

Distribución vertical del plancton en un estanque rústico de producción piscícola en el municipio de Cautla, Morelos, México (Vertical distribution of plankton in a rural fishery pond, Cautla, Morelos, México)

Molina-Astudillo, Francisca Isela*; Quiroz-Castelán, Héctor; García-Rodríguez, Judith y Díaz-Vargas, Migdalia.**

Laboratorio de Hidrobiología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa C.P. 62210. Cuernavaca, Morelos, México.



Contacto: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/iselamolina>

Resumen

Con el objetivo de conocer la distribución vertical diaria del plancton en un estanque rústico (sin peces) con fertilización combinada y su relación con algunos factores físicos y químicos del agua, se realizaron siete ciclos diarios. El zooplancton estuvo dominado por dos copépodos (*Cyclops bicuspidatus* y *Diaptomus albuquerquensis*) y un cladóceros (*Diaphanosoma brachyurum*) y el fitoplancton por dos clorofíceas (*Ankistrodesmus falcatus* y *Crucigenia quadrata*). Se presentaron tres patrones de migración vertical diaria: inverso, directo o nocturno y crepuscular. Las fluctuaciones de la temperatura, pH y oxígeno disuelto presentaron un patrón definido y se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre la distribución del plancton y la temperatura.

Palabras clave: Distribución, migración, plancton, estanque rústico.

Abstract

The objective of this project was to know the distribution of diel vertical of the plankton in country pond (without fishes) with combined fertilization and to related them with some physical and chemical factors of the water, seven diel cycles were carried. The zooplankton community to be dominated by two species of copepods (*Cyclops bicuspidatus* and *Diaptomus albuquerquensis*) and one cladoceran (*Diaphanosoma brachyurum*) whereas, in the phytoplankton, two species

chlorophyceae dominated (*Ankistrodesmus falcatus* y *Crucigenia quadrata*). Three patterns of diel vertical migration were showed: inverse, direct or nocturnal and crepuscular. The fluctuations of temperature, pH and dissolved oxygen were showed a defined pattern and significant relationships were detected between distribution of the plankton and temperature.

Keywords: Distribution, migration, plankton, country pond.



Introducción

Formando parte de la estructura biológica de los sistemas acuáticos se encuentra la comunidad limnética que está constituida básicamente por organismos que viven en suspensión y que por su tamaño pequeño están condicionados a ser transportados pasivamente por los movimientos del agua. Esta comunidad la conforman los organismos denominados plancton, que por su gran abundancia y diversidad de especies coexisten y se superponen, y en donde cada una de ellas alcanza una densidad máxima en puntos particulares del espacio o en diferentes momentos del tiempo, decreciendo su abundancia al apartarse de las condiciones que se pueden considerar óptimas.

La importancia de la comunidad planctónica (fito y zooplancton) en estanques de producción, radica en que son la base de la red trófica sirviendo de alimento a las especies susceptibles de cultivo que interaccionan interespecíficamente con ellas como competidoras, parásitas, comensales etc., así también reflejan los cambios fisicoquímicos y biológicos que determinan la calidad del agua en estos sistemas (Gómez y Martínez, 1998).

Estas comunidades presentan cambios en su composición debido a factores ambientales (tales como la temperatura, el fotoperiodo y cambios estacionales) y biológicos como la depredación, la competencia, el crecimiento, la mortalidad y las tasas de migración (Schwartz y Ballinger, 1980). Los cuales responden con conductas de migración y/o desplazamiento a través del tiempo y el espacio.

El análisis de estas conductas sugieren patrones de migración vertical diaria en el plancton (DVM), que se han estudiado principalmente en lagos y embalses (Beaver y Crisman, 1982; Dippolito, 1988; De Infante, 1988; Mariazzi *et al.*, 1988; Urabe, 1992; Canfield y Jones, 1996). En el caso particular de los estanques rústicos de producción existe un desconocimiento sobre la dinámica e interacción de los organismos planctónicos con las variables ambientales, a pesar de la importancia de estas investigaciones para el sector piscícola.

En esta investigación se realizaron ciclos diarios durante los meses de octubre a abril para conocer la distribución vertical del plancton (DVM) en un sistema rústico de producción piscícola con fertilización combinada, así como su relación con algunos parámetros fisicoquímicos, con el objetivo de contribuir al estudio hidrobiológico de las granjas piscícolas en el estado de Morelos.



Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en la unidad de producción piscícola "El Potrero" localizada en el municipio de Cuautla, en el estado de Morelos entre las coordenadas 19° 26' 35" L.N. y 99° 00' 42" L.O., a una altitud de 1260 m.s.n.m. El clima de la zona corresponde a un cálido-subhúmedo, con lluvias en verano. El aporte principal de agua proviene del manantial "Los Sabinos", el cual presenta aguas moderadamente duras con una composición química triónica: sulfatada-bicarbonatada-cálcica (Niedzielski, 1991).

Para la realización del trabajo se utilizó un estanque rústico (sin peces) con un área de 617 m² y una profundidad media de 120 cm. Llevándose a cabo siete ciclos diarios, para lo cual se acondicionó el estanque a través de las actividades de vaciado, secado, limpieza y encalado como medidas profilácticas, el encalado se realizó a razón de 40 Kg/1000 m² de calhidra de acuerdo a Boyd (1979), posteriormente fue fertilizado con 0.15 Kg/m² de gallinaza seca y 3 Kg de superfosfato triple con una aplicación semanal de 30 Kg de gallinaza seca y 3 Kg de superfosfato triple (Tacon, 1988; Quiroz, 1990 y 1996).

Las muestras de plancton fueron colectadas durante periodos de tres horas en superficie y fondo empleando una botella Van Dorn de 3 litros de capacidad, el fitoplancton fue preservado con acetato lugol (Wetzel y Likens, 1979), posteriormente se llevó a cabo la cuantificación de los organismos tomando una submuestra de 10 cc, vaciándola en una cámara de sedimentación por 24 horas y analizándola con un microscopio invertido (Schwöerbel, 1975 y Greeson, *et al.*, 1977). Los datos obtenidos fueron expresados como organismos/mililitro (org/ml). El reconocimiento de las especies se realizó con las claves de Bourrelly, (1968; 1970 y 1972) y Prescott (1970), Philipose (1967) y Prescott (*et al.*, 1981).

