

## HIDROLOGIA, NUTRIENTES Y PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN LA LAGUNA SAN JOSE MANIALTEPEC, OAXACA, MEX. \*

F. Contreras E. y A. García-Nagaya

Depto. de Hidrobiología, C.B.S., UAM-I, Apdo. Postal 55-535, México, D.F. 09340

### RESUMEN

Está investigación cuantifica los parámetros abióticos, así como la productividad primaria durante un ciclo anual en la laguna San José Manialtepec. El ecosistema es predominantemente heterotrófico ya que los procesos respiratorios y de degradación dominan sobre los productivos. Según los resultados, todo parece indicar que la trama trófica se inicia a partir de la descomposición de la materia orgánica en los sedimentos; y que los procesos biogeoquímicos de los detritos, representan el mayor aporte energético al ecosistema. Todo lo anterior, concuerda con el estado de la laguna, ya que manifiesta procesos de eutroficación debido a un insumo constante de nutrientes. Como resultado, toda la productividad primaria generada por la elevada cantidad de nutrientes es consumida *in situ*. Todo lo anterior, aunado a su casi nula comunicación con el mar, provoca que la laguna presente tendencias a la eutroficación.

### ABSTRACT

In this research the abiotic parameters and primary productivity were evaluated in San Jose Manialtepec lagoon. This ecosystem is mainly a heterotrophic system, because the respiratory and degradation process dominate over the productive ones. The results show that the trophic web begins with the organic matter decomposition in the sediments; and the detritus biogeochemical processes represents the main energy source to the ecosystem. This lagoon presents signs of eutrophication, caused by a constant nutrient input in the lagoon. On the other hand, all the primary productivity generated by the high nutrient quantity is consumed *in situ*.

### INTRODUCCION

En los sistemas estuarino lagunares, una de las propiedades fundamentales en el flujo y destino de los materiales básicos es su mezcla de agua y su comunicación con el mar (Postman, 1969; Phleger, 1969; Barnes, 1980). En ecosistemas litorales permanentemente cerrados o efímeramente comunicados con el mar, se presenta la tendencia de una eutroficación severa (Snedaker y Brown, 1982; Clark, 1974; Contreras, 1988), debido al aporte continuo de nutrientes y una sobreconcentración fitoplanctónica (Lickens, 1972; Odum, 1972). Por lo anterior, el intercambio con el océano mantiene un equilibrio en el flujo energético entre dichos ecosistemas (Contreras, 1986; Edwards, 1978; Barnes y Mann, 1980; Valiela *et al*, 1978). En el presente trabajo, se presenta el estudio de un ciclo anual en una laguna costera del Pacífico mexicano en donde la apertura de la comunicación con el mar tuvo un papel

decisivo en el comportamiento hidrológico y en la ecología básica local.

### AREA DE ESTUDIO

La laguna de Manialtepec está ubicada en el estado de Oaxaca; y se encuentra entre los paralelos 15°56' y 15°57' de latitud norte y los 97°10' y 97°13' longitud oeste y tiene una superficie aproximada de 1,640 ha; la comunicación con el mar es efímera y se realiza durante la época de lluvias entre junio y octubre. Su origen es de plataforma barrera interna según Lankford (1977) y está conformada por 5 pequeñas lagunas que localmente se conocen como: La Plata, El Zacatal, El Corozal, Puerto Suelo y El Carnero (figura 1). Se halla a 12 km de Puerto Escondido. La vegetación de la zona la constituye principalmente: bosque tropical caducifolio, palmar, bosque espinoso y matorrales xerófitos, manglar y vegetación acuática y subacuática; también está presente vegetación de dunas, secundarias y tierras de cultivo. La profundidad promedio es de 5.40 m; el clima que presenta la zona pertenece al tipo Awo(w)

\*Contribución N° 30 del Laboratorio de Oceanografía

TABLA 1.- Comportamiento de los principales parámetros ( $^{\circ}/\infty$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ,  $^{\ast}\text{ml/l}$ ,  $\mu\text{g-at/l}$ ,  $++\text{mgC/m}^3/\text{h}$ ).

