

Guía de las diatomeas de la cuenca del Duero







Guía de las
diatomeas de
la cuenca del
Duero

GUÍA DE LAS DIATOMEAS DE LA CUENCA DEL DUERO
Copyright © 2010 Confederación Hidrográfica del Duero

EDITA
Confederación Hidrográfica del Duero
C/ Muro, 5
47004 Valladolid

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN de la Guía por la Confederación Hidrográfica del Duero

Pablo Seisdedos Fidalgo Comisaría de Aguas
Noemí Hernández García Comisaría de Aguas

REVISIÓN DE TEXTO Y FORMATO de la Guía por la Confederación Hidrográfica del Duero

Celia García Asenjo

ELABORACIÓN Y REDACCIÓN de la Guía por el Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental de la Universidad de León

Saúl Blanco Lanza
Irene Álvarez Blanco
Cristina Cejudo-Figueiras
Eloy Bécares Mantecón

Con la colaboración del Centro Público de Investigación Gabriel Lippmann (Luxemburgo)

Luc Ector

FOTOGRAFÍAS

Saúl Blanco Lanza
Irene Álvarez Blanco
Cristina Cejudo Figueiras
Luc Ector
Celia García Asenjo
Pablo Seisdedos Fidalgo
Noemí Hernández García
Ignacio Rodríguez Muñoz

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Saúl Blanco Lanza
Irene Álvarez Blanco
Cristina Cejudo Figueiras
Paula Arroyo Hernández

IMPRESIÓN

Gráficas CELARAYN, s.a.

Catálogo de publicaciones oficiales: <http://www.060.es>
NIPO: 771-10-006-7

DEPÓSITO LEGAL: LE-612-2011

Impreso en papel ecológico

Índice

Índice

Presentación	9
Parte I – Generalidades	11
- Introducción. Alcance y manejo de esta guía	13
- Las diatomeas como bioindicadores en el contexto de la Directiva Marco del Agua	15
- Ventajas de las diatomeas como bioindicadores	16
- Las diatomeas en la cuenca del Duero	19
- La climatología	22
- Particularidades en relación a las diatomeas	23
- Morfología y ecología	25
- Morfología de las diatomeas	25
- Ecología de las diatomeas	27
- Muestreo y análisis de las comunidades de diatomeas	29
Parte II – Identificación taxonómica	33
- Clave dicotómica de identificación a nivel de género	35
- Láminas de identificación visual	41
- Céntricas	41
- Arrafídeas	46
- Braquirrafídeas	52
- Monorrafídeas	54
- Birrafídeas	59
Parte III – Atlas biogeográfico	83
Glosario	181
Figuras	187
Referencias bibliográfica	195
Índice de taxones	1



Presentación

La utilización de organismos vivos como indicadores de la contaminación es una técnica bien reconocida y estudiada, sobre todo en los últimos años. La presencia de ciertas especies en el ecosistema acuático supone una evidencia relativamente fidedigna de que, durante su ciclo de vida, la contaminación ha excedido cierto umbral. Estos organismos, a los que denominamos “bioindicadores”, nos permiten conocer y observar los efectos acumulativos a lo largo del tiempo, disminuyendo la necesidad de realizar costosos y sistemáticos análisis físico-químicos y revelando información sobre la evolución de la carga contaminante y sobre la capacidad de resiliencia de los ecosistemas acuáticos.

Ya han pasado 10 años desde la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), la cual ha considerado a las comunidades de organismos como factores esenciales para la determinación del estado ecológico de las masas de agua superficial; de tal forma que, en base a lo establecido en la misma, para la determinación del estado de una masa de agua ya no sólo hay que tener en cuenta sus características físico-químicas, sino también sus características hidromorfológicas y biológicas. Entre los bioindicadores propuestos, las algas fitobentónicas y, dentro de este grupo, las diatomeas, ocupan un lugar destacado.

Durante los últimos siete años, la Confederación Hidrográfica del Duero ha realizado un ingente esfuerzo de medios humanos y económicos en la caracterización de las masas de agua en base a indicadores biológicos, mediante la ejecución de una veintena de campañas de muestreo, realizadas en diferentes épocas del año. La colaboración con la Universidad de León, materializada en forma de múltiples convenios específicos regulados al amparo del Convenio Marco de Colaboración General, firmado entre el entonces denominado Ministerio de Medio ambiente y la Universidad de León, ha sido fundamental en este sentido.

*De este modo, se ha estudiado la flora de diatomeas epilíticas de los ríos de la parte española de la cuenca hidrográfica del Duero, mediante el análisis de más de 600 muestras, y se han identificado más de 260.000 individuos, pertenecientes a 534 taxones diferentes, entre los que destaca el descubrimiento de *Pseudostaurosira alvareziae*, especie nueva para la ciencia a nivel mundial. La base de datos conjunta elaborada, en la que se combina información biológica y parámetros ambientales, ha permitido un estudio detallado de las condiciones en las que aparece cada una de las especies registradas, lo que supone una contribución significativa, no sólo para el estudio de la ecología de este grupo de algas, sino que permite, además, generar nuevas herramientas de diagnosis ambiental mucho más precisas y acordes con los requisitos impuestos por la normativa vigente en los cursos fluviales españoles.*

La presente obra supone la primera guía de identificación de las diatomeas fluviales de la cuenca del Duero, y en ella se reúnen los 200 taxones más abundantes y ampliamente distribuidos, ilustrados en fotografías de microscopía óptica y acompañados de descripciones morfológicas y ecológicas que permiten su reconocimiento, así como de mapas biogeográficos donde se representa la distribución actual de cada especie en la cuenca.

Un paso más en el conocimiento de nuestros ríos, cuya complejidad quizá nunca lleguemos a conocer en toda su magnitud.

*Antonio Gato Casado
Presidente de la CHD*



Parte I.
Generalidades

Río Cambrones en Torrecaballeros (Segovia).



Introducción.

Alcance y manejo de esta guía

En esta obra se recogen los 200 taxones de diatomeas (pertenecientes a 60 géneros distintos) más importantes de las identificadas en más de 600 muestras de epilíton fluvial recogidas durante campañas de muestreo efectuadas entre 2003 y 2007 en la parte española de la cuenca, dentro de los programas de seguimiento del estado de las masas de agua superficiales de la Confederación Hidrográfica del Duero. Esta selección atiende a un doble criterio, que valora la importancia de cada taxón dentro del inventario general de la cuenca, de forma que se han considerado las especies más abundantes y/o más ampliamente distribuidas en la zona de estudio; así como, por su interés florístico o biogeográfico, se incluyen algunos taxones adicionales (especies exóticas, poco conocidas o que representan novedades para la Península). Para cada especie se ofrece la siguiente información: una descripción morfológica y autoecológica (parte II), un mapa de distribución en la cuenca del Duero (parte III) y una serie de fotografías en microscopía óptica de campo claro donde se ilustra la variabilidad morfológica de cada taxón, reunidas en 36 láminas (parte II).

Las láminas ilustradas son “autoexplicativas”, es decir, permiten la identificación visual de cada taxón mediante el reconocimiento de sus principales características morfológicas.

Los textos adjuntos aclaran los detalles más importantes que llevan a un reconocimiento sencillo de estas especies. Los taxones similares se ilustran en la misma lámina, a fin de facilitar un diagnóstico diferencial efectivo. No obstante, se incluye también una clave dicotómica artificial de identificación, donde se recogen todos los géneros tratados en la presente guía. La terminología morfológica se explica e ilustra en el glosario, en la parte final de esta guía, el cual se acompaña posteriormente de figuras explicativas.

El recuadro de color que rodea cada fotografía alude al valor de poluosensibilidad (S) que presenta cada taxón según el índice IPS (véase la sección 5. *Muestreo y análisis de las comunidades de diatomeas*). Detrás del nombre científico de la especie aparece el código de cuatro letras que identifica al taxón en la base de datos del programa OMNIDIA, así como una lista, en su caso, de los principales sinónimos con los que puede aparecer la especie en la bibliografía.

Se incluye también un atlas biogeográfico, compuesto por los mapas de distribución de cada una de las especies descritas en la guía, donde se reflejan, además, las densidades poblacionales relativas que alcanzan los taxones dentro de la comunidad de diatomeas hallada en cada muestra.

Finalmente, se presenta un índice de todos los taxones incluidos en la guía.

Esta guía supone, por tanto, un manual práctico de identificación orientado a los técnicos encargados de evaluar la calidad biológica del agua en los cursos fluviales de la cuenca del Duero. A nivel

taxonómico, una descripción más detallada de las especies contenidas en esta obra se encuentra disponible en Blanco et al. (2010).

Las diatomeas como bioindicadores en el contexto de la Directiva Marco del Agua

La Directiva 2000/60/CE, conocida como Directiva Marco del Agua (en adelante, DMA) establece un marco comunitario de acción en el ámbito de la política de aguas en la Unión Europea. Entre sus objetivos se encuentra la consecución de un buen estado ecológico de las masas de agua para el año 2015. El concepto de estado ecológico es introducido por primera vez en una normativa de gestión de aguas, siendo definido en el texto normativo como una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales. Los procedimientos propuestos por la DMA para establecer el estado ecológico de las masas de agua requieren la tipificación de las mismas y el establecimiento de las condiciones de referencia para cada tipología, utilizando indicadores físicos, químicos, hidromorfológicos y biológicos y la evaluación del estado actual de conservación de las masas de agua empleando dichos indicadores.

Como factores esenciales para la determinación del estado ecológico de los ecosistemas acuáticos, la Directiva Marco del Agua establece, en el anexo V, el uso de comunidades de organismos como bioindicadores de la calidad de las aguas en las que se desarrollan. Un bioindicador es aquel organismo que nos permite cuantificar y calificar el nivel y la evolución de la contaminación presente en un determinado ecosistema, gracias a su sensibilidad diferencial a diversas

sustancias contaminantes (Blanco et al. 2005b, 2006a, 2007). Entre los bioindicadores contemplados por la DMA, las algas fitobentónicas, y dentro de este grupo las diatomeas, poseen un lugar destacado, gracias a una serie de características que las convierten en organismos idóneos para su uso como indicadores ecológicos. Son un grupo de organismos ampliamente diversificado, ya que existen muchas especies con distintas sensibilidades frente a la contaminación (Ciutti 2005), y con una amplia distribución por todo el mundo. Presentan elevada sensibilidad frente a la alteración de los parámetros físico-químicos del medio, por lo que integran y reflejan las condiciones de los ambientes acuáticos en los que viven, y poseen una gran facilidad de muestreo, manipulación y conservación de las muestras, permitiendo la obtención de resultados comparables y reproducibles a largo plazo.

El uso de las comunidades de diatomeas para el establecimiento de la calidad biológica del medio en que se desarrollan es un método relativamente reciente, en comparación con el estudio de otras comunidades bióticas para este fin, que se remonta a casi un siglo.

Ventajas de las diatomeas como bioindicadores

A fin de facilitar un análisis comparativo y estimar el método idóneo a aplicar en cada caso, se puede establecer una serie de ventajas generales del uso de diatomeas como indicadores ecológicos en ecosistemas fluviales.

- **Ubicuidad:** las diatomeas pueden estar presentes en prácticamente todos los sistemas acuáticos, desarrollándose en una gran variedad de formas vitales (planctónicas, coloniales, perifíticas, etc), por lo que pueden ser empleadas como bioindicadores virtualmente en todo ecosistema en el que el agua forme parte del biotopo.
- **Cosmopolitanismo:** la distribución de la División Bacillariophyta (las diatomeas) es prácticamente mundial, hallándose desde los polos hasta las regiones desérticas, tanto en aguas dulces como en mares, aguas salobres, termales e hipersalinas, bajo un amplio rango de condiciones ambientales.
- **Bajo grado de endemismo:** existe una gran mayoría de especies que aparecen con abundancia en todo el planeta, de forma que muchos índices diatomológicos tienen aplicabilidad universal, lo que permite estudios comparativos entre regiones diferentes, que en otros casos son inviábiles.
- **Sensibilidad:** las diatomeas, al formar parte de los productores primarios en los sistemas acuáticos, son altamente sensibles a los cambios en la naturaleza química del medio, en particular a la concentración de nutrientes (P, N, Si) y a la presencia de contaminantes. Al estar constantemente en contacto con el agua, reaccionan de forma altamente específica a las alteraciones ambientales de los ecosistemas en los que se desarrollan.
- **Diversidad:** sólo en las aguas dulces europeas existen decenas de miles de especies, subespecies, variedades y formas descritas, cada una de ellas con sus propios rangos de tolerancia frente a una gran variedad de factores ambientales. Los índices diatomológicos se basan, por lo tanto, en grandes inventarios que tienen simultáneamente en cuenta un gran número de taxones, por lo que su capacidad de diagnóstico de la calidad del agua es comparativamente superior a otros índices bióticos.
- **Precisión estadística:** los índices diatomológicos más usuales se basan en la identificación de un mínimo de 400 individuos por muestra. Esto hace que el error cometido en la estimación de la composición de la comunidad sea inferior al 10% en todos los casos, lo que supone una mayor fiabilidad y precisión de estos métodos desde el punto de vista estadístico.
- **Ciclos vitales:** las diatomeas presentan ciclos vitales cortos y homogéneos y, al ser microorganismos unicelulares, se reproducen con rapidez en respuesta inmediata a eventuales cambios en condiciones del medio. La composición de la comunidad de diatomeas en cada punto integra, por tanto, la calidad biológica del agua durante determinados periodos de tiempo, y no sólo la condición puntual que reflejaría un análisis físico-químico.

- **Facilidad de muestreo:** las diatomeas pueden muestrearse en cualquier tramo fluvial, sobre una gran variedad de sustratos (sin que esto condicione significativamente la naturaleza de la comunidad de diatomeas) tanto naturales como artificiales, con un esfuerzo en tiempo y material mínimos.
- **Facilidad de tratamiento, procesado y almacenaje:** el tratamiento necesario para la obtención de preparaciones microscópicas es relativamente sencillo y barato. Adicionalmente, las preparaciones montadas ocupan poco espacio y pueden almacenarse indefinidamente sin alterarse, sin necesidad de tratamientos conservativos. Esto permite la acumulación de un número importante de muestras y la creación de ficotecas de referencia para posteriores estudios biológicos o ambientales, facilitando intercambio de preparaciones entre laboratorios para análisis de control de calidad o ejercicios de intercalibración, así como el seguimiento del estado del agua a largo plazo.
- **Estudios temporales:** al contrario que otros organismos, las diatomeas, más específicamente -los frústulos o cubiertas silíceas, sobre los que se basa su taxonomía- son prácticamente inalterables en el tiempo y se pueden recuperar en estado fósil o subfósil de estratos y sedimentos fluviales y lacustres, lo que permite inferir el estado del agua en el pasado, así como la elaboración de modelos y funciones cuantitativas de transferencia para la reconstrucción de paleoambientes a escala geológica. Adicionalmente, son virtualmente los únicos bioindicadores recuperables sobre los cantos rodados de cauces secos y temporales, muy frecuentes en cuencas hidrográficas bajo bioclima mediterráneo.



Diatomeas en la cuenca del Duero.

La demarcación hidrográfica del Duero se localiza en la parte noroeste de la Península Ibérica. Se trata de una demarcación internacional, al estar su territorio compartido entre España y Portugal. Constituye la mayor cuenca hidrográfica de la Península Ibérica, con una superficie de 98.073 km², de los cuales 78.859 km² (80%) corresponden a territorio español y 19.214 km² (20%) a territorio portugués.

Las figuras 1 y 2 muestran el territorio que ocupa la cuenca del Duero en la parte española de la Península y su ubicación geográfica. La parte española de la demarcación hidrográfica del Duero incluye parte de las Comunidades Autónomas de Castilla y León, Galicia, Cantabria, La Rioja, Castilla La Mancha, Extremadura y Madrid. Algo más del 98% de la superficie de la cuenca corresponde a Castilla y León.

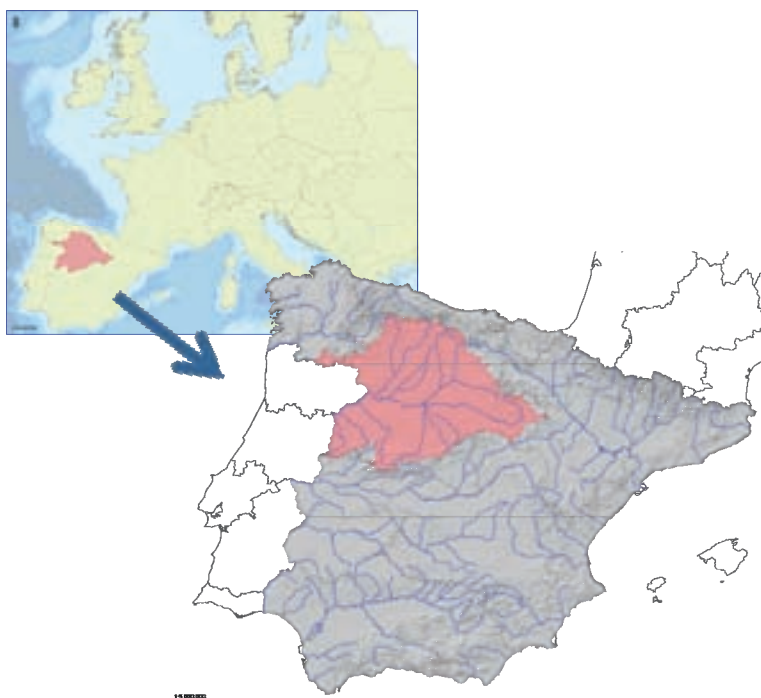
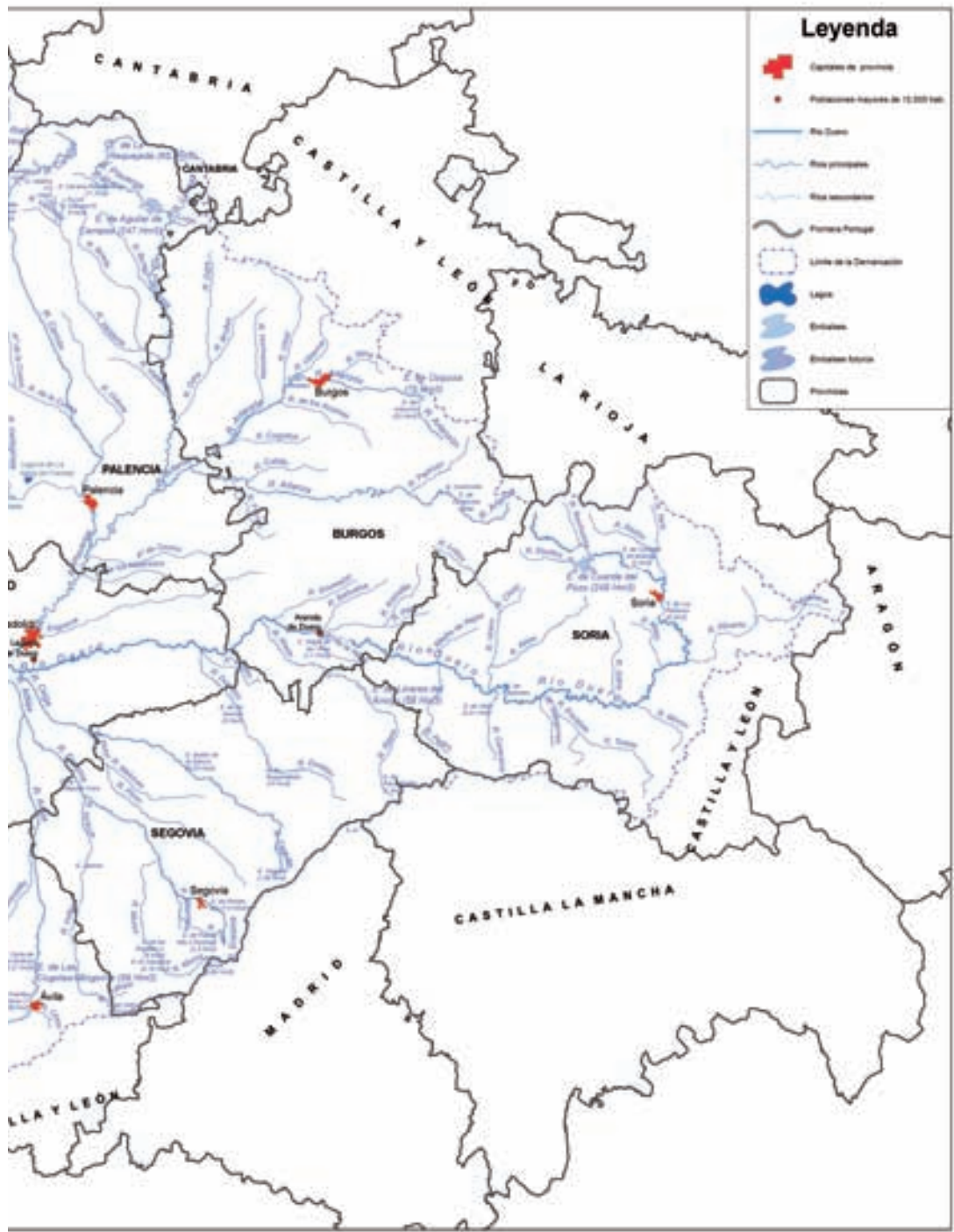













Figura 1. Ubicación de la cuenca del Duero en la parte española de la Península Ibérica.





Figura 2. Parte española de la demarcación hidrográfica del Duero.



Leyenda

-  Cambios de provincia
-  Poblaciones mayores de 10.000 hab.
-  Río Duero
-  Río principal
-  Río secundario
-  Frontera Portugal
-  Límite de la Demarcación
-  Lagos
-  Embalses
-  Embalses Inactivos
-  Provincias

L DE LA PARTE E LA CUENCA UERO	Fecha de información:	Febrero 2011	Escala Gráfica: 	CS DUERO Oficina de Planificación Hidrológica	
	Fecha de composición:	Febrero 2011			
	Fecha de impresión:	Febrero 2011			

La climatología

El clima de la cuenca es de tipo mediterráneo, aunque marcadamente continental, debido al aislamiento orográfico. Solamente en la parte más occidental, en las proximidades a la frontera portuguesa, el clima es ligeramente más suave, ya que la ausencia de cadenas montañosas permite la influencia del Océano Atlántico. Los inviernos son largos y fríos, especialmente en las parameras septentrionales (la temperatura media del mes más frío, enero, es de alrededor de 2°C y el número de días de helada es de 120, suavizándose en el extremo occidental (temperatura media de enero alrededor de 4°C y

número de días de helada aproximadamente 80). Las olas de frío más intensas, asociadas generalmente con invasiones de aire continental polar (NE), hacen disminuir las temperaturas mínimas a valores inferiores a -13°C en la parte occidental y a -20°C en las parameras de Ávila y del norte de la cuenca. Los veranos no son extremados, siendo pocos los lugares en los que la temperatura media de las máximas del mes más cálido, julio, sobrepasa los 31°C. En la parte norte los veranos son frescos, con temperaturas medias de 20°C en el mes de julio (figura 3).

