

# Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas

**Samuel Cirés y Antonio Quesada**  
Universidad Autónoma de Madrid

Jornada sobre

## GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL EN AGUAS DE BAÑO CONTINENTALES

Organiza: Dirección General del Agua

Madrid, 31 Marzo 2011



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE MEDIO RURAL Y  
AGUA  
DIRECCIÓN GENERAL  
DEL AGUA



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO



## Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

**Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas** es una obra elaborada por la Dirección General del Agua de la Secretaría de Estado de Medio Rural y Agua del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

**Dirección:** Javier Ruza Rodríguez.

**Coordinación:** Elena Barrios Barcia y Carmen Coletto Fiaño.

**Autores:** Samuel Cirés Gómez y Antonio Quesada de Corral.

**Agradecimientos:** A Jesús Yagüe Córdova, Subdirector General de Gestión Integrada del Dominio Público Hidráulico, por su apoyo en la publicación de este catálogo. A las Confederaciones Hidrográficas y administraciones hidráulicas autonómicas, por su contribución aportando los datos de cianobacterias de sus programas de seguimiento del estado de las aguas continentales superficiales. A la Dra. Caridad de Hoyos, del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, por la revisión de este catálogo. Al grupo de investigación de embalses de la Universidad Autónoma de Madrid, por su trabajo en el campo de las cianobacterias planctónicas en embalses españoles durante más de una década. A las Comunidades Autónomas y al Organismo Autónomo Parques Nacionales, por haber facilitado los muestreos de cianobacterias en zonas de baño.



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

**Secretaría General Técnica:** Alicia Camacho García. **Subdirección General de Información al Ciudadano, Documentación y Publicaciones:** José Abellán Gómez. **Director del Centro de Publicaciones:** Juan Carlos Palacios López. **Jefa del Servicio de Producción y Edición:** M<sup>a</sup> Dolores López Hernández.

### Edita

© Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

**Diseño y maquetación:** Tragsatec, S.A.

**Diseño de la cubierta:** Tragsatec, S.A.

**Fotografías:** Samuel Cirés, Antonio Quesada, Andreas Ballot, Brian A. Whitton y Frantisek Hindák.

**Impresión y encuadernación:** XXXXX

NIPO: 770-11-119-0  
ISBN: 978-84-491-1072-6  
Depósito Legal: XXXXX

Catálogo General de Publicaciones Oficiales:  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>  
(servicios en línea/oficia virtual/Publicaciones)

**Datos Técnicos:** XXXXX

### Distribución y venta:

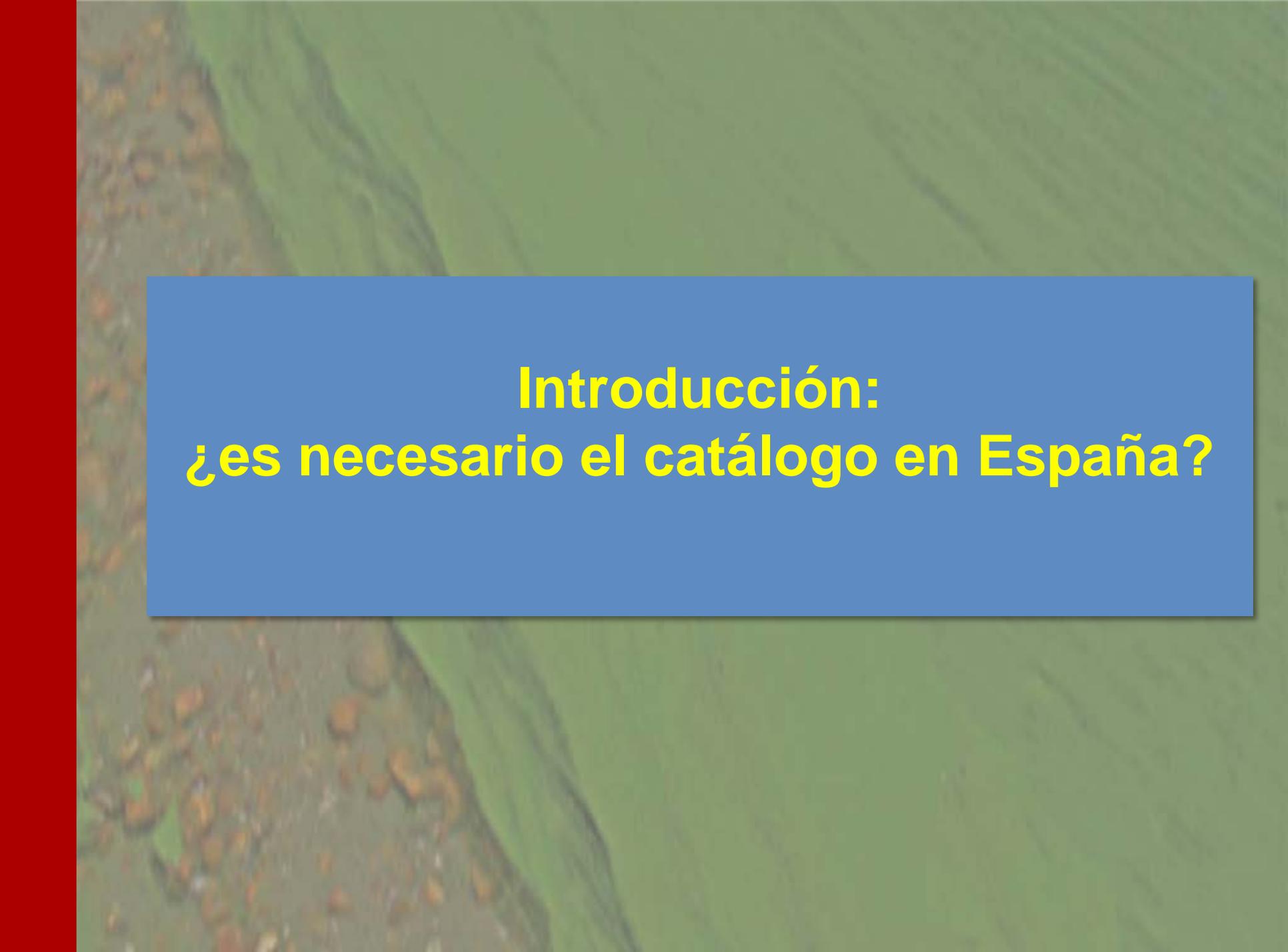
Pº de la Infanta Isabel, 1  
Teléfono: 91 347 55 41  
Fax: 91 347 57 22

Plaza San Juan de la Cruz, s/n  
Teléfono: 91 597 61 87  
Fax: 91 597 61 86

Tienda virtual: [www.marm.es](http://www.marm.es)  
e-mail: [centropublicaciones@marm.es](mailto:centropublicaciones@marm.es)

# RESUMEN

1. **Introducción: ¿es necesario el catálogo en España?**
2. **El libro y sus protagonistas**
  - Cómo está organizado. Cómo utilizarlo
  - Cianobacterias más destacadas
3. **Futuro: actualización constante**

The background of the slide is a photograph of a river with a rocky bed and greenish water. A solid blue rectangular box is centered on the image, containing the text.

