

## Distribución y sistemática del fitoplancton a lo largo del río Amacuzac (Morelos, México)

Judith García-Rodríguez\*, F. Isela Molina-Astudillo\*, Héctor Quiroz Castelán\*, Patricia Trujillo Jiménez\* y Migdalia Díaz Vargas\*

### RESUMEN

Se estudió la composición y distribución del fitoplancton en el río Amacuzac. El fitoplancton fue colectado en diferentes localidades del río, Se reconocieron un total de 16 especies correspondiendo 11 a la clase Chlorophyceae y cinco a la clase Cyanophyceae.

### ABSTRACT

The species composition and distribution of phytoplankton in Amacuzac river was studied. Phytoplankton samples were collected in different localities along river. A total of 16 species were identified, 11 species belong to Chlorophyceae class and 5 species belong to Cyanophyceae class.

Recibido: 21 de septiembre de 2010  
Aceptado: 18 de mayo de 2011

### INTRODUCCIÓN

Los ríos son sistemas generadores de nutrientes, alimento y energía para los organismos que en él se desarrollan. Un río presenta una estructura cambiante a lo largo del tiempo y el espacio, sometida a la influencia del clima y a las características de su cuenca (Luque y Martínez de Fabricius, 2003). El régimen hidrológico ejerce un importante control sobre la biota, y es un factor determinante en las variaciones de la abundancia y dominancia de las especies a través del perfil longitudinal del río, siendo las comunidades algales un grupo biológico altamente influenciado (Reynolds, 1993).

La comunidad fitoplanctónica de las aguas lólicas de México ha sido poco estudiada, sin continuidad y de una manera heterogénea, por lo que se requiere realizar trabajos constantes en los diferentes ríos mexicanos que contribuyan en el conocimiento de la ficoflora que albergan.

Por otra parte, el estado de Morelos presenta un gran número de ambientes lólicos, sin embargo, los estudios descriptivos realizados sobre su biodiversidad se han enfocado hacia grupos animales y vegetales macroscópicos dejando a un lado a las comunidades microscópicas. El presente estudio se realizó en el río Amacuzac tomando como antecedentes los trabajos realizados por Valadez (1992) y Tavira (2010) con la finalidad de contribuir al conocimiento de la comunidad fitoplanctónica de este río.

**Palabras clave:**  
fitoplancton; río; distribución; descripción.

**Keywords:**  
phytoplankton; river; distribution; description.

### ÁREA DE ESTUDIO

La superficie del estado de Morelos es de 4 958.2 km<sup>2</sup> representando el 0.2 % de la superficie del país formando parte de la región central. Se encuentra localizado entre los paralelos 19°22'06" y 19°07'10" latitud norte y los meridianos 98°38'14" y 99°30'08" longitud oeste (Toledo, 2003).

\*Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Hidrobiología, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, C. P. 62210. Cuernavaca, Morelos, México. Correos electrónicos: garciarj@cib.uaem.mx, molina@cib.uaem.mx

El clima que predomina es el cálido subhúmedo Aw, principalmente en las zonas bajas del río Amacuzac (García 1988), con dos subtipos climáticos: Awo" (w)(i)g y Awo" (w)(e)g (SPP, 1981). El río Amacuzac se encuentra ubicado en la zona tropical, mostrando una temporalidad muy marcada de lluvias y secas. Cuenta con una superficie hidrológica total de 117 406 km<sup>2</sup>, distribuida en tres subregiones: Alto Balsas 50 409 km<sup>2</sup>, Medio Balsas 31 951 km<sup>2</sup> y Bajo Balsas 35 046 km<sup>2</sup>. Las subcuencas del Alto y Bajo Amacuzac, están ubicadas en la parte suroeste del estado de Morelos, entre los paralelos 18°22'06" y 18°44'25" latitud norte y los meridianos 98°44'57" y 99°30'08" longitud oeste (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006).

El río Amacuzac hace un recorrido de 240 km desde su nacimiento en las faldas del Nevado de Toluca hasta su desembocadura en el río Balsas. La cuenca del río genera un volumen por precipitación de aproximadamente 4 216 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 3 432 representan el escurrimiento susceptible de aprovechamiento. De éstos, 880 millones de m<sup>3</sup> se usan en los sectores agropecuario, doméstico, comercial e industrial, por lo que se cuenta con una disponibilidad de 2 552 millones de m<sup>3</sup> (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó entre septiembre de 1999 a agosto de 2000 estableciéndose 9 estaciones (figura 1) a lo largo del río que a continuación se describen:

- Dos Bocas (DB) Estación 1. Municipio: Pilcaya, Guerrero. Altitud: 925 m. Localización: 18°39'51" latitud norte y 99°30'23.2" longitud oeste. El río emerge del Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa.
- Contlalco (CONT) Estación 2. Municipio: Tetzcala de la Reforma. Altitud: 900 m. Localización: 18°38'50.8" latitud norte y los meridianos 99°27'03.8" longitud oeste.
- Huajintlán (HUA) Estación 3. Municipio: Amacuzac. Altitud: 870 m. Localización: 18°36'13.8" latitud norte y 99°24'50.4" longitud oeste.
- Amacuzac (AMAC) Estación 4. Municipio: Amacuzac. Altitud: 850 m. Localización: 18°35'50.6" latitud norte y 99°22'36.7" longitud oeste.
- El Estudiante (EE) Estación 5. Municipio: Puente de Ixtla. Altitud: 835 m. Localización: 18°38'47.5" latitud norte y 99°27'02.0" longitud oeste.

