

**III CONGRESO CIENTIFICO Y X COLOQUIO DE LA SALUD**

**UNAN – MANAGUA**

**CONTRIBUCION AL TERCER CONGRESO**

**24 -26 AGOSTO 1993**

**COMPARACION DEL BACTERIOPLANCTON EN TRES LAGOS CRATERICOS  
DE NICARAGUA**

**Mairena Solórzano, Ileana  
Chacón Mayorga, Carmen  
Vanegas Herrera, Lucia del Socorro**

**MANAGUA, NICARAGUA**

# **COMPARACION DEL BACTERIOPLANCTON EN TRES LAGOS CRATERICOS DE NICARAGUA**

**Ileana Mairena Solórzano, Carmen Chacón, Lucia Vanegas Herrera  
Centro Para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**

## **SUMARIO**

El estudio de la comunidad bacteriana, se llevó a cabo en los lagos de Asososca, Masaya y Tiscapa, durante el período de Enero a Diciembre de 1991. En el Lago de Masaya se observaron las concentraciones más altas de bacterias totales ( $1.35 \times 10^7$  bact/ml). El porcentaje de cianobacterias en los 3 lagos fue mayor en Asososca entre el 4.2 y el 20%, del total de bacterias. Se encontró una correlación significativa entre bacterias totales y clorofila ( $r = 0.58$ ,  $r = 0.67$ ) y bacterias totales y producción primaria ( $r = 0.50$ ,  $r = 0.65$ ). En cambio en el lago de Tiscapa la abundancia de bacterias totales estuvo más relacionada con fósforo total ( $r = 0.58$ ) y la clorofila  $-a$  ( $r = 0.79$ ).

## **INTRODUCCION**

La trama alimenticia microbiana, la interacción entre el pico plancton, los microflajelatos y los ciliados, se reconoce actualmente como un compuesto integral de los ecosistemas pelágicos (William, 1981; Stockner & Porter, 1988). En general hay una relación positiva entre la biomasa bacteriana y del fitoplancton tanto en lagos como en sistemas marinos (Bird and Kalff 1984) y se ha reportado que la tasa de las bacterias a la biomasa algal aumenta cuando incrementa la oligotrofia (Curie, 1990).

El bacterioplancton juega un rol central en la transformación de materia orgánica, en el reciclaje de nutrientes y en el flujo de energía en los ecosistemas marinos y agua dulce (Williams 1981; Gude, Heibel & Muller, 1985; Scavia & Laird, 1987). Estudios de bacterioplancton en los lagos tropicales por lo general son escasamente conocidos. En algunos lagos ecuatoriales, como el lago de origen cratérico con Etiopia, Arenwade, se ha reportado la presencia de una alta tasa de producción primaria de fitoplancton. (Talling et al., 1973), Así también como en el Lago Xolotlán, Nicaragua.

$19g.0^2m^2d^{-1}$  (Rolf. E 1988). En tales lagos tropicales donde la temperatura y la producción primaria son altas y constantes, los nutrientes son probablemente relacionados más rápido que en los lagos templados. (Payme 1986). Estas condiciones deberían llevar a una intensa actividad microbiana.

La información sobre las bacterias heterotróficas es importante para nuestro entendimiento de tales sistemas y sus procesos de descomposición y reflujo de energía.

La presente investigación tiene como objetivo describir la abundancia del bacterioplancton en tres lagos pequeños (Tiscapa área =  $0.16 km^2$ , Asososca área =  $0.78 km^2$  y Masaya área =  $0.8 km^2$ ) haciendo énfasis en dos grupos principales de la comunidad bacteriana (Bacterias Heterotróficas y Cianobacterias). También se estudió su dinámica comparando otras variables de su ambiente ecológico.

## **AREA DE ESTUDIO**

### **LAGUNA ASOSOSCA**

La laguna Asososca es la fuente principal de abastecimiento de agua potable para Managua. Desde 1930 provee a la población con agua de excelente calidad (INAA 1990). Debido a su proximidad a la ciudad, es la más atractiva de todas las fuentes superficiales (INETER 1990).

Está ubicada en un cráter inactivo situado al oeste de la ciudad y al sur del Lago de Managua en las coordenadas  $12^{\circ} 08'$  latitud norte y  $85^{\circ} 19'$  longitud oeste, con un área de  $0.78 km^2$  (INETER, 1990). La extensión de la cuenca es de  $2.3km^2$  y la profundidad máxima es de 90.8mts (tab.1). El volumen de agua almacenada en el Lago a un nivel de referencia de 35 m.s.n.m se estima en 44.4 millones de metros cúbicos (INAA 1990). La longitud es de 1400 mts y el ancho de 990 mts. No existen descargas superficiales que sean vertidas al Lago. Por lo que se descarta cualquier tipo de contaminación por esta vía. Asososca es un lago oligomesotrófico (Saavedra % Vargas 1992). Los datos básica de demuestra el estado trófico del lago se encuentran en la tabla # 1.

## **LAGO MASAYA**

El Lago de Masaya es un lago mesotrófico, desde el punto de vista de PT (Lacayo, com.pres), se encuentra al Noroeste de la ciudad de Masaya y al sur este de la faja volcánica del Pacífico, con una latitud de 11°58'30" y una longitud de 86°7'0" (Cordonero, com. Pers 1991). Tiene una superficie de 8.8 km<sup>2</sup> está a 135 msnm con una profundidad máxima de 76 mts, 5km de largo y 2 km de ancho, el área de su cuenca es de 220 km<sup>2</sup>, su topografía es accidentada con pendientes que en general varían de un 10% hasta poco más de 75% (INCER, 1975).