**Introducción:  
¿es necesario el catálogo en España?**

# IDENTIFICACIÓN DE CIANOBACTERIAS Y GESTIÓN DEL AGUA

- Presencia de cianobacterias : parámetro clave en el análisis de riesgos:

- ✓ De proliferaciones masivas (propuesta española):  
¿qué toxina debo analizar?

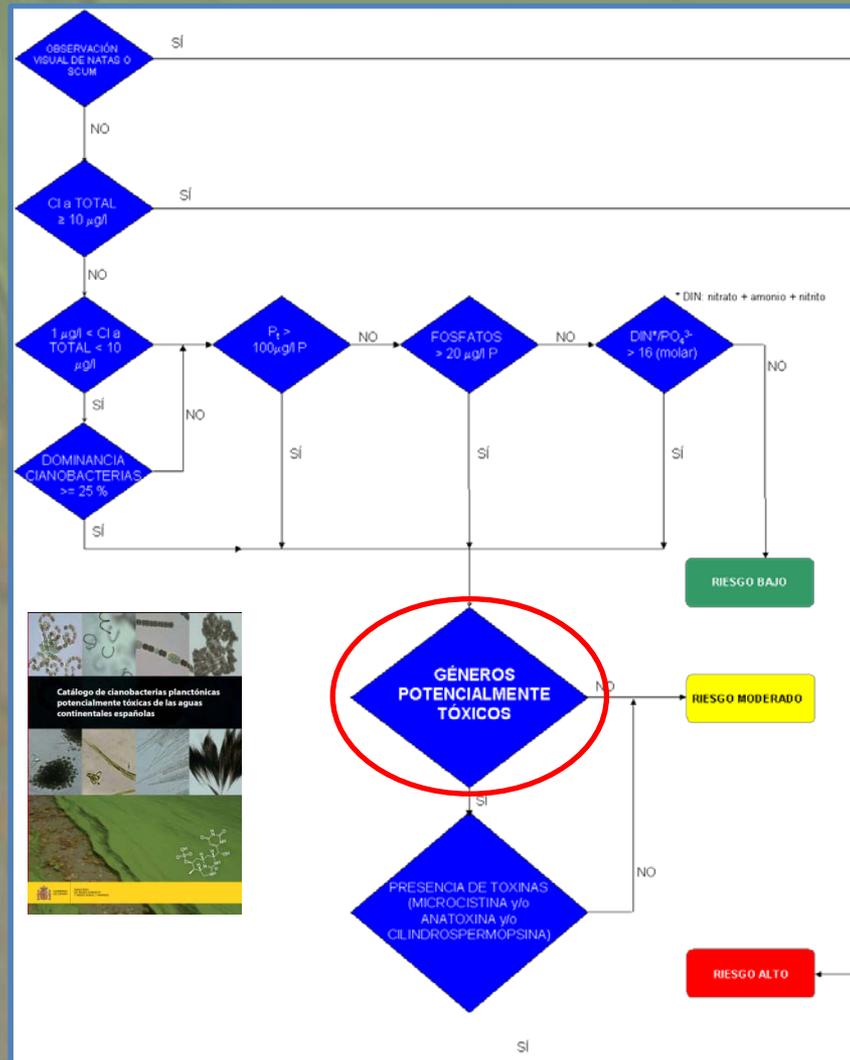


- ✓ Para la salud: OMS, Nueva Zelanda, Australia

- Riesgo en función de células/ml o biovolumen
    - Australia y Nueva Zelanda identifican especies con alta probabilidad tóxica a nivel nacional

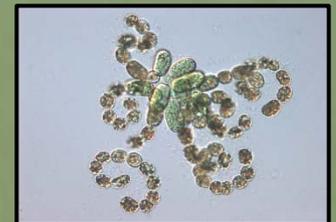
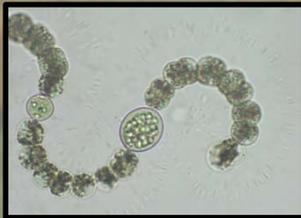


# ÁRBOL DE DECISIONES



# CIANOBACTERIAS EN EL CATÁLOGO

- Cianobacterias planctónicas (en la columna de agua)
- Potencialmente tóxicas:  
alguna de sus cepas ha sido descrita como tóxica en al menos una ocasión a nivel mundial
- Aguas continentales



# TAXONOMÍA DE CIANOBACTERIAS

- Identificar (“poner nombre”) y clasificar = TAXONOMÍA

- Criterios:

- ✓ morfológicos (apariencia microscópica) desde SXIX

- ✓ otros: fisiológicos, genéticos y ecológicos en las últimas 2 décadas

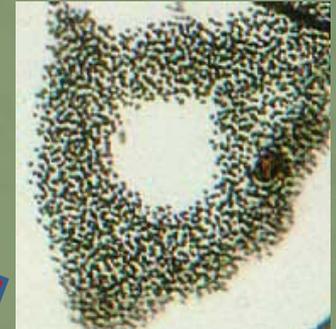
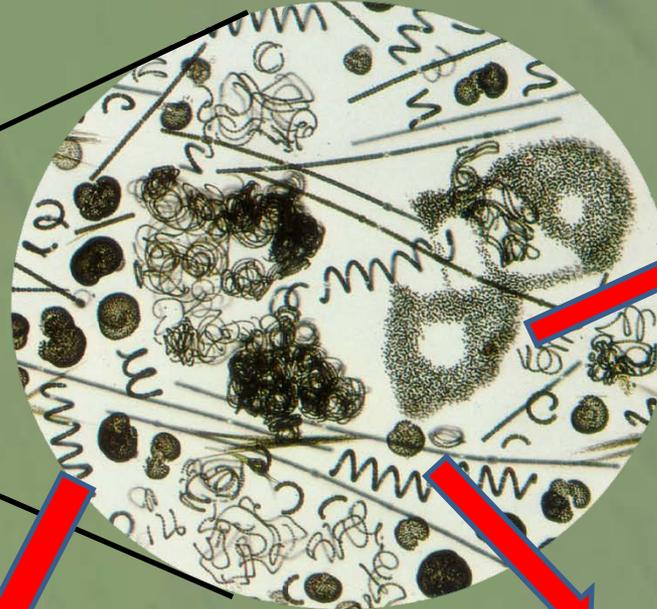
- Controvertida y en constante revisión

- 2 clasificaciones: microbiológica y botánica

- Niveles de organización:

- ÓRDENES > familias > GÉNEROS > ESPECIES

# TAXONOMÍA DE CIANOBACTERIAS



*Microcystis  
aeruginosa*



*Anabaena crassa*



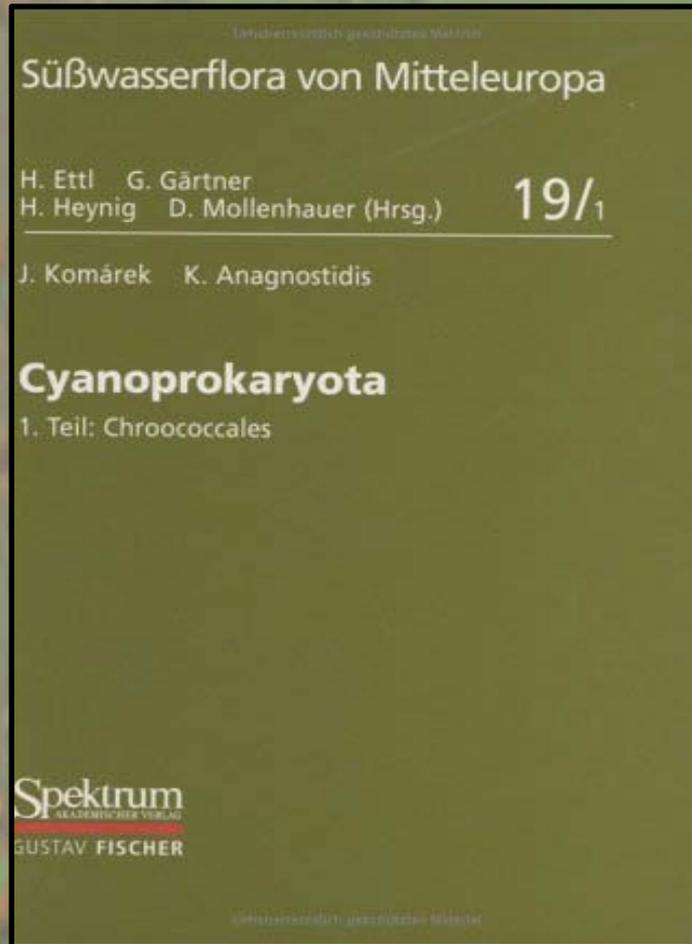
*Woronichinia  
naegeliana*

# TAXONOMÍA DE CIANOBACTERIAS con bibliografía “tradicional”

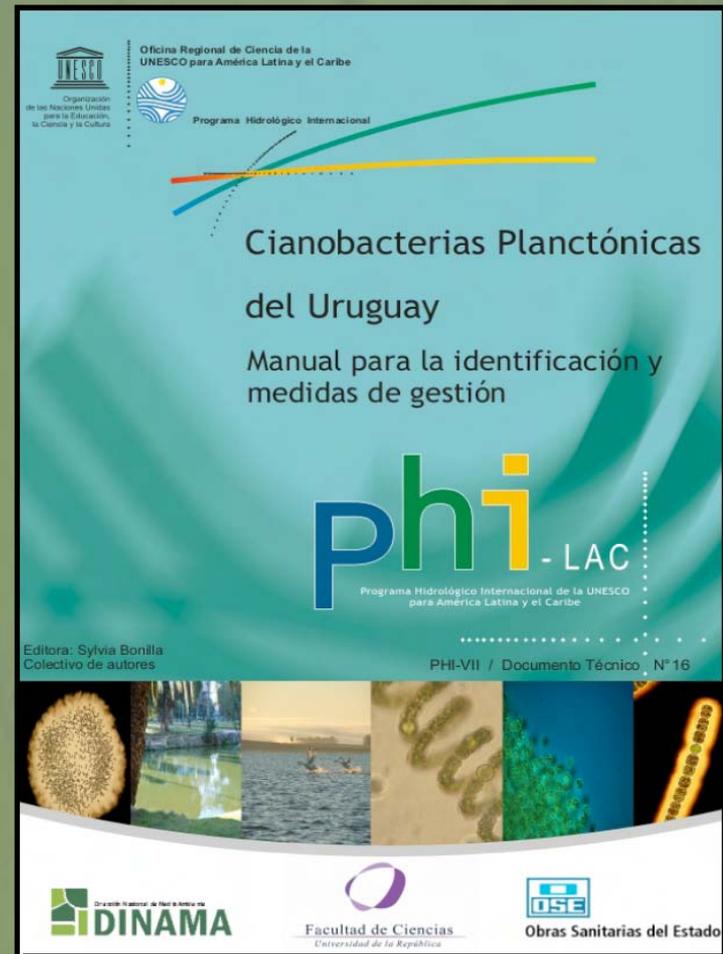
- Claves de identificación, atlas fotográficos, artículos científicos
- Uso científico. No “optimizados” para gestión de aguas:
  - ✓ No intuitivos para “no iniciados”
  - ✓ Exceso de información:  
ej: libro de Komárek 1999 (Chroococcales) contiene 130-140 géneros de cianobacterias de los que sólo 5-10 serían directamente interesantes para la gestión
- Artículos requieren suscripción a muchas revistas

# TAXONOMÍA DE CIANOBACTERIAS

## Bibliografía tradicional vs gestión



CIENTÍFICO



DE GESTIÓN

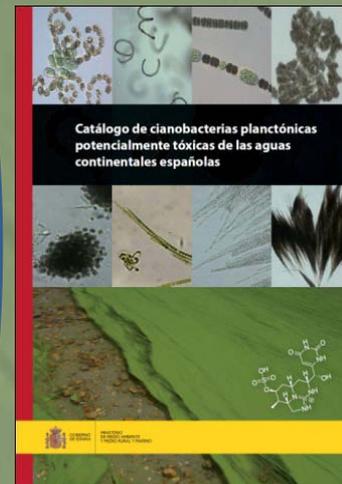
# CATÁLOGO: FILTRADO DE INFORMACIÓN

**150 GÉNEROS  
1500 ESPECIES DE  
CIANOBACTERIAS**

**130-150 ESPECIES  
40 GÉNEROS  
ESPAÑA**

**30-40 ESPECIES  
POTENCIALMENTE  
TÓXICAS  
15-20 GÉNEROS**

**33  
ESPECIES  
10  
GÉNEROS**



# **LISTA OFICIAL DE CIANOBACTERIAS DE ESPAÑA**

- **Elaborada por MMAMRM a partir de datos en informes oficiales de MMA, Confederaciones y Comunidades Autónomas**
- **Incluye tóxicas y no tóxicas de hábitats diversos**
- **Filtrada por expertos para eliminar datos erróneos y homogeneizar nomenclatura**
- **Constante actualización**

**130-150 ESPECIES  
40 GÉNEROS  
ESPAÑA**

# El libro y sus protagonistas

Chlorococcum spiroense

**ORDEN CHROOCOCALES: GENEROS COELOSPHAERIUM Y MICROCYSTIS**

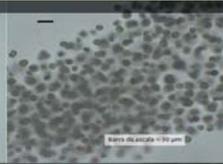
<b>ESPECIES</b>	<i>Closterphloeum bairdii</i> Huston, 1949		
<b>Colonias</b>	Microcísticas. Forma esférica o ovoide. Oculativamente con subcolonias, inestables, indistinguibles.		
<b>Células vegetativas</b>	<b>Forma</b>	Esféricas o semielípticas después de la división. Sin vesículas de gas.	
	<b>Diámetro (rango) (µm)</b>	1.8-2	
<b>Otras características</b>	Chloren calicular en dos planos.		