El zooplancton fue fijado con formol al 4%, mientras que para la cuantificación de los organismos se tomó una submuestra de 1 ml en una cámara de Sedwick-Raffter, realizando de tres a cuatro transectos al azar, empleando un microscopio compuesto, los resultados obtenidos se ajustaron al volumen de agua colectada, de acuerdo a la fórmula propuesta por Wetzel y Likens (1979). La determinación específica se efectuó consultando a Edmonson (1959); Pennak (1978) y Thorp y Covich (1991).

Los parámetros fisicoquímicos considerados para determinar un cuadro ambiental fueron temperatura, pH, transparencia (disco de Secchi), conductividad, oxígeno disuelto y bióxido de carbono siendo tomados de manera directa *in situ*, empleando aparatos y técnicas colorimétricas convencionales (APHA, 1992); únicamente el oxígeno disuelto se tomó en superficie y en fondo, todos los registros se realizaron cada tres horas.

Se utilizó un análisis de varianza con el fin de conocer si se presentaron diferencias a través del tiempo de muestreo, así como una prueba de correlación entre los



componentes del plancton y los parámetros fisicoquímicos del agua (Steel y Torrie, 1988; Zar, 1999). El diseño gráfico de los resultados se realizó con el programa de computo Harvard graphics (versión 4.0).

Resultados

A pesar de que la columna de agua del estanque estudiado se puede considerar somera, los organismos del plancton presentaron diferentes patrones de distribución.

La densidad total del fitoplancton durante el periodo de estudio fue de 127 455 org/ml, en superficie 76 291 org/ml y en fondo 51 164 org/ml correspondiendo los valores más altos a superficie particularmente durante horas de iluminación (9:00 a 15:00 horas) a excepción del mes de enero en cual se registraron dos máximos en fondo (12:00 y 21:00 horas).

El fitoplancton estuvo constituido por cuatro grupos: Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanophyceae y Euglenophyceae, siendo este último el de menor abundancia y frecuencia de aparición. Observándose una sucesión en tiempo y espacio, siendo las clorofíceas dominantes (superficie y fondo) durante los meses de octubre, diciembre, febrero y abril, y las especies más abundantes fueron *Ankistrodesmus falcatus*, *Crucigenia quadrata*, *Oocystis* sp. y *Kirchneriella lunaris*. El grupo de las bacilariofíceas presentaron una mayor abundancia en el mes de enero (superficie y fondo) coincidiendo con el descenso de la temperatura, y durante el mes de abril (fondo) destacando *Cyclotella* sp., *Navicula* sp., *Fragilaria* sp. y *Pinnularia* sp., mientras que las cianofíceas registraron dos máximos en los meses de noviembre (superficie) y marzo (superficie y fondo), siendo las especies más representativas *Anabaena* sp., *Merismopedia elegans* y *Microcystis* sp. (Tabla 1). De acuerdo al análisis de varianza se presentaron diferencias significativas en estos grupos en cuanto al tiempo y al espacio ($P < 0.05$).

Tabla 1. Densidades de los grupos fitoplanctónicos (org/ml).

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Chlorophyceae (superficie)	17 397	9 069	4 840	1 605	2 105	655	1 000
Chlorophyceae (fondo)	16 179	4 533	2 851	1 447	350	310	221
Bacillariophyceae (superficie)	3 577	2 358	450	5 646	496	310	457
Bacillariophyceae (fondo)	2 343	2 611	308	11 737	187	139	222
Cyanophyceae (superficie)	4 633	11 173	4 659	232	242	4 812	391
Cyanophyceae (fondo)	1 426	1 531	2 733	272	102	1 421	81
Euglenophyceae	153	37	21	0	7	4	7

(superficie)							
Euglenophyceae	55	93	2	0	0	5	5
(fondo)							
Total superficie	25 760	22 637	9 970	7 438	2 850	5 781	1 855
Total fondo	20 003	8 768	5 894	13 456	639	1 875	529

En cuanto a la distribución vertical las clorofíceas presentaron tres patrones de migración: inversa con dos máximos, uno en superficie durante horas de iluminación (12:00 horas) y el otro en fondo durante la oscuridad (21:00 horas) en el mes de noviembre, directa o nocturna, con incrementos en superficie por la noche (18:00 a 24:00 horas) y en fondo en horas luz (9:00 a 15:00 horas) en el mes de febrero, y crepuscular con dos máximos en superficie, uno en el ocaso y otro al amanecer (21:00 y 6:00 horas) en el mes de marzo (Figura 1). Las bacilariofíceas mostraron un sólo patrón de distribución crepuscular con un máximo en superficie (3:00 horas) en el mes de febrero.