El lago está siendo influenciado negativamente por la descarga de las aguas del sistema de lagunas de estabilización que no degradan en su totalidad la materia orgánica que reciben, debido al pobre mantenimiento del sistema. La población aledaña realiza actividades de pesca, domésticas, además por estar ubicado dentro del complejo "Parque Nacional Volcán Masaya" junto a cráteres activos, le confiere grandes valores escénicos, recreativos y turísticos constituyendo un conjunto de significancia única en Nicaragua.

Profundidades media y máxima son de 21.6m y 39 m respectivamente; con una altura de 51-57 m.s.n.m. Se originó por una erupción volcánica hace aproximadamente 10,000 años (BANIC, 1977). Este lago casi no tiene litoral debido a que su línea costera es bastante vertical. Su ubicación lo hace muy vulnerable a la contaminación, especialmente por el aporte de aguas pluviales y desechos domésticos conducidos por el canal artificial "Tiscapa" que intercepta el ramal San Isidro-Jocote, Dulce-Los Duarte. De acuerdo al índice de estado trófico basado en el fósforo total, el Lago de Tiscapa se clasifica como 66% mesotrófico, 23% eutrófico y 11% oligotrófico y en relación a la clorofila "a" como 64% ultraoligotrófico y 2% mesotrófico. (Lacayo M., y col).

## **MATERIALES Y METODOS**

Se realizaron muestreos mensuales desde Enero hasta Diciembre 1991, en el centro de cada uno de los lagos. (Fig. 1). Las muestras fueron captadas a 0 m. tomando 10 ml de agua, y se preservaron en formalina para una concentración final de 4%. Las muestras de agua se filtraron en filtros Nucleopore de 0.2  $\mu\text{m}$ , de diámetro de poro, Se cuantificaron los 2 grupos de bacterias. El número total de bacterias fue determinado por conteo directo en un microscopio de epifluorescencia, empleando filtros poli carbonados (ZIMMERMAN, 1977). Se hizo la tinción de DAPI (HOBBIE & CORLISS 1980), para una concentración final de 1  $\mu\text{g/ml}$ . Se aplicó los filtros de excitación UV; (334 nm-365 nm) para el conteo de bacterias totales. Las cianobacterias fueron visualizadas por su auto fluorescencia en excitación verde (546 nm). Los análisis se realizaron por duplicado por cada uno de los puntos. Un total de 300 y 400 células de cada tipo fue contada en cada filtro. Se calculó la cantidad de bacterias por mililitros, usando el área del filtro y el área del campo contado.

## RESULTADOS

### ASOSOSCA

Del análisis de la muestras se concluye: La abundancia bacteriana mostró entre  $3.30$  y  $8.80 \times 10^6$  células por mililitro. Las cianobacterias se encontraron en rangos de  $3.65 \times 10^5$ , con un porcentaje de 9.76 rangos de  $3.65 \times 10^5$ , con un porcentaje de 9.76% del total de bacterias, observándose las concentraciones mas alto de los tres lagos (Tab. # 1). Los rangos altas fueron encontrados en Julio y Agosto y Septiembre, correspondiendo con el aumento de la precipitación (  $r = 0.66$  ), con la producción primaria, las bacterias mostraron correlación de ( $r = 0.66$ ). (fig. 1b). El coeficiente de variación en las concentraciones de bacterias durante el año fue  $cv = 29\%$ .

Los cladóceros y rotíferos son los depredadores principales de las bacterias. La depredación influye en el desarrollo de las bacterias ( $r = 0.56$ ), pero obviamente dominan los factores climatológicos acompañados por el arrastre en la cuenca de Asososca. (fig. 1c).

### TISCAPA

La abundancia bacteriana mostró rangos entre  $1.5$  y  $10 \times 10^6$  células por mililitro, presentándose las concentraciones más bajas al inicio del año. Una relación porcentual de 6.5% fue observada entre cianobacterias y el total de bacterias, los rangos estuvieron entre  $4.4 \times 10^4$  hasta  $4.7 \times 10^5$ . (Tab. 1). Las concentraciones se incrementaron durante la época de lluvia (septiembre, octubre y diciembre). La correlación positiva con la precipitación fue de  $r = 0.79$ . (fig, 2b). El coeficiente de variación para todo el año fue  $cv: 68\%$ , Tiscapa muestra la variación mas alta de los 3 lagos ( $cv: 68\%$ ) bacterianas, parece ser la precipitación, la disponibilidad de nutrientes, así como el metabolismo interno.

## MASAYA

La abundancia bacteriana en el lago de Masaya, se encontró en rangos, desde  $1.11 \times 10^6$  hasta  $1.2 \times 10^7$ , presentando las concentraciones bacterianas más altas de los lagos en estudio, pero el porcentaje de Cianobacterias más bajos, siendo estos del 1.47% del total del bacterioplancton con rangos entre  $1.58 \times 10^4$  hasta  $2.92 \times 10^5$ . El coeficiente de variación fue de 40%. (tab #2). El incremento más alto de la densidad bacteriana se encontró en los meses de Junio, Julio y Octubre. De las variables analizadas con la abundancia bacteriana, el mayor factor de la influencia en la abundancia estuvo directamente unida con la producción primaria  $r = 0.56$  (fig.3) y la clorofila-a  $r=0.58$  (fig. 3b).

El factor lluvia no correlaciona con los cambios de abundancia bacteriana, se supone que el aumento en junio hasta octubre fue debido a la descarga de las lagunas de oxidación. También se nota una interrelación del metabolismo interno (clorofila -pp).