	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Josting, Kützing, 1848)	<i>Microcystis lax apertae</i> (Grunow, 1908)	<i>Microcystis adhaerens</i> (Kützing, 1843)
<b>ESPECIES</b>			
<b>Colonias</b>	Microcísticas. Poco compactas. Macrocísticas en Masella. Indistinguibilidad. Forma irregular, densa, bairdii-like.	Microcísticas, formando macrocísticas. (párrafo de 1908) Macrocísticas (algunas colonias muy machucadas, donde regular).	Microcísticas. Esféricas o elongadas. Poco compactas. Compuestas por subcolonias.
<b>Mutibago</b>	Difusas, en ocasiones distinguidas al microscopio.	Difusas, muy atractivas, indistinguibles, más serenas al borde celular.	Difusas, anchas.
<b>Células vegetativas</b>	<b>Forma</b>	Esféricas, ligeramente alongadas tras la división. Con vesículas de gas.	Esféricas, con vesículas de gas.
	<b>Diámetro (rango) (µm)</b>	4-6	2.3-3.8
<b>Otras características</b>	Especie altamente polivalente. En Figueras. Proliferación asociada a Pseudothraupis y mucosidad asociada al tipo Bay de Microcystis.	Células muy densamente agrupadas. Pueden romper subcolonias.	-



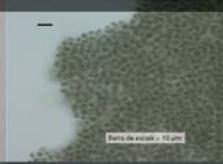
*Microcystis aeruginosa*  
Escala: 100 µm



Escala: 10 µm



*Microcystis lax apertae*  
Escala: 10 µm



Escala: 10 µm



*Microcystis adhaerens*  
Escala: 10 µm



Escala: 10 µm

42

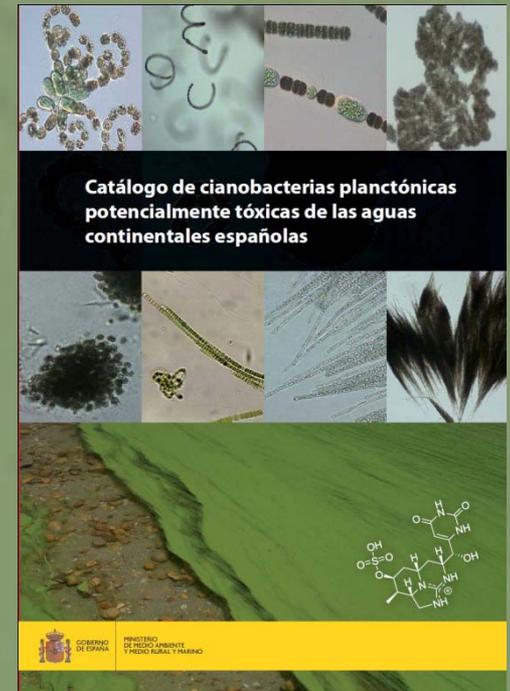
Catálogo de identificación planctónica para el control de las aguas continentales españolas

## CATÁLOGO: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- **Público objetivo:** gestores del agua –especialmente técnicos- (MMAMRM, CCAA, Confederaciones Hidrográficas)
- **Fuentes de información:**
  - ✓ Bibliografía científica actualizada (2010)
  - ✓ Lista oficial de cianobacterias de España (Tesauro)
  - ✓ Fotografías:
    - Archivo de Embalses de la UAM
    - 3 expertos internacionales: Drs. Ballot, Hindak, Whitton.
- **Limitaciones:**
  - ✓ No bentónicas
  - ✓ No *Aphanothece* ni *Aphanocapsa*
  - ✓ Sin fotografías disponibles: *Coelosphaerium*, *P. isothrix*, *Anabaena cylindrica*, *A. solitaria*, *A. perturbata*

# EL CATÁLOGO EN CIFRAS

- 86 PÁGINAS
- 10 GÉNEROS; 33 ESPECIES
- 5 CLAVES DE IDENTIFICACIÓN
- 19 TABLAS DE DATOS ÚTILES
- 81 IMÁGENES EN COLOR



# ESTRUCTURA

- [Introducción](#)
- Cómo utilizar el catálogo
- Consejos de identificación
- [Lista de especies y toxicidad de los géneros](#)
- [Claves dicotómicas](#): Cianos vs algas; Órdenes;  
Géneros
- Descripciones
  - ✓ [Fichas de géneros](#)
  - ✓ [Tablas de especies](#)
- Glosario
- Bibliografía de interés

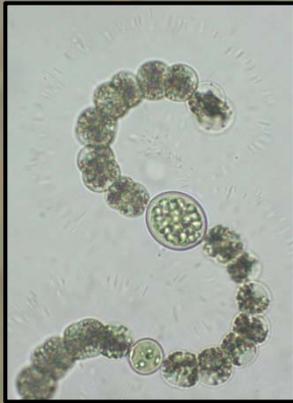
# INTRODUCCIÓN

- El nivel de GÉNERO es el más adecuado para la gestión de riesgos para la salud por cianobacterias potencialmente tóxicas.