- Río Seco (RS) Estación 6. Municipio: Jojutla de Juárez. Altitud: 835 m. Localización: 18°38'47.5" latitud norte y 99°27'02.0" longitud oeste.
- Los Lagartos (LL) Estación 7. Municipio: Jojutla de Juárez. Altitud: 825 m. Localización: 18°33'48.9" latitud norte y 99°27'47.5" longitud oeste.
- Las Granjas (LG) Estación 8. Municipio: Tlaquilte-nango. Altitud: 742 m. Localización: 18°29'58.3" latitud norte y 99°09'30.3" longitud oeste. Ésta estación se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.
- Las Huertas (LH) Estación 9. Municipio: Tlaquilte-nango. Altitud: 735 m. Localización: 18°33'49.8" latitud norte y 99°13'31.7" longitud oeste. La estación se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.



Figura 1. Localización de las estaciones de colecta en el Río Amacuzac, Morelos, México. (Elaborado por Abigail Barrientos, 2008) (Tomado de Tavira, 2010).

Se realizaron muestreos mensuales, en cada estación se estableció una única zona de colecta. El material biológico fue recolectado de manera directa en botellas de plástico con capacidad de 250 ml, preservándose con acetato-lugol al 4 %.

Con la finalidad de tener una referencia ambiental se determinaron los siguientes parámetros físico-

químicos: Temperatura (termómetro digital marca HANNA), pH (potenciómetro pHep HANNA) y oxígeno (oxímetro YSI Modelo 5700;  $\pm 0.2$  mg/l).

Para la revisión del material biológico se elaboraron preparaciones semipermanentes montadas en gelatina glicerizada (González-González y Novelo, 1986). Posteriormente se describieron las especies, la distribución y las características ambientales de la zona de recolecta. Para la clasificación de las especies se emplearon las siguientes floras algales: Komárek y Fott (1983), Prescott (1962) y Prescott y colaboradores, (1981, 1982), Patrick y Reimer (1966). Además de trabajos especializados como Valadez y colaboradores, (1996) y Novelo (1998). La clasificación taxonómica para las Cyanophyceae fue basada en Anagnostidis y Komárek (1985, 1988) y para la clase Chlorophyceae se empleo el esquema de clasificación de Bourrelly (1972).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ninguna de las colectas realizadas se reconocieron especies de las Clases Euglenophyceae y Dinophyceae, asimismo, no se describen especies de la Clase Bacillariophyceae, porque la información forma parte de otro artículo en preparación. Por lo tanto, los resultados se enfocan únicamente hacia la descripción de especies de las Clases Chlorophyceae, Zygnematomyceae y Cyanophyceae.

Se reconocieron un total de 16 especies, Chlorophyceae con 7 especies, Zygnematomyceae con 3 especies y Cyanophyceae con 6 especies. Los valores de los parámetros fisicoquímicos se describen en la tabla 1 y la distribución de las especies en la tabla 2.

Tabla 1.  
Características fisicoquímicas en las estaciones de colecta.