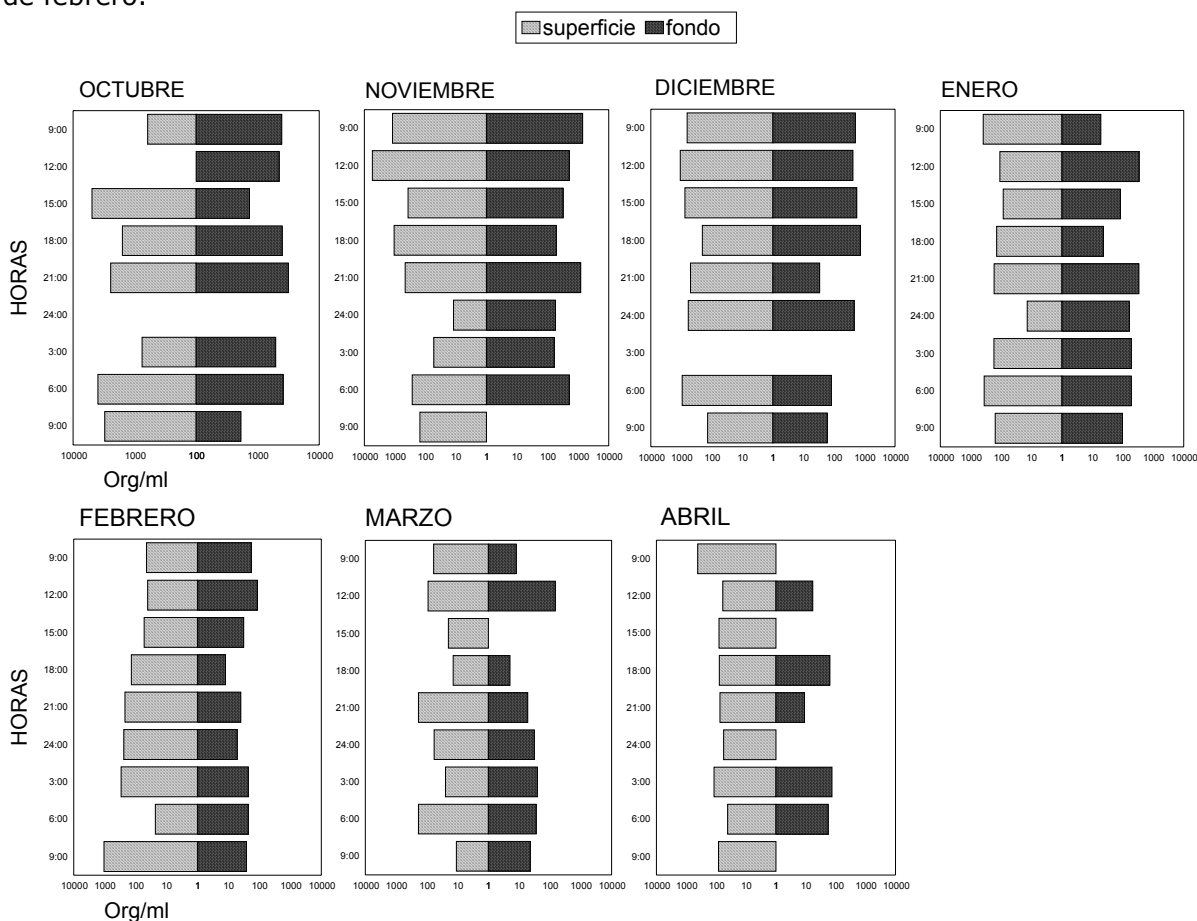


Figura 1. Distribución vertical diaria en superficie y fondo de las Clorofíceas.

En las cianofíceas se observó una migración inversa en el mes de noviembre con ascenso en el día (12:00 y 15:00 horas) y descenso en la noche (18:00 a 3:00 horas), y una crepuscular (21:00 horas) en febrero (Figura 2). Las euglenofíceas no presentaron un patrón de distribución definido.