Figura 3. Temperatura media anual en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero. Elaborado a partir del Plan hidrológico de la cuenca del Duero (<http://tinyurl.com/4brpb3v>).

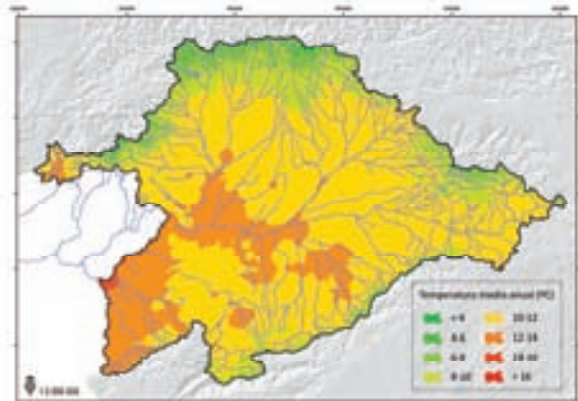
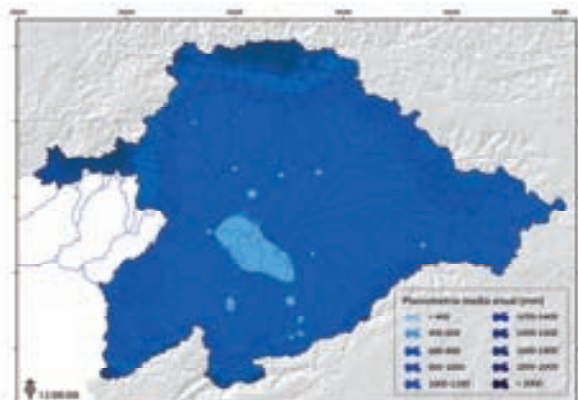


Figura 4. Pluviometría media anual en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero. Elaborado a partir del Plan hidrológico de la cuenca del Duero (<http://tinyurl.com/4brpb3v>).



En cuanto a la distribución de la precipitación, las mayores precipitaciones medias anuales se registran en las cordilleras que bordean la cuenca, situándose el valor máximo en las proximidades del nacimiento del río Tera (>1.800 mm/año), seguido de la cabecera del río Porma (aprox. 1.500 mm/año).

En las Cordilleras Central e Ibérica las precipitaciones son menores, no

sobrepasando generalmente los 1.000 mm/año. La precipitación media anual disminuye muy rápidamente al alejarnos de las cordilleras, situándose el mínimo en una zona que comprende el NE de Salamanca, E de Zamora y SO de Valladolid, con valores inferiores a los 400 mm/año (figura 4).

Particularidades en relación a las diatomeas

La elevada riqueza y diversidad taxonómicas de diatomeas encontradas en los ríos de la cuenca del Duero, con 534 taxones registrados, es uno de los principales resultados obtenidos a partir de los muestreos biológicos efectuados hasta hoy. Los estudios muestran un promedio de 18 géneros y 33 taxones específicos o subespecíficos en cada inventario, lo que representa una riqueza comparativamente mayor que la hallada en otros estudios similares en España.

La elevada riqueza florística de la cuenca del Duero es análoga a la hallada en otras cuencas de tipo mediterráneo, como la cuenca del Ebro, y es atribuible a la gran heterogeneidad de condiciones ecológicas presentes a lo largo de la misma. La considerable extensión de la cuenca de drenaje, junto con su gran variabilidad en términos litológicos, hidrodinámicos y paisajísticos, contribuyen a esta biodiversidad.

En el ámbito biogeográfico, este estudio ha permitido la detección, por primera vez

en las aguas españolas, de algunas especies consideradas como exóticas, particularmente de origen tropical, algunas de ellas con carácter invasor, si bien esta condición no puede ser confirmada al carecerse de estudios taxonómicos sistemáticos previos en esta cuenca que permitan un análisis comparativo. Tal es el caso de *Didymosphenia geminata*, *Gomphoneis minuta* o *Gomphonema lagenula*.

Asimismo, se ha constatado la presencia de especies recientemente descritas, tales como *Achnanthydium rivulare*, *Amphora meridionalis*, *Cymbella excisiformis*, *Hippodonta pseudoacceptata* o *Nitzschia costei*, que llegan a presentar abundancias relativas subdominantes en determinadas estaciones.

Por último, cabe destacar el descubrimiento de una especie de diatomea, *Pseudostaurosira alvareziae*, novedad taxonómica a nivel mundial.



Morfología y ecología

Morfología de las diatomeas

Las diatomeas son algas microscópicas, unicelulares y eucariotas, compuestas en un 60% de sílice (SiO_2), ya que la célula se encuentra protegida por un caparazón silíceo llamado **frústulo**¹ que le confiere gran dureza y resistencia. El **frústulo** se compone de dos mitades que encajan entre sí, llamadas tecas, la superior (**epiteca**) es siempre mayor y envuelve parcialmente a la inferior (**hipoteca**). Cada teca está formada por una **valva** (respectivamente **epi-** e **hipovalva**) y un **cíngulo** (**epi-** e **hipocíngulo**). En la **valva** se desarrollan toda una serie de ornamentaciones que permiten la identificación taxonómica. Longitudinalmente, en muchas especies la **valva** está atravesada por un delgado surco llamado **rafe**, que atraviesa la teca hasta el protoplasto. La locomoción de las células es posible gracias a la hendidura del **rafe**, ya que bajo ella se halla un orgánulo en forma de cinta, formado por fibrillas, que puede contraerse rítmicamente. Este orgánulo provoca la secreción en los poros terminales de una sustancia adhesiva que se desplaza a través de la hendidura. Perpendiculares al **rafe**, se encuentran varias series de líneas de perforaciones llamadas **areolas**, la sucesión de éstas en cada línea forma una **estría**. Uniendo las dos tecas se encuentra la **cintura** que está formada por una cantidad variable de **cópulas** o anillos que envuelven la célula y que poseen el mismo contorno que ésta (Álvarez-Blanco 2008a).

¹⁾ Los términos destacados en **negrita** se definen en la sección Glosario (p. 171)

El protoplasto (figura 5) ocupa todo el espacio delimitado por la pared celular silíceo. El núcleo se encuentra en la parte central de la célula y los cloroplastos suelen ser marginales, encontrándose uno o dos en las diatomeas con **rafe** y numerosos y en forma de disco en las que no lo tienen y en la mayoría de las diatomeas céntricas. Dentro de los cloroplastos se encuentran cuatro tipos de pigmentos distintos: clorofila, carotenos, carotenoides y xantofila (Lee 1989, Van den Hoek et al. 1995). A los lados de un puente plasmático central se observan dos vacuolas de gran tamaño o varias vacuolas de tamaño menor. Los productos de asimilación son aceites, acumulados formando gotas que confieren flotabilidad a las diatomeas planctónicas (Streble y Krauter 1987).



Figura 5. Células vivas pertenecientes a los géneros *Navicula* y *Gomphonema* en las que se puede observar el material intracelular.

La observación al microscopio óptico de las diatomeas requiere conocer las dos posiciones en las que éstas pueden aparecer (figura 6). En la **vista pleural**, observamos el **eje pervalvar** de la célula, distinguiendo las partes básicas que lo componen: las dos **tecas** y el **cíngulo** que las une. En la **vista valvar**, se observa una de las **valvas** celulares con los elementos ornamentales que la componen y que nos permiten su identificación taxonómica. Existen dos ejes de simetría al observar

esta **vista valvar**: un **eje apical**, dispuesto longitudinalmente y que nos permite diferenciar entre diatomeas **simétricas** (si se cumple la simetría a ambos lados del eje) y **asimétricas** (si no es así), y un **eje transapical**, transversal, que muestra la similitud entre los polos de la célula, y que permite distinguir entre diatomeas **isopolares** (cuando ambos polos son iguales) y **heteropolares** (cuando son distintos) (Round et al. 1990).

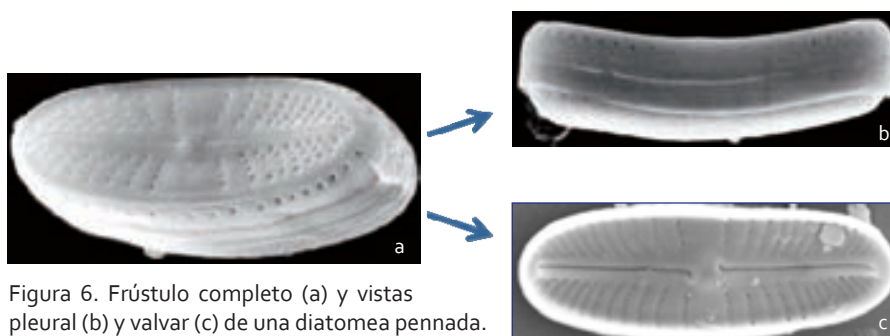


Figura 6. Frústulo completo (a) y vistas pleural (b) y valvar (c) de una diatomea pennada.

Las diatomeas se reproducen principalmente por bipartición: en el interior del **frústulo**, el protoplasto se divide longitudinalmente, en un plano paralelo a las **caras valvares**, tras lo cual las dos mitades de la célula se separan, y las nuevas células hijas recién formadas sintetizan la otra mitad, una nueva teca que siempre será una **hipoteca** (por tanto la **hipoteca** antigua desarrolla una nueva **hipoteca** y se convierte en la **epiteca** de la nueva célula). Este proceso conlleva una disminución en tamaño progresiva de las nuevas diatomeas, hasta un punto en el que la nueva célula ya no es viable. En este momento se suele producir un proceso de reproducción sexual con formación de auxósporas: dos células madre se juntan y forman, tras una división reductora, dos gametos. Las células se abren dejando libres los

gametos, que se fusionan formando cigotos. Éstos crecen y aumentan de tamaño, formando finalmente unas teclas nuevas con el tamaño máximo de la especie llamadas células iniciales. En el caso de diatomeas céntricas, es frecuente la oogamia (microgameto inmóvil y macrogameto flagelado), pero en el caso de las pennadas, la reproducción sexual es por anisogamia (ambos gametos son móviles). Algunas especies han desarrollado otros procedimientos para evitar o posponer la reducción del tamaño de las células: la menor de las dos células hijas no sufre la división, sólo se divide la célula hija de mayor tamaño; o bien, las diferencias de tamaño entre la **hipoteca** y la **epiteca** quedan paliadas por la elasticidad de las bandas pleurales (Streble y Krauter 1987, Lee 1989, Van den Hoek et al. 1995).

Ecología de las diatomeas

Las diatomeas son organismos fotosintéticos, es decir, productores primarios, con lo que sus poblaciones responden rápidamente al aumento o a la disminución de los nutrientes del medio en el que se desarrollan. Adicionalmente, constituyen un componente esencial en los ciclos de carbono y de silicio de los ecosistemas. Su distribución está influenciada por determinados factores espaciales (estratificación vertical y horizontal del agua) y temporales (estaciones climatológicas). La temperatura es uno de los factores más importantes, ya que su ciclo anual puede producir la ruptura de la estratificación vertical de la masa de agua. Este hecho conlleva la formación de corrientes de agua que trasladan los nutrientes, otro de los factores de gran importancia para la comunidad de diatomeas. Por otro lado, la luz, que determina los límites inferiores en los que se produce la fotosíntesis, y el oxígeno, son otros factores influyentes. Las diatomeas pueden vivir de forma solitaria o unirse formando colonias que, en algunos casos, pueden adquirir tamaños macroscópicos (e.g. *Diatoma*, *Melosira*, *Didymosphenia*).

Tienen dos modos de vida principales: muchas especies son planctónicas, es decir, viven flotando en la columna de agua, mientras que otras son perifíticas, con un ciclo de vida asociado a algún tipo de sustrato. Dentro de éstas últimas, en función del sustrato al que se ven ancladas, destacan tres grandes grupos: epilíticas, epifíticas y epipélicas, dependiendo si su sustrato es pétreo, vegetal (figuras 7 y 8) o algún tipo de sedimento, respectivamente (Ciutti 2005).

Algunos taxones pueden vivir epizoicamente, es decir, sobre algún tipo de animal. Las formas perifíticas suelen desarrollar un pedúnculo mucilaginoso, como en los géneros *Cymbella* o *Gomphonema*, cuya función es de sujeción al sustrato sobre el que se desarrollan, si bien ocasionalmente la **valva** completa está sujeta mediante mucílago a la superficie. Parece ser que el desarrollo de los procesos apendiculares está relacionado con la concentración de sales del agua. En muchos casos la vida de las microalgas no se desarrolla de forma sésil, sino que viven desplazándose continuamente sobre el sustrato. Algunas diatomeas segregan una envuelta tubular, y varias especies viven dentro del tubo deslizándose, alcanzando tamaños macroscópicos.

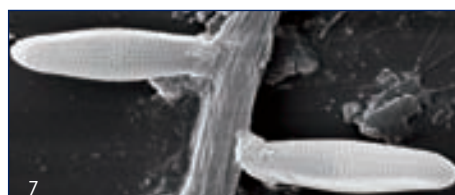


Figura 7. Diatomeas epifíticas asociadas directamente al sustrato vegetal.



Figura 8. Frústulos de *Didymosphenia geminata* asociados al sustrato mediante un pedúnculo mucilaginoso.

Una característica, de gran relevancia a la hora de utilizar las diatomeas como bioindicadores de la calidad del agua, es su sensibilidad frente a determinados factores ambientales (parámetros físicos, concentración de determinadas sustancias, etc.). Cuando su sensibilidad es alta, la presencia del factor conlleva la desaparición de los individuos sensibles a éste. Las especies pueden tener una sensibilidad media frente al factor o incluso ser indiferentes al mismo, con lo que su papel como bioindicadores se ve mermado. Por ejemplo, la distribución de las distintas especies de diatomeas tiene una clara relación con la contaminación orgánica, ya que no todas poseen la misma tolerancia a dicha contaminación. Existen especies intolerantes, las cuales no se encuentran en zonas con contaminación orgánica, especies facultativas, que no son capaces de tolerar un estrés severo, y especies

tolerantes, aquellas que aumentan proporcionalmente su densidad poblacional en la comunidad de diatomeas cuando los niveles de contaminación orgánica son elevados.

Análogamente, y dependiendo de su espectro de distribución, modelado por un elevado número de factores, podemos distinguir entre especies estenócoras, que tienen una serie de requerimientos que les limitan a la hora de ocupar un hábitat y, por lo tanto, aparecen en lugares con características concretas (son buenos indicadores); y especies eurícoras, cuyos requerimientos son menos estrictos, por lo que pueden ocupar diversos hábitats.

Atendiendo a esta clasificación se define el término de valencia ecológica (véase la sección 5), que será estrecha para organismos estenoicos y amplia para los eurioicos (Álvarez-Blanco 2008b).

Muestreo y análisis de las comunidades de diatomeas

El muestreo se realiza siguiendo la norma española UNE-EN 13946: *Guía para el muestreo en rutina y pretratamiento de diatomeas bentónicas de ríos* (AENOR 2004). Este protocolo exige considerar preferentemente tramos con corriente, ya que las muestras recogidas en zonas leníticas o semileníticas, o situadas río abajo de los embalses, contienen frecuentemente especies planctónicas o células muertas procedentes de cursos superiores que no se corresponden con la comunidad de diatomeas característica de ese punto. La normativa propone realizar los muestreos en el momento en el que los potenciales contaminantes se encuentran más concentrados, siendo la época estival aquella en la que usualmente los caudales de los ríos no regulados son mínimos. Sin embargo, es frecuente en esta época encontrar cauces secos, o con un caudal cuyas dimensiones no son representativas de todo el lecho fluvial y, aún cuando el caudal es suficiente, es necesario tener en cuenta que el sustrato a muestrear ha de haber permanecido sumergido durante las últimas cuatro semanas, condición que no resulta fácil hallar en años especialmente

áridos, sobre todo en los ríos situados en el sur de la cuenca del Duero.

La recogida de muestras se realiza mediante el raspado, con un cepillo de dientes, de rocas o piedras de un tamaño mínimo de 10 cm², situadas preferentemente en el punto medio del lecho fluvial (figura 9). En caso de no encontrarse este tipo de sustrato, se pueden utilizar sustratos artificiales, como pilares de puentes o diques, o bien macrófitos sumergidos. El raspado concluye al alcanzar un tamaño de muestra representativo (se seleccionan como mínimo 5 piedras) y se procede a su conservación a fin de detener la división celular y la descomposición de la materia orgánica, mediante formaldehído tamponado o etanol, con una concentración final en la muestra de 4% v/v. Una vez en el laboratorio se procede al tratamiento químico de la muestra con peróxido de hidrógeno (120 vol.) que provoca la digestión de la materia orgánica y permite obtener suspensiones de **frústulos** y **valvas** limpias de restos orgánicos.

Figura 9. Recogida de muestra mediante el raspado de piedras del lecho fluvial.



El proceso se realiza a una temperatura de 70-90°C, para conseguir acelerar la reacción. Se añaden después unas gotas de ácido clorhídrico (3 M) para eliminar las inclusiones de carbonato cálcico, que podrían precipitar y dificultar el estudio de la muestra. Posteriormente, para concentrar las diatomeas de la muestra y eliminar el peróxido de hidrógeno, se realizan sucesivas decantaciones, retirando en cada una de ellas el sobrenadante y administrando en su lugar agua destilada (fig. 10). Una vez concluido este proceso, se extraen con una pipeta unas gotas de la muestra homogénea y se depositan en un cubre-objetos redondo,

dejando que se seque a temperatura ambiente. Tras la evaporación del agua, los **frústulos** de las diatomeas quedan sujetos en el cubre-objetos. Éste, usando una resina sintética (Naphrax®) con un índice de refracción óptica de 1,7, se fija a un portaobjetos de vidrio. Así se concluye el montaje de las preparaciones microscópicas, que deberán ser correctamente etiquetadas, y que se encuentran entonces listas para su observación al microscopio. Un protocolo detallado se encuentra disponible en Blanco et al. (2008a).

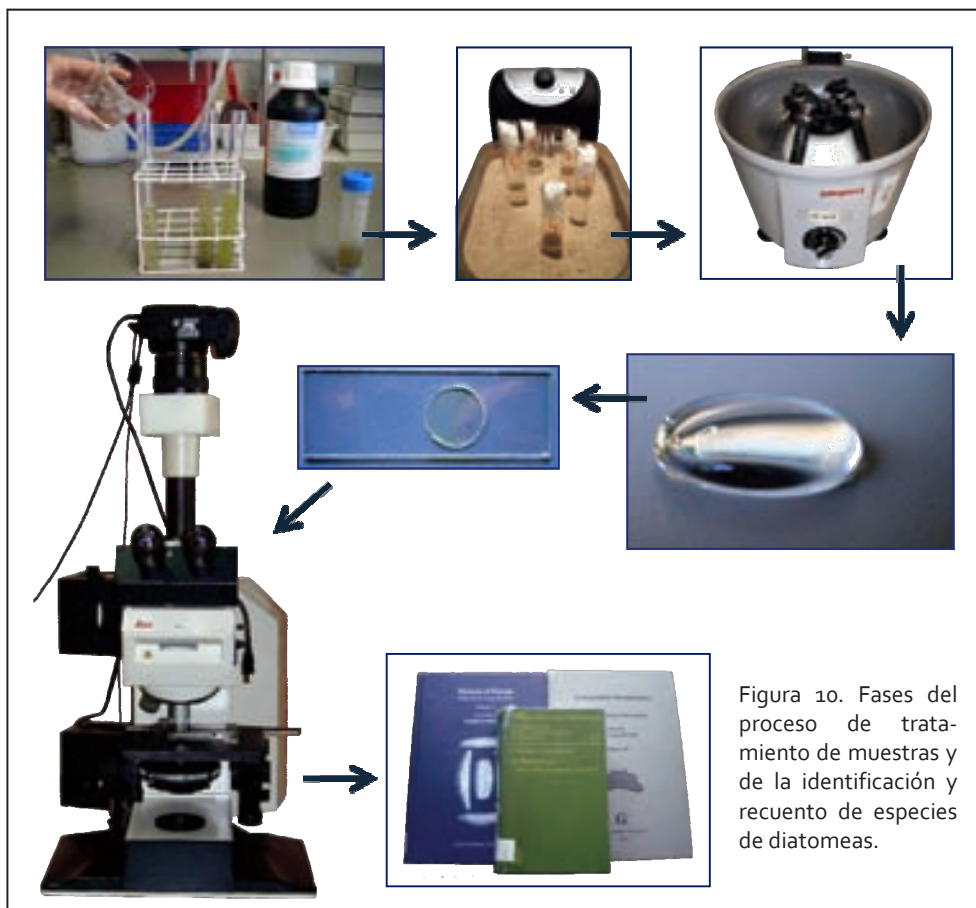


Figura 10. Fases del proceso de tratamiento de muestras y de la identificación y recuento de especies de diatomeas.

Con los datos obtenidos se calculan los principales índices bióticos basados en comunidades de diatomeas mediante el programa informático OMNIDIA 5.2 (Lecoite et al. 1993, 1999), que permite el cálculo de varios índices diatomológicos, originando un valor numérico que expresa la calidad general del agua en ese punto, con respecto a los valores extremos que puede adoptar teóricamente cada índice. Los índices se someten periódicamente a ensayos de intercalibración (Prygiel et al. 1999, 2002) a fin de ajustar su valor indicador (Blanco et al. 2006b).