PARÁMETRO	ESTACIÓN								
	DB	CONT	HUA	AMAC	EE	RS	LL	LG	LH
Sept. 99									
Temperatura (°C)	21.5	22.5	21.0	21.5	24.5	24.4	24.5	24.0	25.0
Oxígeno (mg/l)	7.8	7.8	6.1	7.0	6.4	6.0	11.0	6.3	10.5
pH	7.5	7.5	7.3	6.2	7.0	7.4	6.0	7.5	5.5
Oct. 99									
Temperatura (°C)	19.0	20.2	21.5	20.0	21.0	23.0	-	22.8	24.0
Oxígeno (mg/l)	7.5	6.0	7.4	6.6	6.5	7.2	-	8.0	6.0
pH	7.0	6.6	6.7	7.3	7.4	7.5	-	7.9	7.8
Nov. 99									
Temperatura (°C)	17.5	20.8	21.2	22.0	19.8	24.5	23	22	24.5
Oxígeno (mg/l)	8.6	10.8	7.0	9.0	8.0	8.9	7.1	6.4	7.8
pH	8.7	7.8	7.6	7.5	8.0	7.5	7.6	7.5	7.5
Dic. 99									
Temperatura (°C)	16.0	19.0	14.3	15.5	20.0	24.5	22.8	21.0	22.5
Oxígeno (mg/l)	9.4	8.0	7.6	8.3	7.9	7.5	7.6	6.9	7.2
pH	7.0	6.8	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1
Ene.00									
Temperatura (°C)	15.7	18.3	14.5	19.0	24.0	23.8	22.5	20.0	22.0
Oxígeno (mg/l)	7.8	9.8	7.7	9.6	6.5	7.8	6.6	5.5	6.4
pH	7.1	7.5	7.1	7.3	7.5	7.5	6.6	7.5	7.5
Mar. 00									
Temperatura (°C)	20.5	24.0	18.5	25.2	24.5	24.5	26.2	23.0	25.5
Oxígeno (mg/l)	7.8	11.0	7.5	8.2	8.7	9.1	4.5	4.5	7.3
pH	6.7	7.4	7.1	7.3	7.3	7.1	7.3	6.6	6.8
Abr.00									
Temperatura (°C)	22.5	29.5	21.0	28.0	26.5	30.0	28.0	24.0	27.2
Oxígeno (mg/l)	8.1	6.5	5.6	7.6	5.9	9.8	5.8	5.2	5.3
pH	8.0	7.5	7.4	7.5	7.3	7.2	7.1	7.1	8.1
May.00									
Temperatura (°C)	22.0	26.0	24.0	29.0	28.0	30.0	29.0	27.0	29.0
Oxígeno (mg/l)	9.2	8.1	4.6	7.1	6.5	8.8	2.4	5.3	6.0
pH	6.8	7.4	6.8	6.9	7.0	6.9	7.1	6.7	6.9
Jun.00									
Temperatura (°C)	20.0	21.0	20.5	22.5	22.0	24.8	26.0	25.0	26.5
Oxígeno (mg/l)	5.4	2.7	4.5	5.3	4.8	4.4	4.5	3.5	4.8
pH	8.5	7.9	7.8	7.4	7.7	7.2	7.1	6.9	6.6
Jul.00									
Temperatura (°C)	21.0	23.0	25.4	25.3	22.5	26.0	25.2	26.0	28.0
Oxígeno (mg/l)	4.1	12.0	12.8	11.8	12.6	12.8	12.4	12.4	11.9
pH	7.8	7.7	-	9.7	-	-	8.2	-	-
Ago.00									
Temperatura (°C)	19.5	21.0	23.0	23.5	22.5	26.0	25.0	26.0	27.0
Oxígeno (mg/l)	13.0	12.0	11.0	12.0	11.2	11.4	10.4	10.8	11.5
pH	8.9	7.6	7.4	7.5	7.0	7.3	6.8	7.3	6.9

Tabla 2.  
Distribución de las especies del fitoplancton en las estaciones de colecta.

ESPECIE	ESTACIÓN								
	DB	CONT	HUA	AMAC	EE	RS	LL	LG	LH
Sept. 99									
<b>CHLOROPHYCEAE</b>									
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>									
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>									
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum duplex</i>	X								
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>									
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp	X	X	X	X	X	X			X
<i>Ulothrix zonata</i>									
<b>CYANOPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Blennothrix ganeshi</i>								X	X
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>									
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>									
<i>Spirulina major</i>									
Oct. 99									
<b>CHLOROPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>									
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>									
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum duplex</i>									
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>									
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp		X	X	X	X			X	
<i>Ulothrix zonata</i>	X		X		X				
<b>CYANOPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Blennothrix ganeshi</i>	X	X	X		X	X		X	X
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>									
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>				X					
<i>Spirulina major</i>									

Tabla 2.  
Continuación. Distribución de las especies del fitoplancton en las estaciones de colecta.

ESPECIE	ESTACIÓN								
	DB	CONT	HUA	AMAC	EE	RS	LL	LG	LH
Nov. 99									
<b>CHLOROPHYTA</b>									
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>									
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>									
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum duplex</i>									
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>									
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp	X	X			X		X		X
<i>Ulothrix zonata</i>		X	X	X	X	X	X	X	
<b>CYANOPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Blennothrix ganeshi</i>	X	X		X	X		X		
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>									
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>									
<i>Spirulina major</i>									
Dic. 99									
<b>CHLOROPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>		X	X	X	X				
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>									
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum duplex</i>									
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>									
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp					X				
<i>Ulothrix zonata</i>	X	X	X	X	X	X			X
<b>CYANOPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Blennothrix ganeshi</i>	X	X	X			X		X	
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>									
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>					X				
<i>Spirulina major</i>									

Tabla 2.  
Continuación. Distribución de las especies del fitoplancton en las estaciones de colecta.