Parámetro	Enero-Febrero		Junio-Julio		Octubre-Noviembre	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
+Salinidad	2.00	4.00	5.00	6.00	5.00	8.00
-Temp.	14.00	18.00	29.60	32.40	26.80	32.50
*Oxígeno dis.	0.58	4.22	1.20	4.64	0.90	3.10
=pH	----	----	7.80	9.20	7.30	8.80
/N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1.60	16.12	1.93	100.36	2.58	5.64
/N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.70	5.00	0.56	49.79	2.50	9.12
/N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.13	0.56	0.49	30.76	0.016	0.07
/N-total	4.06	19.20	2.49	150.65	2.47	23.07
/P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	3.69	5.91	1.85	9.72	0.063	13.95
/P-orgánico	6.07	10.29	0.46	13.47	2.90	6.41
/P-total	9.76	13.95	4.16	15.74	2.93	5.86
++P. BRUTA	35.62	127.75	48.54	384.24	7.70	210.00
++P. NETA	0.00	56.85	7.90	142.18	46.66	210.00
++RESP.	0.00	109.20	23.74	241.87	0.00	168.00

igw'' isothermal, con frecuencia entre la temperatura más fría y más caliente  $>5^{\circ}\text{C}$ . (García, 1986).

## ANTECEDENTES

Prácticamente no existen estudios en esta área. Los estudios más cercanos que se conocen, son los realizados en el estado de Guerrero y las lagunas Superior e Inferior en el estado de Oaxaca (Contreras y Zabalegui, 1988).

## MATERIAL Y METODOS

Se llevaron a cabo tres salidas al campo; enero, junio y octubre de 1989; meses donde se establecieron estaciones fijas cubriendo la mayoría del ecosistema. Durante la temporada en que la boca de comunicación con el mar (octubre) permaneció abierta, se realizó una estación de 24 horas de muestreo con intervalos de 2 horas. Se cuantificaron: salinidad, pH, oxígeno disuelto, temperatura, y productividad primaria fitoplanctónica. Las metodologías fueron las mismas empleadas en investigaciones similares, lo que permite una comparación entre ellas. La salinidad se midió por medio de salinómetro de inducción marca Beckman, el oxígeno disuelto siguiendo lo recomendado por Strickland y Parsons (1972), el pH según Anderson y Robinson (1946) y los nutrientes por medio de técnicas espectrofotométricas (todas las metodologías están reunidas en Contreras, 1984a).

## RESULTADOS

Como puede observarse en las tablas 1 y 2, las condiciones oligohalinas son dominantes a lo largo del ciclo, inclusive durante la época en que existe comunicación con el mar, lo que hace suponer que la influencia mareal es débil o quizá que su permanencia no es suficiente para que ésta se manifestara a lo largo y ancho de todo el sistema. La temperatura guarda una relación estrecha con la época climática, incrementándose hacia la época de estiaje y disminuyendo en las lluvias. La baja cantidad de oxígeno disuelto en la columna de agua podría indicar que los procesos heterotróficos son los dominantes en el sistema, hipótesis que es corroborada al destacar las también infrecuentes altas concentraciones de amonio y fósforo en forma orgánica, comparadas con algunas áreas lagunares cercanas (Contreras y Gutiérrez, 1989).

Las premisas anteriores quedan comprobadas al observar la productividad primaria fitoplanctónica. En las etapas de muestreo que corresponden al aislamiento lagunar (enero-febrero, junio-julio), la respiración es el proceso dominante en la productividad primaria. En cambio, durante la época en donde el intercambio con el mar se manifiesta, la producción primaria neta domina sobre la respiración, generando energía disponible para los subsiguientes niveles tróficos. Durante el estudio, se realizó un experimento que consistió en medir la productividad primaria fitoplanctónica por intervalos

TABLA 2.- Ciclo de 24 horas (Octubre de 1989)