Los valores de calidad del agua se han obtenido a partir del cálculo del Índice de Poulosensibilidad Específica (IPS) debido a su uso generalizado y consolidado, como demuestran numerosos estudios en la Península Ibérica (Almeida 2001, Gomà 2004, Gomà et al. 2005, Confederación Hidrográfica del Ebro 2005, Álvarez-Blanco et al. 2006, Blanco et al. 2006b, 2007, Cejudo et al. 2006, Penalta-Rodríguez y López-Rodríguez 2007) y en el resto del mundo (Eloranta y Soininen 2002, Ács et al. 2004, De la Rey 2004). El índice IPS (Coste en CEMAGREF, 1982), está basado en el método de Zelinka y Marvan (1961). Se calcula sobre la base de las medias ponderadas de los valores de Sensibilidad a la contaminación (S), Valor indicador de contaminación (V) y Abundancia relativa (A) de cada una de las es-

pecies (j) presentes en la muestra:

$$IPS = S (A_j \times S_j \times V_j) / S (A_j \times V_j)$$

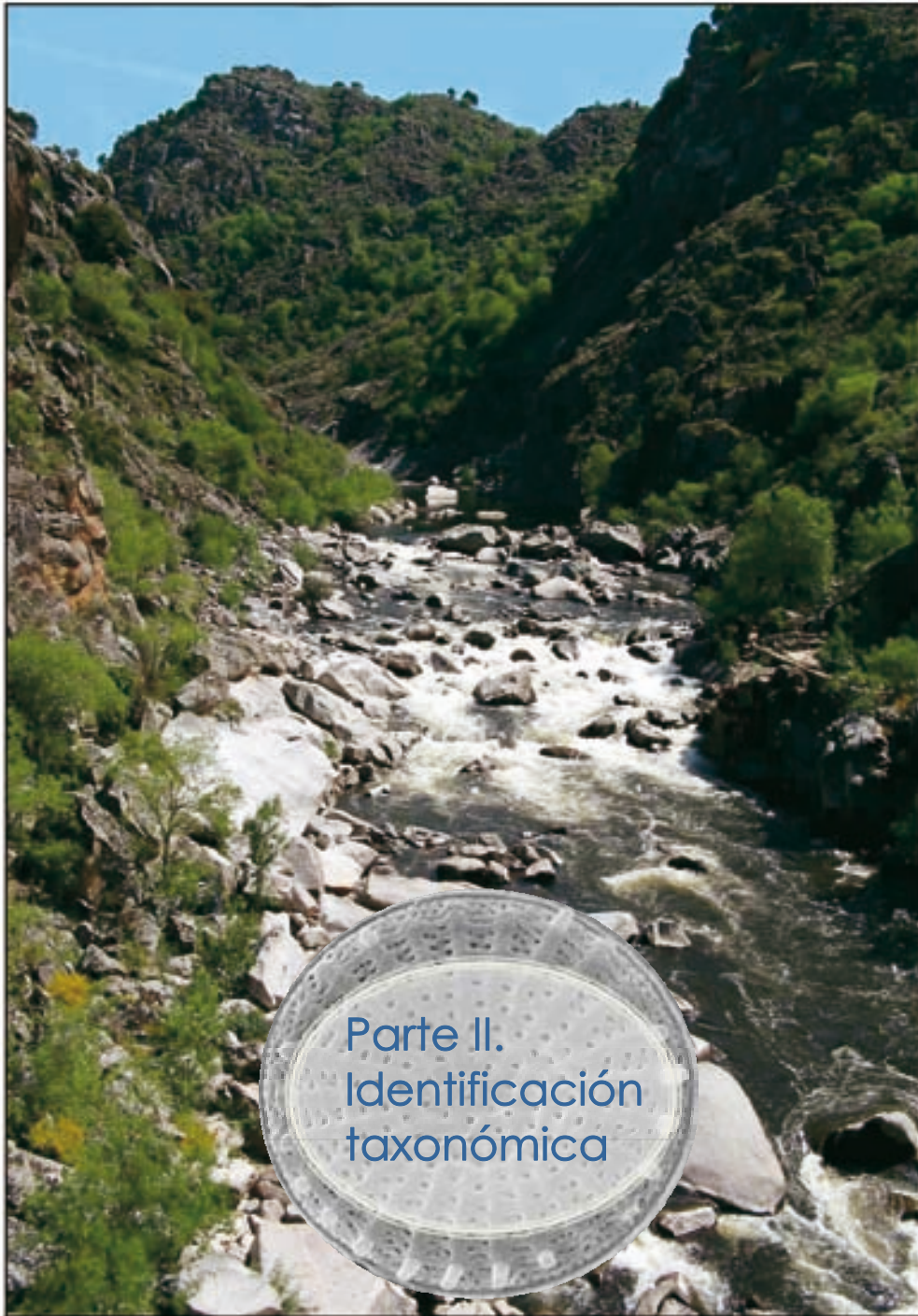
El valor S del IPS varía entre 1 y 5 (Tabla 1). Las especies con baja sensibilidad a la contaminación y, por tanto, que se desarrollan en aguas contaminadas poseen un valor de S bajo (1), mientras que aquellas que habitan en aguas limpias, ya que son sensibles a la contaminación, poseen valores de S elevados (5). El valor de V indica el espectro de distribución de la especie y varía entre 1 y 3. Aquellas especies que poseen una valencia ecológica estrecha y, por lo tanto, se desarrollan en aguas con características determinadas, poseen valores de V altos, cercanos a 3, y serán buenas indicadoras de calidad del agua. Sin embargo, las especies capaces de desarrollarse en ambientes muy diferentes, por no tener requerimientos estrictos, poseen valores de V bajos (1), y no serán buenas indicadoras de calidad del sistema en el que se desarrollan. Los valores de V y S pueden variar según las características **autoecológicas** de la flora local (Álvarez-Blanco, 2008b), con lo que el índice se ve sujeto a variaciones regionales. El resultado del IPS es un valor numérico que oscila entre 1 y 20, representando estos valores los estadios de mínima y máxima calidad biológica posibles, respectivamente, para un determinado tramo fluvial.

Tabla 1. Valores de sensibilidad a la contaminación (S) y resultado del índice IPS.

Valor de S	5	4	3	2	1
IPS	17-20	13-17	9-13	5-9	1-5
Calidad del agua	Muy buena	Buena	Moderada	Deficiente	Mala

Hay que advertir que, para la aplicación específica de indicadores bióticos según los requisitos de la DMA, es necesario realizar previamente un reescalamiento de los valores resultantes de cada índice biótico con respecto a las condiciones ecológicas óptimas presentes en cada tipo fluvial de la cuenca (condiciones de refe-

rencia). En la actualidad se está procediendo a la calibración de tales métricas, pero de forma provisional se han propuesto unos intervalos de calidad aplicables de forma genérica, basados en los empleados para el desarrollo del índice IBD (Prygiel y Coste 2000), los cuales se pueden observar en la tabla 1.



Río Águeda en San Felices de los Gallegos (Salamanca).



Clave dicotómica de identificación a nivel de género

Clave dicotómica artificial para la determinación de los géneros de diatomeas tratados en esta guía. Basada en Rumeau & Coste (1988), Round et al. (1990), Compère (2000) y Krammer & Lange-Bertalot (2000). Los términos resaltados en **negrita** se definen en el glosario (p. 181).

1. Frústulo con estructura radial o concéntrica, sin rafe ni pseudorrafe; a menudo con aspecto circular o cilíndrico (diatomeas céntricas) 2
- 1'. Frústulo generalmente de estructura alargada, rara vez de forma circular, usualmente con un rafe o pseudorrafe (diatomeas pennadas) 8
2. Frústulos cilíndricos con mantos largos, normalmente aparecen en visión pleural y, a menudo, conectados entre sí por las caras valvares formando colonias filamentosas 3
- 2'. Frústulos generalmente solitarios o formando cadenas cortas; manto corto, normalmente aparecen en visión valvar 5
3. Frústulos muy grandes (diámetro mayor de 35 μm). La cara valvar presenta costillas radiales marginales..... *Ellerbeckia* (p. 42)
- 3'. Frústulos menores (diámetro menor de 35 μm). Cara valvar ornamentada de otra forma 4
4. Ornamentación en el manto muy tenue, a menudo invisible *Melosira* (p. 42)
- 4'. Manto ornamentado con varias filas de areolas *Aulacoseira* (p. 43)
5. Ornamentación central de la cara valvar claramente diferente de la de la zona marginal 6
- 5'. Ornamentación central de la cara valvar no diferente de la de la zona marginal..... 7
6. Fultopórtulas marginales, rimopórtulas entre las costillas *Discostella* (p. 44)
- 6'. Areolas y/o fultopórtulas en el área central *Puncticulata* (p. 44)
- 6''. Sin los caracteres anteriores *Cyclotella* (p. 44)
7. Filas de areolas no separadas por costillas marginales en la parte interna de la valva *Stephanodiscus* (p. 45)

7'.	Filas de areolas separadas por costillas marginales en la parte interna de la valva	<i>Cyclostephanos</i> (p. 35)
8.	Frústulo provisto de rafe en, al menos, una valva, a veces muy corto y restringido a los polos	9
8'.	Valvas sin rafe, frecuentemente con un pseudorrafe (Arrafídeas)	11
9.	Frústulos asimétricos. Rafe desarrollado sobre el manto valvar, en visión valvar sólo se aprecia cerca de los ápices (Braquirrafídeas)	<i>Eunotia</i> (p. 53)
9'.	El rafe se extiende normalmente a lo largo de toda la cara valvar	10
10.	Una de las valvas presenta rafe, la otra generalmente un pseudorrafe (Monorrafídeas)	18
10'.	Las dos valvas presentan rafe (Birrafídeas)	25
11.	Las cópulas presentan septos internos	<i>Tabellaria</i> (p. 48)
11'.	Sin septos en las cópulas	9
12.	Valva con costillas transapicales	13
12'.	Valva sin costillas transapicales	14
13.	Frústulos heteropolares, a veces en visión pleural formando colonias semicirculares	<i>Meridion</i> (p. 48)
13'.	Frústulos isopolares, a veces en visión pleural formando colonias en zigzag	<i>Diatoma</i> (p. 47)
14.	Frústulos heteropolares, a veces en visión pleural formando colonias en forma de estrella	<i>Asterionella</i> (p. 48)
14'.	Frústulos isopolares, a veces en visión pleural formando colonias filamentosas	15
15.	Con espinas marginales	16
15'.	Sin espinas marginales	<i>Ulnaria</i> (p. 50)
16.	Estriación radiante, estrías interrumpidas por líneas hialinas longitudinales	<i>Pseudostaurosira</i> (p. 51)
16'.	Combinación de caracteres diferente	17
17.	Valvas sin rimopórtula	<i>Staurosira</i> (p. 51)
17'.	Valvas con una o dos rimopórtulas	<i>Fragilaria</i> (p. 50)

18.	Frústulos heteropolares	<i>Peronia</i> (p. 74)
18'.	Frústulos isopolares	19
19.	Frústulos ligeramente curvados a lo largo del eje apical	20
19'.	Frústulos rectos a lo largo del eje apical	<i>Cocconeis</i> (p. 55)
20.	Areolas claramente visibles, pseudorrafe no central	<i>Achnanthes</i> (p. 56)
20'.	Combinación de caracteres diferente	21
21.	Estrías bi- o multiseriadas	22
21'.	Estrías uniseriadas	23
22.	Estrías biseriadas	<i>Lemnicola</i> (p. 58)
22'.	Estrías multiseriadas	24
23.	Valvas lineares a linear-lanceoladas o lanceolado-elípticas	<i>Achnantheidium</i> (p. 57)
23'.	Valvas elípticas a lanceoladas	<i>Karayevia</i> (p. 57)
24.	Valva sin rafe frecuentemente provista de un cavum o septo central	<i>Planothidium</i> (p. 58)
24'.	Sin el carácter anterior	<i>Platessa</i> (p. 58)
25.	Las dos ramas del rafe se sitúan sobre la superficie valvar	28
25'.	Rafe marginal, incluido en un canal rafidiano	26
26.	Frústulos provistos de quilla	52
26'.	Frústulos sin quilla	27
27.	Canal rafidiano en el manto valvar, circundando la valva	56
27'.	Canal rafidiano en la cara valvar	54
28.	Valvas asimétricas y/o heteropolares, no sigmoides	29
28'.	Valvas simétricas o sigmoides, e isopolares	38
29.	Valvas heteropolares	30
29'.	Valvas isopolares	34
30.	Rafe reducido o ausente en una de las valvas	31
30'.	Rafe igualmente desarrollado en ambas valvas	32

31.	Frústulo recto en visión pleural	<i>Peronia</i> (p. 74)
31'.	Frústulo curvado en visión pleural	<i>Rhoicosphenia</i> (p. 74)
32.	Estrías compuestas de alveolos	<i>Gomphoneis</i> (p. 73)
32'.	Estrías no compuestas de alveolos	33
33.	Ambos polos capitados. Ancho > 20 µm	<i>Didymosphenia</i> (p. 74)
33'.	Estrías muy cortas. Sin estigmas	<i>Gomphosphenia</i> (p. 74)
33''.	Combinación de caracteres diferente	<i>Gomphonema</i> (p. 71)
34.	Frústulos arqueados, elípticos en visión pleural, mostrando simultáneamente el rafe de ambas valvas	<i>Amphora / Halamphora</i> (p. 70)
34'.	Combinación de caracteres diferente	35
35.	Margen ventral de la valva ondulado, con una prominencia hialina central. Fisuras centrales del rafe no curvadas	<i>Reimeria</i> (p. 69)
35'.	Combinación de caracteres diferente	36
36.	Fisuras terminales del rafe curvadas ventralmente, ocasionalmente estigmoides dorsales	37
36'.	Fisuras terminales del rafe curvadas dorsalmente, ocasionalmente estigmas ventrales	<i>Cymbella</i> (p. 66)
37.	Frústulos curvados dorsiventralmente	<i>Encyonema</i> (p. 68)
37'.	Frústulos no curvados dorsiventralmente o sólo ligeramente	<i>Encyonopsis</i> (p. 69)
38.	Valvas sigmoides	<i>Gyrosigma</i> (p. 62)
38'.	Valvas no sigmoides	39
39.	Estrías formadas por alveolos	<i>Caloneis</i> (p. 62)
39'.	Estrías no formadas por alveolos	40
40.	Presencia de un "stauros" en la valva	<i>Stauroneis</i> (p. 62)
40'.	Valvas sin "stauros"	41
41.	Valvas con un canal longitudinal a ambos lados del rafe	<i>Diploneis</i> (p. 62)
41'.	Valvas sin un canal longitudinal a ambos lados del rafe	42

42. Los extremos del rafe son puntiformes o en forma de "T". Estrías uniseriadas con poroides alargados transapicalmente. A menudo formando colonias filamentosas..... *Diadেসmis* (p. 60)
- 42'. Valvas recorridas por líneas longitudinales onduladas..... *Brachysira* (p. 62)
- 42''. Combinación de caracteres diferente..... 43
43. Algunas estrías se interrumpen cerca de los ápices por una línea hialina, delimitando varias areolas más conspicuas cerca del rafe *Geissleria* (p.68)
- 43'. Sin este carácter 44
44. Rafe situado en un espesamiento silíceo de la valva *Sellaphora* (p. 61)
- 44'. Sin este carácter 45
45. Estrías formadas por lineolas 46
- 45'. Estrías no formadas por lineolas 48
46. Las areolas se ordenan formando estrías transversales y longitudinales *Craticula* (p. xx)
- 46'. Las areolas se ordenan formando estrías transversales 47
47. Los nódulos terminales del rafe se expanden transversalmente ... *Hippodonta* (p. 60)
- 47'. Sin este carácter *Navicula* (p. 63)
48. Areolas claramente visibles en microscopio óptico 49
- 48'. Areolas no claramente visibles en microscopio óptico 50
49. Área central expandida transversalmente, con un estigma *Luticola* (p. 60)
- 49'. Valvas elípticas o circulares, estrías fuertemente radiantes, fisuras terminales del rafe curvadas en direcciones opuestas *Cavinula* (p. 60)
50. Ramas del rafe rectas en toda su longitud, sin fisuras centrales ni terminales *Fistulifera* (p. 60)
- 50'. Combinación de caracteres diferente 51
51. Himen localizado entre las aperturas externa e interna de la areola ... *Eolimna* (p. 61)
- 51'. Himen localizado en la apertura externa de la areola..... *Mayamaea* (p. 60)
52. Valvas simétricas *Denticula* (p. 79)
- 52'. Valvas asimétricas 53

53. Rafe ventral o en forma de V *Epithemia* (p. 80)
- 53'. Rafe dorsal *Rhopalodia* (p. 79)
54. Valvas lineares, rafe central *Bacillaria* (p. 79)
- 54'. Combinación de caracteres diferente 55
55. Fíbulas muy extendidas transapicalmente *Grunowia* (p. 79)
- 55'. Sin este carácter *Nitzschia* (p. 75)
56. Ondulaciones transapicales en la valva que no se interrumpen en el área central *Cymatopleura* (p. 81)
- 56'. Valva plana o con ondulaciones marginales, interrumpidas en el área central *Surirella* (p. 81)

Láminas de identificación visual

Céntricas



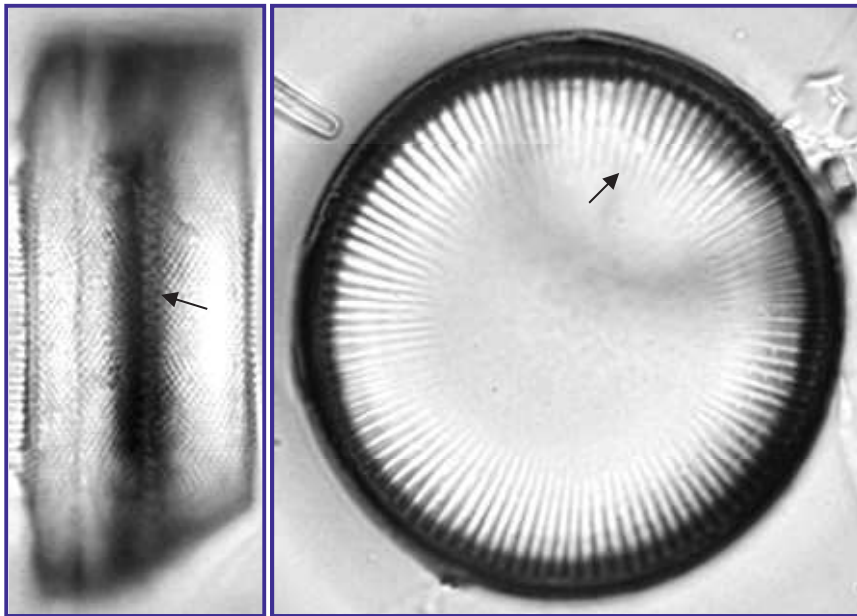
CÉNTRICAS

Formas cilíndricas

Células muy grandes (diámetro mayor de 35 μm)

Género: **ELLERBECKIA**

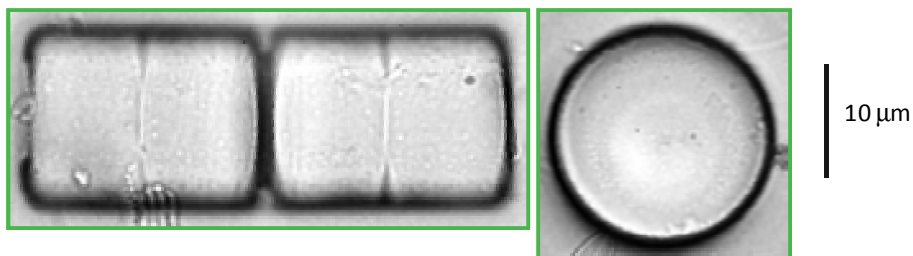
Presencia de espinas, cara valvar con costillas radiales marginales:



Ellerbeckia arenaria (EARE) = *Melosira arenaria* (MARE)

Células de diámetro inferior a 35 μm

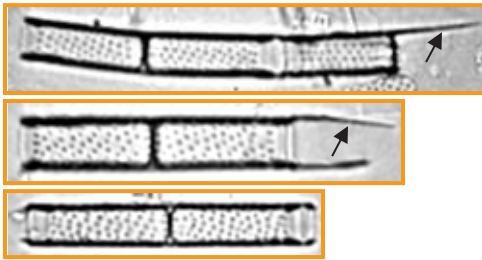
Manto con ornamentación tenue, célula sin espinas: género **MELOSIRA**



Melosira varians (MVAR)

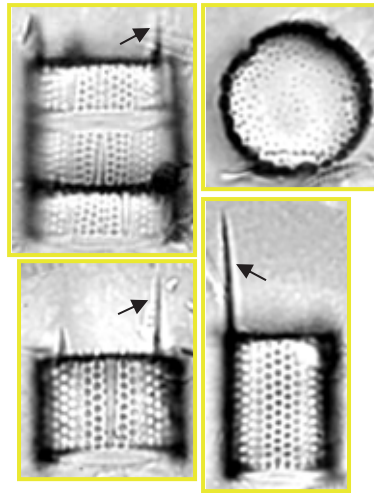
Manto ornamentado (con areolas): género **AULACOSEIRA**

Areolas gruesas, valvas prolongadas por espinas largas en algunos individuos:



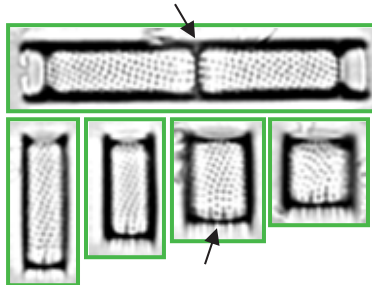
Aulacoseira granulata (AUGR)

Areolas gruesas, espinas y manto valvar más cortos que en *A. granulata*:



Aulacoseira muzzanensis (AMUZ)

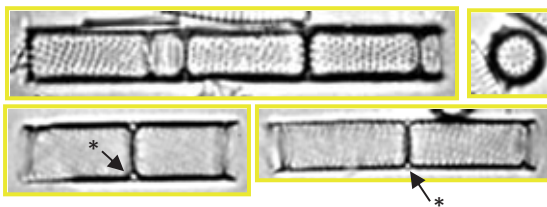
Areolas pequeñas, frústulos unidos en cadenas por coronas de espinas, surcos laterales en forma de V:



Aulacoseira subarctica (AUSU)

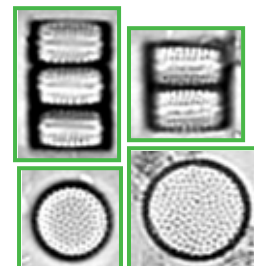
10 μ m

Areolas pequeñas, espinas cortas y surcos en la unión entre células de forma rectangular (visibles al desenfocar la célula)*:



Aulacoseira ambigua (AAMB)

Areolas pequeñas, células más cortas que su diámetro, espinas de pequeño tamaño:



Aulacoseira tenella (AUTL)