ESPECIE	ESTACIÓN								
	DB	CONT	HUA	AMAC	EE	RS	LL	LG	LH
Ene. 00									
<b>CHLOROPHYTA</b>									
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>									
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>									
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum duplex</i>									
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>									
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp			X				X	X	
<i>Ulothrix zonata</i>		X	X		X				
<b>CYANOPHYTA</b>									
<i>Blennothrix ganeshi</i>			X				X	X	X
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>									
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>									
<i>Spirulina major</i>									
Mar. 00									
<b>CHLOROPHYTA</b>									
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>					X			X	X
<i>Closterium pseudolunula</i>		X						X	
<i>Cosmarium bioculatum</i>					X		X		
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>			X						
<i>Pediastrum duplex</i>									
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>			X		X				
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp			X	X					
<i>Ulothrix zonata</i>	X	X	X						
<b>CYANOPHYTA</b>									
<i>Blennothrix ganeshi</i>	X							X	
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>								X	
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>									
<i>Spirulina major</i>		X				X			

**Tabla 2.**  
Continuación. Distribución de las especies del fitoplancton en las estaciones de colecta.

ESPECIE	ESTACIÓN								
	DB	CONT	HUA	AMAC	EE	RS	LL	LG	LH
Abr. 00									
<b>CHLOROPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>		X							X
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>									
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum duplex</i>									X
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>									
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>					X				
<i>Spirogyra</i> sp		X							
<i>Ulothrix zonata</i>				X					
<b>CYANOPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Blennothrix ganeshi</i>									
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>						X	X		
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>									
<i>Spirulina major</i>									
May. 00									
<b>CHLOROPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>									
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>		X	X	X	X				X
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum duplex</i>				X					
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									X
<i>Scenedesmus armatus</i>				X	X				
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp				X		X		X	X
<i>Ulothrix zonata</i>	X	X	X	X					
<b>CYANOPHYTA</b>	<b>DB</b>	<b>CONT</b>	<b>HUA</b>	<b>AMAC</b>	<b>EE</b>	<b>RS</b>	<b>LL</b>	<b>LG</b>	<b>LH</b>
<i>Blennothrix ganeshi</i>									
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>					X				
<i>Merismopedia punctata</i>				X					
<i>Oscillatoria princeps</i>	X		X				X		X
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>									
<i>Spirulina major</i>									

Tabla 2.  
Continuación. Distribución de las especies del fitoplancton en las estaciones de colecta.

ESPECIE	ESTACIÓN								
	DB	CONT	HUA	AMAC	EE	RS	LL	LG	LH
Jun. 00									
<b>CHLOROPHYTA</b>									
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>									
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>	X		X	X		X	X	X	X
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum dúplex</i>									
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>		X							
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp									
<i>Ulothrix zonata</i>	X	X			X				X
<b>CYANOPHYTA</b>									
<i>Blennothrix ganeshi</i>				X	X	X	X	X	X
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>							X		
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>									
<i>Spirulina major</i>									
Jul. 00									
<b>CHLOROPHYTA</b>									
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>									
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>	X		X	X	X	X		X	X
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum dúplex</i>									
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>									
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp									
<i>Ulothrix zonata</i>			X				X		
<b>CYANOPHYTA</b>									
<i>Blennothrix ganeshi</i>		X	X			X		X	X
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>									
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>									
<i>Spirulina major</i>									



Tabla 2.  
Continuación. Distribución de las especies del fitoplancton en las estaciones de colecta.

ESPECIE	ESTACIÓN								
	DB	CONT	HUA	AMAC	EE	RS	LL	LG	LH
Ago. 00									
<b>CHLOROPHYTA</b>									
<i>Closterium lunula</i> var. <i>lunula</i>									
<i>Closterium pseudolunula</i>									
<i>Cosmarium bioculatum</i>									
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									
<i>Pediastrum duplex</i>									
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>									
<i>Scenedesmus armatus</i>									
<i>Scenedesmus longus</i> var. <i>brevispina</i>									
<i>Spirogyra</i> sp									
<i>Ulothrix zonata</i>		X			X				
<b>CYANOPHYTA</b>									
<i>Blennothrix ganeshi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chroococcus</i> cf. <i>turgidus</i>									
<i>Merismopedia punctata</i>									
<i>Oscillatoria princeps</i>									
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>									
<i>Spirulina major</i>									

Descripción de las especies:

Clase CYANOPHYCEAE

Orden CHROOCOCCALES

Familia MICROCYSTACEAE

***Merismopedia elegans* A. Braun in Kützing 1849**

Colonias rectangulares y planas de más de 210 µm. En grupos de 8 y 6 células. Mucilago hialino. Células oblongas, color azul. Dimensiones: 6.0–7.0 µm de largo y 3.9–4.9 µm de ancho. Datos ecológicos: Temperatura 29 °C, pH 6.9, oxígeno 7.1 mg/l. Estación de muestreo: Amacuzac.