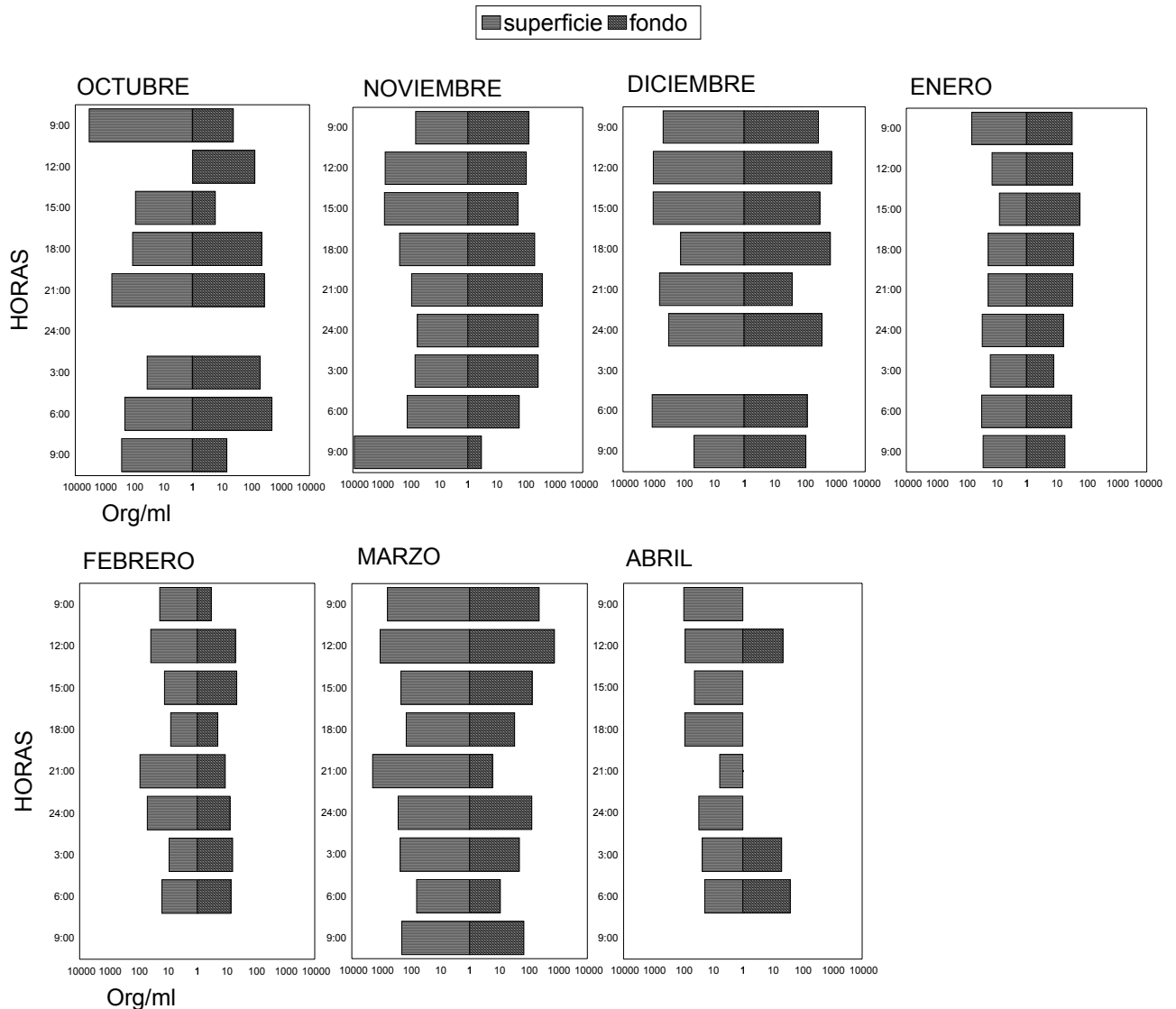


Figura 2. Distribución diaria en superficie y fondo de las Cianofíceas.



Por otro lado, el zooplancton registró una abundancia total de 1 985 org/ml de la cual 1 370 org/ml correspondieron a superficie y 615 org/ml a fondo, las mayores abundancias se detectaron en los meses de noviembre, febrero y marzo durante periodos de iluminación (9:00 a 15:00 horas) en superficie y en los meses de octubre, diciembre, enero y abril en el fondo.

El zooplancton estuvo integrado por tres grupos principales: Copepoda, Cladocera y Rotifera, presentándose de manera ocasional Ostracoda y Aracnoidea, el grupo de mayor abundancia fueron los copépodos (superficie y fondo) y las especies dominantes fueron *Cyclops bicuspidatus* y *Diaptomus albuquerquensis*. Los cladóceros presentaron dos máximos en el mes de enero (superficie) y en abril (superficie y fondo) respectivamente, destacando *Diaphanosoma brachyurum* y *Alona guttata*; los rotíferos fueron el grupo con menor abundancia, observándose solamente un máximo en el mes de marzo (fondo) y las especies representativas fueron *Brachionus caudatus*, *B. rubens* y *Lecane* sp. (Tabla 2). No se registraron diferencias significativas entre superficie y fondo ($P > 0.05$), pero sí a través del tiempo ($P < 0.05$).

Tabla 2. Densidades de los grupos zooplanctónicos (org/ml).

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Copepoda (superficie)	43	700	30	6	7	18	12
Copepoda (fondo)	158	76	33	28	8	9	15
Cladocera (sup.)	21	360	3	15	5	8	24
Cladocera (fondo)	112	10	8	23	3	2	30
Rotifera (sup.)	17	74	5	4	0	9	8
Rotifera (fondo)	62	2	4	6	0	9	3
Ostracoda (fondo)	0	0	0	1	0	0	13
Aracnoidea (sup.)	0	0	0	0	0	0	1
Total superficie	81	1 134	38	25	12	35	45
Total fondo	332	88	45	57	11	20	61

Los copépodos mostraron dos patrones de distribución vertical: inverso, con dos máximos en superficie en horas luz (12:00 y 9:00 horas) y descenso durante la noche (18:00 a 3:00 horas) en el mes de noviembre, los movimientos que presentaron los organismos durante el mes de enero sugieren una migración nocturna, con un ascenso en superficie (24:00 horas) y un descenso diurno (9:00 a 15:00 horas) (Figura 3). Los datos obtenidos de los cladóceros y rotíferos indicaron un patrón de distribución no definido.

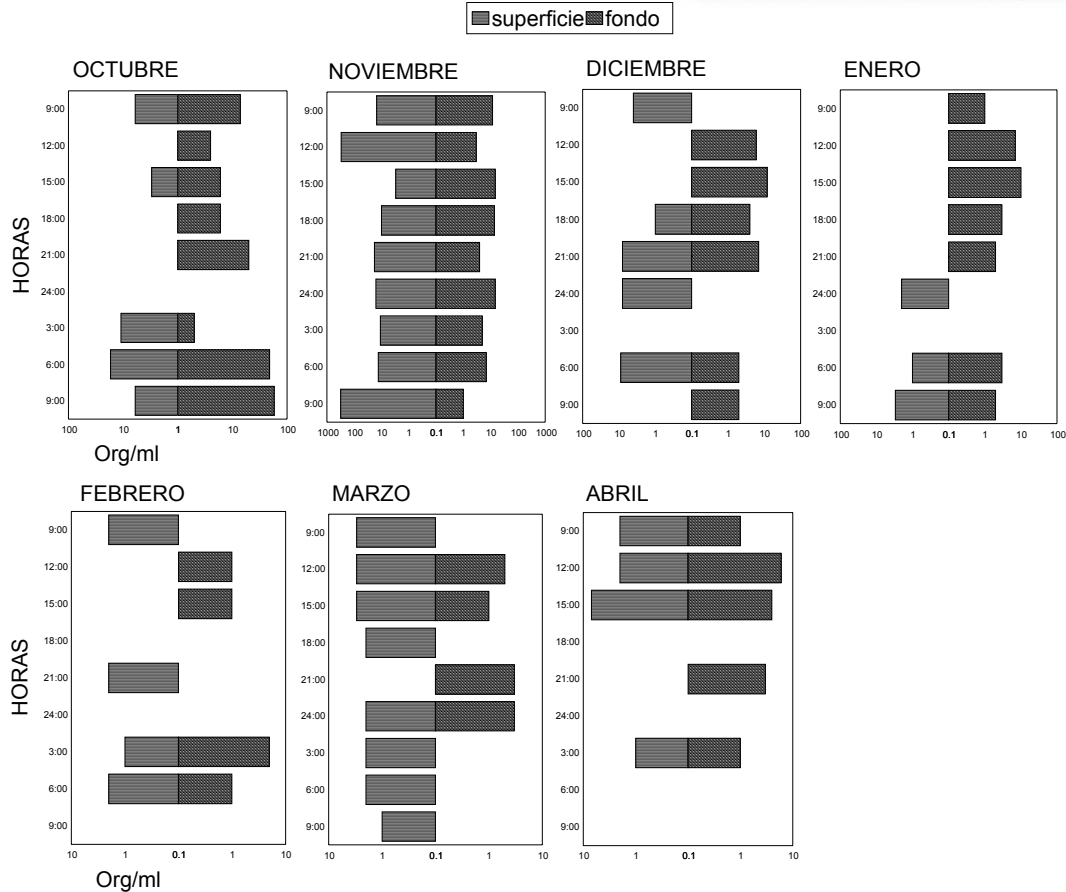


Figura 3. Distribución diaria en superficie y fondo de los Copepodos.