La figura. 4 muestra las concentraciones en promedio anual del bacterioplancton y el porcentaje de Cianobacterias a las del total de bacterias. De los tres lagos estudiados, el lago de Masaya presenta las concentraciones más altas, seguido por el Lago Asososca, la abundancia más baja se obtuvo en el Lago de Tiscapa. Aunque la abundancia bacteriana varían con el estado trófico, los cambios en la tasa específica del crecimiento es una respuesta a la fluctuación del suministro de nutrientes para las bacterias, pero la tasa de crecimiento específico por sí solo no necesariamente está directamente relacionado al estatus trófico. Es posible que la tasa específica de crecimiento sea tan rápida en aguas oligotróficas como en las eutróficas si la medida de bacterias es menor en el ambiente oligotrófico que el eutrófico.

## **CONCLUSION**

La variación de la abundancia y la relación a los factores de influencia externa como precipitación e internos muestran la dinámica de los tres pequeños lagos.

## **TISCAPA**

- Tiscapa es más pequeño de los lagos, muestra la variación más alta (cv: 68%), debido a la influencia de la precipitación provocando un arrastre de nutrientes y materia orgánica a la fuente
- Descarga de materia orgánica proveniente del cauce no es factor determinante en la abundancia bacteriana, debido a que el incremento en su tasa coincide con el aumento de la lluvia
- El metabolismo interno reflejado en la correlación bacterias clorofila corresponde a los factores externos (Flujo de nutrientes) el cual influye en la tasa de crecimiento bacteriano.



## **ASOSOSCA**

- Asososca refleja influencia similar con Tiscapa respecto al aumento de sus concentraciones bacterianas por influencia de la lluvia (  $r = 0.84$ ) causando en su cuenca.
- Los picos mas altos de la producción primaria no coincidieron el máximo de abundancia bacteriana para el Lago Asososca (septiembre), esta falta de correspondencia puede deberse a la escasez de nutrientes orgánicos (Pomeroy & Wiebel 1988).

## **MASAYA**

- Masaya parece ser influenciada por los factores externos (Laguna de Oxidación).
- El estudio de la abundancia bacteriana y la composición de su comunidad en los tres lagos nos indica el estado trófico. Las Cianobacterias muestran una mayor importancia relativa con el decrecimiento de la eutrofización (Asososca)
- Como se analizó en los resultados la abundancia de bacterias totales refleja el estado trófico (Masaya concentraciones promedio mas alta) pero el estudio de la biomasa podría dar indicaciones más significativas.
- También el estudio de las bacterias en el perfil vertical nos dará más información sobre la dinámica de los tres lagos pequeños.
- Se está llevando a cabo un estudio del tamaño de las bacterias en los tres lagos. El bacterioplancton de Asososca son obviamente más pequeña (0.3-0.5um) que los otros dos lagos.

- La importancia relativa de la Cianobacterias es más alta en océanos oligotróficos, disminuyendo su importancia en los gradientes eutróficos (Stockner & Antia, 1986). Una tendencia similar se presentan en los tres lagos en estudio.
- Asososca presenta el porcentaje más alto de Cianobacterias 9.76%. Masaya muestra el porcentaje mas bajo 1.47%.

## REFERENCIAS

BIRD, D. F., and J. KALFF : Empirical relationships between bacterial abundance and chlorophyll concentration in fresh a marine water. Can. J. Fish. Aquatic. Sci. 41 (1015-1023)

CURRIE, D.J 1990: Large scale variability and interactions among phytoplankton, bacterioplankton, and phosphorus. Limnol. Oceangrp. 35 (1437-1455).

GETACHENW. T. 1987 : Nutrition and digestive efficiency in orechromis niloticus Linn. (Pices Cichlide) in lake Awassa, Etiopia Ph. D. dissertation, University Waterloo.

HECKYY. R. E. , FEE. E. J. Kling H. J. & Rudd J, W. M. 1978: Studies on the planctonic ecology of lake Tanganyike. Canadian Fisheries and Marine Service Technical Report., N. 816 (1-52).

KILHAM, P. 1981. Pelagic bacteria: extreme abundance in African saline lakes. Naturwissenschafften 68 (380-381).

PAYNE. A.I. 1986 : The ecology of tropical lakes and rivers. John Wiley & Sons Ltd. Chichester.