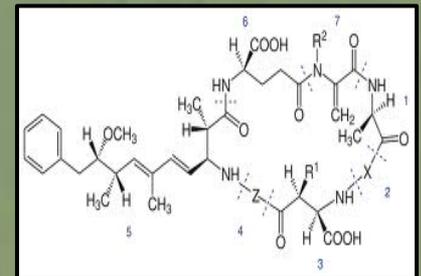
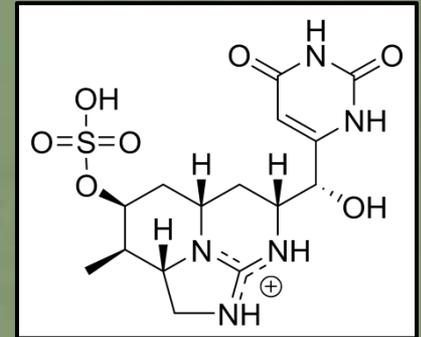
- ✓ Sencillez y fiabilidad de identificación microscópica

- ✓ Más “seguro” en términos de potencialidad tóxica

# LISTA DE ESPECIES Y TOXICIDAD DE LOS GÉNEROS



ORDEN	GÉNERO	ESPECIE	NUEVA NOMENCLATURA EN REVISIÓN	TOXINAS (DEL GÉNERO)
Chroococcales	<i>Coelosphaerium</i>	<i>kuetzingianum</i>	-	Hepatotoxinas, neurotoxinas.
	<i>Microcystis</i>	<i>aeruginosa</i>	-	Microcistinas.
		<i>flos-aquae</i>	-	
		<i>ichthyoblabe</i>	-	
		<i>novacekii</i>	-	
<i>viridis</i>	-	-		
<i>Woronichinia</i>	<i>naegeliana</i>	-	Microcistinas.	
Nostocales	<i>Anabaena</i>	<i>affinis</i>	<i>Dolichospermum affine</i> <sup>1</sup>	Anatoxinas, cilindrospermopsinas, microcistinas, saxitoxinas.
		<i>bergii</i>	-	
		<i>circinalis</i>	<i>Dolichospermum circinale</i> <sup>1</sup>	
		<i>crassa</i>	<i>Dolichospermum crassum</i> <sup>1</sup>	
		<i>cylindrica</i>	-	
		<i>flos-aquae</i>	<i>Dolichospermum flos-aquae</i> <sup>1</sup>	
		<i>lemmermannii</i>	<i>Dolichospermum lemmermannii</i> <sup>1</sup>	
		<i>macrospora</i>	<i>Dolichospermum macrosporum</i> <sup>1</sup>	
		<i>mendotae</i>	<i>Dolichospermum mendotae</i> <sup>1</sup>	
		<i>perturbata</i>	<i>Dolichospermum perturbatum</i> <sup>1</sup>	
	<i>planctonica</i>	<i>Dolichospermum planctonicum</i> <sup>1</sup>		
	<i>sollitaria</i>	<i>Dolichospermum sollitarium</i> <sup>1</sup>		
	<i>Anabaenopsis</i>	<i>elenkinii</i>	-	Anatoxinas, microcistinas.
	<i>milleri</i>	-	-	
	<i>Aphanizomenon</i>	<i>aphanizomenoides</i>	<i>Sphaerospermum aphanizomenoides</i> <sup>2</sup>	Anatoxinas, cilindrospermopsinas, microcistinas, saxitoxinas.
<i>flos-aquae</i>		-		
<i>gracile</i>		-		
<i>issatschenkoii</i>		<i>Cuspidothrix issatschenkoii</i> <sup>2</sup>		
<i>ovalisporum</i>	-	-		
<i>Cylindrospermopsis</i>	<i>raciborskii</i>	-	Cilindrospermopsinas, saxitoxinas.	
<i>Raphidiopsis</i>	<i>curvata</i>	-	Anatoxinas, cilindrospermopsinas, saxitoxinas.	
<i>mediterranea</i>	-	-		
Oscillatoriales	<i>Limnothrix</i>	<i>redekei</i>	-	Microcistinas.
	<i>Planktothrix</i>	<i>agardhii</i>	-	Anatoxinas, microcistinas, saxitoxinas.
		<i>isothrix</i>	-	
		<i>rubescens</i>	-	
		<i>rubescens</i>	-	



# CLAVES DICOTÓMICAS

## GÉNEROS DEL ORDEN NOSTOCALES

- 1a. Tricomas sin heterocistos, atenuados y sub-simétricos.....**Raphidiopsis**
- 1b. Tricomas con heterocistos, atenuados o no .....**2**
- 2a. Heterocistos en posición terminal .....**3**
- 2b. Heterocistos intercalares .....**4**
- 3a. Tricomas solitarios, no atenuados, inicialmente metaméricos pero con heterocistos en posición terminal tras división del tricoma.....**Anabaenopsis**
- 3b. Tricomas solitarios, atenuados; heterocistos desarrollados únicamente a partir de células terminales; acinetos subterminales..... **Cylindrospermopsis**
- 4a. Tricomas no atenuados, metaméricos, rectos o enrollados; acinetos redondeados, sub-esféricos o elipsoidales, aislados o en parejas; células con vesículas de gas .....**Anabaena**
- 4b. Tricomas solitarios o agrupados en fascículos, atenuados ligera o abruptamente; células terminales alargadas y redondeadas o puntiagudas; acinetos de formas variadas, desde sub-esféricos a cilíndricos, en posición paraheterocítica o ligeramente alejados de los heterocistos .....  
.....**Aphanizomenon**



# FICHAS DE GÉNERO

Descripciones: géneros

## ORDEN NOSTOCALES

### GÉNERO ANABAENA

**Nombre completo:** *Anabaena* Thwaites ex Bory ex Bornet et Flahault, 1886.

**Especie tipo:** *Anabaena flos-aquae* Brébisson ex Bornet et Flahault, 1888.

**Descripción:** El género comprende tanto especies bentónicas como planctónicas. La descripción aquí presentada se centra en las características de las especies planctónicas, cuya denominación (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Dolichospermum* o *Trichormus*) está en discusión en el momento de elaboración de esta guía (ver, más abajo, comentarios taxonómicos).

*Anabaena* presenta filamentos solitarios, en ocasiones formando agregados. Pueden ser rectos, curvados o enrollados regular o irregularmente. Los tricomas no están envueltos por vainas, aunque en algunas especies aparece un mucilago fino.

Las células tienen formas variadas, desde subesféricas a cilíndricas, siendo las células terminales muy similares al resto de células vegetativas del filamento. Es habitual la presencia de vesículas de gas.

Los heterocistos aparecen en posiciones intercalares y suelen presentarse en solitario o, excepcionalmente, en pares.

Los acinetos aparecen en solitario o formando hileras de hasta 5 ó 6 acinetos y se sitúan por lo general separados de los heterocistos, generalmente con varias células vegetativas entre ambos, aunque también pueden ser adyacentes, como ocurre en *A. lemmermannii*. Las formas de los acinetos son variadas, y por lo general en estado maduro son de mayor tamaño que las células vegetativas.

