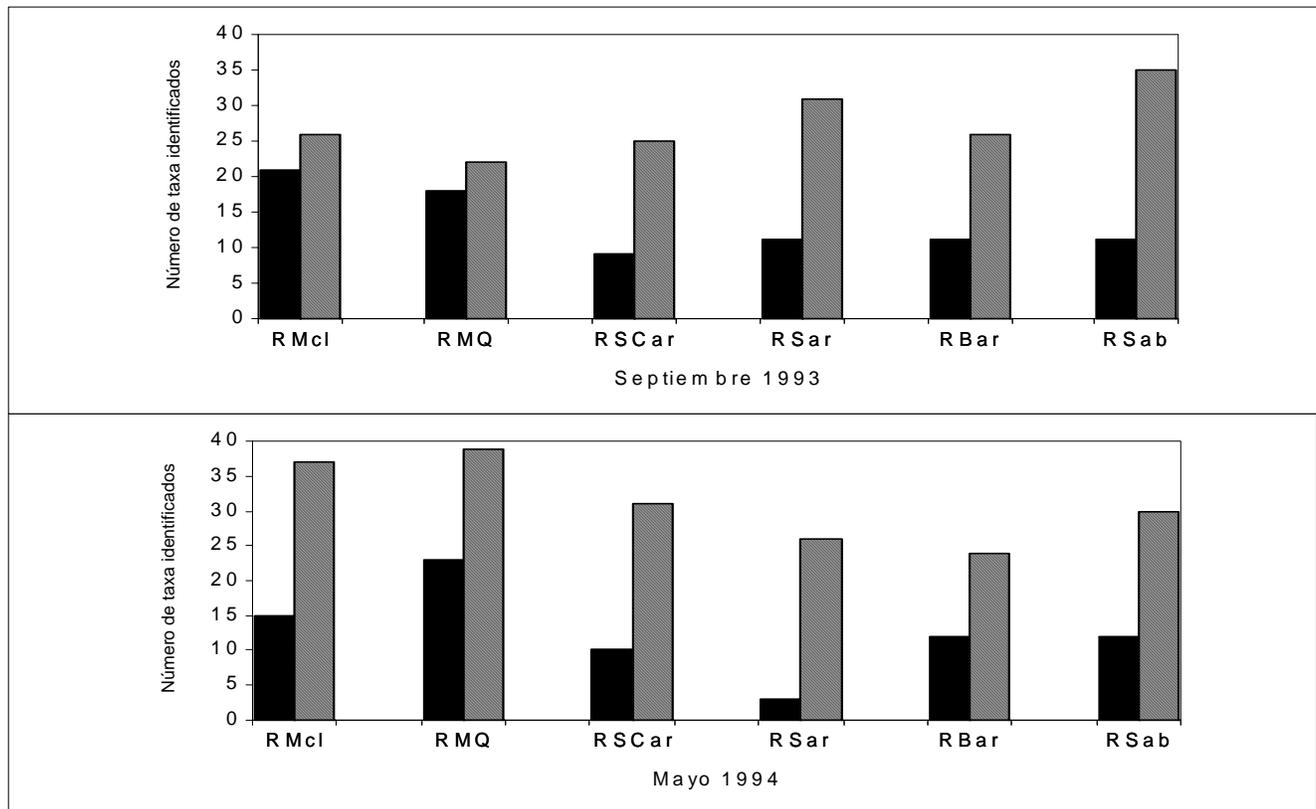


Fig. 4 Densidad poblacional del fitoplancton en los diferentes años y tributarios del Río San Juan.

La máxima densidad se reporta en la desembocadura del Río Bartola (1994) con 1,068,564,648.00 ind L⁻¹, contribuyendo con 99% la cyanophyta *Microcystis aeruginosa* y la mínima densidad poblacional le corresponde al punto aguas arriba del Río San Carlos (1993); 238,904.00 ind L⁻¹. Cabe señalar que la densidad poblacional de los puntos aguas arriba de los ríos tributarios es inferior a la que se registra en sus respectivas desembocaduras, con excepción de los ríos; Medio Queso (1993), Santa Cruz y Machado (1997). La organización del plancton y las irregularidades en los cambios de las concentraciones de sus poblaciones en el eje longitudinal de un mismo río obedece a las variaciones en la velocidad y dirección del flujo de las corrientes (Margalef, 1977) y no a la concentración de nutrientes. Lo anterior se confirma en los ríos tributarios del Río San Juan debido a la débil correlación ($\alpha = 0.05$) encontrada, sugiriendo que los nutrientes no son factores limitantes para el desarrollo y regulación de la biomasa y densidad poblacional del fitoplancton.