HORA	MAREA	SALINIDAD	pH	OXIGENO	TEMPERATURA
	m	‰		ml/l	°C
10.00	1.48	12.00	7.60	2.30	30.00
12.00	1.43	6.00	8.40	3.30	32.00
14.00	1.32	8.00	8.40	6.10	35.00
16.00	1.18	14.00	8.40	8.30	34.00
18.00	1.12	16.00	8.10	4.10	33.00
20.00	1.10	15.00	8.50	3.10	32.00
22.00	1.24	10.00	8.30	2.20	27.00
24.00	1.40	18.00	7.60	6.90	22.00
2.00	1.48	19.00	7.90	9.60	28.00
4.00	1.52	22.00	8.00	10.90	26.00
6.00	1.54	18.00	8.10	8.90	26.00
8.00	1.54	12.00	8.00	11.10	23.00
10.00	1.53	14.00	7.90	9.90	23.50

de tiempo en toda la laguna, así se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 3 y figura 4.

Como puede apreciarse el comportamiento de la productividad primaria fitoplanctónica dista mucho de ser predecible. Sin embargo, es notorio el incremento de la productividad hacia cierta hora del día, en su mayoría de 10:00 a 12:00 horas, de donde se suponen las óptimas condiciones para que el proceso fitoplanctónico se lleve a cabo sin limitaciones. Posteriormente, la disminución de la intensidad luminosa, la sobreconcentración poblacional de fitoplancton y la veloz concentración de la degradación de los pigmentos fotosintéticos se traducen en una sensible baja de la energía disponible y consecuente aumento en los procesos respiratorios.

## DISCUSION

Las lagunas costeras manifiestan un comportamiento muy ligado con los factores medio ambientales debido a que son sistemas altamente subsidiados (van Dobben, 1980; Odum, 1972; Margalef, 1984). Reflejan también, alternativas ecológicas para preservar la máxima biomasa permanente (van Dobben, 1980) y almacenamiento de energía, primordialmente de carácter inorgánico (Reichle, *et al.*, 1975).

El constante suministro de nutrientes por parte de los ríos, hace que éstos ecosistemas litorales presenten tendencias marcadas hacia la eutroficación (Mee,

1977; Valiela, *et al.*, 1978; Barnes, 1980) la que es controlada por un intercambio con el mar (Boon, 1984). Los valores encontrados en la laguna de Manialtepec corroboran lo anterior, manifestando concentraciones de nutrientes más altos que los encontrados en otras lagunas similares (Contreras, 1985).

De aquí que una comunicación con el océano sea un factor primordial para el mantenimiento de la salud del ecosistema (Clark, 1974) En la laguna de estudio existe una generación de biomasa primaria propiciando rápidos procesos de descomposición de materia orgánica, así como una cantidad considerable de nutrientes, todo lo anterior crea condiciones de eutrofia. Este fenómeno en Manialtepec, se debe a su aislamiento y es ocasionado por el desvío de los cauces en el flujo hidrológico de la cuenca.

Existen lagunas que manifiestan variaciones en su comportamiento ecológico debido a que su comunicación con el mar es cíclica (Mandelli y Botello, 1976; Yanez-Arancibia, 1978). En la laguna de Manialtepec, éstas fluctuaciones no existen a excepción de la breve temporada en que este intercambio se presenta sólo de manera local. El aislamiento del mar, con el consecuente suministro constante de nutrientes propician procesos de productividad primaria muy intensos, lo que provoca anoxia nocturna y sobresaturación de oxígeno diurna, como efecto del ciclo nictemeral del fitoplancton, por lo que su dinámica se asemeja a la de los lagos.

TABLA 3.- Resumen por época y hora de la productividad primaria.