# LAGO DE ASOSOSCA

# LAGO TISCAPA

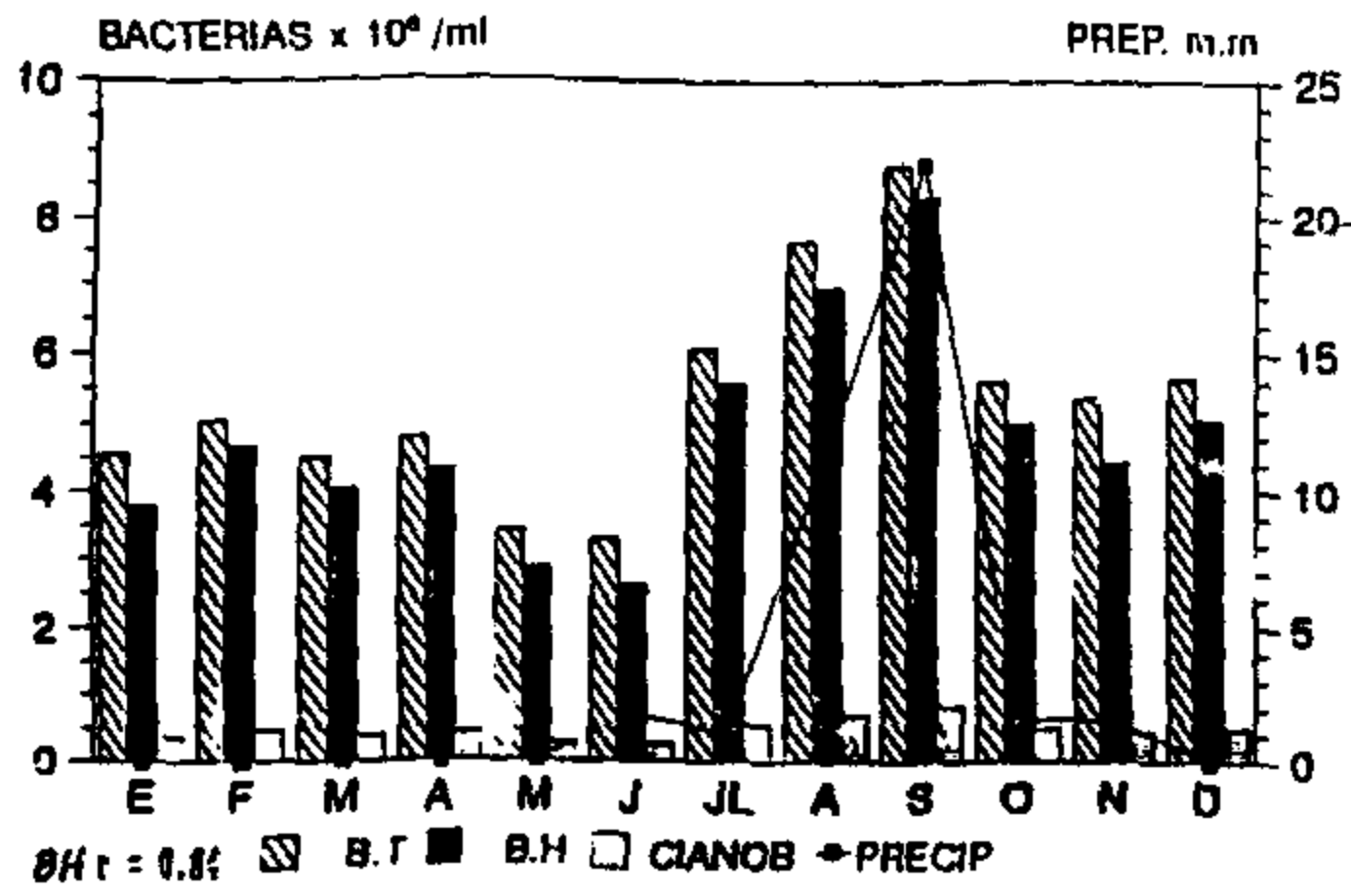


Fig. # 1. Bacterioplankton y Precipitación

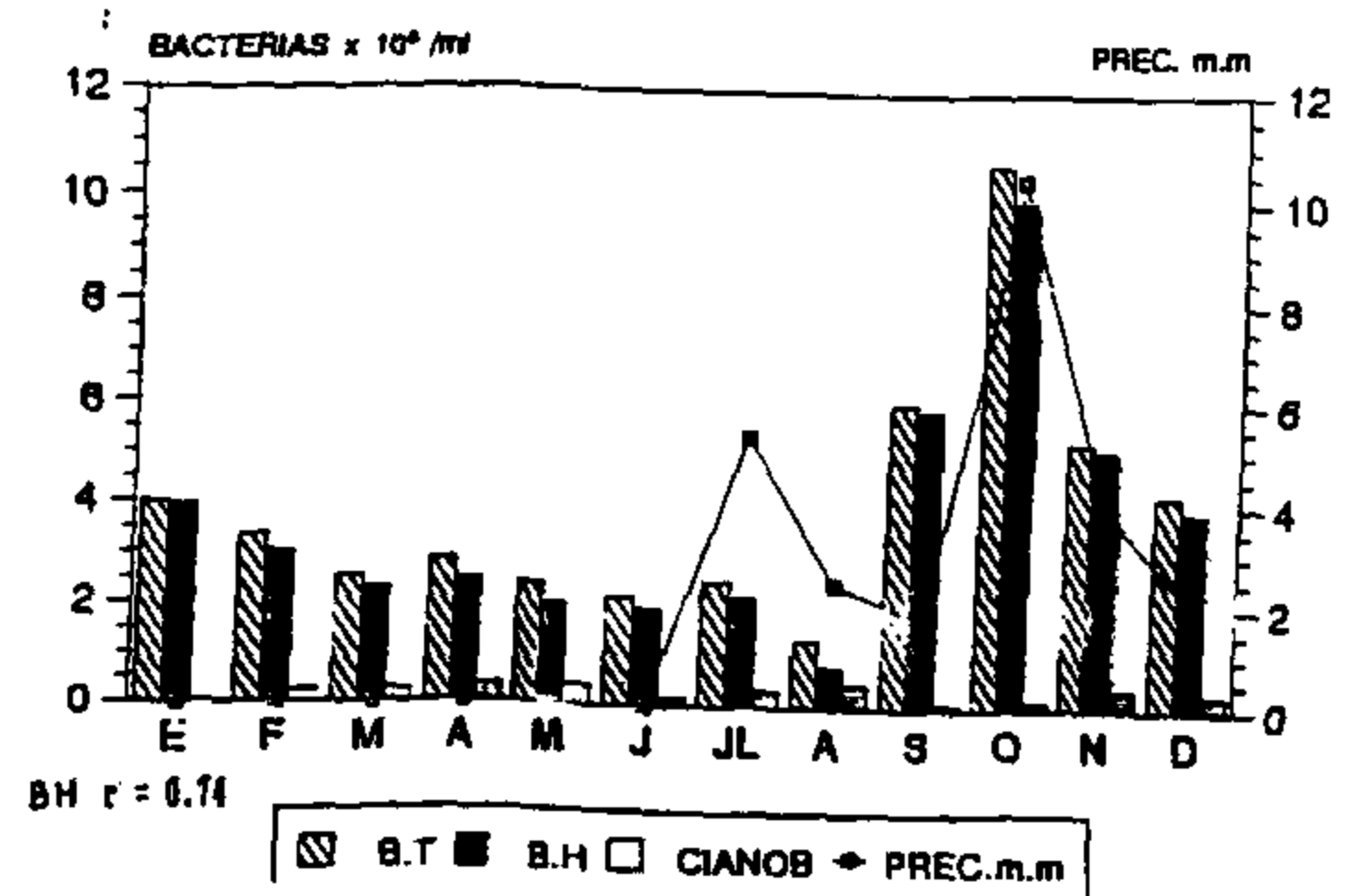


Fig. # 2. Bacterioplankton y Precipitación

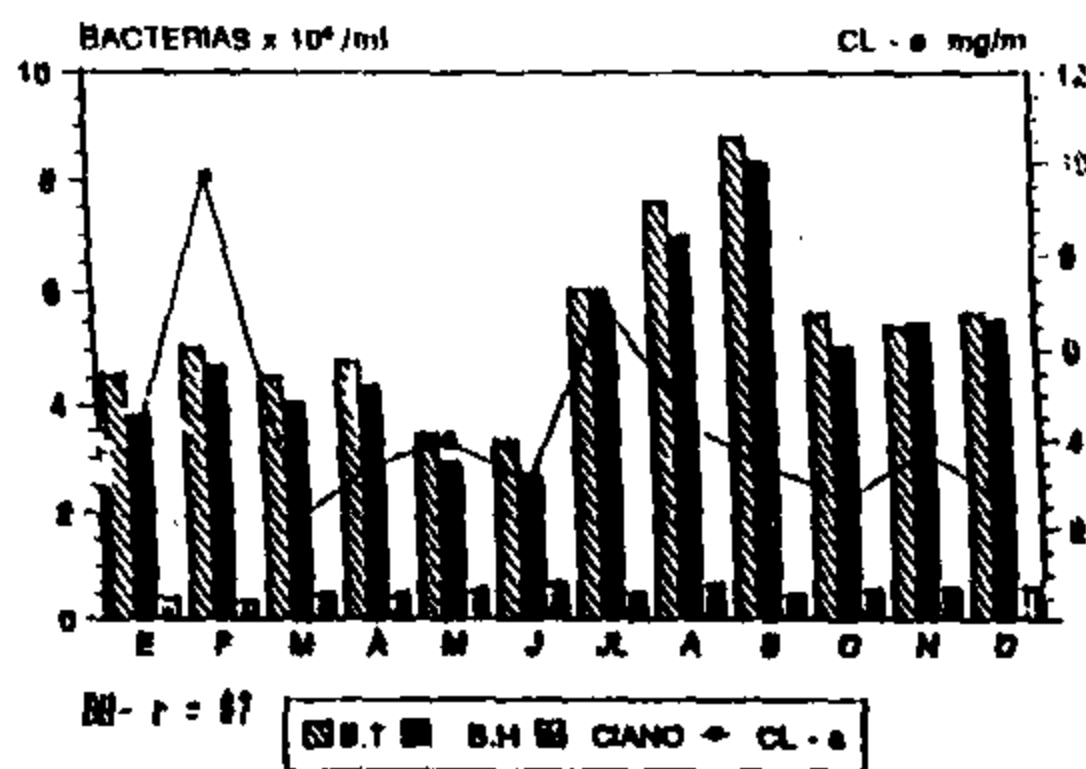


Fig. # 1a. Bacterioplankton y Clorofila - a

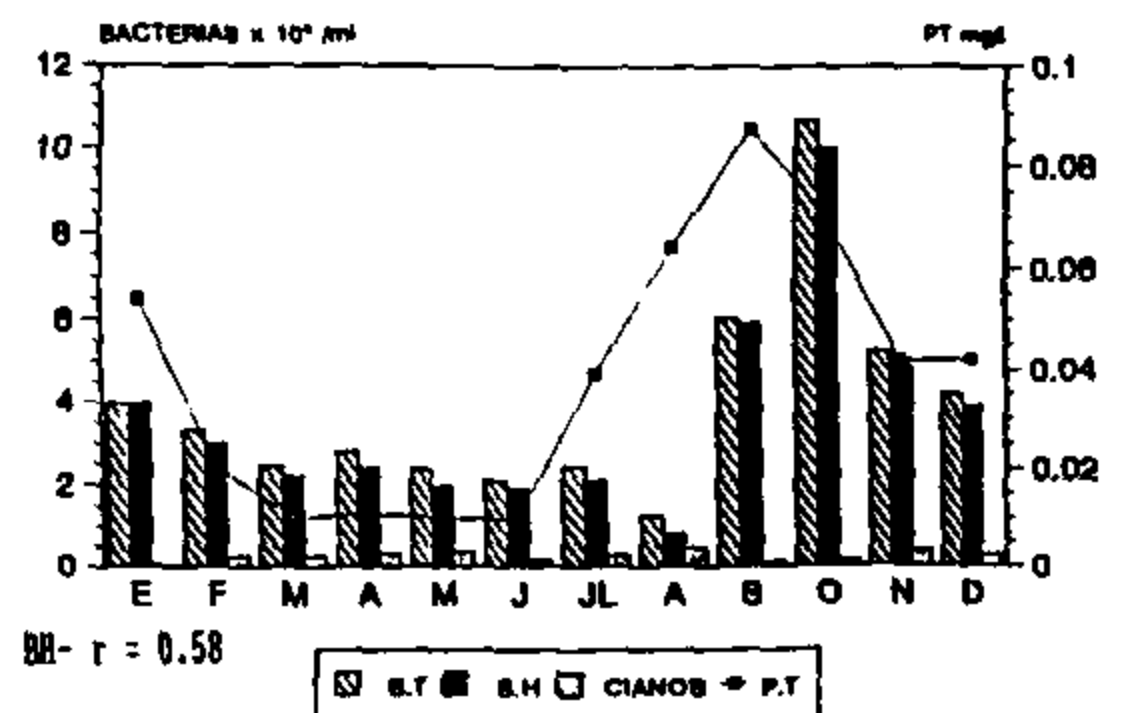