Los grupos del fitoplancton registraron coeficientes de correlación significativos entre sí, las clorofíceas y cianofíceas (0.92; 0.80), bacilariofíceas (0.81), euglenofíceas (0.81) y con grupos del zooplancton como los copépodos (0.73), en tanto las cianofíceas se relacionaron con los copépodos (0.65) y rotíferos (0.70), asimismo, los cladóceros con los copépodos (0.71, 0.96) y rotíferos (-0.64, -0.70).

A lo largo del periodo de estudio la temperatura del agua osciló entre los 16 y 32 °C en los meses de enero y abril respectivamente, presentando durante los cinco primeros meses disminución a partir de las 18:00 horas hasta las 6:00 horas del día siguiente volviéndose a incrementar en las horas posteriores. La temperatura fue la variable que registró un mayor número de correlaciones significativas con los taxa: clorofíceas (0.65; 0.67); bacilariofíceas y euglenofíceas (0.83), cladóceros (0.60; 0.83) y copépodos (0.74), asimismo, con el pH (0.70) y oxígeno disuelto (0.80).



Los valores del pH fluctuaron de 6.7 a 9.5 en los meses de octubre y abril respectivamente, observándose una tendencia fuertemente alcalina en los últimos meses de muestreo. El pH se correlacionó significativamente con las bacilariofíceas (0.64; -0.62), cianofíceas (0.63), cladóceros (0.72), copépodos (0.89) y el bióxido de carbono (0.61).

El oxígeno disuelto presentó variaciones similares tanto en superficie como en fondo, alcanzando valores de 10 mg/l. Las concentraciones más altas se registraron durante las horas de iluminación decreciendo por la noche. Este parámetro se correlacionó significativamente con las bacilariofíceas (0.84) y los copépodos (0.63).

El bióxido de carbono registró concentraciones máximas de 37.4 mg/l y mínimas de 0.08 mg/l en los meses de octubre y enero. Este parámetro se correlacionó significativamente con las bacilariofíceas (0.70; 0.77) y las cianofíceas (0.86). Mientras que la conductividad osciló entre 378 a 553 μ mos/cm en los meses de febrero y abril, en cuanto a las correlaciones, éstas fueron negativas, clorofíceas (-0.83) y bacilariofíceas (-0.88). En términos generales los parámetros fisicoquímicos determinados presentaron diferencias significativas a través del tiempo ($P < 0.05$) (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua.

	9:0	12:0	15:0	18:0	21:0	24:0	3:0	6:0	9:0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OCTUBRE									
Temperatura (°C)	25	28	30	25	25	-	23	22	25
PH	7.4	7.7	7.8	7.2	7.0	-	6.7	6.7	7.4
Conductividad (μ mos/cm)	450	453	451	161	450	-	471	475	454
Transparencia (cm)	20	20	27	0	0	-	-	-	20
Oxígeno Disuelto-superficie (mg/l)	7.6	6.1	8.5	7.4	5.6	-	3.4	4.4	4.4
Oxígeno Disuelto-fondo (mg/l)	7.4	4.1	6.4	4.4	4.2	-	2.2	5.6	6.0
Bióxido de Carbono (mg/l)	0	0	0	0	0	-	8.8	37.4	24.2
NOVIEMBRE									
Temperatura (°C)	24	26	24	22	20	19	18	19	21
PH	8.3	8	8	7.7	7.7	7.8	7.8	8.3	8.5
Conductividad (μ mos/cm)	439	449	432	497	501	490	502	488	480
Transparencia (cm)	15	10	0	0	0	0	0	10	15
Oxígeno Disuelto-superficie (mg/l)	5.9	6.1	5.5	6.5	5.2	6.0	5.8	4	4.8
Oxígeno Disuelto-fondo (mg/l)	7.6	3.2	4.7	5.3	3.8	5.0	4.8	2.8	3.2



Bióxido de Carbono (mg/l)	0	0	0	0	0.88	0.88	0.4	0	0
DICIEMBRE									
Temperatura (°C)	20	25	28	25	22	21	20	18	20
PH	7.5	7.6	7.3	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.8
Conductividad (µmhos/cm)	484	470	472	477	492	467	470	495	487
Transparencia (cm)	20	15	15	0	0	0	0	15	20
Oxígeno Disuelto-superficie (mg/l)	6	6	6	6	10.1	8.4	5	3	3
Oxígeno Disuelto-fondo (mg/l)	3	5.8	3.8	4	9	8	6.6	2.4	2
Bióxido de Carbono (mg/l)	2.6	0.88	0	0.88	0	0	0	0.8	0.4
ENERO									
Temperatura (°C)	20	22	26	23	21	19	18	16	20
PH	7.5	8.3	8.3	7.8	7.8	7.6	7.6	7.5	7.8
Conductividad (µmhos/cm)	484	492	196	488	502	513	471	424	493
Transparencia (cm)	20	20	20	20	0	0	0	0	15
Oxígeno Disuelto-superficie (mg/l)	3.2	4.2	4.6	5.2	5.4	2.6	2.4	2.8	3.2
Oxígeno Disuelto-fondo (mg/l)	2.2	5.8	3	4.8	3.6	2.4	2	2.8	3
Bióxido de Carbono (mg/l)	8.8	0	0	0	5.2	0	0	0.08	7.0
FEBRERO									
Temperatura (°C)	19	22	27	26	22	20	19	18	21
PH	8.6	8.4	8.3	9.2	8.2	8	7	7.9	8
Conductividad (µmhos/cm)	457	457	460	470	480	480	482	482	378
Transparencia (cm)	15	15	15	10	0	0	0	0	20
Oxígeno Disuelto-superficie (mg/l)	2.2	2.6	3.4	2.8	2.8	2.8	1.4	1.4	2.2
Oxígeno Disuelto-fondo (mg/l)	4	2.4	2	1.4	1.2	1.6	0.8	1.2	2
Bióxido de Carbono (mg/l)	0	0	0	4.4	0	0	0	6.1	8.8
MARZO									
Temperatura (°C)	22	24	26	27	26	25	23	22	22
PH	9.1	8.8	8.5	8.5	8.3	8	7	7.7	8
Conductividad (µmhos/cm)	494	511	507	504	496	490	489	490	407
Transparencia (cm)	15	20	10	10	0	0	0	15	15