PRODUCTIVIDAD BRUTA						
HORA	8-10	10-12	12-14	14-16	PROMEDIO	KCAL/M3/DIA
	mgC/m <sup>3</sup> /h				gC/m <sup>3</sup> /dfa	
ENERO-FEBRERO	63.67	119.18	75.64	----	0.086	0.7771
JUNIO-JULIO	116.05	139.05	107.07	----	0.120	1.0890
OCT-NOVIEMBRE	112.0	174.18	87.90	52.50	0.106	0.9589
PRODUCTIVIDAD NETA						
ENERO-FEBRERO	0.00	34.12	14.53	----	0.048	0.4332
JUNIO-JULIO	75.86	35.46	60.95	----	0.056	0.5114
OCT-NOVIEMBRE	76.94	225.87	110.00	90.00	0.125	1.1300
RESPIRACION						
ENERO-FEBRERO	71.01	77.27	60.66	----	0.069	0.625
JUNIO-JULIO	73.99	176.37	109.06	----	0.119	1.077
OCT-NOVIEMBRE	28.00	33.60	28.62	56.00	0.036	0.324

En latitudes tropicales la intensidad luminosa es muy alta y es un factor primordial, ya que provoca la inhibición de la fotosíntesis en las horas de más elevada luminosidad. (Ryther, 1956a; Ryther 1956b); por esta razón, solo durante algunos períodos, el mecanismo fotosintético es óptimo.

En la laguna de estudio se detecta el fenómeno anterior, ya que entre las 10:00 y 12:00 horas, la productividad primaria adquiere su mayor valor, descendiendo paulatinamente hacia el atardecer. Con respecto al efecto de la apertura de la comunicación con el mar, las fluctuaciones físico-químicas quedan restringidas a la zona más cercana a la barra y todo parece indicar que el resto del sistema permanece aislado de este fenómeno. A lo anterior, hay que agregar que el tiempo de intercambio con el mar es corto (aproximadamente 15 días) lo que induce a considerar que, si el intercambio con el océano tuviera una mayor durabilidad, el ecosistema en su gran mayoría, se vería beneficiada, retardando los veloces procesos de eutroficación que actualmente manifiesta esta laguna.