Familia CHROOCOCCACEAE

***Chroococcus* cf. *turgidus* (Kützing) Nägeli**

Cenobios de dos a cuatro células. Células hemisféricas de 12.5 a 15 µm de diámetro. Contenido celular ligeramente granuloso, de color verde azul. Datos ecológicos: Temperatura 28 °C, pH 6.5, oxígeno 7 mg/l. Estación de muestreo: El Estudiante.

Orden OSCILLATORIALES

Familia PHORMIDIACEAE

***Spirulina major* Kützing ex Gomont**

Filamentos relativamente largos, ápices redondeados, regularmente enrollados, los tricomas no se tocan en los giros. Longitud total del filamento hasta de 150 µm. Diámetro del tricoma: 1.4–2.5 µm. Datos ecológicos: Temperatura 24–24.5 °C, pH 7.1–7.4, oxígeno 9.5–11.0 mg/l. Estación de muestreo: Contlalco y Río Seco.

***Phormidium aerugineo-coeruleum* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988**

Filamentos libres o entre mezclados, verde azul brillantes; vaina delgada. Células casi tan largas como anchas, contenido celular con gránulos dispersos en el citoplasma; célula apical redondeada. Diámetro de las células: 2.5–5.5 µm. Largo de las células: 2.9–5.0 µm. Datos ecológicos: Temperatura 20.2–25.2 °C, pH 7.3–7.4, oxígeno 6.5–8.7 mg/l. Estación de muestreo: Amacuzac y El Estudiante.

Familia OSCILLATORIACEAE

***Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont 1892**

Filamento color verde amarillento, recto. Contenido celular granuloso. Gránulos en el citoplasma poco abundantes, muy dispersos y grandes. Gránulos en los septos ausentes. Sin constricciones en los septos. Septos delgados. Ápice recto. Célula apical redondeada. Diámetro del filamento: 40–50 µm. Largo de las células: 3.0–5.5 µm. Datos ecológicos: Temperatura 22–30 °C, pH 6.7–7.2, oxígeno 2.4–9.8 mg/l. Estación de muestreo: Dos Bocas, Huajintlan, Río Seco, Los Lagartos, Las Granjas y Las Huertas.

***Blennothrix ganeshii* Kützing ex Anagnostidis & Komáret**

Filamentos con células de 26–36 µm de diámetro, 3.5 a 5 µm de largo, ápice redondeado. En ocasiones el filamento presenta ramificación falsa. Contenido celular finamente granuloso, de color verde azul. Datos ecológicos: Temperatura 14.3–28.0 °C, pH 5.5–8.9, oxígeno 3.5–13.0 mg/l. Estación de muestreo: Dos Bocas, Contlalco, Huajintlán, Amacuzac, El Estudiante, Río Seco, Los Lagartos, Las Granjas y Las Huertas.

Clase CHLOROPHYCEAE

Orden PROTOSIPHONALES

Familia HYDRODICTYACEAE

***Hydrodictyum reticulatum* (Linnaeus) Lagerheim 1883**

Cenobios en forma de red cerrada, Los cenobios son cilíndricos, visibles a simple vista en su mayoría. El cloroplasto es parietal, reticulado con numerosos pirenoides y abundantes núcleos. Dimensiones: Hasta 580 µm el largo de la célula. Ancho de las células: Hasta 190 µm. Datos ecológicos: Temperatura 20.5 °C, pH 7.1, oxígeno 5.8 mg/l. Estación de muestreo: Huajintlán.

Orden CLADOPHORALES

Familia CLADOPHORACEAE

***Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kützing**

Filamentos delgados, no ramificados, de color verde claro. Células cilíndricas, varias veces más largas que anchas. Cloroplasto reticulado parietal. Diámetro de las células: 10.50–22 µm. Datos ecológicos: Temperatura 27.0 °C, pH 6.7, oxígeno 5.3 mg/l. Estación de muestreo: Las Huertas.

Orden CHLOROCOCCALES

Familia SCENEDESMACEAE

***Scenedesmus armatum* (R. Chodat) R. Chodat**

Colonias de 4 células organización lineal o ligeramente en zig-zag; cuerpo celular ovoide o elipsoidal alargada, ambos extremos redondeados, cada célula con crestas longitudinales a ambos lados, células externas con proyecciones espinosas (8–15 µm de largo) en ambos extremos. Dimensiones: 10–20 µm de largo. 3.5–8 µm de ancho. Datos ecológicos: Temperatura 18.5–29 °C, pH 6.9–7.9, oxígeno 2.7–8.7 mg/l. Estación de muestreo: Contlalco, Huajintlán, Amacuzac y El Estudiante.