Fig. # 2a. Bacterioplankton y Fosforo Total

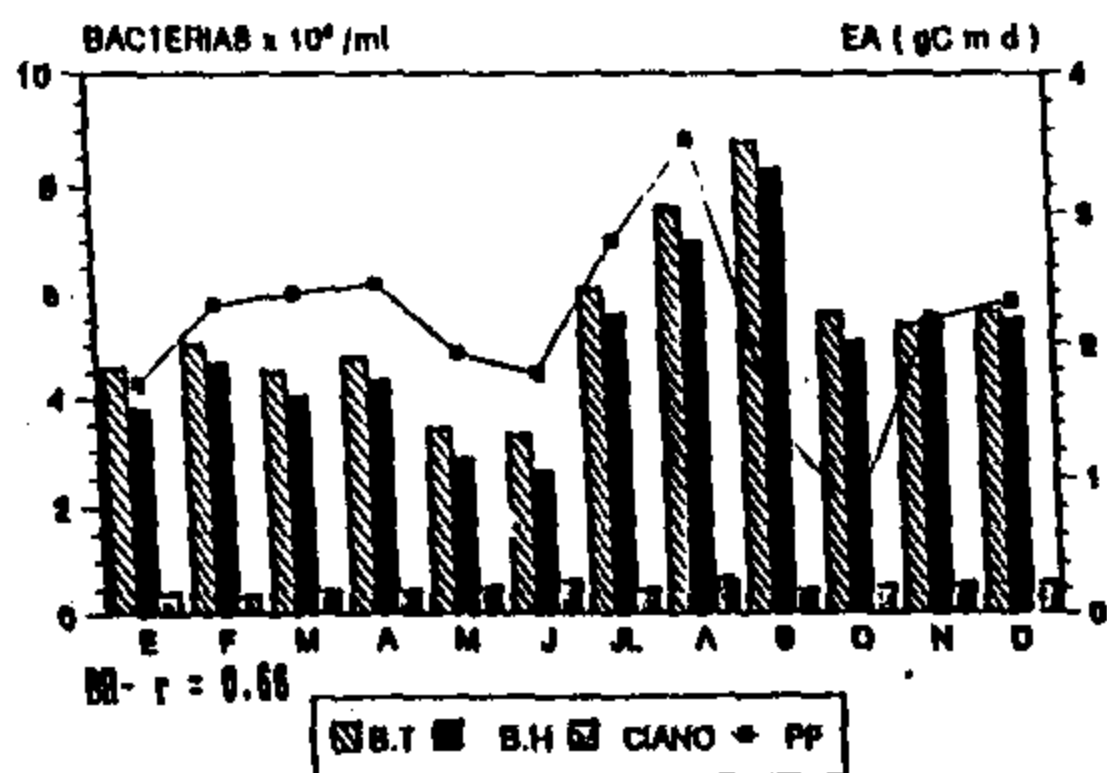


Fig. # 1b. Bacterioplankton y Producción Primaria

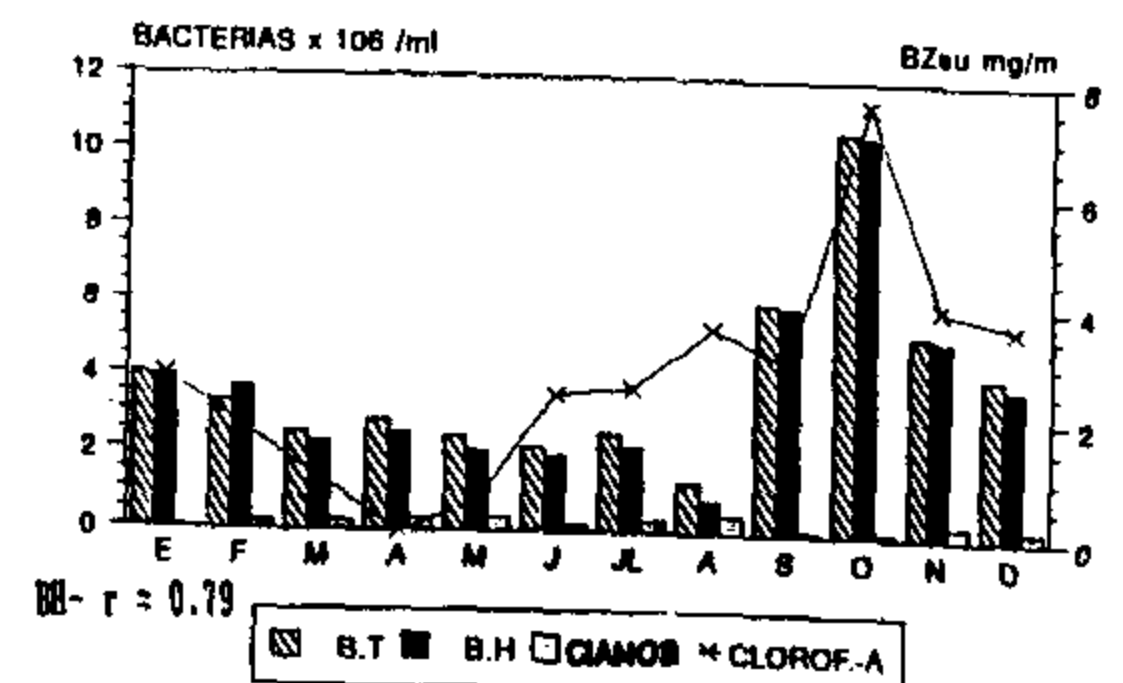


Fig. # 2b. Bacterioplankton y Clorofila - a

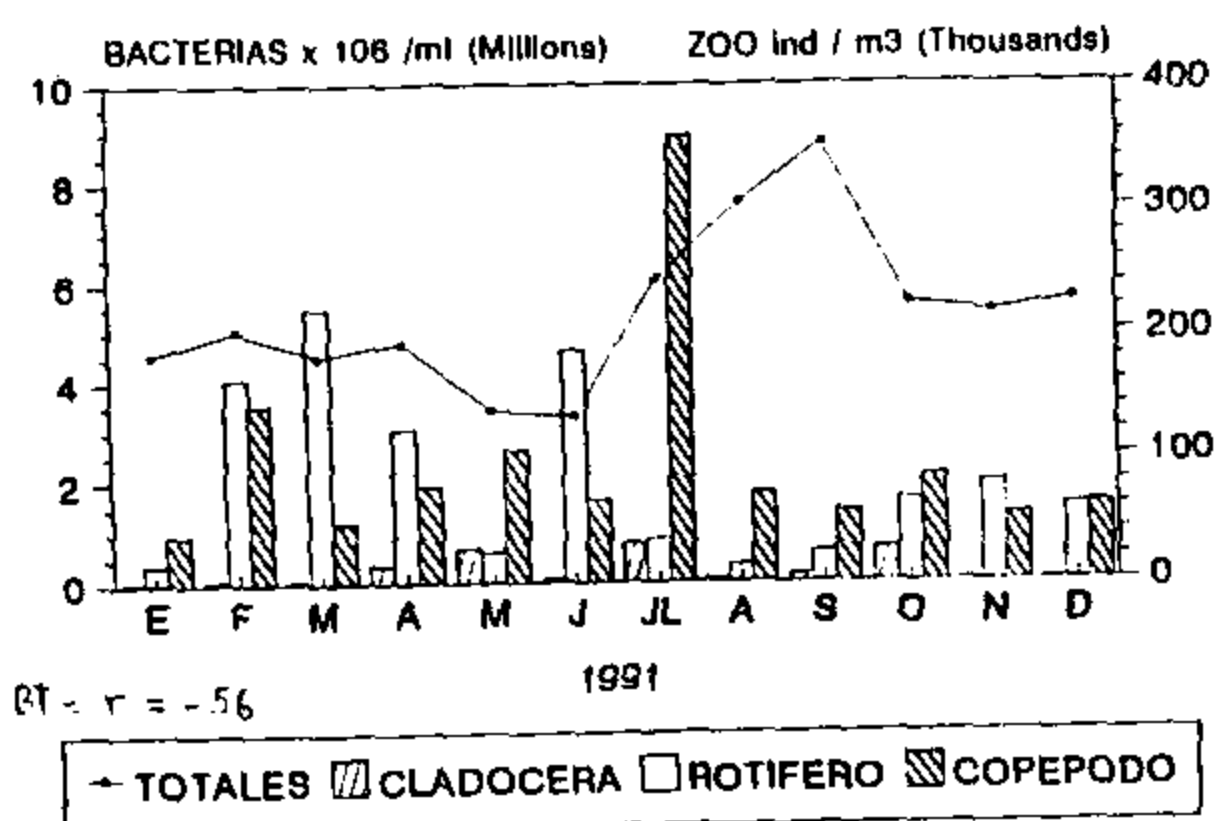


Fig. # 1c. Bacterioplankton y Zooplankton

# LAGO DE MASAYA

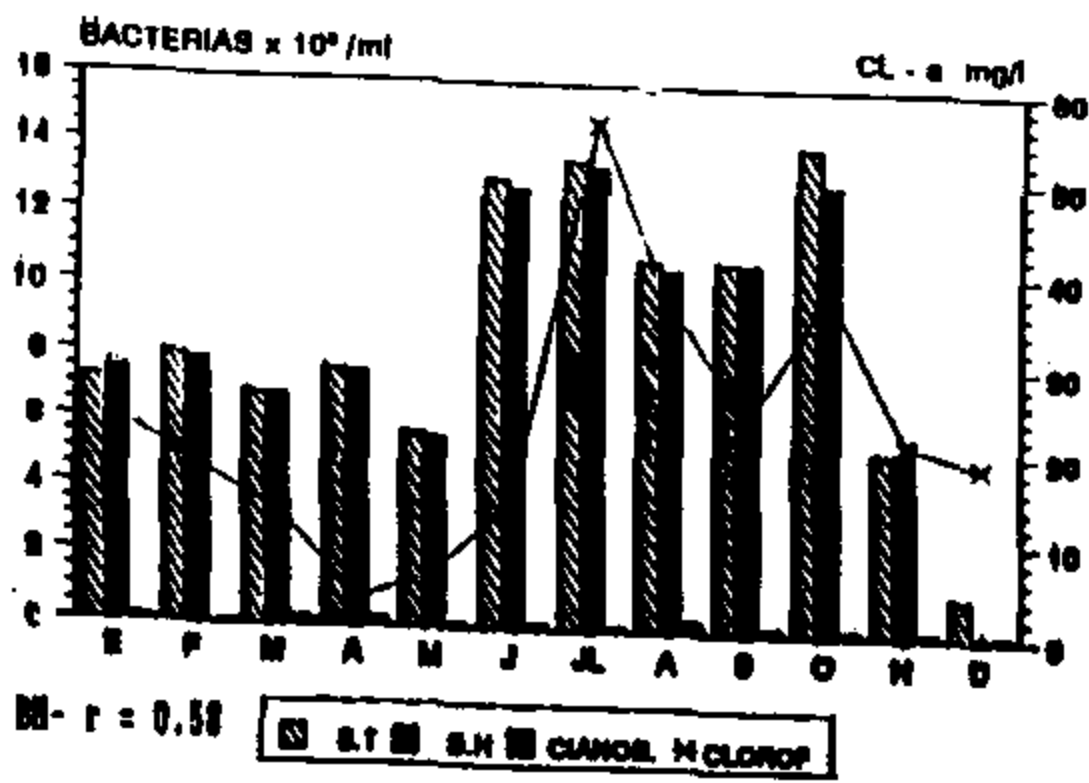