**Toxinas producidas:** anatoxinas, cilindrospermo-psinas, microcistinas, saxitoxinas.

**Especies planctónicas potencialmente tóxicas cuya producción de toxinas ha sido confirmada en al menos una cepa a nivel mundial** (con \* aquellas de las que se tienen referencias de su aparición en España):

- Anabaena affinis* (*Dolichospermum affine*)\*
- Anabaena bergii*\*
- Anabaena circinalis* (*Dolichospermum circinale*)\*
- Anabaena crassa* (*Dolichospermum crassum*)\*
- Anabaena cylindrica*\*
- Anabaena flos-aquae* (*Dolichospermum flos-aquae*)\*
- Anabaena lapponica*
- Anabaena lemmermannii* (*Dolichospermum lemmermannii*)\*
- Anabaena macrospora* (*Dolichospermum macrosporum*)\*
- Anabaena mendotae* (*Dolichospermum mendotae*)\*
- Anabaena perturbata* (*Dolichospermum perturbatum*)\*
- Anabaena planctonica* (*Dolichospermum planctonicum*)\*
- Anabaena solitaria* (*Dolichospermum solitarium*)\*

#### Comentarios taxonómicos:

En el momento de elaboración de este catálogo, se encuentra en discusión la nomenclatura del género *Anabaena*, habiéndose propuesto en 2009 la denominación *Dolichospermum* para algunas especies planctónicas del género *Anabaena* y la reubicación de otras especies en los géneros *Aphanizomenon* y *Trichormus*. Para más detalles, consultar Wacklin et al, 2009 y Komárek, 2010b.

#### Género *Anabaena*



# TABLAS DE ESPECIES

Descripciones: especies

## ORDEN CHROOCOCALES: GÉNEROS COELOSPHAERIUM Y MICROCYSTIS

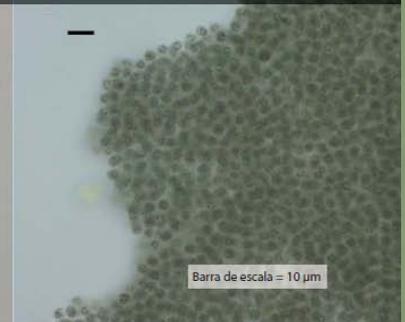
<b>ESPECIES</b>	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nägeli, 1849	
<b>Colonias</b>	Microscópicas. Forma esférica u ovoide. Ocasionalmente con subcolonias.	
<b>Mucilago</b>	Incoloro, indistinguible.	
<b>Células vegetativas</b>	<b>Forma</b>	Esféricas o semiesféricas después de la división. Sin vesículas de gas.
	<b>Diámetro (rango) (µm)</b>	1,8-3
<b>Otras características</b>	División celular en dos planos.	

ESPECIES	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützting) Kützting, 1846	<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner, 1898	<i>Microcystis ichthyoblabe</i> Kützting, 1843
<b>Colonias</b>	Microscópicas, frecuentemente macroscópicas. Marcada tridimensionalidad. Forma Irregular, clatrada. Borde irregular.	Microscópicas, raramente macroscópicas. Esféricas o algo irregulares. Nunca clatradas (salvo en colonias muy maduras). Borde regular.	Microscópicas. Esféricas o elipsoidales. Frecuentemente compuestas por subcolonias.
<b>Mucilago</b>	Difluente, en ocasiones distinguible al microscopio.	Difluente, muy estrecho, indistinguible, muy cercano al borde celular.	Difluente, ancho.
<b>Células vegetativas</b>	<b>Forma</b>	Esféricas; ligeramente elongadas tras la división. Con vesículas de gas.	Esféricas, con vesículas de gas.
	<b>Diámetro (rango) (µm)</b>	4-6	3,5-4,8
<b>Otras características</b>	Especie altamente polimórfica. En España, frecuentemente asociada a <i>Pseudanabaena mucicola</i> viviendo en el mucilago de <i>Microcystis</i> .	Células muy densamente agregadas. Pueden formarse subcolonias.	-