***Scenedesmus longus* var. *brevispina* G. M. Smith**

Colonias de cuatro células con organización lineal, cuerpo celular elipsoidal, ambos extremos acuminados. Cada célula con espinas muy cortas. Dimensiones: 8–12 µm de largo. 3–4 µm de ancho. Datos ecológicos: Temperatura 26.5 °C, pH 7.3, oxígeno 5.9 mg/l. Estación de muestreo: El Estudiante.

Familia HYDRODICTYACEAE

***Pediastrum duplex* Meyen**

Colonias de 32–64 células que se unen dejando espacios intercelulares. Células internas de 10–15 µm de diámetro, células externas de 7–20 µm de largo y 10–25 µm de ancho. Las células externas con dos procesos truncados. Datos ecológicos: Temperatura 21.5–29.0 °C, pH 6.9–8.1, oxígeno 5.3–7.8 mg/l. Estación de muestreo: Dos Bocas, Amacuzac y Las Huertas.

Orden ULOTRICHALES

Familia ULOTRICHACEAE

***Ulothrix zonata* Weber & Mohr Kützing**

Filamentos sin ramas. Células cilíndricas con un cloroplasto parietal en forma de anillo con pirenoides. Dimensiones: Células de 12–20 µm de largo. 35 µm de ancho. Datos ecológicos: Temperatura 14.3–28 °C, pH 6.6–8.5, oxígeno 2.7–12.8 mg/l. Estación de muestreo: Dos Bocas, Contlalco, Huajintlán, Amacuzac, El Estudiante, Río Seco, Los Lagartos, Las Granjas y Las Huertas.

Clase ZYGNEMATOPHYCEAE

Orden ZYGNEMATALES

Familia DESMIDACEAE

***Closterium lunula* Ralfs 1848 var. *lunula***

Células con márgenes lisos, de color verde brillante. Semilunar. Extremos redondeados con la pared dorsal y ventral convexa, región media amplia. Cinco o seis veces más largo que ancho. Cloroplastos verde hierba. Dimensiones 280 µm de largo. Ancho de la células 62 µm. Datos ecológicos: Temperatura 14.3-29.5 °C, pH 6.6-7.5, oxígeno 4.5-9.8 mg/l. Estación de muestreo: Contlalco, Amacuzac, Huajintlán, El Estudiante, Los Lagartos, Las Granjas y Las Huertas.

***Closterium pseudolunula* Borge, Ark. f. Bot.**

Células poco curvadas. Margen externo ligeramente convexo e interno casi recto. Extremos redondeados. Dimensiones: 125 µm de largo. 35 µm de ancho. Datos ecológicos: Temperatura 24-25.5 °C, pH 6.8-7.4, oxígeno 7.3-11 mg/l. Estación de muestreo: Contlalco y Las Granjas.

***Cosmarium bioculatum* Brébisson ex Ralfs**

Semicélulas iguales. Células tan largas como anchas de 20 x 22 µm, con una constricción media profunda. Semicélulas elípticas, con los ángulos basales redondeados. El cloroplasto suele ser más denso en el centro de cada semicélula. Datos ecológicos: Temperatura 21-29 °C, pH 6.7-9.7, oxígeno 2.7-12.8 mg/l. Estación de muestreo: Dos Bocas, Contlalco, Huajintlán, Amacuzac, El Estudiante, Río Seco, Los Lagartos, Las Granjas y Las Huertas.

Familia ZYGNEMATACEAE

***Spirogyra* sp. Link, 1820**

Filamentos sin ramas. Células cilíndricas de 20 a 60 µm de diámetro. Con dos a tres cloroplastos acintados. Dimensiones: 90-170.5 µm de largo. Temperatura 14.5-20.0 °C, pH 6.2-6.9, oxígeno 5.3-10.8 mg/l. Estación de muestreo: Dos Bocas, Contlalco, Huajintlán, Amacuzac, El Estudiante, Río Seco, Los Lagartos, Las Granjas y Las Huertas.

De las dos divisiones reconocidas las clorofitas presentaron un mayor número de especies coinci-

diendo con los resultados obtenidos por Valadez y colaboradores, (1996), quienes registraron a este grupo de algas como uno de los principales constituyentes del fitoplancton.

Las condiciones ambientales que se registraron en las diferentes estaciones de muestreo indican que las temperaturas más bajas se presentaron durante los meses de diciembre de 1999 y enero de 2000 con valores de 14.3 a 19 °C que corresponden a la época invernal con mayor énfasis en las estaciones de Dos Bocas, Contlalco, Huajintlán y Amacuzac que se encuentran en la zona alta y media (cabecera-talud) del río Amacuzac entre altitudes de 925 a 850 m (Aguilar, 1990, 1999). Las temperaturas más altas correspondieron a los meses de abril y mayo de 2000 con valores de 27.2 a 30 °C observándose principalmente en las estaciones de Amacuzac, El Estudiante, Río Seco, Los Lagartos, Las Granjas y Las Huertas que corresponden a la zona media y baja (talud-planicie) del río entre altitudes de 850 a 735 m.