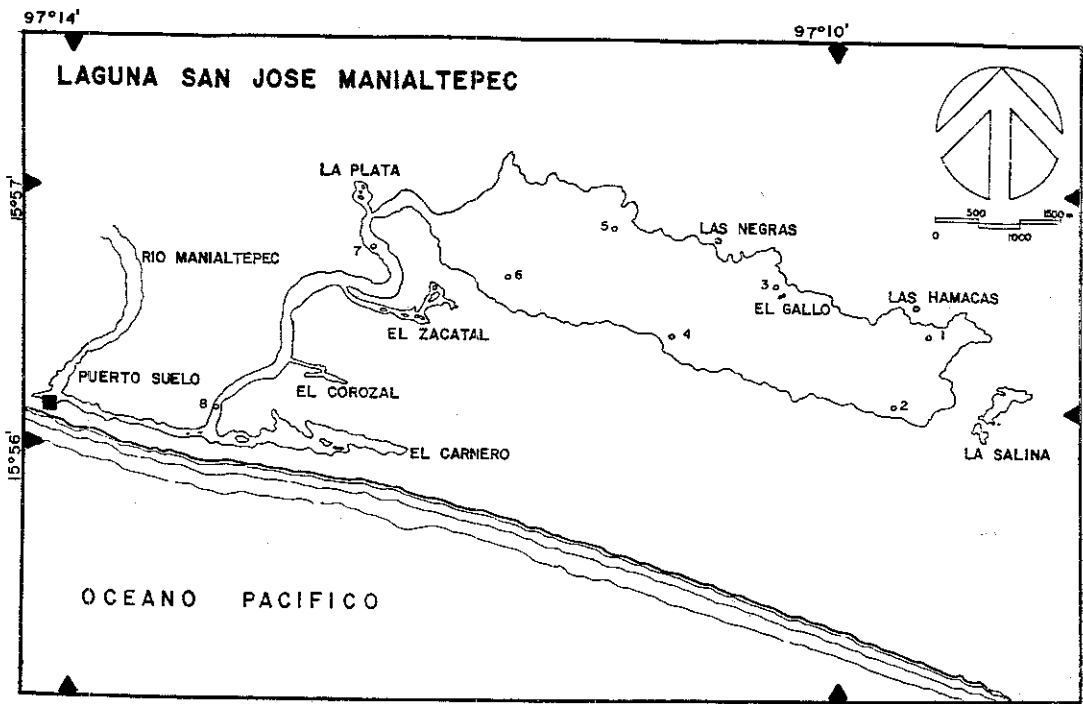
## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, D. H. y R. J. ROBINSON. 1946. Rapid electromagnetic determination of the alkalinity of sea water. *Ind. Eng. Chem.* 18: 767-769.
- BARNES, R. S. K. y K. H. MANN. 1980. *Fundamentals of aquatic ecosystems*. Blackwell. pub. 229p.
- BARNES, R. S. K. 1980. *Coastal lagoons*. Cambridge-Studies in modern biology Cambridge Univ. Press. 106p.
- BOON, J. D. III. 1975. Tidal discharge assymetry in a salt marsh drainage system. *Limnol. and Oceanogr.* 20: 71-80.
- CLARK, J. 1974. *Coastal ecosystems*. Conserv. Found. 178p.
- CONTRERAS, E. F. 1984a.. *Manual de técnicas hidrobiológicas*. UAM., México. 123p.
- CONTRERAS, E. F. 1984b. Estudios hidrologicos en lagunas costeras. *Ciencia.* 35(1): 13-18.
- CONTRERAS, E. F. 1985. *Las lagunas costeras mexicanas*. CECODES/SEPESCA. 253p.
- CONTRERAS, E. F. 1986. *La riqueza del pantano*. Ser. Medio Ambiente en Coatzacoalcos, 5 CECODES. 98p.
- CONTRERAS, E. F. (coord.) 1988. *Diagnóstico ecológico-productivo del estado de Oaxaca*. Informe Técnico. CECODES/SEPESCA.
- CONTRERAS, E. F. y L. M. ZABALEGUI. 1988. *Aprovechamiento del litoral Mexicano*. CECODES/SEPESCA. 128p.
- CONTRERAS, E. F. y F. M. GUTIERREZ. 1989. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en lagunas costeras. En: De la Rosa, V. J. y F. F. Gonzalez (eds.). *Temas de oceanografía biológica en México*. UABC.
- EDWARDS, R. R. C. 1978. Ecology of a coastal lagoon complex in Mexico. *Est. Coast. Mar. Sci.* 6(1): 75-92.
- GARCIA, E. 1986 *Apuntes de climatología*. UNAM. México. p.p. 103-215.
- LANKFORD, R. R. 1977. Coastal lagoon of Mexico. Their origin and calssification. En: Wiley M. (eds.) *Estuarine Processes*. Academic Press. 182-215.

- LICKENS, G. E. (ed), 1972. Nutrients an eutrophication. *Limnol. Oceanogr. Pub. Esp.* 1: 378p.
- MANDELLI, E. F. y A. VAZQUEZ-BOTELLO. 1976. *Informe final de la tercera etapa de estudio sobre uso de la zona costera de los estados de Michoacan y Guerrero*. Informe inédito. 120p.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Ed. Omega. 953p.
- MEE, D. L. , 1977. Coastal lagoon. *En: Riley and Chester (eds.) Chemical Oceanography* 7: 441-490.
- ODUM, E. P. 1972. *Ecología*. Ed. Interamericana. 639p.
- PHLEGER, F. B. , 1969. Some general features of coastal lagoons. *En: A. Ayala-Castañares y F. B. Phleger (eds.). Estuaries. Publ. Amer. Ass. Adv. Sci.* 83: 158-179.
- POSTMA, H. 1969. Chemistry of coastal lagoons. *En: Ayala-Castañares and Phleger (ed). Lagunas Costeras. Un Simposio.* UNAM- UNESCO. México. pp. 421-430.
- REICHLE, D. E. , R. O'NEILL y W. F. HARRIS. 1978. Principles of energy and material exchange in ecosystem. *En: van Dobben, W. H. y R. H. Lowe-Mc Connell (eds.). Unifying Concepts in Ecology*, van Dobben, W. H. y R. H. Lowe-Mc Connell (eds). Dr. Junk bv. The Hague. 27.
- RYTHER, J. H. 1956a. Photosynthesis in the ocean as a function. of light intensity. *Limnol. Oceanogr.* 1: 61-70.
- RYTHER, J. H. 1956b. The measuring of primary production. *Limnol. Oceanogr.* 1: 75-84.
- SNEDAKER, S. C. y M. S. BROWN. 1982. Primary productivity of magroves. *En: Black, C. C. y A. Mitsul (eds.). CRC. Handbook on biosolar resources.* 1. CRC. Press. pp. 477-485.
- SNEDAKER, S. C. y Ch. D. GETTER. 1985. *Costas. Pautas para el manejo de los recursos costeros.* Nat. Park. Serv. USDI. 286p.
- STRIKLAND, J. D. H. y T. R. PARSONS. 1972. A manual of sea water analysis. *Fish. Res. Bd. of Canada.* Ottawa. 310p.
- VALIELA, I., J. M. TEAL, S. VOLKMAN, D. SHAFFER y E. L. CARPENTER. 1978. Nutrients and particulate fluxes in a salt marshes ecosystem: Tidal exchanges and inputs by precipitation and ground waters. *Limnol. Oceanogr.* 23(4): 798-812.
- VAN DOBBEN, W. H. 1980. *Conceptos Unificadores de Ecología.* Blume. Espana. 397p.
- YANEZ-ARANCIBIA, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efimeras del Pacífico de México. *An. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. Publ. Esp.* 2: 306p.