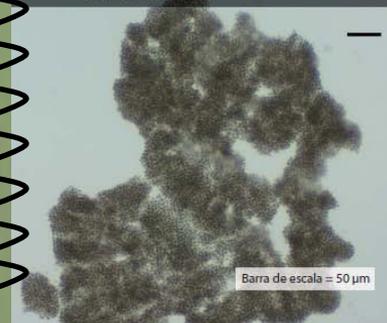
*Microcystis aeruginosa*



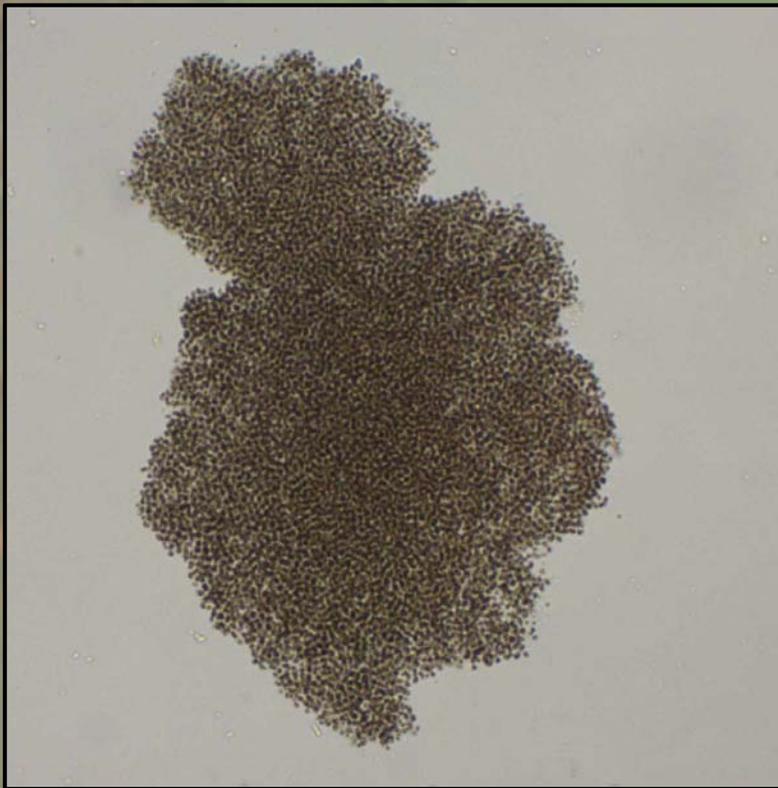
*Microcystis flos-aquae*



*Microcystis ichthyoblabe*



## GÉNEROS DESTACADOS EN ESPAÑA



**MICROCYSTIS**

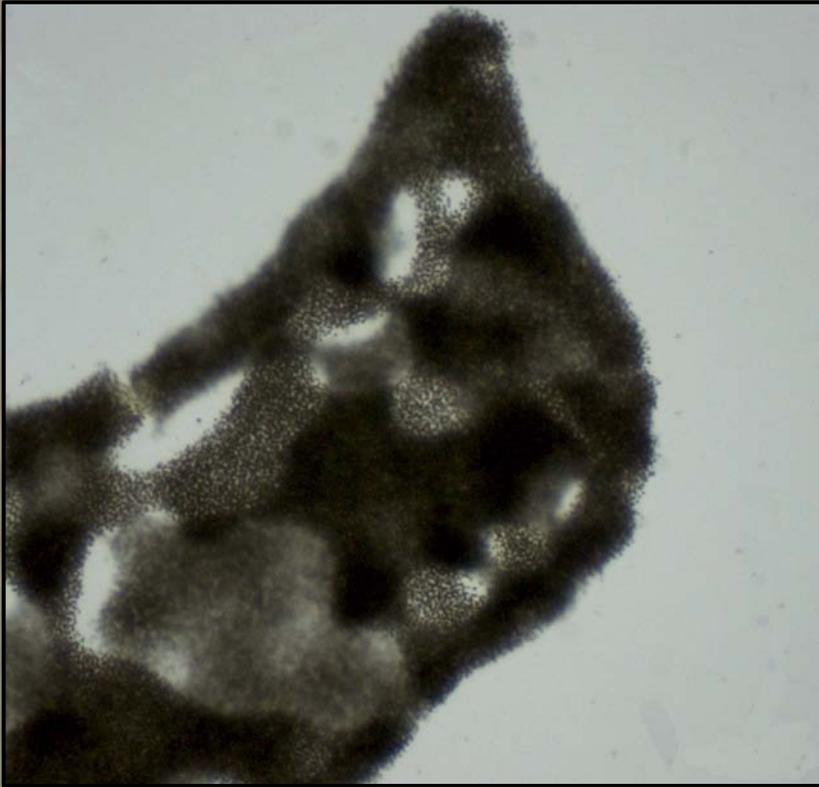
**Microcistinas**



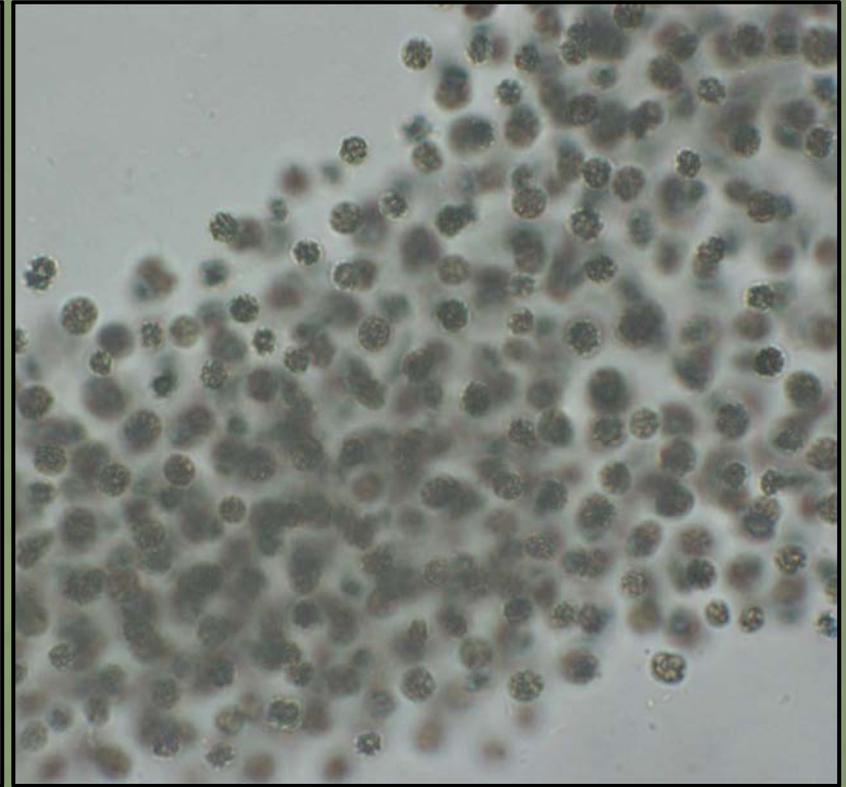
**APHANIZOMENON**

**Cilindrospermopsina,  
Saxitoxinas**

## ESPECIES DESTACADAS



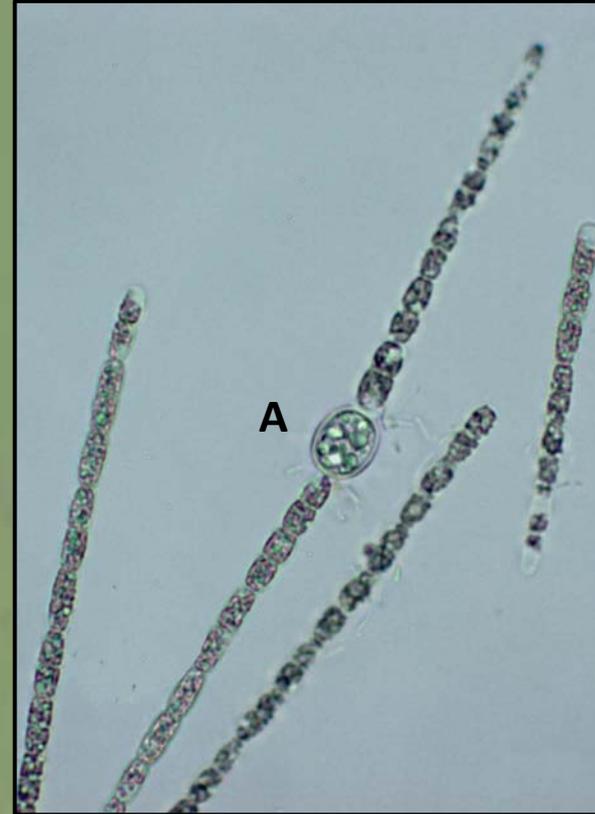
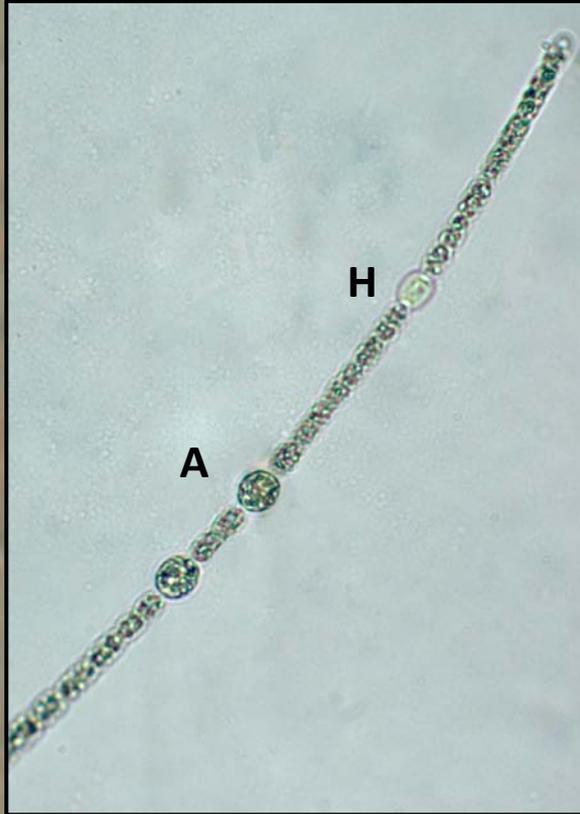
10X