CÉNTRICAS

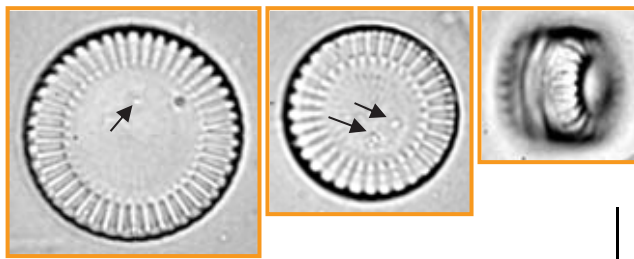
Formas discoides

Estrías no prolongadas hasta el centro de la valva

Género: **CYCLOTELLA**

Estrías gruesas (de 5 a 10 en 10 µm), área central lisa o ligeramente ondulada:

Región central de la cara valvar perforada (1 a 4 fultopórtulas):



Cyclotella meneghiniana (CMEN)

Región central no perforada (sin fultopórtulas):

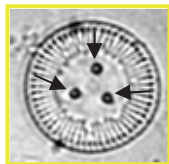


Cyclotella meduanae (CMED)

10 µm

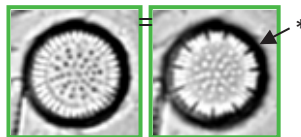
Estrías de grosor medio (de 10 a 15 en 10 µm):

De 3 a 5 depresiones en el centro de la valva:



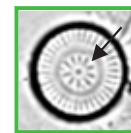
Cyclotella ocellata (COCE)

Areolas visibles en el centro valvar, repliegues silíceos en la base de las estrías*:



Punctulata radiosa (PRAD)
= *Cyclotella radiosa* (CRAD)

Ornamentación en forma de estrella:



Discostella pseudostelligera (DPST)
= *Cyclotella pseudostelligera* (CPST)

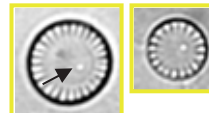
Estrías de pequeño grosor (de 16 a 22 en 10 µm):

Estrías finas y gruesas intercaladas, fultopórtula central:



Cyclotella atomus (CATO)

Estrías cortas de igual grosor, fultopórtula central:



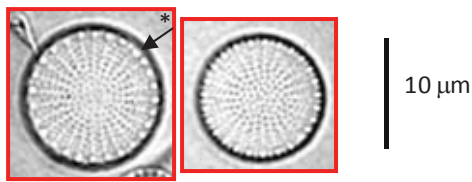
Cyclotella atomus var. *gracilis* (CAGR)

Estrías prolongadas hasta el centro de la valva:

Espinas visibles en la periferia de la valva*: género **STEPHANODISCUS**

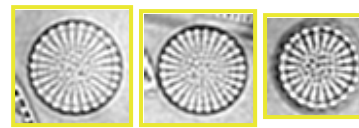
Valva plana:

No se distingue un área central clara:



Stephanodiscus hantzschii
(SHAN)

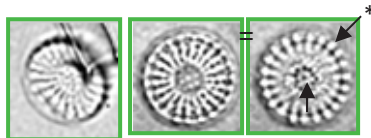
Área central diferenciada de la zona periférica:



Stephanodiscus parvus
(SPAV)

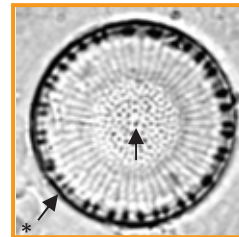
Valva ondulada o bombeada en el centro:

Espinas dispuestas regularmente, fultopórtula central:



Stephanodiscus minutulus
(STMI)

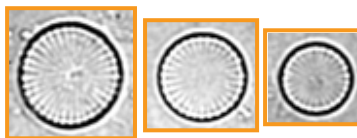
Espinas dispuestas irregularmente, presencia de fultopórtula central:



Stephanodiscus neoastraea
(SNEO)

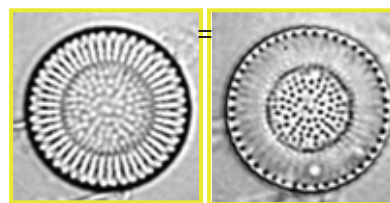
Espinas poco visibles: género **CYCLOSTEPHANOS**

Valva plana, no se observa estriación en el centro valvar:



Cyclostephanos invisitatus
(CINV)

Valva abombada en el centro, distinguiéndose un área central con areolas visibles:



Cyclostephanos dubius (CDUB)
= *Stephanodiscus dubius* (SDUB)

A rrafídeas



Arrafídeas

Lámina 5

ARRAFÍDEAS

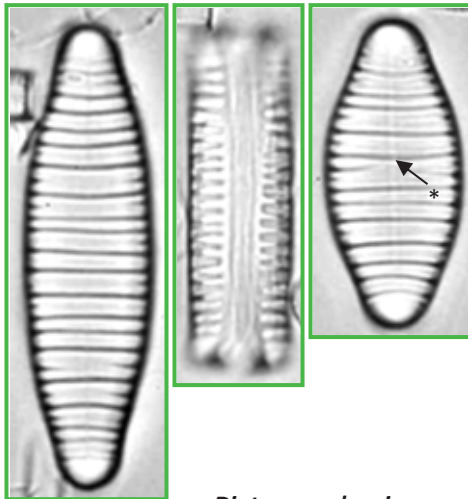
Ausencia de rafe en las dos valvas

Presencia de costillas*:

Valvas isopolares, colonias en zig-zag: género *DIATOMA*

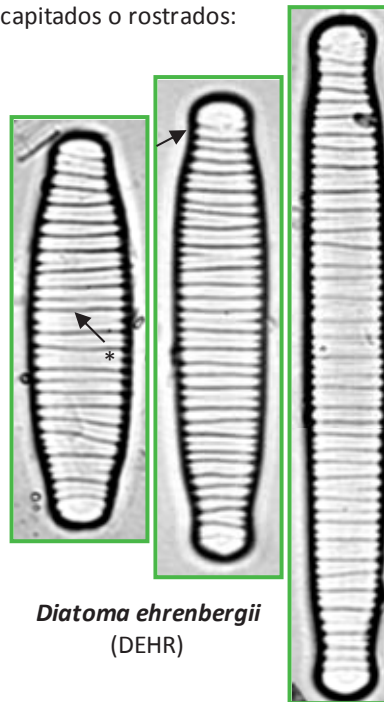
Elevado número de costillas (>6):

Valvas lanceoladas o elípticas, con
ápices ligeramente rostrados:



Diatoma vulgaris
(DVUL)

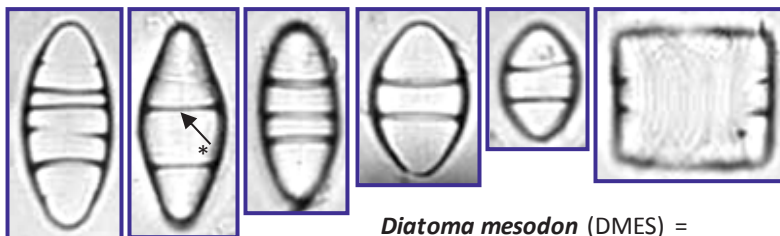
Valvas lineares o ligeramente
lanceoladas con ápices
capitados o rostrados:



Diatoma ehrenbergii
(DEHR)

Bajo número de costillas (<6):

Células pequeñas con valvas lanceoladas, rómbicas o elípticas:



Diatoma mesodon (DMES) =
Diatoma hiemale var. *mesodon* (DHME)

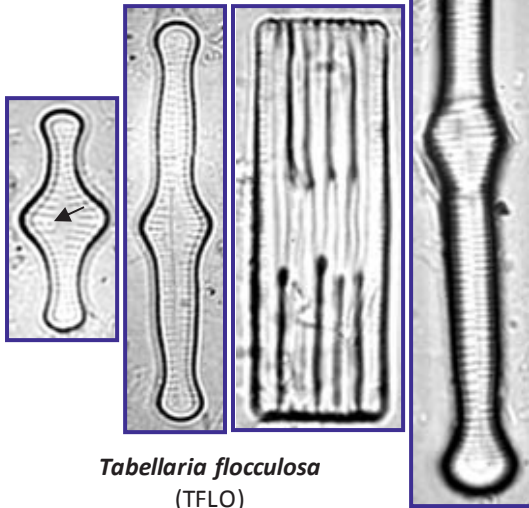
10 μm

Ausencia de costillas:

Colonias en zig-zag:

género **TABELLARIA**

Valvas con engrosamiento central donde se observa una rimopórtula, ápices capitados:

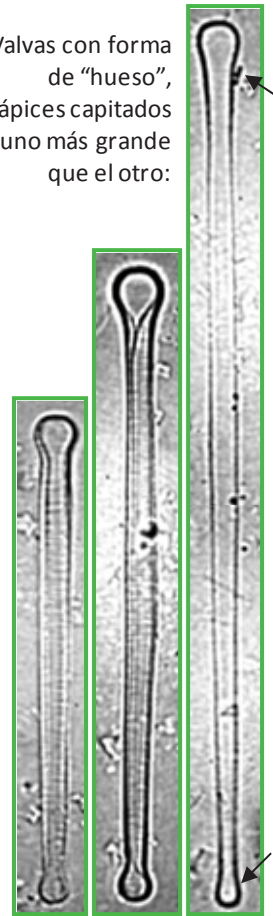


Tabellaria flocculosa (TFLO)

Colonias en forma de estrella:

género **ASTERIONELLA**

Valvas con forma de "hueso", ápices capitados uno más grande que el otro:

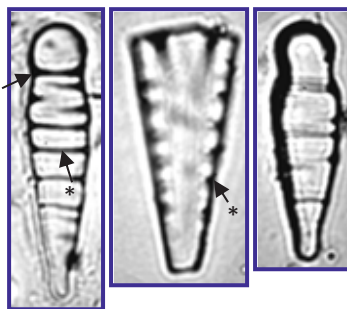


Asterionella formosa (AFOR)

Presencia de costillas*:

Colonias en abanico:

género **MERIDION**



Valvas heteropolares, polo apical capitado:

Meridion constrictum (MCON) = *Meridion circulare* var. *constrictum* (MCCO)

10 μm

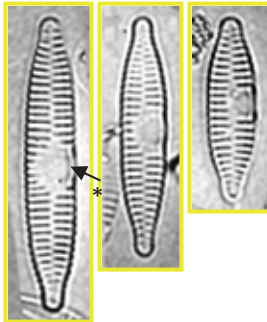
Arrafideas

Lámina 7

Ausencia de costillas:

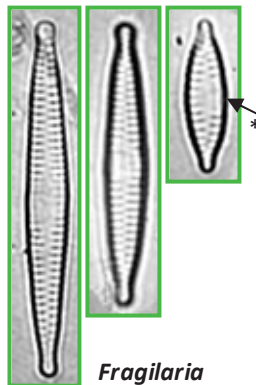
Pseudorrafe bien visible, área hialina central*: género **FRAGILARIA**

Densidad de estrías
baja (8-12 en 10 µm) :



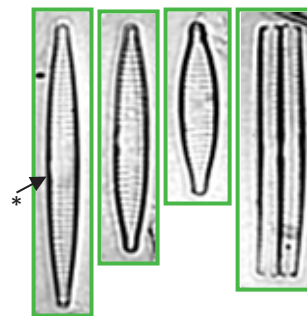
Fragilaria vaucheriae (FVAU)
= *Fragilaria capucina*
var. *vaucheriae* (FCVA)

Densidad de estrías
media (17-21 en 10 µm):

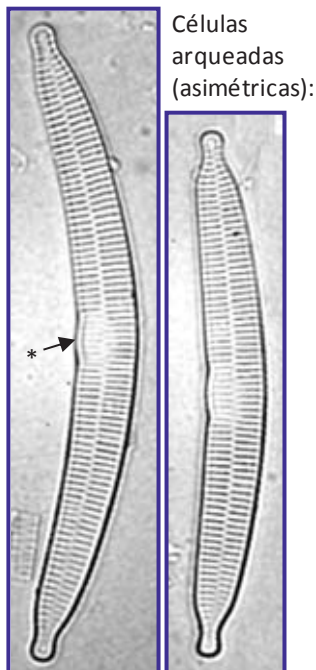


Fragilaria perminuta (FPEM)
= *Fragilaria capucina*
var. *perminuta* (FCPE)

Densidad de estrías media,
estrías débilmente marcadas:

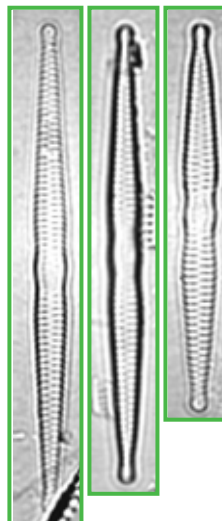


Fragilaria rumpens (FRUM)
= *Fragilaria capucina* var.
rumpens (FCRU)

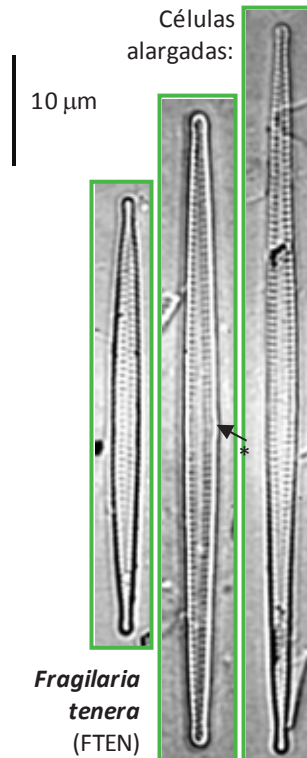


Fragilaria arcus (FARC)
= *Hannaea arcus* (HARC)

Área central con
bordes convexos:



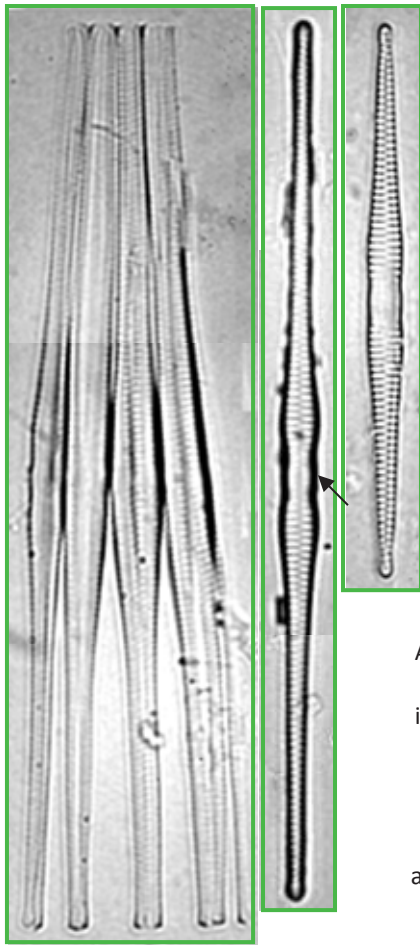
Fragilaria capucina (FCAP)



Fragilaria tenera (FTEN)

Género **FRAGILARIA**

Ligero estrechamiento del área hialina central. Frústulos en visión pleural, a veces, unidos por una de sus mitades y separados en la otra:

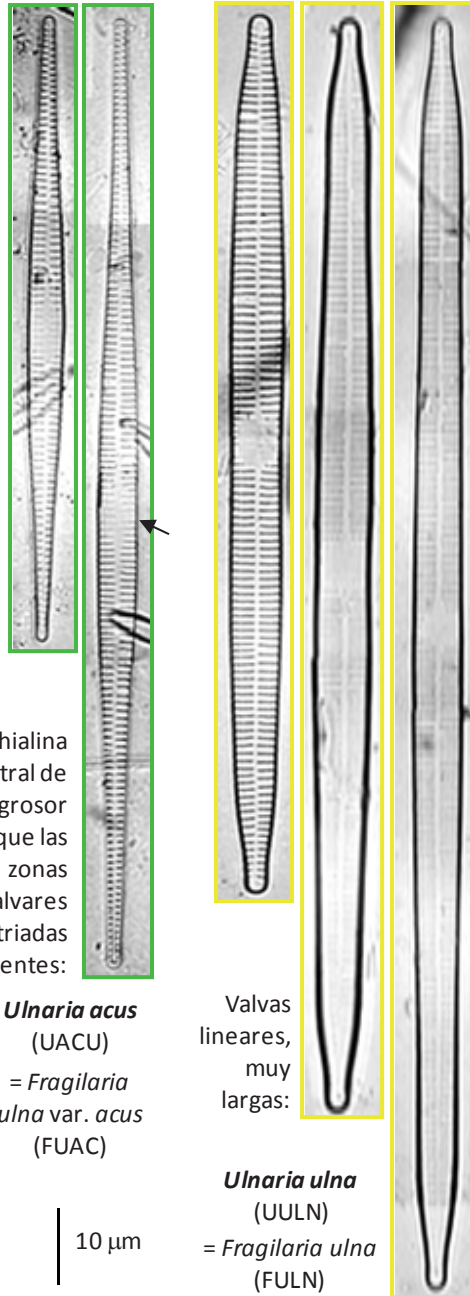


Fragilaria crotonensis
(FCRO)

10 μm

Género **ULNARIA**

Estrías de ambos márgenes enfrentadas:



Área hialina central de igual grosor que las zonas valvares estriadas adyacentes:

Ulnaria acus
(UACU)
= *Fragilaria ulna* var. *acus*
(FUAC)

Valvas lineares, muy largas:

Ulnaria ulna
(UULN)
= *Fragilaria ulna*
(FULN)

10 μm

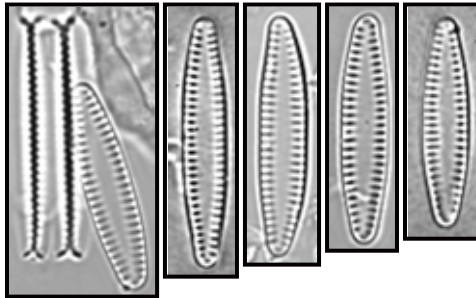
Arrafideas

Lámina 9

Formas pequeñas:

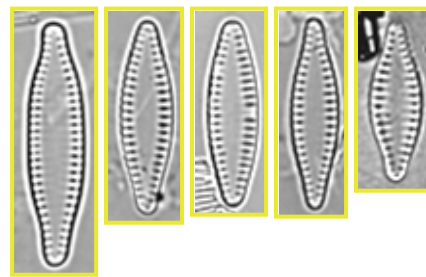
Estrías cortas: género **PSEUDOSTAUSIRA**

Células con forma lineal:



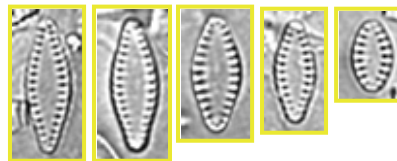
Pseudostaurosira polonica
(PSPO)
= *Fragilaria polonica* (FPOL)

Células con forma lanceolada:



Pseudostaurosira brevistriata
(PSBR)
= *Fragilaria brevistriata* (FBRE)

Valvas pequeñas
($<10\ \mu\text{m}$) con forma
róbica:

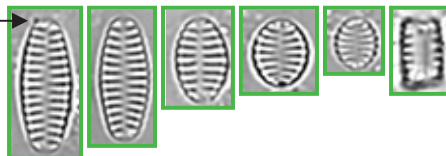


10 μm

Pseudostaurosira elliptica (PSSE)
= *Fragilaria elliptica* (FELL)

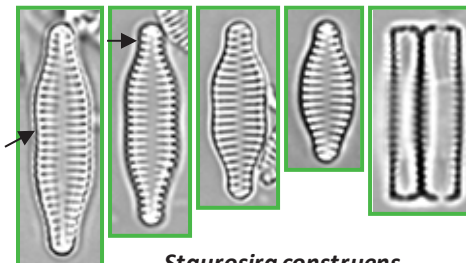
Estrías más largas: género **STAUSIRA**

Valvas pequeñas ($<16\ \mu\text{m}$) de ápices
redondeados y forma elíptica:



Staurosira venter
(SSVE)
= *Fragilaria construens*
f. *venter* (FCVE)

Células con estrechamiento central,
ápices pronunciados y rostrados:



Staurosira construens
var. *binodis* (SCBI) = *Fragilaria*
construens f. *binodis* (FCBI)

Braquirrafídeas

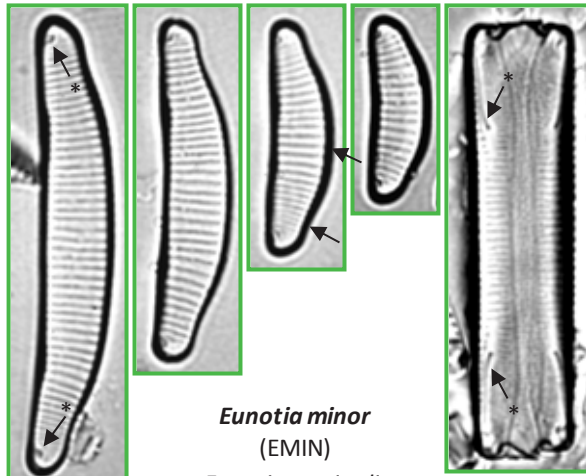


BRAQUIRRAFÍDEAS

Rafes cortos visibles en los polos*

Frústulos asimétricos: género *EUNOTIA*

Estrías visibles, con mayor densidad en los ápices de la célula y en la zona ventral de la misma:



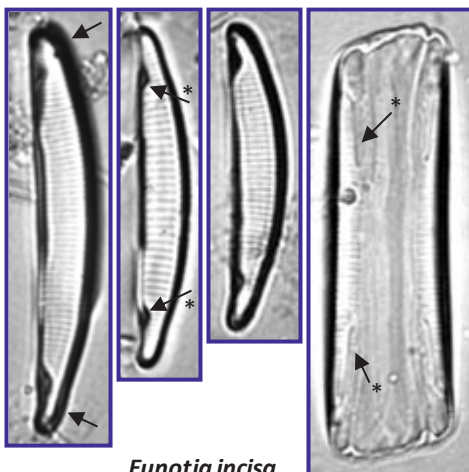
Eunotia minor
(EMIN)
Eunotia pectinalis
var. *minor* (EPMI)

Células muy alargadas y delgadas, con estriación poco visible:



Eunotia naegelii
(ENAE)

Ápices estrechos y afilados, uno ligeramente más estrecho que el otro:



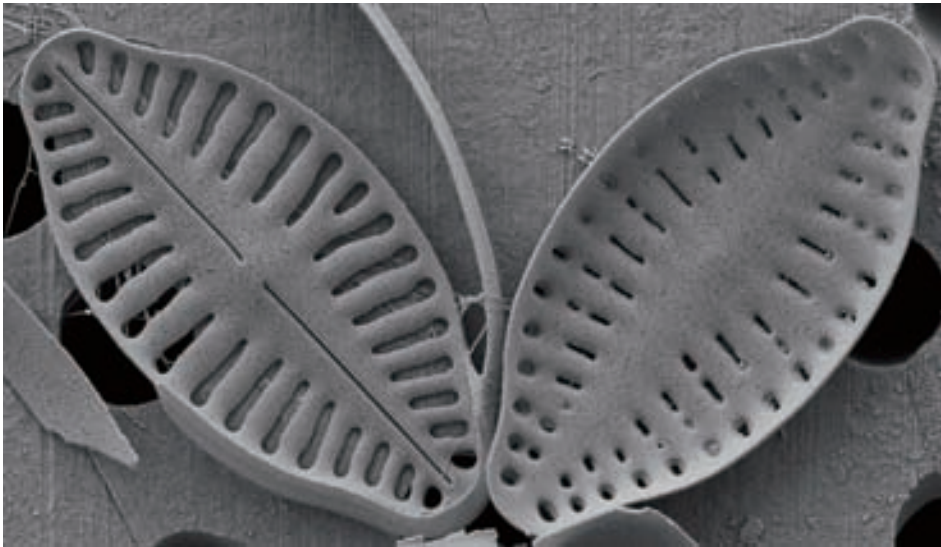
Eunotia incisa
(EINC)

Células pequeñas (< 28 μm), con ápices muy capitados y arqueados hacia el margen dorsal de la valva:



Eunotia exigua
(EEXI)

Monorrafídeas

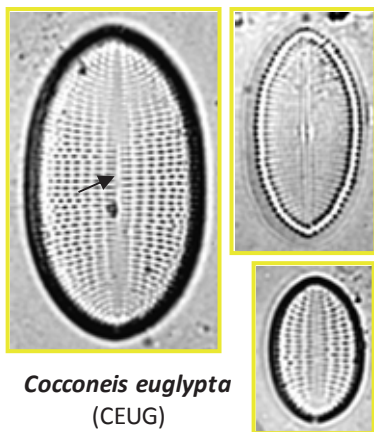


MONORRAFÍDEAS

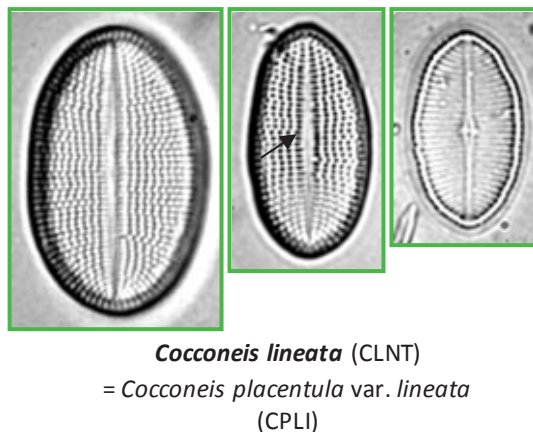
Rafe sólo presente en una de las valvas

Valva plana o abombada*: género **COCONEIS**

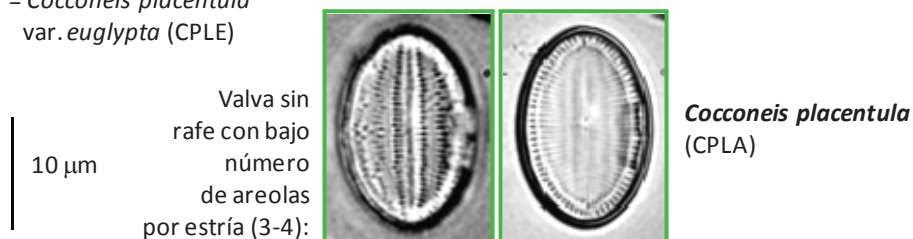
Valva sin rafe con areolas alargadas y un estrecho pseudorrafe central:



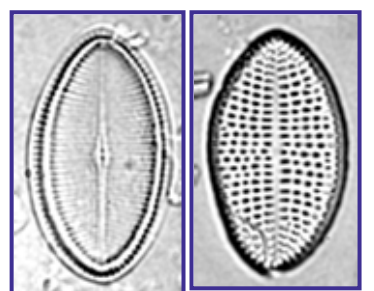
Valva sin rafe con areolas circulares y un pseudorrafe central lanceolado:



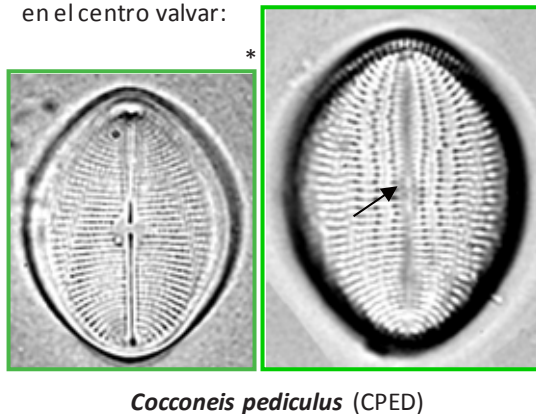
Valva sin rafe con bajo número de areolas por estría (3-4):



Valva sin rafe con areolas gruesas:



Valvas rombo-elípticas, pseudorrafe estrechado en el centro valvar:

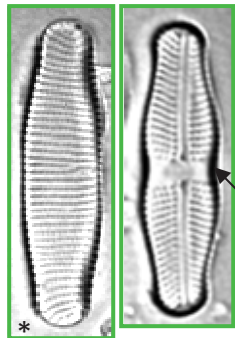


Frústulos curvados en visión pleural

Géneros: **ACHNANTHES*** (pseudorrafe no central)

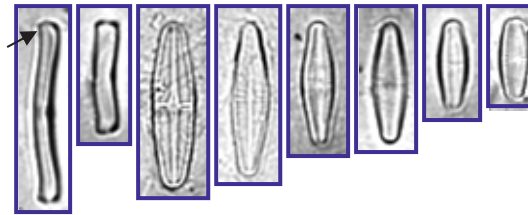
ACHNANTHIDIUM (pseudorrafe central)

Estrechamiento del centro valvar, areolas claramente visibles:



Achnanthes coarctata (ACO)

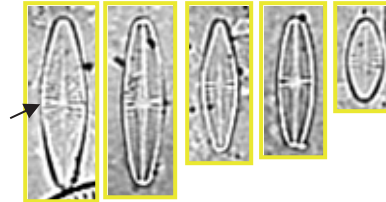
Forma valvar variable (linear, lanceolada o elíptica), ápices curvados en visión pleural:



Achnantheidium minutissimum (ADM)
= *Achnanthes minutissima* (AMIN)

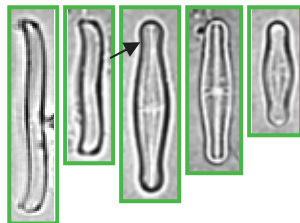
10 µm

Valva con forma rómbica, estrías de la valva sin rafe radiantes, visibles en el centro valvar:



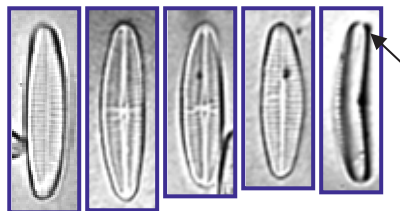
Achnantheidium eutrophilum (ADE)
= *Achnanthes eutrophila* (AEUT)

Ápices capitados:



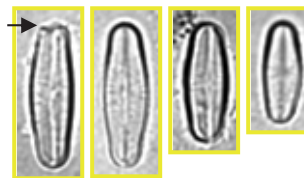
Achnantheidium catenatum (ADCT)
= *Achnanthes catenata* (ACTT)

Frústulos ligeramente asimétricos, estrías visibles y ápices no curvados en visión pleural:



Achnantheidium pyrenaicum (ADPY)
= *Achnanthes biasoletiana* (ABIA)

Valvas de apariencia más robusta que *A. minutissimum*, ápices redondeados:

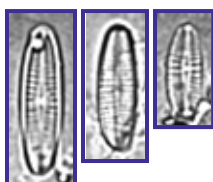


Achnantheidium saprophilum (ADSA)
= *Achnanthes minutissima* var. *saprophila* (AMSA)

Monorrafídeas

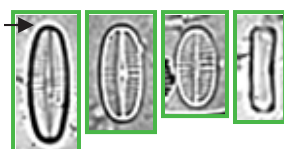
Lámina 13

Valvas elípticas o
linear-elípticas,
areolas visibles:



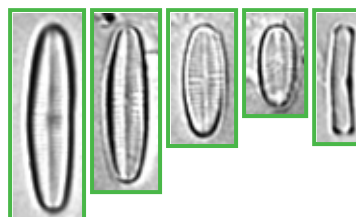
**Achnantheidium
subatomus** (ADSU) =
Achnanthes biasolettiana
var. *subatomus* (ABSU)

Valvas elípticas, con
ápices redondeados:



**Achnantheidium
straubianum** (ADSB)
= *Achnanthes*
straubiana (ASTB)

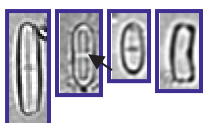
Valvas linear-elípticas,
ligeramente asimétricas:



**Achnantheidium
rivulare**
(ADRI)

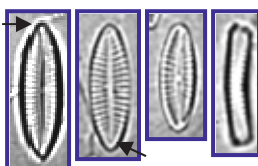
10 μm

Células muy
pequeñas, espacio
central sin estrías:



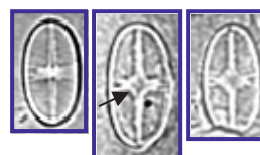
**Achnantheidium
lineare**
(ACLI)

Estrías radiantes y bien
visibles, ápices apuntados:



**Achnantheidium
subhudsonis** (ADSH)
= *Achnanthes subhudsonis*
(ASHU)

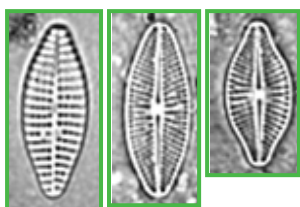
Estrías poco visibles, amplia
área central hialina:



**Achnantheidium
subatomoides** (ADSO)
= *Achnanthes subatomoides*
(ASAT)

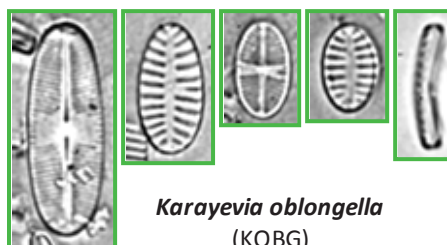
Género: **KARAYEVIA**

Valva con rafe con estrías radiantes,
estrías paralelas en la valva sin rafe,
areolas visibles en ambas valvas:



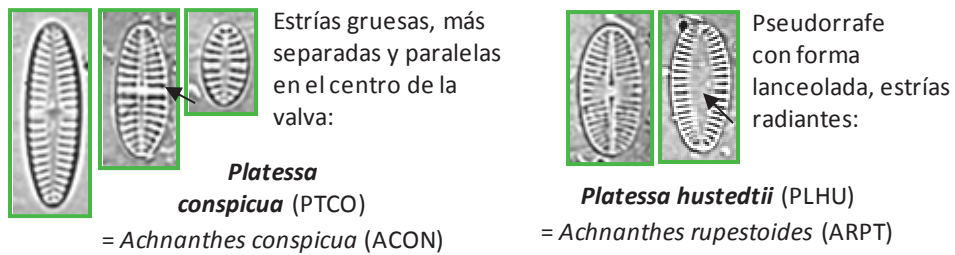
Karayevia clevei (KCLE)
= *Achnanthes clevei* (ACCL)

Valva sin rafe con estrías gruesas y
areolas claramente visibles, valva con
rafe con alta densidad de estrías finas:



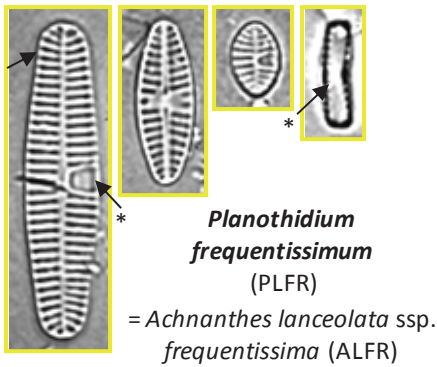
Karayevia oblongella
(KOBG)
= *Achnanthes oblongella* (AOBG)

Géneros: **PLATESSA, PLANOTHIDIUM Y LEMNICOLA**

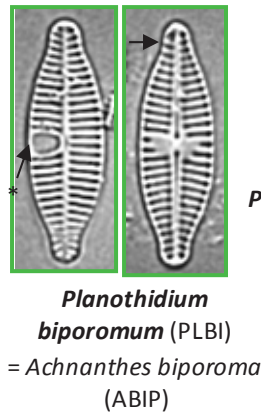


Valva sin rafe provista de cavum central y septo* en forma de herradura:

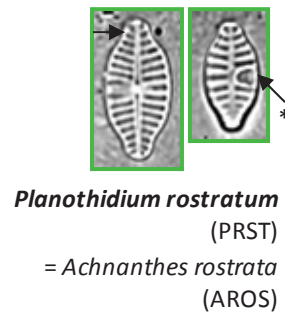
Frústulos elípticos o lanceolados con ápices ligeramente rostrados:



Ápices rostrados y pronunciados:

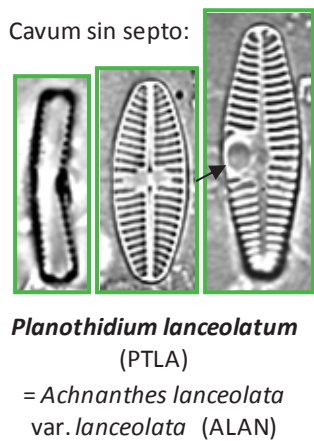


Frústulos pequeños, ápices rostrados:

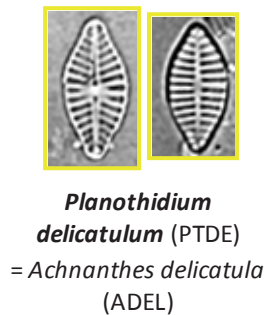


10 µm

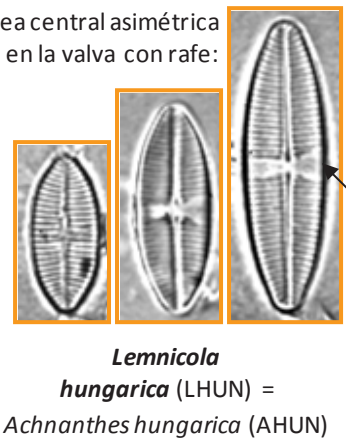
Valvas desprovistas de septos:



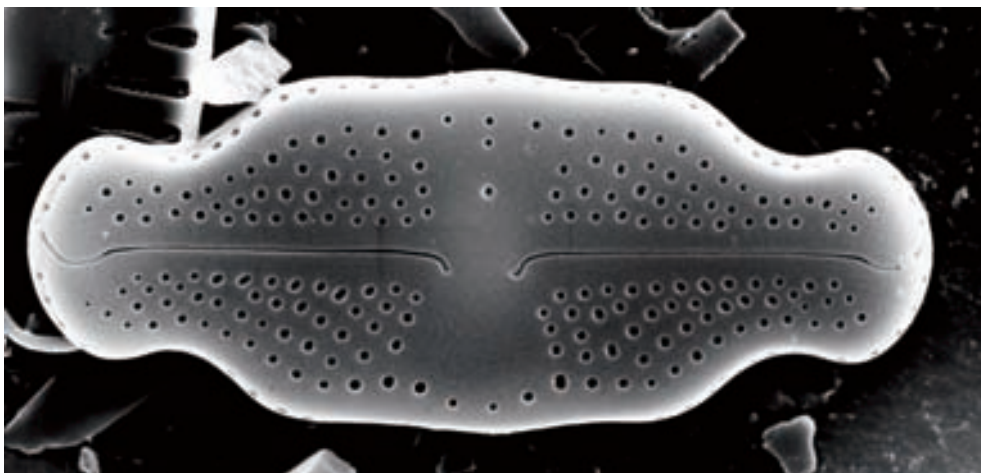
Ausencia de cavum y de septo:



Área central asimétrica en la valva con rafe:



Birrafídeas

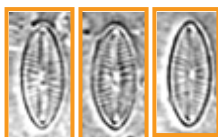


BIRRAFÍDEAS

Rafe presente en las dos valvas

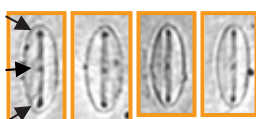
Taxones pertenecientes con anterioridad a *Navicula sensu lato*:

Estrías visibles y radiantes:



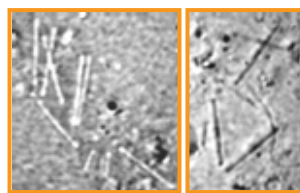
Mayamaea atomus (MAAT)
= *Navicula atomus* var. *atomus* (NATO)

Frústulos visibles en contraste de fases, fisuras del rafe engrosadas:



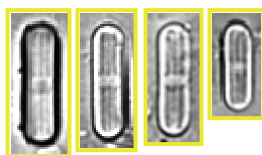
Mayamaea permitis (MPMI)
= *Mayamaea atomus* var. *permitis* (MAPE)

Rafe visible en contraste de fases, contorno no visible:



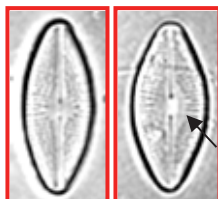
Fistulifera saprophila (FSAP)
= *Navicula saprophila* (NSAP)

Valva linear con estrechamiento central:



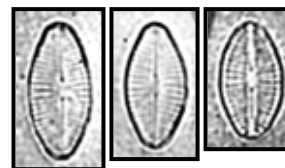
Diadesmis contenta (DCOT)
= *Navicula contenta* (NCON)

Areolas visibles, área central lanceolada:



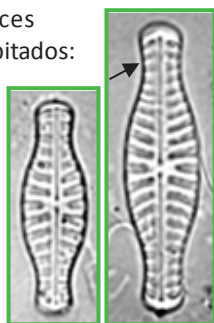
Diadesmis confervacea (DCOF)
= *Navicula confervacea* (NCOF)

Areolas no visibles:



Cavinula intractata (CITT)

Estrías muy gruesas, ápices capitados:



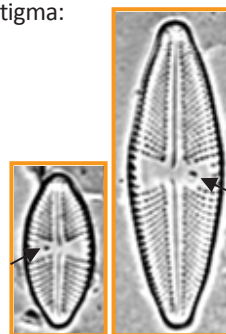
Hippodonta capitata (HCAP)
= *Navicula hungarica* var. *capitata* (NHUC)

Frústulos de forma rómbica:



Hippodonta pseudoacceptata (HPDA)

Areolas claramente visibles, área central hialina con estigma:



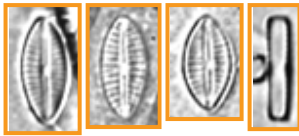
Luticola goeppertiana (LGOE) = *Navicula goeppertiana* (NGOE)

10 µm

Taxones pertenecientes con anterioridad a *Navicula sensu lato*

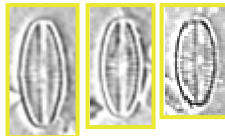
Géneros: ***EOLIMNA*, *SELLAPHORA* Y *GEISSLERIA***

Estrías paralelas,
ápices apuntados:



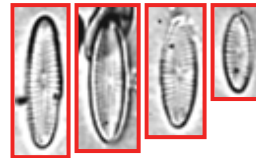
Eolimna subminuscula
(ESBM)
= *Navicula subminuscula*
(NSBM)

Estrías paralelas,
ápices redondeados:



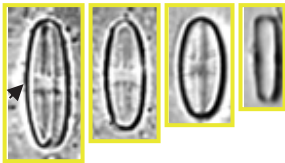
Eolimna rhombelliptica
(EORH)

Estrías radiantes,
ápices apuntados:



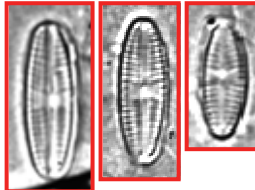
Eolimna comperei
(EOCO)

Área central hialina en
forma de mariposa, alta
densidad de estrías:



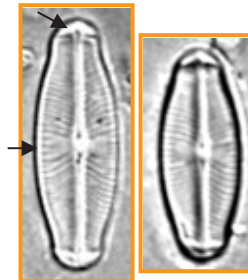
Eolimna minima (EOMI)

Se diferencia de *E. minima* al
presentar estrías claramente
visibles:



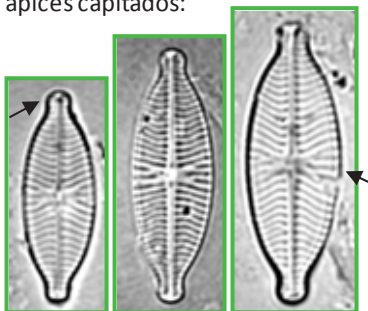
Sellaphora seminulum
(SSEM)
= *Navicula seminulum*
(NSEM)

Estrías radiantes y
curvadas en el centro
valvar, engrosamientos
silíceos apicales:



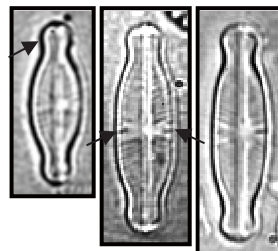
Sellaphora pupula
(SPUP) = *Navicula pupula*
(NPUP)

Área central con estrías
radiantes de distinta longitud
y ligeramente onduladas,
ápices capitados:



Geissleria decussis (GDEC)
= *Navicula decussis* (NDEC)

10 μm



Sellaphora japonica (SJAP)
= *Stauroneis japonica* (STJP)

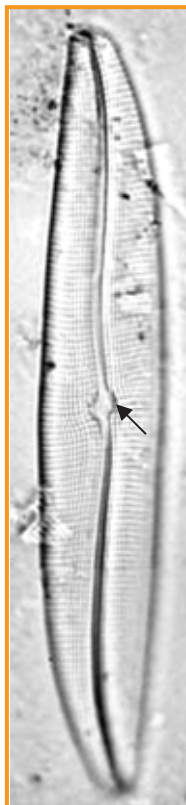
Ápices
capitados, área
central en forma
de mariposa,
con dos estrías
aisladas y
enfrentadas:

Taxones pertenecientes con anterioridad a *Navicula sensu lato*:

Rafe y valvas sigmoideas, estriación longitudinal y transversal, área central oblicua:

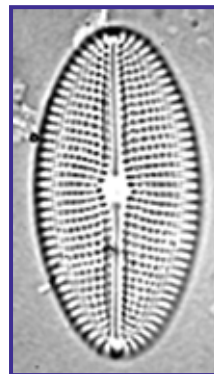


Gyrosigma acuminatum (GYAC)



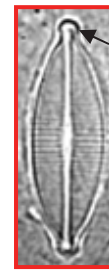
Gyrosigma scalproides (GSCA)

Valvas elípticas, estrías muy gruesas con areolas visibles:



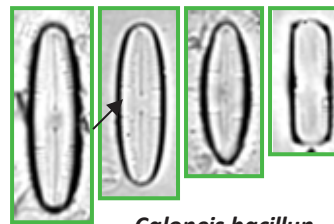
Diploneis parma (DPAR)

Estrías paralelas poco visibles, ápices capitados:



Craticula accomoda (CRAC)
= *Navicula accomoda* (NACO)

Área central muy amplia que alcanza los bordes de la valva:



Caloneis bacillum (CBAC)

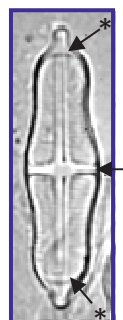
10 μm

Estriación irregular, ápices rostrados o capitados:



Brachysira neglectissima (BNEO)

Área central con stauros, pseudoseptos* apicales:



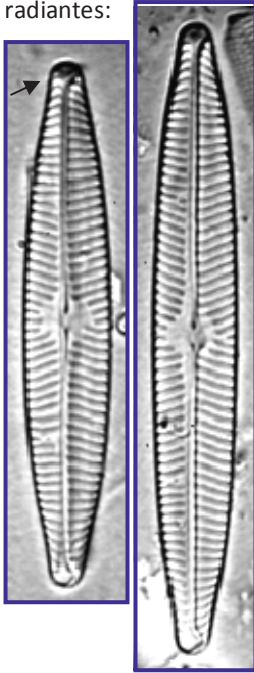
Stauroneis smithii (SSMI)

Birrafídeas

Lámina 18

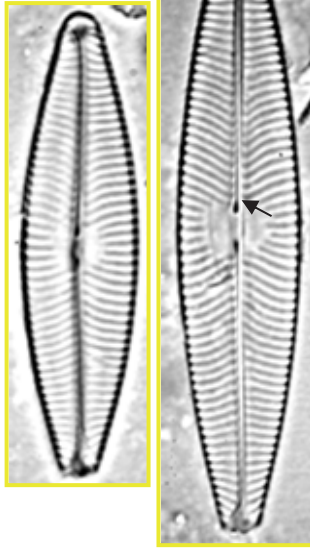
Género: **NAVICULA** *sensu stricto*

Forma linear, ápices rostrados, estrías radiantes:



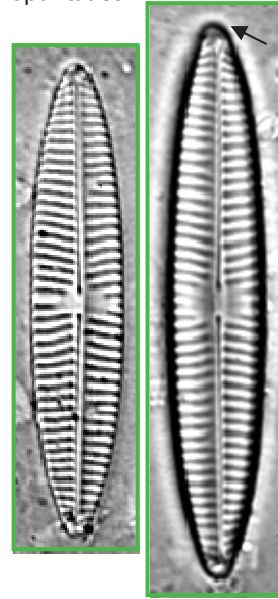
Navicula angusta (NAAN)
= *Navicula cari* var. *angusta* (NCAA)

Forma lanceolada, estrías radiantes y curvas, fisuras centrales del rafe curvadas:



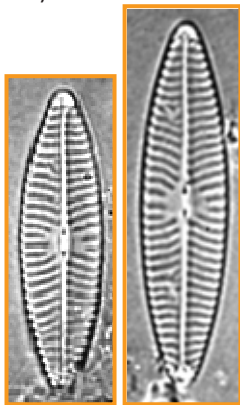
Navicula lanceolata (NLAN)

Forma linear, ápices apuntados:



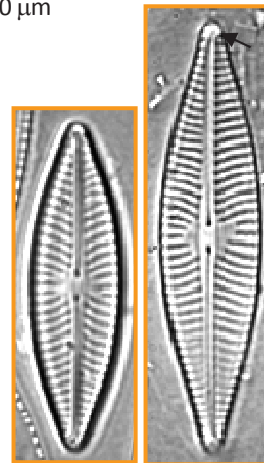
Navicula tripunctata (NTPT)

Estrías radiantes en el centro valvar que llegan a ser paralelas en los polos:



Navicula recens (NRCS)
= *Navicula cari* var. *recens* (NCRE)

Forma lanceolada, ápices rostrados y fuertemente apuntados:



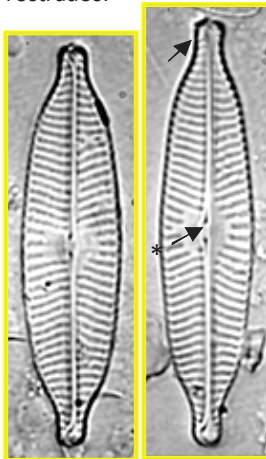
Navicula trivialis (NTRV)

10 μm

Género: *NAVICULA sensu stricto*

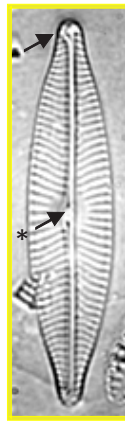
Fisuras centrales del rafe curvadas*:

Forma linear-lanceolada, ápicos fuertemente rostrados:



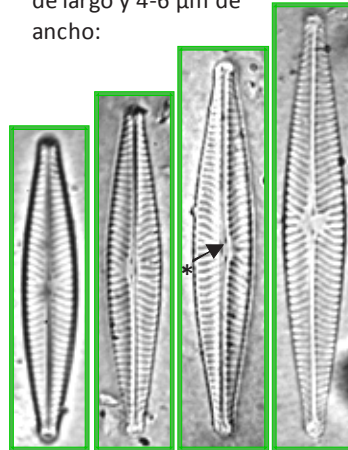
Navicula amphiceropsis
(NAAM)

Forma lanceolada ápicos rostrados:



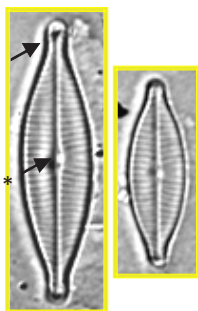
Navicula germanii
(NGER)
= *Navicula viridula* var. *germanii*
(NVGE)

Frústulos de 19-50 µm de largo y 4-6 µm de ancho:



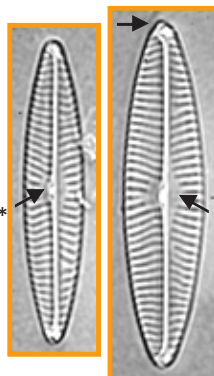
Navicula notha
(NNOT)

Alta densidad de estrías, ápicos rostrados o capitados:



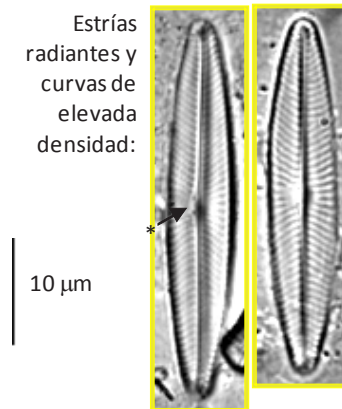
Navicula gregaria
(NGRE)

Área central asimétrica, ápicos apuntados:



Navicula erifuga
(NERI)

Estrías radiantes y curvas de elevada densidad:



Navicula simulata (NSIA)
= *Navicula symmetrica*
(NSYM)

10 µm

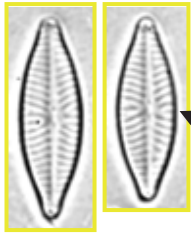
Birrafídeas

Lámina 20

Género: **NAVICULA** *sensu stricto*

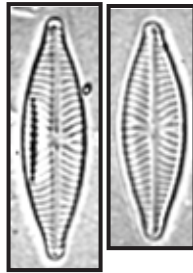
Formas lanceoladas con ápices más o menos rostrados:

Centro valvar con estrías radiantes de distintos tamaños:



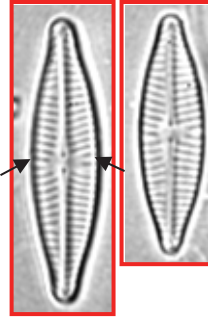
Navicula reichardtiana (NRCH)

Células más grandes que *N. reichardtiana*:



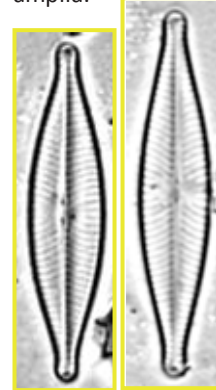
Navicula petrovskae (NPVK)

Dos estrías cortas a ambos lados del área central:



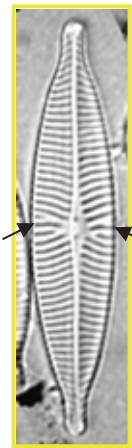
Navicula veneta (NVEN)
= *Navicula cryptocephala* var. *veneta* (NCVE)

Área central más amplia:



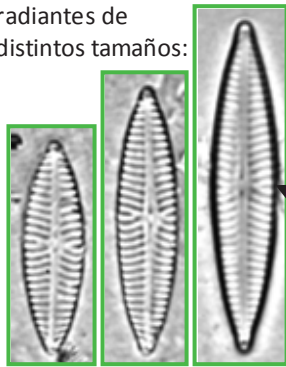
Navicula cryptocephala (NCRY)

Centro valvar con dos estrías largas y opuestas:



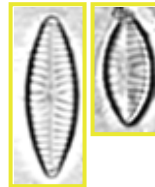
Navicula capitatoradiata (NCPR)

Centro valvar con estrías radiantes de distintos tamaños:



Navicula cryptotenella (NCTE)

Células más pequeñas que en *N. cryptotenella*:



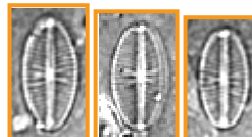
Navicula cryptotenelloides (NCTO)

Células más cortas y anchas que en *N. cryptotenella*:



Navicula antonii (NANT)
= *Navicula menisculus* var. *grunowii* (NMEG)

Formas elípticas, estrías radiantes poco visibles:



Navicula utermoehli (NUTE)

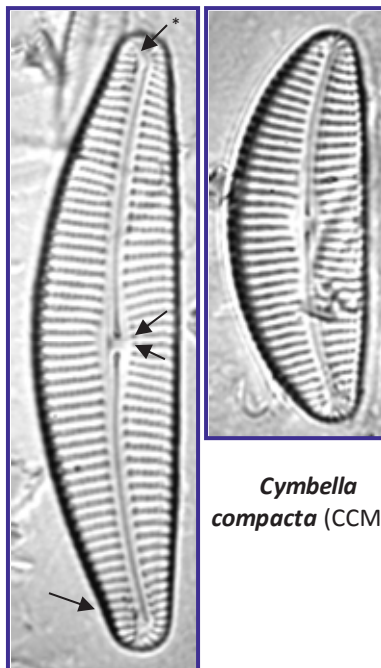
10 μm

Valvas asimétricas

Fisuras terminales del rafe curvadas hacia la zona dorsal de la valva*, normalmente presencia de estigmas o estigmoides ventrales

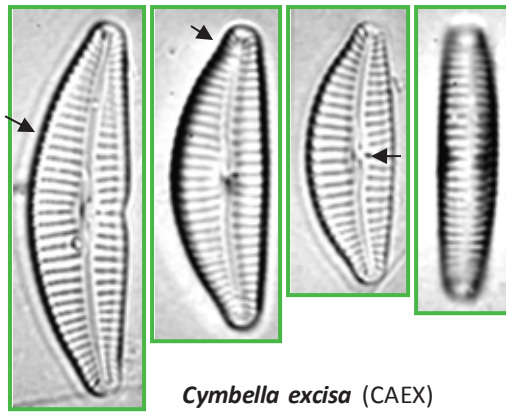
Género: **CYMBELLA**

Ápices rostrados sólo en los individuos grandes, de 4-8 pequeños estigmoides:



Cymbella compacta (CCMP)

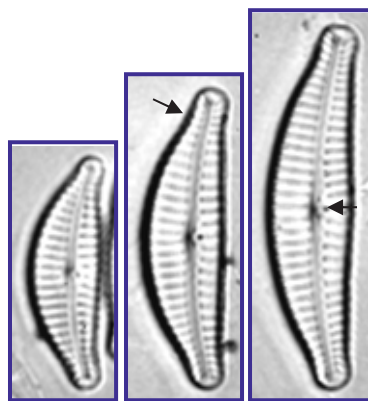
Margen dorsal fuertemente convexo, ápices ligeramente rostrados, un único estigma:



Cymbella excisa (CAEX)

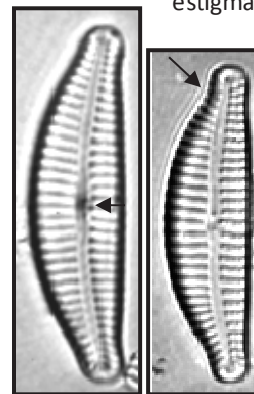
10 µm

Ápices ligeramente capitados, presencia de un único estigma:



Cymbella excisiformis (CEXF)

Valvas más estrechas que en *C. excisa*, ápices fuertemente rostrados, areolas visibles, un sólo estigma:

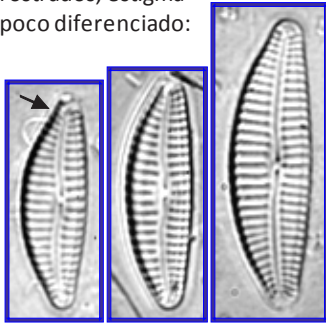


Cymbella excisa var. *angusta* (CEAN)

Birrafídeas

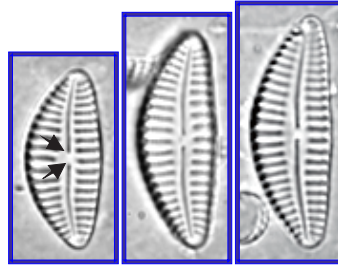
Lámina 22

Márgenes dorsal y ventral ligeramente convexos, ápices rostrados, estigma poco diferenciado:



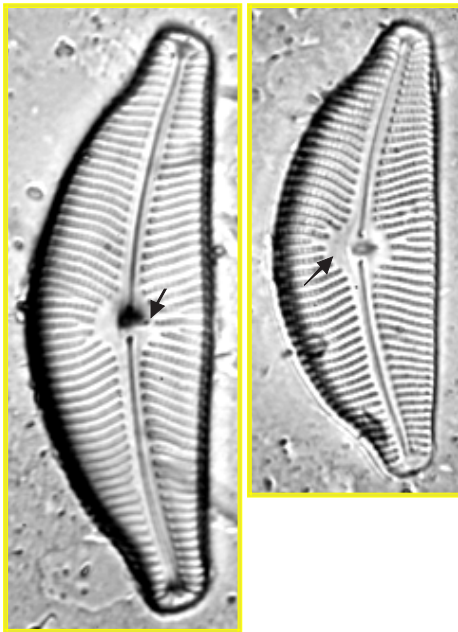
Cymbella parva
(CPAR)

Ambos márgenes convexos, baja densidad de estrías, ausencia de fisuras centrales del rafe, estigma no presente:



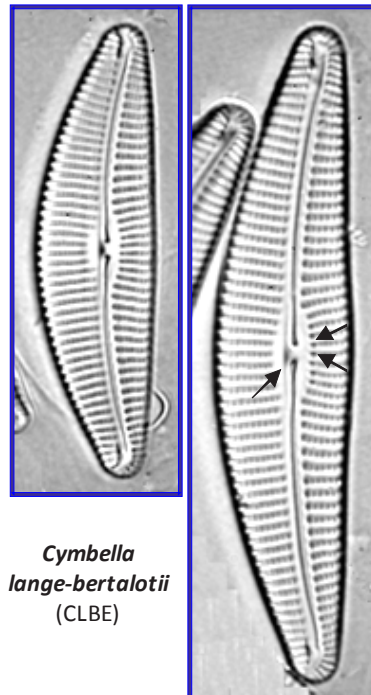
Cymbella hustedtii
(CHUS)

Margen dorsal fuertemente convexo, amplia área central, estrías radiantes en el centro valvar, estigma bien diferenciado:



Cymbella tumida (CTUM)

Margen dorsal ligeramente más convexo que el margen ventral, área central alargada con estigmoides:

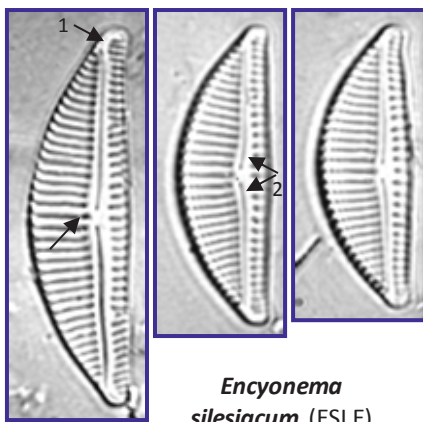


Cymbella lange-bertalotii
(CLBE)

Fisuras terminales del rafe curvadas hacia la zona ventral de la valva¹ y fisuras centrales hacia la zona dorsal²

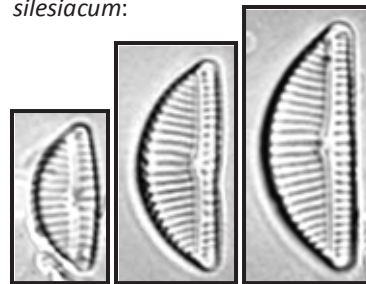
Género: **ENCYONEMA**

Células con tamaño máximo de 44 µm de largo, estría central con estigmoide visible:



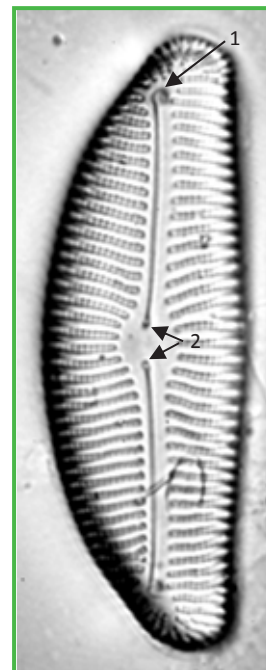
Encyonema silesiacum (ESLE)
= *Cymbella silesiaca* (CSLE)

Células más pequeñas y con ápices menos rostrados que en *E. silesiacum*:



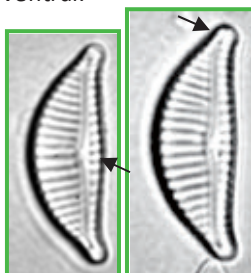
Encyonema silesiacum var. altensis (ESAL)

Células grandes con amplia área central y areolas bien visibles:



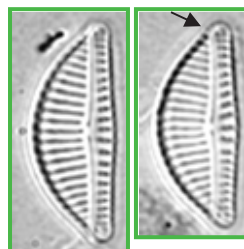
Encyonema prostratum (EPRO)
= *Cymbella prostrata* (CPRO)

Margen ventral expandido en la zona central, ápices rostrados o capitados curvados hacia la zona ventral:



Encyonema ventricosum (ENVE)
= *Cymbella ventricosa* (CVEN)

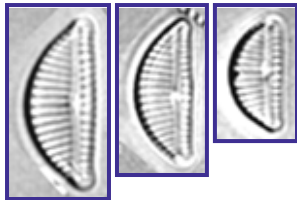
Más variabilidad de tamaño, ápices rostrados:



Encyonema lange-bertalotii (ENLB)

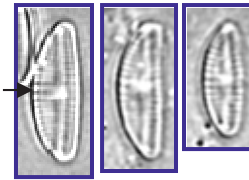
Birrafídeas

Lámina 24



Células pequeñas con elevada densidad de estrías:

Encyonema minutum (ENMI)
= *Cymbella minuta* (CMIN)

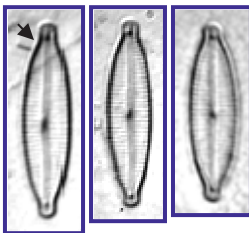


Estría dorsal claramente diferenciada en el centro de la valva:

Encyonema reichardtii (ENRE)
= *Cymbella reichardtii* (CREI)

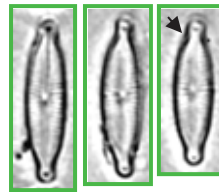
Fisuras terminales del rafe casi rectas, células no curvadas dorsiventralmente o sólo ligeramente

Género: **ENCYONOPSIS**



Valvas con forma lanceolada y ápices pequeños y capitados:

Encyonopsis subminuta
(ESUM)

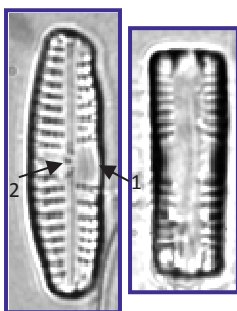


Forma valvar linear-lanceolada, células más pequeñas que *E. subminuta* con ápices más grandes:

Encyonopsis minuta
(ECPM)

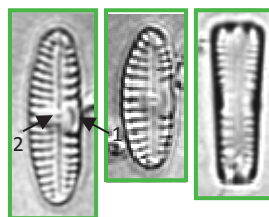
Margen ventral con una prominencia central sin estrías¹, estigma situado entre las fisuras centrales del rafe²

Género: **REIMERIA**



Margen ventral triondulado, areolas claramente visibles:

Reimeria uniseriata
(RUNI)



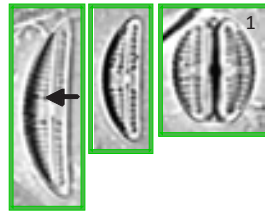
Células más pequeñas que en *R. uniseriata*, areolas no visibles:

Reimeria sinuata
(RSIN)
= *Cymbella sinuata*
(CSIN)

10 μm

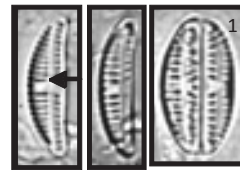
Frústulos elípticos en visión pleural¹ mostrando el rafe en ambas valvas²,
 margen ventral normalmente cóncavo
 Géneros: **AMPHORA** y **HALAMPHORA**

Estrías dorsales
 formadas por dos
 areolas
 claramente
 visibles en el
 centro valvar:



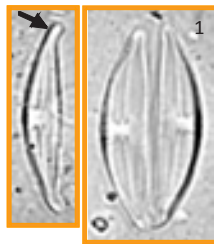
Amphora pediculus
 (APED)