Recibido Enero, 1990.

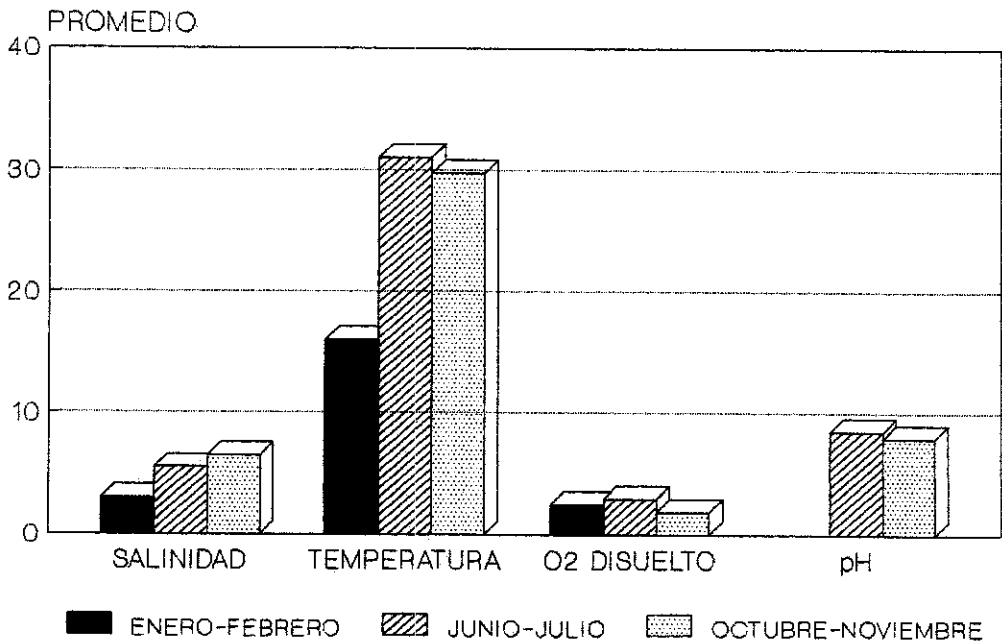
Aceptado Julio, 1990.



○ ESTACIONES DE MUESTREO.  
■ ESTACION DE MUESTREO CICLO 24 Hrs.