40X

*Microcystis aeruginosa*

## ESPECIES DESTACADAS



*Aphanizomenon ovalisporum*

## ESPECIES DESTACADAS



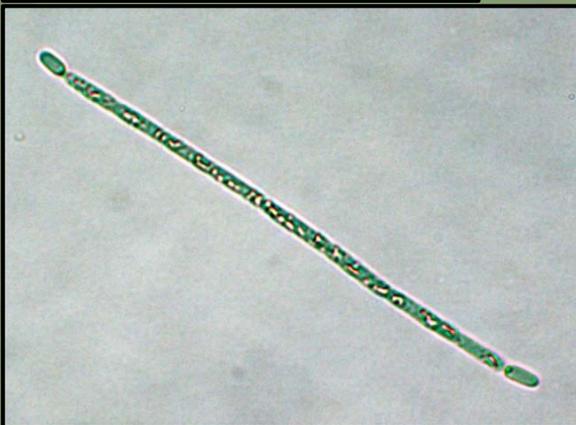
*Aphanizomenon gracile* (¿sp.?)



**ANABAENA**



**ANABAENOPSIS**



**CYLINDROSPERMOPSIS**



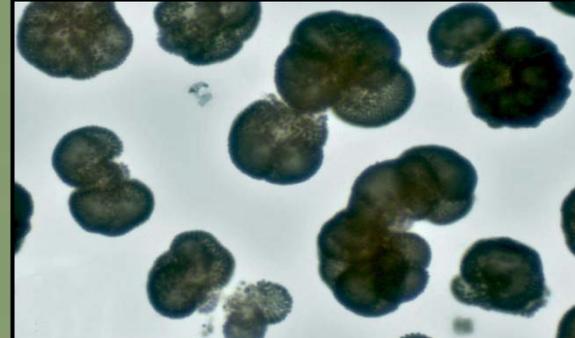
**RAPHIDIOPSIS**



**LIMNOTHRIX**



**PLANKTOTHRIX**



**WORONICHINIA**

An aerial photograph of a river with a blue rectangular text box overlaid in the center. The river flows from the top left towards the bottom right, with a rocky, brownish bank on the left side. The water is a light greenish-brown color. The text box is a solid blue rectangle with the text "Perspectivas futuras" written in yellow, bold, sans-serif font.

# Perspectivas futuras

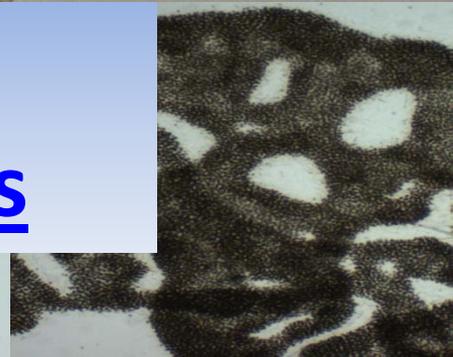
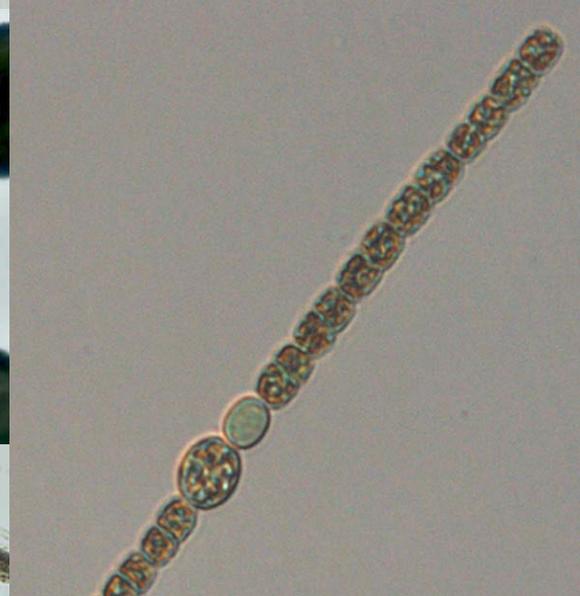
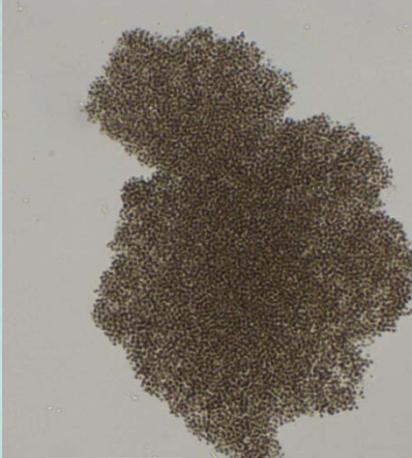
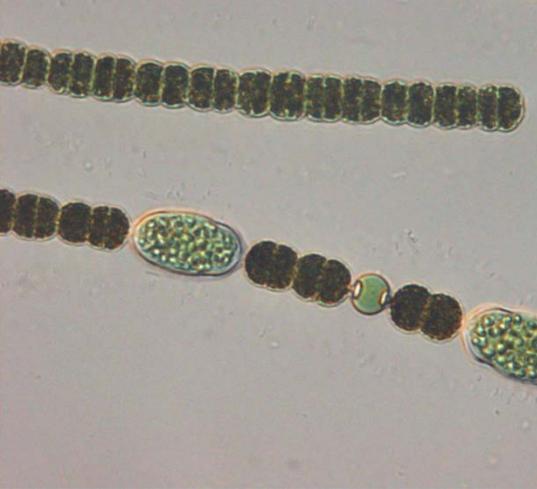
## PROPUESTAS DE FUTURO

- Revisiones periódicas (¿anual?; formato on-line):
  - ✓ Nuevas toxinas  
Ej: BMAA; PSTs en España (2010)
  - ✓ Nuevos productores  
Ej: *Microcystis* productor de PSTs (2011)
  - ✓ Nuevas especies en España  
Ej: *Aphanizomenon ovalisporum* (2004)
- Otros catálogos de cianobacterias pot. tóxicas:
  - ✓ Cianobacterias bentónicas (ríos)
  - ✓ Aguas costeras, de transición

# AGRADECIMIENTOS

- Dirección General del Agua (MMAMRM)
- Dr. Andreas Ballot, Dr. Frantisek Hindak, Dr. Bryan Whitton
- Dra. Caridad de Hoyos
- Álvaro Trotta (Tragsatec)
- Grupo de Investigación de Embalses de la UAM





[samuel.cires@uam.es](mailto:samuel.cires@uam.es)  
[antonio.quesada@uam.es](mailto:antonio.quesada@uam.es)