Molina-Astudillo, Francisca Isela; Quiroz-Castelán, Héctor; García-Rodríguez, Judith y Díaz-Vargas, Migdalia.
Distribución vertical del plancton en un estanque rústico de producción piscícola en el municipio de Cautla,
Morelos, México - *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 04, Abril/2005,

[Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Veterinaria Organización S.L.](http://www.veterinaria.org)® España. Mensual. Disponible
en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040405.html>



Oxígeno Disuelto-superficie (mg/l)	1.8	3.6	4.6	6.2	1	1.4	1.4	0.4	1
Oxígeno Disuelto-fondo (mg/l)	2.4	3	4.2	4.6	0.8	1.4	1.2	0.8	2.6
Bióxido de Carbono (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0
ABRIL									
Temperatura (°C)	27	32	28	25	25	24	24	15	27
PH	9.1	9	9	9.5	8.9	8.8	8.7	8.9	9
Conductividad (µmhos/cm)	532	531	471	548	558	530	540	547	540
Transparencia (cm)	10	10	10	10	0	0	20	20	15
Oxígeno Disuelto-superficie (mg/l)	5.8	6	2.4	1	1	1	2	2.4	3.6
Oxígeno Disuelto-fondo (mg/l)	2.2	5	1	0.4	0.4	0.4	0.8	1.2	2
Bióxido de Carbono (mg/l)	0	0	0	0	0.44	0	0	0.4	0

Discusión

La finalidad de fertilizar un estanque de producción piscícola es incrementar la productividad primaria y que la biomasa producida sea suficiente para el sostenimiento del cultivo, sobre todo si se trata de organismos fitoplanctófagos, o bien, que permita incrementar las poblaciones zooplanctónicas como segundo recurso energético, esto va a depender de los hábitos alimentarios del organismo seleccionado para ser cultivado (Arredondo, 1993).

De acuerdo a Kilham y Kilham (1980) y Tucker y Ploeg (1993), los organismos de talla pequeña de los grupos de clorofíceas y bacilariofíceas son característicos de un sistema en condiciones de eutrofia, como en el caso de este estudio, donde el fitoplancton estuvo dominado por dichos grupos. Estos organismos se caracterizan por poseer la capacidad de aprovechar las circunstancias temporales en virtud de su rápido crecimiento y la adaptación a ambientes en donde los recursos son óptimos, por ejemplo en este estanque con enriquecimiento orgánico.

Otro criterio que establece la condición de "stress" a la que se sometió este estanque por la constante fertilización, son las altas densidades que alcanzó el fitoplancton de manera global, que según Margalef (1983), los sistemas acuáticos que albergan densidades de 10^2 a 10^4 org/ml son considerados eutróficos y las densidades de la población están por arriba de la presión de pastoreo y sus interacciones competitivas son mínimas, esto explica los valores de correlación positiva que se obtuvieron entre el fitoplancton en esta investigación



En cuanto al zooplancton los grupos dominantes fueron los copépodos con *Cyclops bicuspidatus* (predador) y *Diatomus albuquerquensis* (pastoreador) y los cladóceros con *Diaphanosoma brachyurum* (pastoreador), los tres organismos de talla grande y que sugieren depredación sobre las especies más pequeñas de cladóceros y rotíferos.

De acuerdo a los criterios de Hutchinson (1967) se reconocieron tres patrones de distribución vertical: 1) inversa, cuando el descenso de los organismos ocurre en la noche y el ascenso en el día; 2) crepuscular, cuando se presentan uno o dos máximos en superficie, los cuales están asociados con las horas del ocaso y del alba; y 3) directa o nocturna cuando la mayor parte de los organismos se dirigen hacia la superficie durante la noche y hacia el fondo durante el día.

Es importante mencionar que se encontraron arácnidos y ostrácodos en las muestras del zooplancton como organismos accidentales.

Las clorofíceas y cianofíceas mostraron patrones de distribución definidos, que según Vilaclara (1989) presentan estrategias que les permiten desplazarse a través de la columna de agua. Puede ser resultado de un estímulo fototáctico, como respuesta al campo gravitacional, a la falta de un depredador mayor, o bien, al aprovechamiento de los nutrientes que se depositan en mayor concentración en el sedimento.

La distribución espacial de las cianofíceas se establece por el mecanismo de flotabilidad que presentan estas algas, Darley (1987) menciona la presencia de vacuolas de gas, que les permiten guardar un equilibrio entre su contenido gaseoso y el agua circundante, respondiendo a las altas intensidades de luz mediante una presión de turgencia citoplasmática, por lo que a menores intensidades de luz, la presión de turgencia disminuye.

Las bacilariofíceas presentaron una distribución uniforme, lo que puede deberse a una baja palatabilidad por parte de los consumidores, además de que algunas diatomeas pennales son móviles por la presencia de uno o dos sistemas de rafe y por la forma que presenta este, particularmente *Navicula* sp (Lee, 1980), especie dominante en este estudio. Las variaciones poblacionales a través del tiempo pudieron deberse a un probable agotamiento de nutrientes esenciales para estos organismos.