FIG. 1

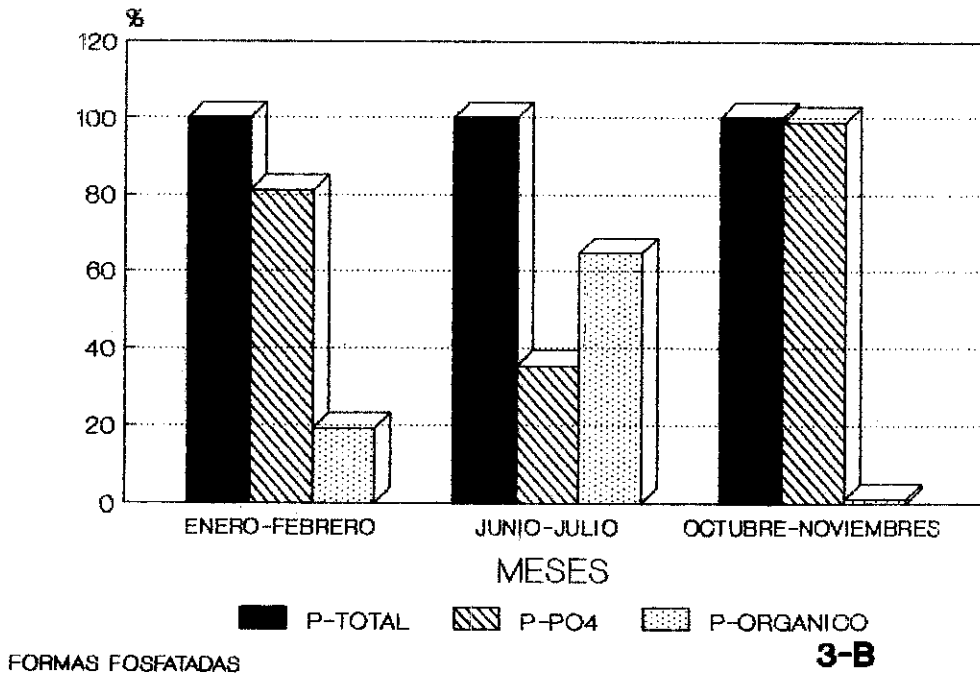
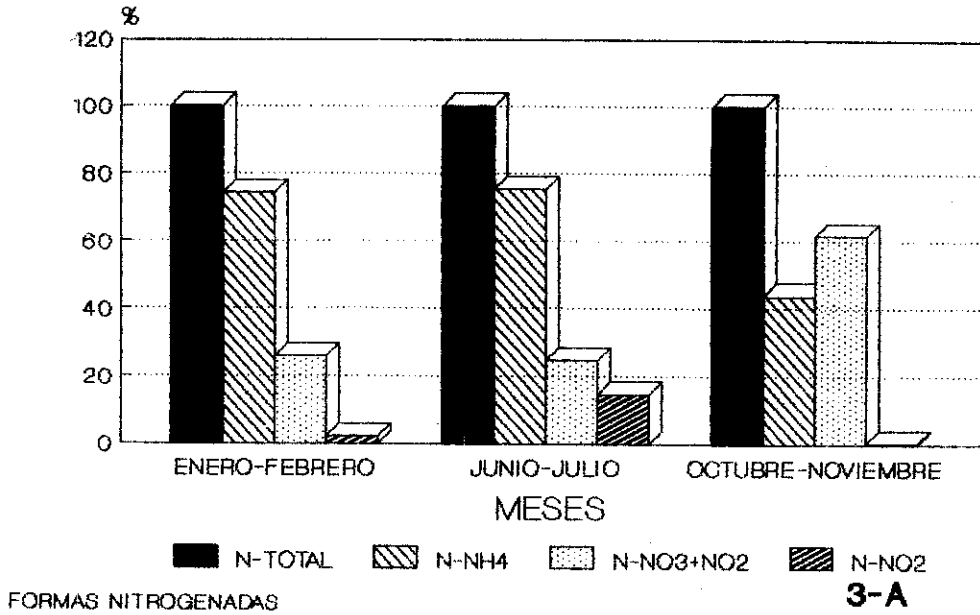
## FACTORES FISICO-QUIMICOS



MUESTREO (1989)

FIGURA 2

**FIGURA 3**



**FIGURA 4**