Fig. 3 Bacterioplankton y Clorofila - a

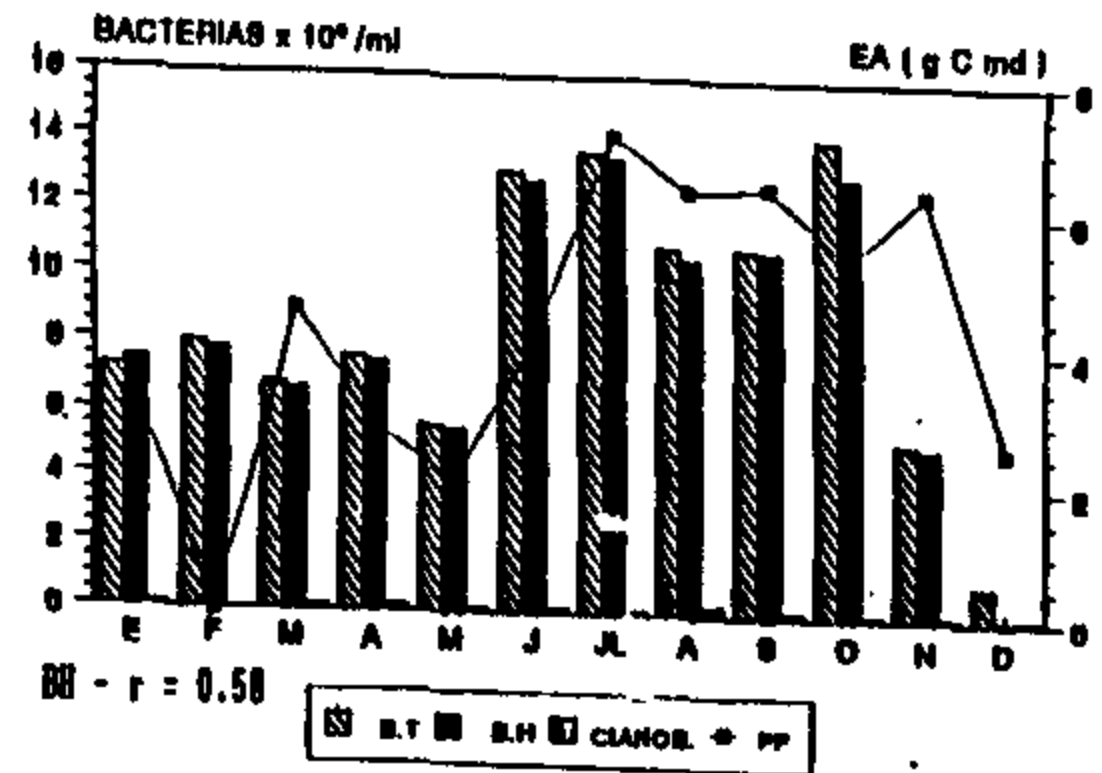


Fig. 3a Bacterioplankton y Producción Primaria

Tab.1. DATOS MORFOMETRICOS DE TRES LAGOS CRATERICOS

LAGOS	AREA	PROFUNDIDAD MAXIMA	ALTURA B.C.N.B	INFLUENCIA EXT.
ASOSOSCA	0.78 Km <sup>2</sup>	90.8 m.	35	Kronión de cuenca
TISCAPA	0.16 Km <sup>2</sup>	39 m.	51	Cauce