La presencia de organismos como los ciclopoides (carnívoros) y calanoides (herbívoros) de talla grande, determinan su estatus como los principales depredadores en el estanque, ya que la ausencia de peces favoreció la presión de selección que hacen estos sobre los copépodos (Brooks y Dodson, 1965; Murtaugh 1989). Estos organismos fueron dominantes y permanentes debido a que tienen un ciclo de vida largo y una gran movilidad que les ayuda a realizar una exploración activa y eficiente del medio acuático, por lo que atacan en mayor proporción a cladóceros de tamaño reducido y a rotíferos. Esto permite entender de alguna manera el comportamiento de las migraciones planctónicas en ausencia de peces (Zaret y Suffern, 1976 y Mavuti, 1992).



Otro aspecto importante es la influencia de los parámetros fisicoquímicos. La temperatura presentó cambios descendiendo en los meses de enero y febrero, e incrementándose durante los meses cálidos de marzo y abril. Al respecto Allan (1978), sugiere que la abundancia de algunas poblaciones del zooplancton están determinadas por la temperatura del agua durante el periodo del invierno a primavera, lo cual fue similar a lo obtenido en este trabajo.

Por otra parte, la temperatura se relacionó con el pH y el oxígeno disuelto, aumentando durante las horas luz como resultado de una mayor tasa fotosintética y disminuyendo en la noche al aumentar la tasa de respiración como respuesta al sistema CO₂-carbonatos. La correlación significativa (negativa) entre el pH y el bióxido de carbono, se explica por el incremento en el consumo de este último durante el día hasta alcanzar el máximo al anochecer, esto como resultado del proceso de respiración y la subsiguiente disminución del pH (De la Lanza y Martínez, 1998).

Conclusiones

Las cianofíceas, clorofíceas y copépodos mostraron tres patrones de distribución vertical: a) inversa, b) crepuscular y c) directa o nocturna. Por otra parte, las bacilariofíceas, cladóceros y rotíferos presentaron tendencias de distribución casi uniformes.

El fitoplancton estuvo compuesto principalmente por formas de tallas pequeñas (clorofíceas y bacilariofíceas) con altas abundancias, desarrollándose un sistema eutrófico como resultado de una fertilización orgánica constante. En relación a la abundancia se encontraron diferencias significativas en tiempo y en espacio ($P < 0.05$).

El zooplancton estuvo dominado por copépodos ciclopoideos y por copépodos calanoides ejerciendo una fuerte presión depredadora en cladóceros de tallas pequeñas y rotíferos. En cuanto a los valores de abundancia mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) de manera estacional.

Los parámetros físicos y químicos considerados presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) durante el periodo de estudio. Sin embargo, la temperatura fue el parámetro que presentó una mayor relación con los cambios en la distribución del plancton.

LITERATURA CITADA

1. Allan, J.D., 1978. The dynamics of a mixed population of *Daphnia*, and the associated cladoceran community. *Freshwater Biology*. 7: 505-512.
2. APHA, American Public Health Association., 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, American Water Work Association and Water Pollution Control Federation. Washington, D.C. 874 pp.



3. Arredondo, F.J.L., 1993. *Fertilización y Fertilizantes: su uso y manejo en la Acuicultura*. Universidad Autónoma Metropolitana. 202 pp.
4. Bays, J.S. y T.T. Crisman, 1983. Zooplankton and trophic state relationships in Florida Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 40:1813-1819.
5. Bearver, J.R. y T.C. Crisman, 1982. The trophic response of ciliated protozoans in freshwater lakes. *Hidrobiology and Oceanographic*. 17:246-253.
6. Burrelly, P., 1968. *Les algues d' eau douce 2. Initiation a la systematique. Tomo II. Les algues jaunes et brunes Chrysophycees, Pheophycees, Xantophycees et Diatomees*. N. Boubee & Cie., Paris. 517 pp.
7. Burrelly, P., 1970. *Les algues d' eau douce. Initiation a la systematique. Tomo III. Les algues blues et rouges. Les Eugleneis, Peridiens et Chryptomonadines*. N. Boubee & Cie, Paris. 512 pp.
8. Burrelly, P., 1972. *Les algues vertes*. N. Boubee & Cie., Paris. 572 pp.
9. Boyd, C.E. 1979. *Water quality management for pond fish culture*. Auburn University Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama. 359 pp.
10. Brooks, J.L. y S. Dodson, 1965. Predation, body size and composition of plankton. *Science*. 150: 28-35.
11. Canfield, T.J. y J.R. Jones, 1996. Zooplankton abundance, biomass, and size-distribution in selected midwestern waterbodies and relation with trophic state. *Journal of Freshwater Ecology*. 11(2): 171-181.
12. Darley, W.M., 1987. *Biología de las Algas*. Limusa. México. 236 pp.
13. De Infante, G.A., 1988. *El plancton de las aguas continentales*. Secretaria general de la Organización de los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. Caracas, Venezuela. 125 pp.
14. De la Lanza, E. y C.L.R. Martínez. 1998. Fertilización en los sistemas acuícolas. En: C.J.L.R. Martínez (Ed.). 1998. *Ecología de los sistemas acuícolas*. AGT., México. pp. 67-76.
15. Dippolito, A., 1988. Distribución vertical y temporal de los rotíferos del embalse Cassaffouth (Cordoba, Argentina). *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*. 19(2): 155-166.
16. Edmonson, W.T., 1959. *Freshwater Biology*. John Wiley, New York. 1248 pp.