Por otra parte, las concentraciones más bajas de oxígeno disuelto se presentaron durante el mes junio de 2000 con valores entre 2.7 a 5.4 mg/l que puede deberse a procesos de las comunidades biológicas así como al inicio del temporal. Las concentraciones más altas se registraron durante los meses de julio y agosto de 2000 con valores de 10.4 a 13 mg/l que corresponden con la época de lluvias.

Respecto a los valores de pH los rangos registrados fueron amplios y heterogéneos en tiempo y en espacio mostrando valores de 5.5 en Las Huertas (septiembre de 1999), 8.7 en Dos Bocas (noviembre de 1999), 8.5 en Dos Bocas (junio de 2000), 9.7 en Amacuzac (julio de 2000) y 8.9 en Dos Bocas (agosto 2000).

Las Cianofitas se registraron en aguas con temperaturas entre 14.3 a 30 °C, valores de pH de 5.5 a 7.4 y concentraciones de oxígeno de 2.4 a 13 mg/l. Por otra parte las Clorofitas se registraron entre los 14.5 a 29.5 °C, valores de pH entre 6.2 a 9.7 y concentraciones de oxígeno de 2.7 a 12.8 mg/l considerándose que en ambos grupos las especies son organismos de aguas templadas, de acidófila a alcalífilas (Oliva-Martínez, 2005) y de aguas de baja oxigenación a altamente oxigenadas mostrando para cada parámetro en ambos grupos taxonómicos valores con amplios intervalos (tabla 3).

Tabla 3.  
Valores de los parámetros fisicoquímicos en que se recolectaron las especies fitoplanctónicas.

	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto (mg/l)
<b>CYANOPHYTA</b>			
<i>Merismopedia elegans</i>	29	6.9	7.1
<i>Chroococcus cf turgidus</i>	28	6.5	7
<i>Spirulina major</i>	24-24.5	7.1-7.4	9.5-11
<i>Phormidium aerugineo coeruleum</i>	20.2-25.2	7.3-7.4	6.5-8.7
<i>Oscillatoria princeps</i>	22-30	6.7-7.2	2.4-9.8
<i>Blennothrix ganeshii</i>	14.3-28	5.5-8.9	3.5-13
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Hydrodictyum reticulatum</i>	20.5	7.1	5.8
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>	27	6.7	5.3
<i>Scenedesmus armatum</i>	18.5-29	6.9-7.9	2.7-8.7
<i>Scenedesmus longus var. brevispina</i>	26.5	7.3	5.9
<i>Pediastrum duplex</i>	21.5-29	6.9-8.1	5.3-7.8
<i>Ulothrix zonata</i>	14.3-28	6.6-8.5	2.7-12.8
<i>Closterium lunula</i>	14.3-29.5	6.6-7.5	4.5-9.8
<i>Closterium pseudolunula</i>	24-25.5	6.8-7.4	7.3-11
<i>Cosmarium bioculatum</i>	21-29	6.7-9.7	2.7-12.8
<i>Spirogyra</i> sp.	14.5-20	6.2-6.9	5.3-10.8

La distribución de las especies en las diferentes estaciones de muestreo fue heterogénea no mostrándose un patrón definido, sin embargo, durante los meses de marzo, abril y mayo de 2000 se registró el mayor número de especies, por otra parte, las especies con mayor frecuencia de aparición tanto temporal como por estación de muestreo fueron *Blennothrix ganeshii*, *Ulothrix zonata*, *Spirogyra* sp. siendo esporádicas en lo reportado por Valadez (1992), pero con amplios intervalos en los parámetros considerados para este trabajo.

Las especies *Phormidium aerugineo coeruleum*, *Oscillatoria princeps*, *Blennothrix ganeshii*, *Scenedesmus armatum*, *Pediastrum duplex*, *Ulothrix zonata*, *Closterium lunula*, *Cosmarium bioculatum*, *Spirogyra* sp. mostraron intervalos de temperatura entre  $\pm 5.0$  a  $15.2$  °C.

En cuanto al pH, las especies *Blennothrix ganeshii*, *Scenedesmus armatum*, *Pediastrum duplex*, *Ulothrix zonata*, *Closterium lunula*, *Cosmarium bioculatum*, *Spirogyra* sp. presentaron un intervalo de variación entre  $\pm 0.7$  a  $3.4$ .

Finalmente, en relación con las concentraciones de oxígeno disuelto, las especies *Spirulina major*, *Phormidium aerugineo coeruleum*, *Oscillatoria princeps*,

*Blennothrix ganeshii*, *Scenedesmus armatum*, *Pediastrum duplex*, *Ulothrix zonata*, *Closterium lunula*, *Closterium pseudolunula*, *Cosmarium bioculatum*, *Spirogyra* sp. presentaron un intervalo de variación entre  $\pm 1.5$  a  $10.1$  mg/l.