Estrías
 dorsales
 con areolas
 no visibles:



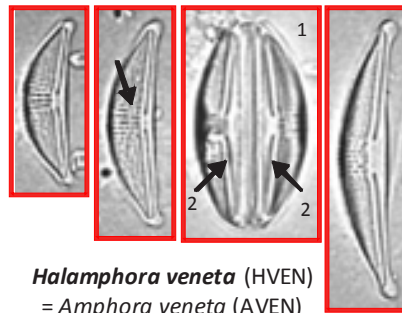
Amphora indistincta
 (AMID)

Estrías no
 visibles,
 ápices
 curvados
 hacia el
 margen
 ventral:



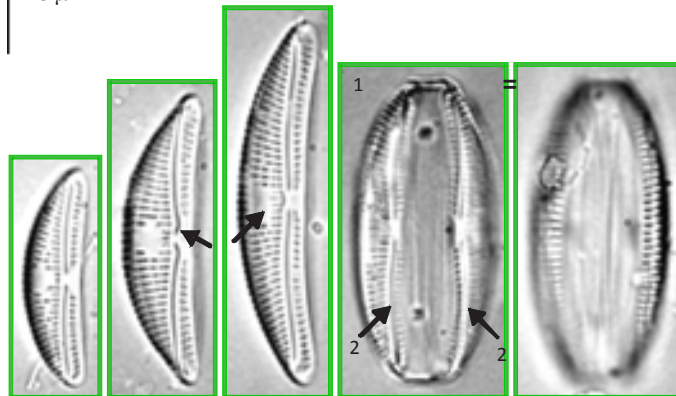
Halamphora montana (HLMO)
 = *Amphora montana* (AMON)

Estrías
 dorsales
 radiantes con
 areolas
 visibles en el
 centro valvar,
 ausencia de
 estrías
 ventrales:



Halamphora veneta (HVEN)
 = *Amphora veneta* (AVEN)

10 µm



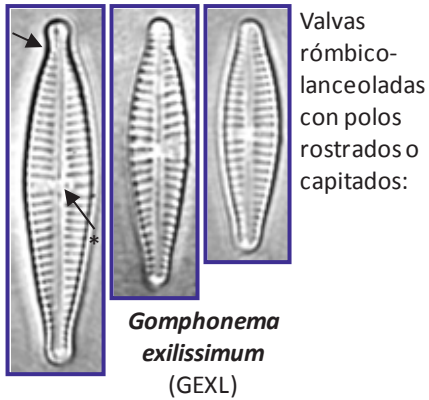
Amphora meridionalis (AMDN)

Estrías dorsales
 con interrupción
 circular central,
 rafe arqueado
 con fisuras
 centrales
 curvadas hacia el
 margen dorsal:

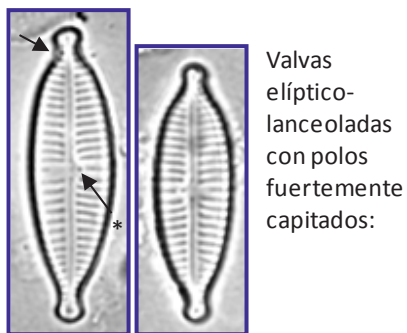
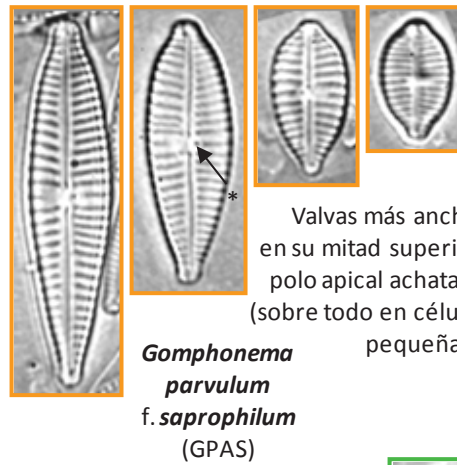
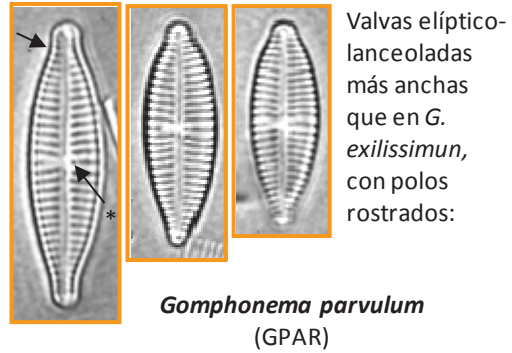
Valvas heteropolares

Presencia de uno o más estigmas en el área central*

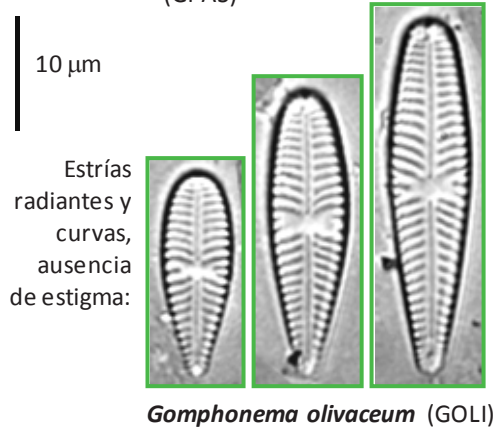
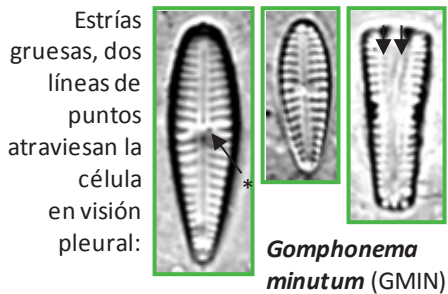
Género: **GOMPHONEMA**



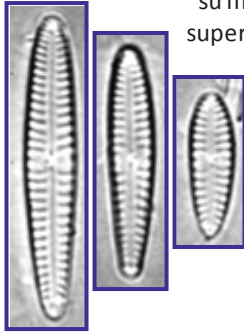
= *Gomphonema parvulum* var. *exilissimum* (GPXS)



= *Gomphonema parvulum* var. *lagenula* (GPLA)

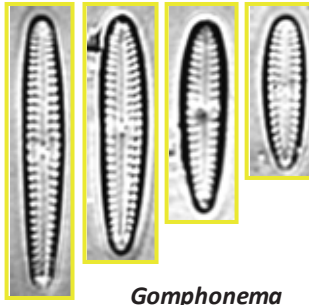


Valvas linear-lanceoladas ligeramente más anchas en su mitad superior:



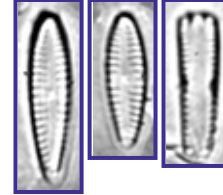
Gomphonema pumilum var. *elegans* (GPEL)

Valvas linear-lanceoladas menos heteropolares que en *G. pumilum* var. *elegans*:



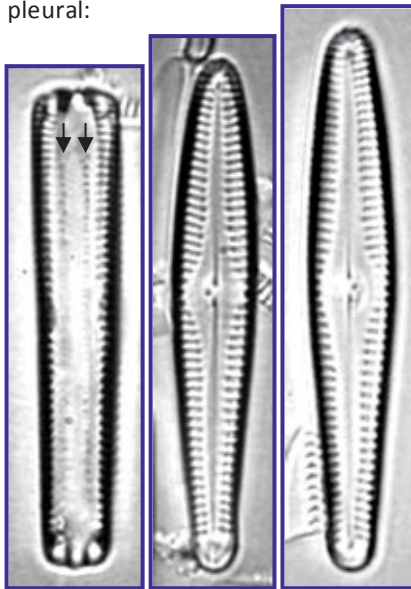
Gomphonema pumilum var. *rigidum* (GPRI)

Células pequeñas, más anchas en su mitad superior:



Gomphonema micropumilum (GMPU)

Células grandes con estrías cortas y amplia zona hialina a través del eje apical. Dos líneas de puntos atraviesan la célula en visión pleural:



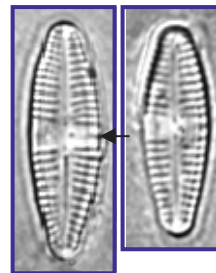
Gomphonema rhombicum (GRHB)



Valvas lanceoladas con polos apicales fuertemente rostrados:

10 µm

Gomphonema minusculum (GMIS)



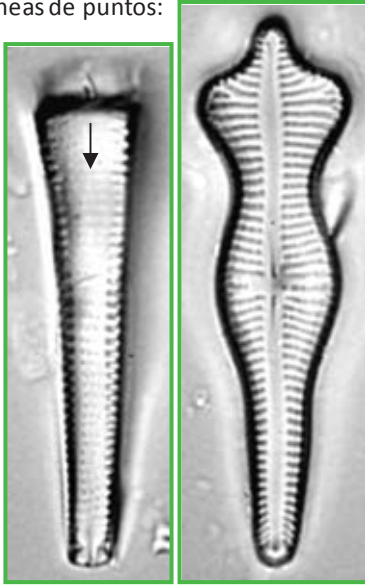
Área central asimétrica, ensanchada en un margen y con una estría corta en el otro:

Gomphonema rosenstockianum (GROS)

Birrafídeas

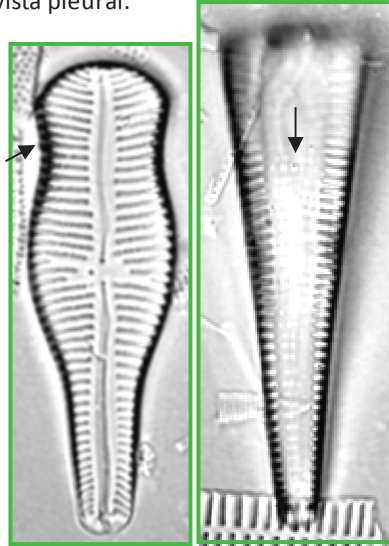
Lámina 28

Valvas fuertemente heteropolares identificables por su forma característica. En vista pleural se observan varias líneas de puntos:



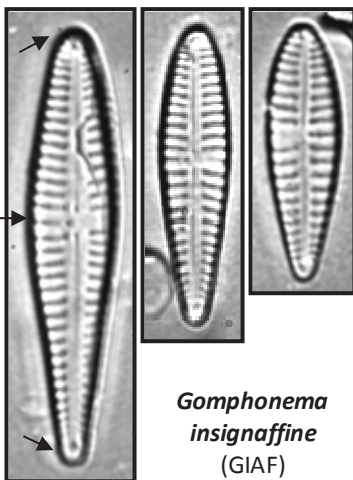
Gomphonema acuminatum (GACU)

Polo apical capitado y fuertemente expandido. Varias líneas de puntos en vista pleural:



Gomphonema truncatum (GTRU)

Polo basal más estrecho que el apical, el mayor ancho de la célula se observa en el centro valvar:



Gomphonema insignifine (GIAF)

Estrías compuestas por alveolos

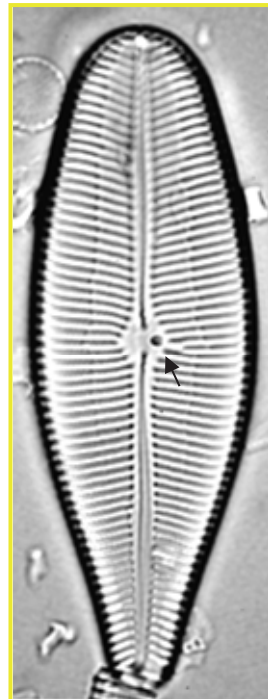
Género:

GOMPHONEIS

10 μm

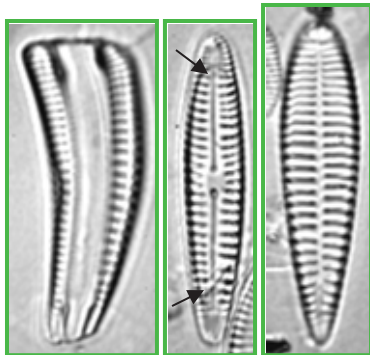
Valvas grandes y robustas. Área central de forma rómbica con estigma grueso bien diferenciado:

Gomphoneis minuta (GMMI)



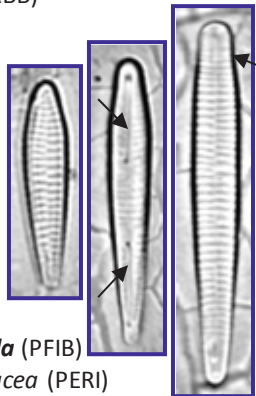
Otros géneros con células heteropolares:

Frústulo arqueado en visión pleural, cuya valva convexa presenta rafe reducido (no visible). Estrías gruesas y septos cercanos a los polos:



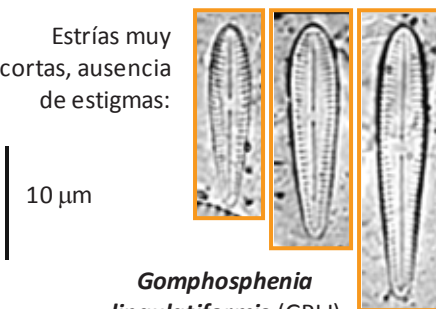
Rhoicosphenia abbreviata
(RABB)

Rafe ausente en una de las valvas y reducido en la otra. Polo apical rostrado:



Peronia fibula (PFIB)
Peronia erinacea (PERI)

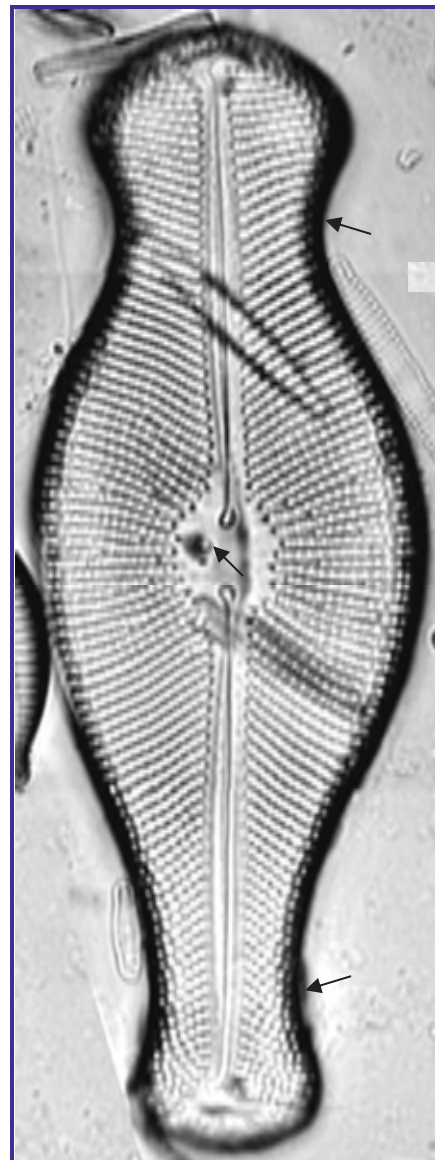
Estrías muy cortas, ausencia de estigmas:



10 μm

Gomphosphenia lingulatiformis (GPLI)
= *Gomphonema lingulatiformis* (GLIG)

Células muy grandes superiores a 60 μm de largo, con polos capitados, el apical ligeramente mayor que el basal. Presenta de 1 a 4 estigmas:

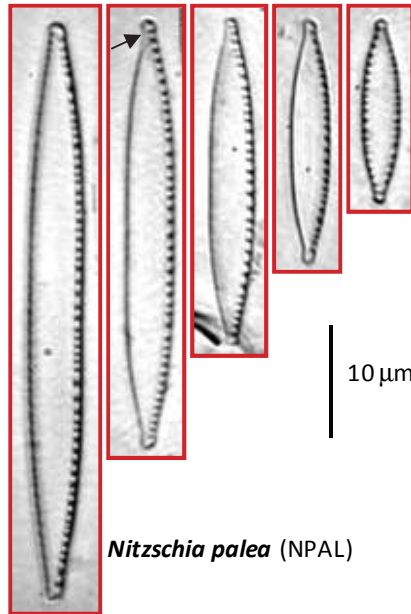


Didymosphenia geminata (DGEM)
= *Gomphonema geminatum* (GGEM)

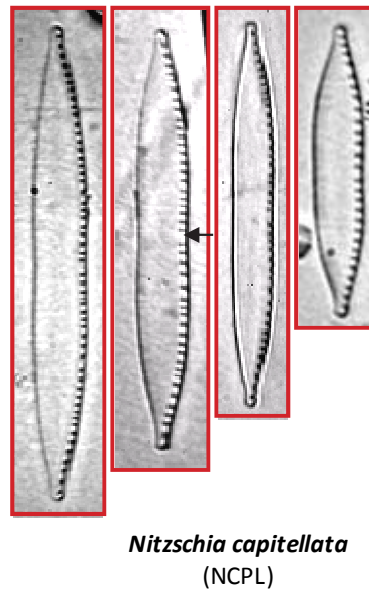
Rafe localizado en un canal rafideano marginal con fíbulas

Género: **NITZSCHIA**

Forma valvar linear-lanceolada con ápices ligeramente capitados, fíbulas equidistantes. Especie de morfología variable:



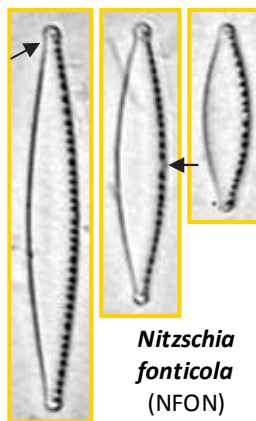
Ligera constricción en el centro de la valva, fíbulas con interespacio central:



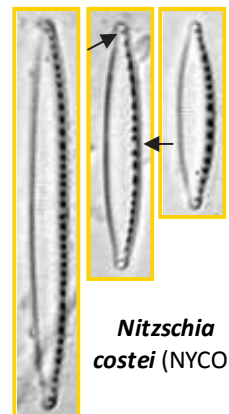
Forma lanceolada con ápices afilados, fíbulas alargadas:



Forma lanceolada con ápices capitados, fíbulas redondeadas con interespacio central:

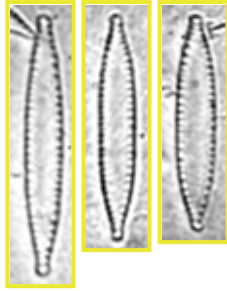


Forma linear-lanceolada con ápices rostrados, estrías visibles, interespacio central:



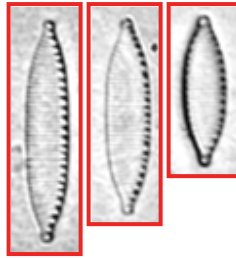
Ápices rostrados o capitados, fíbulas sin interespacio central:

Valvas linear-lanceoladas, estrías no visibles:



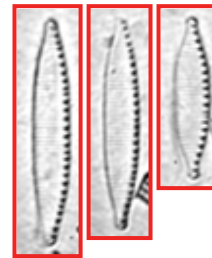
Nitzschia palea
var. *debilis* (NPAD)

Valvas elíptico-lanceoladas, estrías visibles:



Nitzschia
desertorum
(NDES)

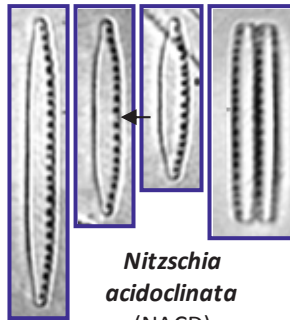
Valvas lineares, estrías poco visibles:



Nitzschia
supralitorea
(NZSU)

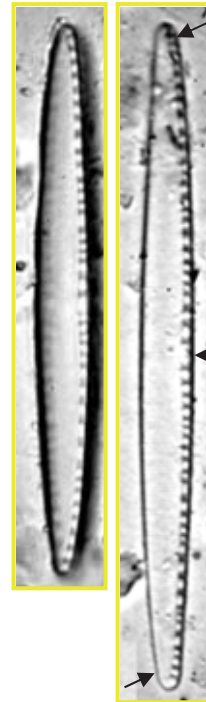
Fíbulas con interespacio central:

Valvas lineares, con constricción central en individuos grandes, fíbulas redondeadas:



Nitzschia
acidoclinata
(NACD)

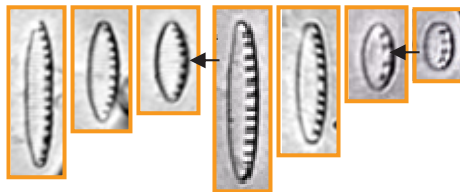
Fíbulas cuadradas. Ápices ligeramente curvados en direcciones opuestas:



10 µm

Nitzschia filiformis (NUMB)

Valvas elípticas o lanceoladas, en individuos pequeños y lineares o lanceoladas en individuos grandes:

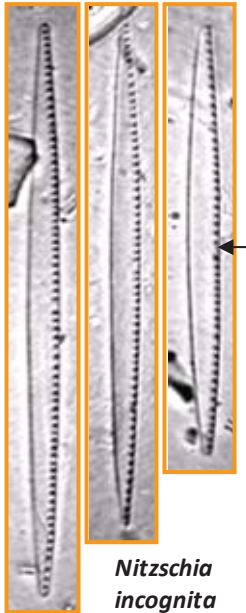


Nitzschia inconspicua (NINC)

Birrafídeas

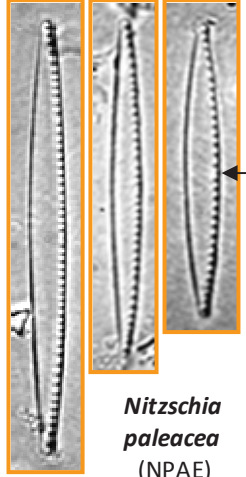
Lámina 32

Valvas largas y estrechas, fíbulas con interespacio central:



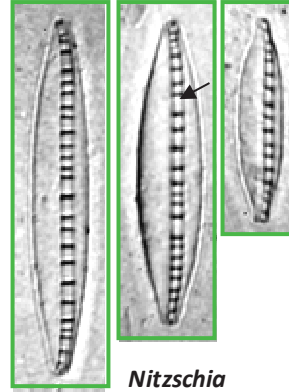
Nitzschia incognita (NICN)

Valvas más cortas que en *N. incognita*, fíbulas con interespacio central:



Nitzschia paleacea (NPAE)