17. Gómez, A.S. y C.L.R Martínez. 1998. Fertilización en los sistemas acuícolas. En: C.J.L.R. Martínez (Ed.). 1988. *Ecología de los sistemas acuícolas*. AGT., México. pp. 77-94.
18. Greeson, P.E., T.A, Ehlke, G.A, Irwin,, B.W, Lium y K.V. Slack, 1977. *Methods for Collection and Analysis of Aquatic Biological and Microbiological Samples*. U.S.A. Geology Survey. Technology of Water-Resources Investigations, Book 5, Chapter 4. 332 pp.
19. Hutchinson, G.E., 1967. *A treatise on Limnology. Volume II. Introduction to lake biology and the limnoplankton*. Wiley, New York. 1115 pp.
20. Kilham, P. y S.S. Kilham., 1980. The evolutionary ecology of phytoplankton. En: I. Morris (Ed.). 1980. *The physiological ecology of phytoplankton*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 571-597.
21. Lee, R.E., 1980. *Phycology*. Cambridge University Press. 478 pp.
22. Margalef, R., 1983. *Limnología*. Omega. Barcelona, España. 1010 pp.
23. Mariazzi, A.A., M.C. Romero y V.H. Conzonno, 1988. Ciclo anual y heterogeneidad espacial de procesos autotróficos y heterotróficos, y caracteres fisicoquímicos del embalse Río Tercero, Cordoba, Argentina. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*. 19 (2): 167-181.
24. Mavuti, K.M., 1992. Diel vertical distribution of zooplankton in Lake Naivasha, Kenya. *Hydrobiologia*. 249:33-42.
25. Murtaugh, P.A., 1989. Size and species composition of zooplankton in experimental ponds with and without fishes. *Journal of Freshwater Ecology*. 5(1):27-38.
26. Niedzielski, H., 1991. Aguas subterráneas de la subcuenca del río Cuautla, Morelos. *Ciencias*. 42: 219-226.
27. Pennak, R.W., 1978. *Freshwater Biology*. John Wiley and Sons. New York, N.Y. 783 pp.
28. Philipose, M.T., 1967. *Chlorococcales. Monographs on Algae*. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi. ICAR. 365 pp.
29. Prescott, G.M., 1970. *The water algae. How to know*. Fic. Key. Nature Series. 348 pp.
- 30. Prescott, G.W. Croasdale, H.T., Vinyard, W.C. & Bicudo, C.E.D. 1981. A Synopsis of North American Desmids. Part. II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 3. Lincoln and London. Univ. of Nebraska Press. 720 pp.**



31. Quiroz, C.H., 1990. Fertilización intensiva en estanques rústicos de producción ejidal con policultivo piscícola, como estrategia de integración de procesos agropecuarios en la acuicultura, en el Estado de Morelos. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias. UNAM. México. 85 pp.
32. Quiroz, C.H., 1996. Dinámica ecológica y producción en sistemas de policultivo piscícola en estanques rústicos con fertilización orgánica, inorgánica y combinada en el Estado de Morelos. Tesis de Doctorado en Biología, Facultad de Ciencias. UNAM. México. 84 pp.
33. Schwartz, S.S. y R.E. Ballinger, 1980. Variations in life history characteristics of *Daphnia pulex* fed different algal species. *Oecologia (Berlin)*, 44:181-184
34. Schwöerbel, J., 1975. *Métodos de Hidrobiología*. H. Blume. Madrid, España. 262 pp.
35. Steel, R.G.D y J.H. Torrie, 1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw-Hill Interamericana de México. S, A. de C.V. 622 pp.
36. Tacon, J.A., 1988. *The nutrition and feeding of farmed fish and shirmp a training manual 3. Feeding methods*. FAO-ONU, Brasilia, Brazil.
37. Thorp, H.J. y A.P. Covich, 1991. *Ecology and Classification of North American Freshwater invertebrates*. Academic Press, San Diego. 911 pp.
38. Tucker, C.S. y M.V. Ploeg, 1993. Seasonal changes in water quality in commercial channel cat fish pond Missiissippi. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24:473-481.
39. Urabe, J., 1992. Relative importance of temporal and spatial heterogeneity in the zooplankton community of an artificial reservoir. *Hidrobiología*, 184: 1-6.
40. Vilaclara, G., 1989. Estrategias de adaptación ecológica del fitoplancton. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natura*, (49): 71-76.
41. Wetzel, R.G. y E.G Likens, 1979. *Limnological analysis*. W.B. Saunders Co. London. 357 pp.
42. Zar, J. H. 1999. *Biostatistical análisis*. Prentice-Hall, Englewood Clifs, New Jersey.
43. Zaret, T.M. y J.S. Suffern, 1976. Vertical migration of zooplankton as a predator avoidance mechanism. *Limnology and. Oceanography*, 21(6): 804-813.

Revista Electrónica de Veterinaria REDVET - ISSN 1695-7504

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

Vol. VI, Nº 4, Abril 2005 –

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040405.html>



Molina-Astudillo, Francisca Isela; Quiroz-Castelán, Héctor; García-Rodríguez, Judith y Díaz-Vargas, Migdalia.
Distribución vertical del plancton en un estanque rústico de producción piscícola en el municipio de Cuautla,
Morelos, México - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 04, Abril/2005,
[Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org/)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org/)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible
en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040405.html>

Revista Electrónica de Veterinaria REDVET - ISSN 1695-7504

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

Vol. VI, Nº 4, Abril 2005 –

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040405.html>



Trabajo recibido el 22.01.05 nº de referencia 040515_REDNET. Enviado por su autor principal, *iselmolina*, miembro de la [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ®. Publicado en [REDVET®](http://www.veterinaria.org) el 01/04/05.

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con Veterinaria.org – <http://www.veterinaria.org> y [REDVET® http://www.veterinaria.org/revistas/redvet](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](http://www.veterinaria.org)

(Copyright) 1996-2005. [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](http://www.veterinaria.org), ISSN 1695-7504 - [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - Veterinaria Organización S.L.®

Molina-Astudillo, Francisca Isela; Quiroz-Castelán, Héctor; García-Rodríguez, Judith y Díaz-Vargas, Migdalia. Distribución vertical del plancton en un estanque rústico de producción piscícola en el municipio de Cuautla, Morelos, México - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](http://www.veterinaria.org), ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 04, Abril/2005, [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - [Veterinaria Organización S.L.®](http://www.veterinaria.org) España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040405.html>