MASAYA	8.8 Km <sup>2</sup>	78 m.	135	Laguna de Oxidación

Tab. 2 COMPARACION DE 3 LAGOS MASAYA ASOSOSCA Y TISCAPA

LAGO	FACT.	C.V. AÑO	PROMEDIO	RANGO	% CIAN.
ASOSOSCA	B.T	28%	$5.4 \times 10^6$	$3.3-8.8 \times 10^6$	9.78%
	B.H	26%	$5.2 \times 10^6$	$3-6.2 \times 10^6$	
	C.B	16%	$5.2 \times 10^5$	$2-8.2 \times 10^5$	
TISCAPA	B.T	60%	$3.9 \times 10^6$	$1.5-10 \times 10^6$	6.5%
	B.H	38%	$3.6 \times 10^6$	$1.2-9.8 \times 10^6$	
	C.B	30%	$2.6 \times 10^5$	$0.4-4 \times 10^5$	
MASAYA	B.T	40%	$8.7 \times 10^5$	$1.3-14 \times 10^6$	1.47%
	B.H	40%	$8.2 \times 10^6$	$1.1-13.5 \times 10^6$	
	C.B	15%	$1.2 \times 10^5$	$1-2.9 \times 10^5$	

## Importancia Relativa de Cyanobacterias

Fig. 4 % en los tres lagos