Taxa identificados

La Fig. 5 representa el total de taxa identificados en los puntos aguas arriba y desembocadura de cada tributario en los diferentes años. Es notorio que el número de taxa aumenta en la desembocadura de cada tributario, exceptuando el Río Machado (1997). Los ríos tributarios que sobresalen con más de 35 taxa identificados fueron las desembocaduras de los ríos; Medio Queso y Melchora del año 1994 (39 y 37 taxa respectivamente) y 35 taxa el río Sábalo (1993). Según Hynes (1970), la mayor variedad y cantidad de especies planctónicas que se reportan aguas abajo de un río obedece a la relativa pasividad de sus aguas.



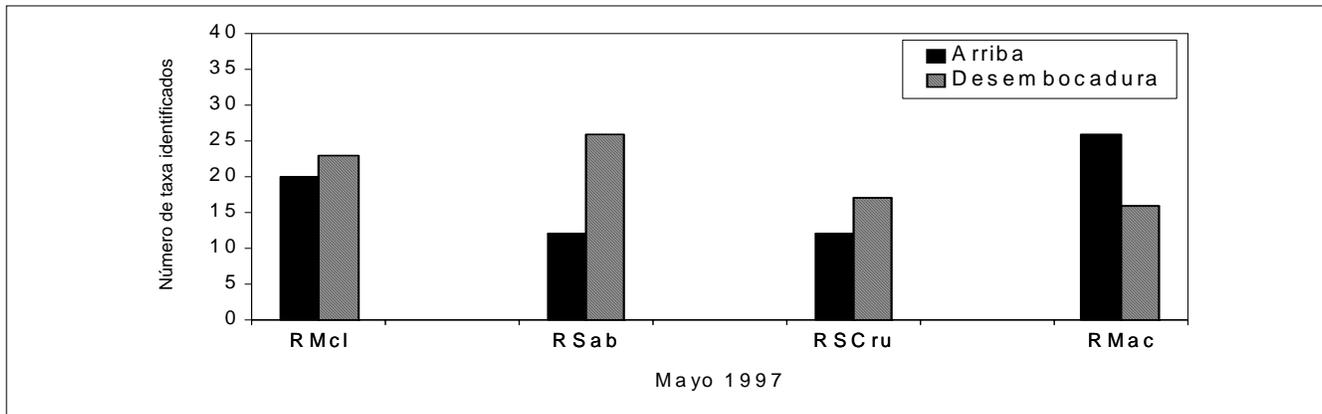


Fig. 5 Número de taxa identificados por año en los diferentes ríos tributarios del Río San Juan.

CONCLUSION

El comportamiento de la comunidad del fitoplancton en el eje horizontal de los diferentes ríos tributarios del Río San Juan es heterogénea. Los valores de biomasa peso-húmedo, densidad poblacional y riqueza de especies de los puntos aguas arriba son inferiores a las que se registran en las desembocaduras.

La débil correlación ($\alpha = 0.05$) encontrada entre la biomasa fitoplanctónica y los parámetros físico-químicos medidos (nutrientes, pH, conductividad, turbidez y sólidos totales disueltos) sugieren que la heterogeneidad del fitoplancton en el eje horizontal de los diferentes ríos tributarios del Río San Juan podría ser una respuesta a la velocidad y cambios del flujo de las corrientes.

Las diatomeas estuvieron presente en todos los puntos aguas arriba, sobresaliendo la especie *Fragilaria ulna* en cuanto al aporte a la biomasa total (más del 55%) y *Microcystis aeruginosa* sobresale en las desembocaduras en cuanto a la contribución numérica durante los años 1993 y 1994.

BIBLIOGRAFIA

- Allan, J. D. 1995. Stream ecology. Structure and function of running waters. 388 pag.
- APHA. 1985. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 16th Edition 1010 pag..
- Giorgio, P. A. et al. 1991. Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton community along a pollution gradient in a lowland river-a multivariate approach. *Hydrobiologia*. 224: 129-154.
- Hynes, H. B. 1970. The ecology of running waters. 555 pag.
- Margalef, R. 1977. *Ecología*. Ediciones Omega. S.A. 951 pag
- Nush, E. A. & G. Palme. 1975. Biologische Methoden fur die Praxis der Gewässeruntersuchung, Bestimmung des Chlorophyll-a und Phaeopigment-gehaltes in Oberflächenwasser. *Wasser/Abwasser*, 116:562-565.
- Round, F. E. 1984. The ecology of algae. 653 pag.
- Round, F. E. et al 1991. The diatoms. Biology and Morphology of the genera. 731 pág.
- Russell, D. W & R. Hunter. 1970. Aquatic productivity. An introduction to some basic aspects of biological oceanography and limnology. 306 pag.
- Utermoehl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. *Mitt. internat. Verein. Limnol*, 9:1-38.
- Vargas, L.. A. & S. Hernández. 1994. Análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton del Río San Juan. Informe Ficológico. 18 pág.
- Werner, D. 1977. The biology of diatoms. 498 pag.
- Wetzel, R. G. 1981. *Limnología*. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 679 pág.