## CONCLUSIONES

Se reconocieron un total de 16 especies, Chlorophyceae con 7 especies, Zygnematophyceae con 3 especies y Cyanophyceae con 6 especies. Las especies, *Phormidium aerugineo coeruleum*, *Pediastrum duplex*, *Oscillatoria princeps*, *Blennothrix ganeshii*, *Scenedesmus armatum*, *Ulothrix zonata*, *Closterium lunula*, *Cosmarium bioculatum*, *Spirogyra* sp. presentaron mayor rango de tolerancia en dos o en los tres parámetros que se consideraron. Mientras que *Blennothrix ganeshii*, *Ulothrix zonata*, *Spirogyra* sp. son las especies que presentaron una mayor frecuencia de aparición.

## AGRADECIMIENTOS

Este artículo forma parte del Proyecto "Biodiversidad Acuática del río Amacuzac, Morelos, México" (s150) financiado por la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

## REFERENCIAS

- Aguilar, B. S. (1990). *Dimensiones ecológicas del estado de Morelos*. CRIM-UNAM. México, D. F. 149 p.
- Aguilar, B. S. (1999). *Ecología del estado de Morelos. Un enfoque geográfico*. Praxis. México, D. F. 469 p.
- Anagnostidis, K. y J. Komárek. (1988). Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 80, Algol. Stud. 50/53:327-472.
- Bourrelly, P. (1972). *Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique*. Les algues verdes. I. N. Boubée et Cie., Paris. 572 p.
- Contreras-MacBeath, T., Boyás, D. J. C., Martínez, T. J. I., Taboada, S. M., Pohle, M. O. M., Herrera, A. P., Saldaña, F. P. y Oliver, G. O. (2006). *Marco de Referencia Físico*. Pp. 7-20. En: Contreras-MacBeath, T., M. F. Jaramillo y J. C. Boyás. (Eds). *La Diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 71 p.
- Gonzalez-Gonzalez, J. y Novelo, E. (1986). *Algas*. In: Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Ed. Por Lot. A. y F. Chiang (Comps.) Consejo Nacional de Flora de México. 41-54 p.

- Komárek, J. y Fott, B. (1983). *Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwasser, Systematik und biologie*. Hubber-Pestalozzi, G. Vol. 7. Teil, I, Band XVI Die Binnengewässer, Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1044 p.
- Luque, M. L. y Martínez, de Fabricius, A. L. (2003). Distribución temporal del fitoplancton y epilíton en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). Asociación Española de Limnología, Madrid, Spain. *Limnetica* 22(3-4):19-34
- Novelo, E. (1998). *Floras ficológicas del Valle de Tehuacán, Puebla*. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma México. México. 599 p.
- Oliva-Martínez, M. G., Ramírez-Martínez, J. G., Garduño-Solórzano, G., Cañetas-Ortega, J. y Ortega, M. M. (2005). Caracterización diatomológica en tres cuerpos de agua de los humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, estado de México. *Hidrobiológica* 15(1):1-26.
- Patrick, R. y Reimer, C. W. (1966). *The Diatoms of the United States*. Vol. 2, Part 1 Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 688 p.
- Prescott, G. W. (1962). *Algae of the Western Great Lakes Area*. Revised Edition. Dubuque, Iowa. W.M.C. Brown Co. Pub. 977 p.
- Prescott, G. W., Croasdale, H. T., Vinyard, W. C. y Bicudo, C. E. (1981). *A Synopsis of North American Desmids*. Part. I. Desmidiaceae: Placodermæ. Section 3. Lincoln and London. Univ. of Nebraska Press. 720 p.
- Prescott, G. W., Bicudo, C. E. D. y Vinyard, W. C. (1982). *A synopsis of North American Desmids*. Part II. Desmidiaceae: Placodermæ. Section 4. Lincoln, Univ. of Nebraska Press. 700 p.
- Reynolds, C. S. (1993). Scales of disturbance and their role in phytoplankton ecology. *Hidrobiologia* 249:157-171.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). (1981). *Síntesis Geográfica del Estado de Morelos*. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México. 110 p.
- Tavira, C. L. (2010). *Utilización de las diatomeas como bioindicadoras de la calidad del agua en el río Amacuzac*, Morelos, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 117 pp + 7 láminas.
- Toledo, A. (2003). *Ríos, costas y mares. Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y El Colegio de Michoacán. México. 114 p.
- Valadez, C. F. (1992). *Flora ficológica de ambientes lóticos de la cuenca baja del río Amacuzac, Morelos*. Tesis Profesional de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 248 p.
- Valadez, C. F., Carmona, J. J. y Cantoral, U. E. E. (1996). Algas de ambientes lóticos en el estado de Morelos, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 67(2): 227-282.