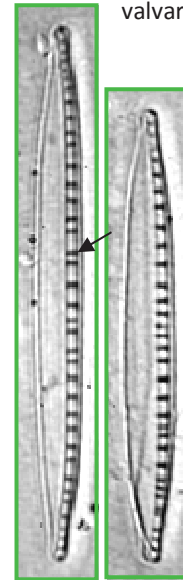
Valvas lanceoladas, canal rafidiano central con fíbulas no equidistantes:



Nitzschia dissipata (NDIS)

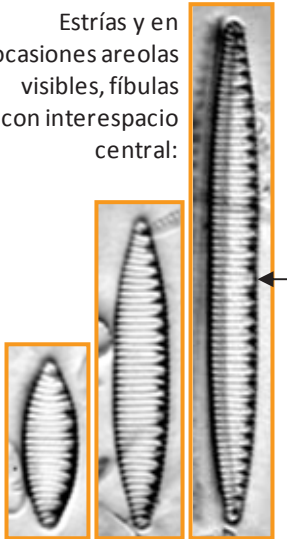
10 μm

Valvas más lineares que *N. dissipata* y canal rafidiano más cercano al margen valvar:



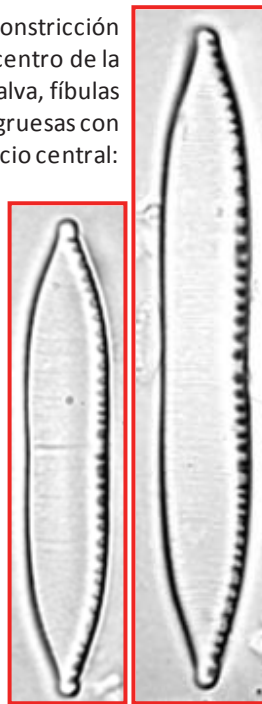
Nitzschia media (NIME)
= *Nitzschia dissipata* var. *media* (NDME)

Estrías y en ocasiones areolas visibles, fíbulas con interespacio central:



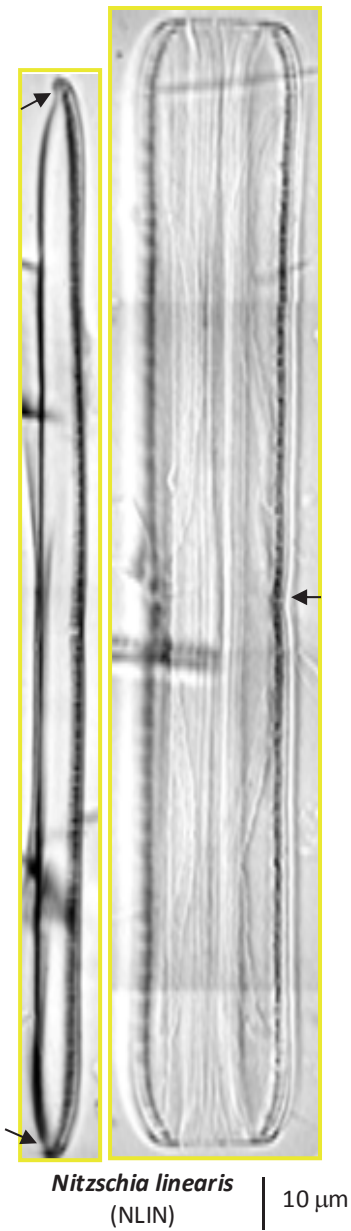
Nitzschia amphibia (NAMP)

Ligera constricción en el centro de la valva, fíbulas gruesas con espacio central:

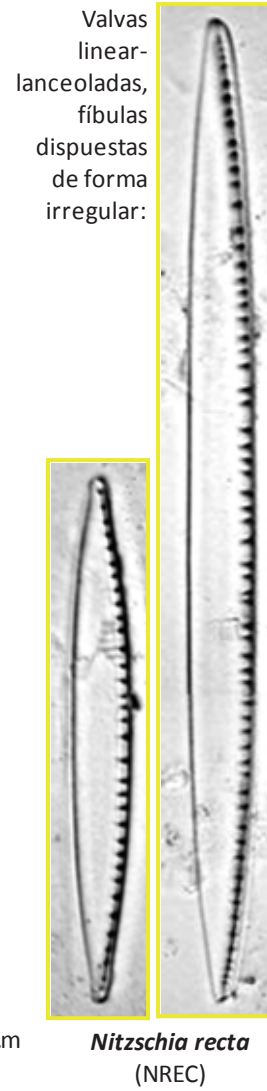


Nitzschia umbonata (NUMB)

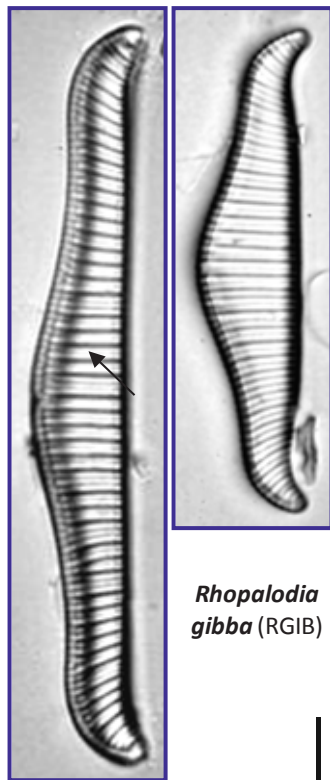
Valvas lineares estrechadas en el centro, ápices curvados. Elevada densidad de fíbulas, irregulares y con un marcado interespacio central:



Células sigmoideas en vista pleural*, ápices curvados en dirección opuesta al canal rafideano, fíbulas dispuestas irregularmente:



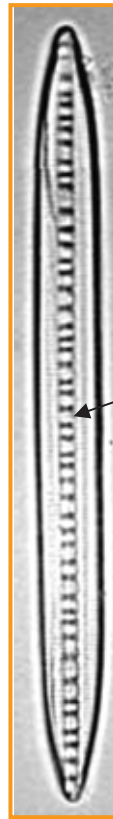
Otros géneros:



Rhopalodia gibba (RGIB)

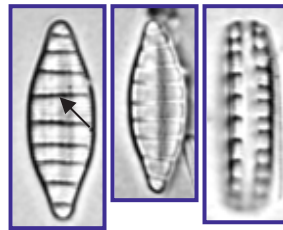
Células asimétricas con costillas transapicales paralelas en el centro y radiantes en los extremos de la valva:

Valvas lineares, canal rafidiano central, estrías visibles:



Bacillaria paxillifer (BPAX)

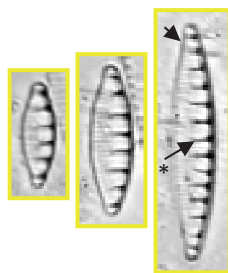
Fíbulas muy extendidas transapicalmente alcanzando el borde valvar:



Denticula tenuis (DTEN)

10 µm

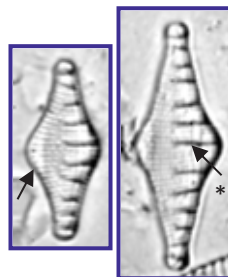
Fíbulas extendidas transapicalmente*, areolas visibles:



Grunowia solgensis (GRSO)

= *Nitzschia sinuata* var. *delognei* (NSDE)

Valvas lanceoladas con ápices rostrados:



Grunowia tabellaria (NTAB)

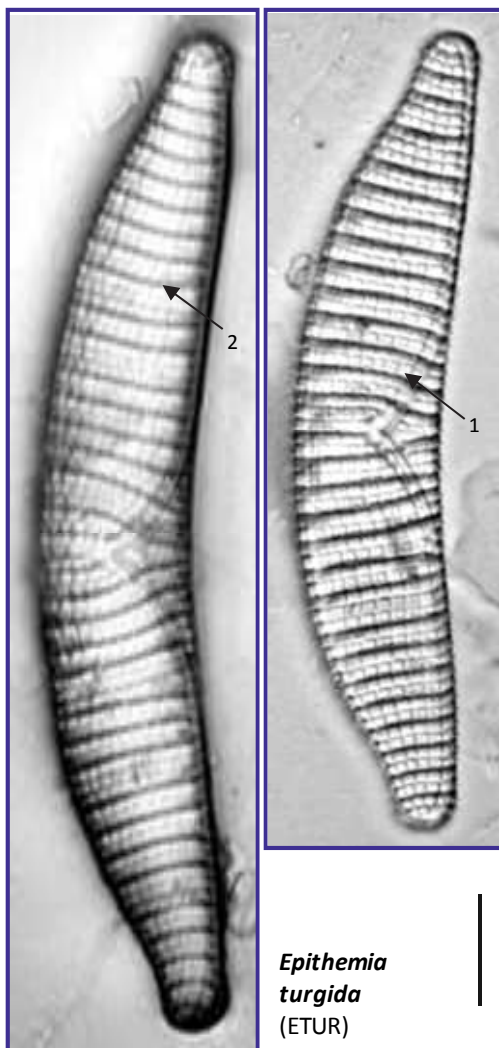
= *Nitzschia sinuata* var. *tabellaria* (NSIT)

Valvas rómbicas fuertemente infladas en el centro:

Valvas curvadas dorsiventralmente, con rafe en forma de V¹ y costillas transapicales²

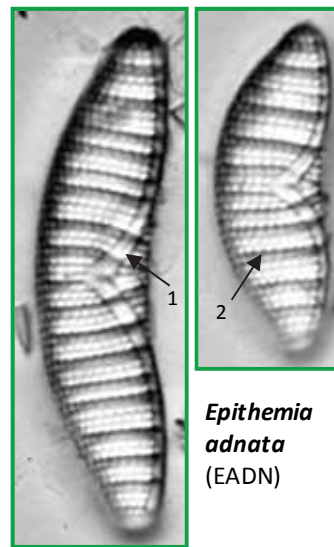
Género: **EPITHEMIA**

Células grandes (ancho superior a 13 μm, largo superior a 45 μm):



Epithemia turgida
(ETUR)

Células similares en forma a *E. turgida* pero de menor tamaño:



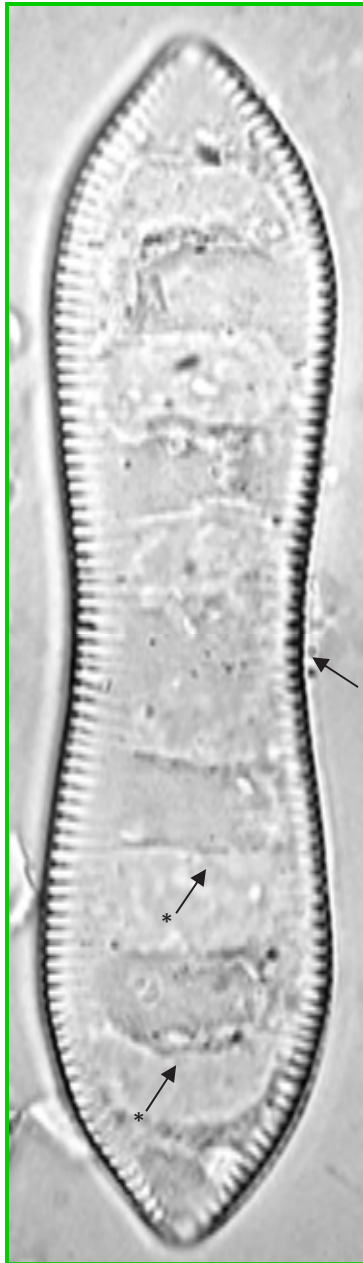
Epithemia adnata
(EADN)

Rafe curvado desde los polos que alcanza el margen dorsal el cual es fuertemente convexo:



Epithemia sores
(ESOR)

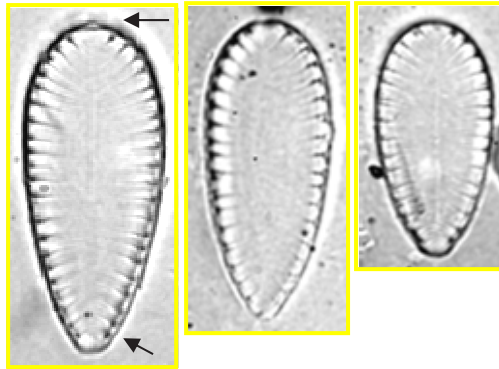
Canal rafideano que circunda la valva
Géneros: **SURIRELLA Y CYMATOPLEURA**



Células muy grandes con
constricción central y ondulaciones
transapicales*:

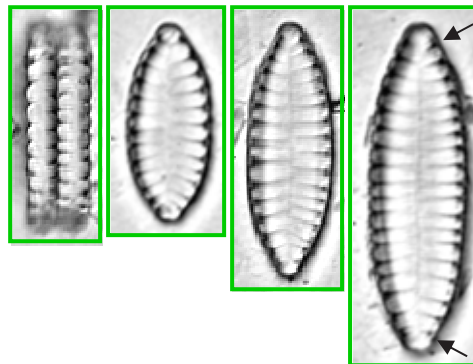
10 μ m

Valvas heteropolares, con ápice superior
redondeado e inferior apuntado:



Surirella brebissonii (SBRE)

Valvas isopolares con ambos ápices
apuntados en ocasiones rostrados:



*Cymatopleura
solea*
(CSOL)

Surirella angusta
(SANG)



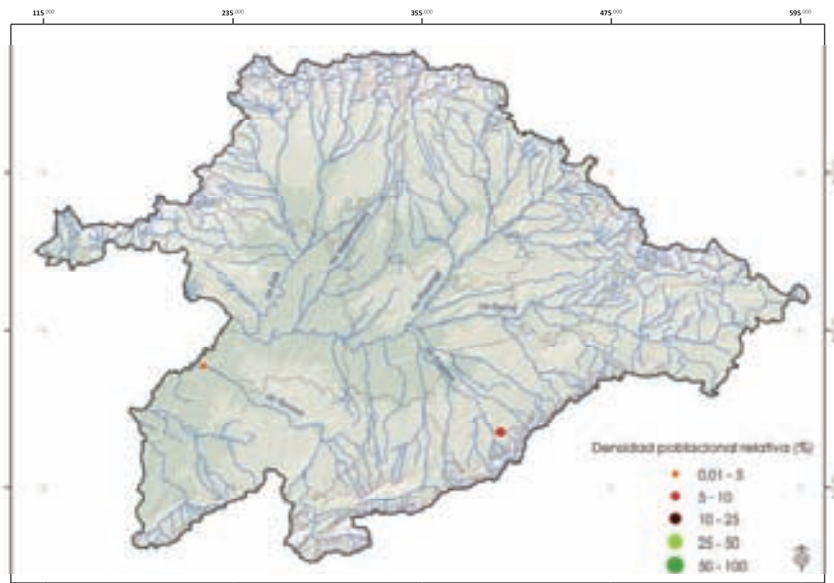


Parte III.
Atlas biogeográfico

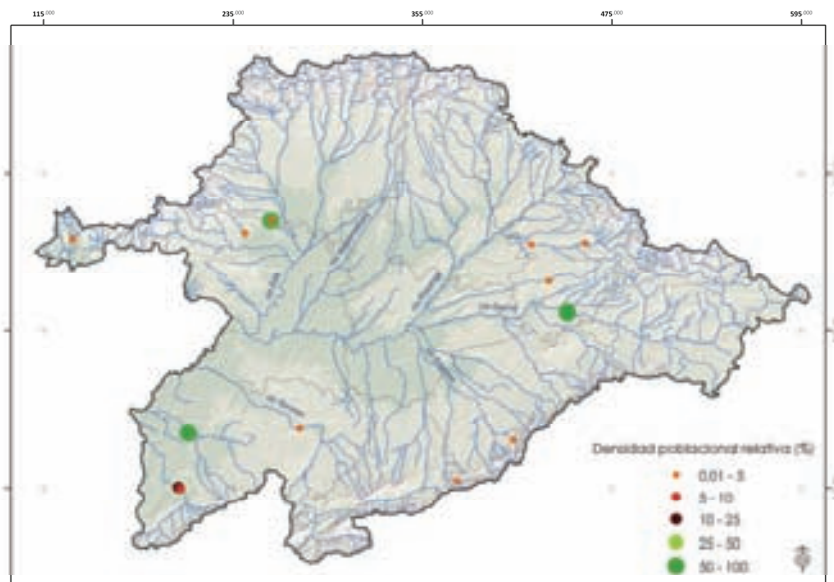
Río Salado en Villarrín de Campos (Zamora).



1. *Achnanthes coarctata*

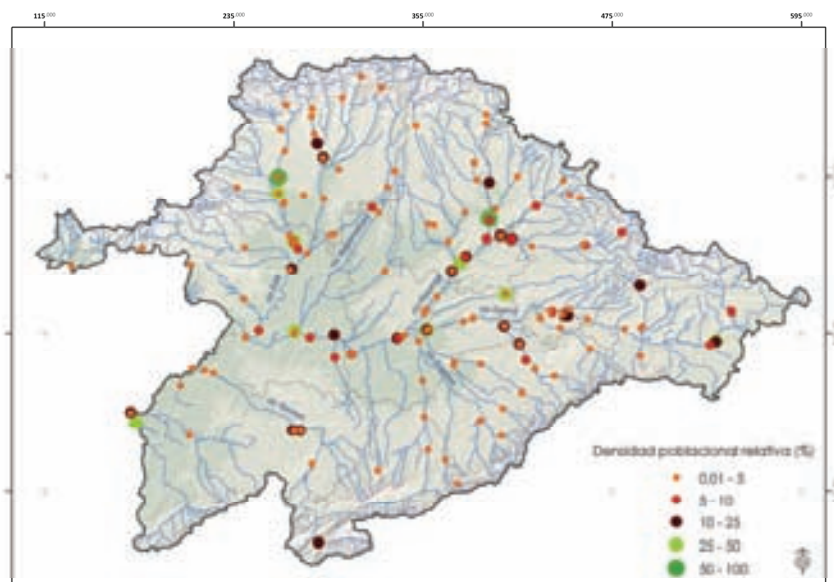


2. *Achnantheidium catenatum*

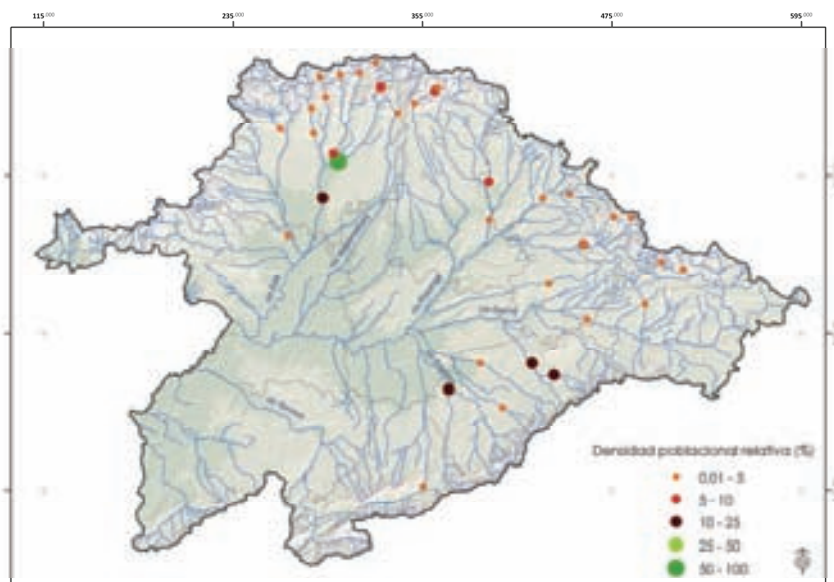


A

3. *Achnanthydium eutrophilum*

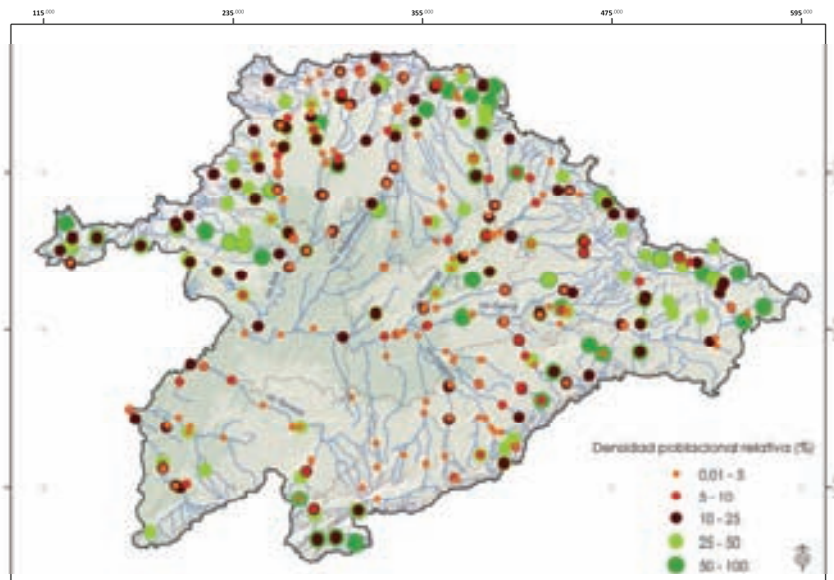


4. *Achnanthydium lineare*

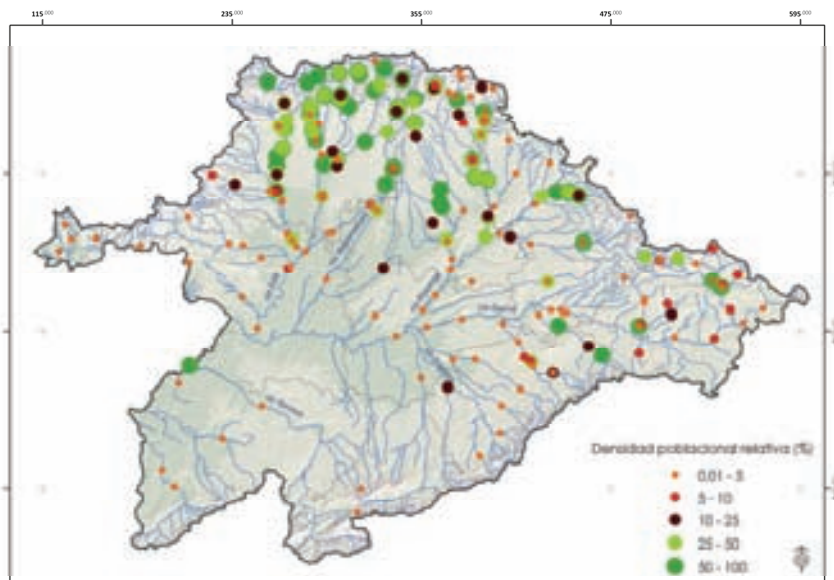


A

5. *Achnanthydium minutissimum*

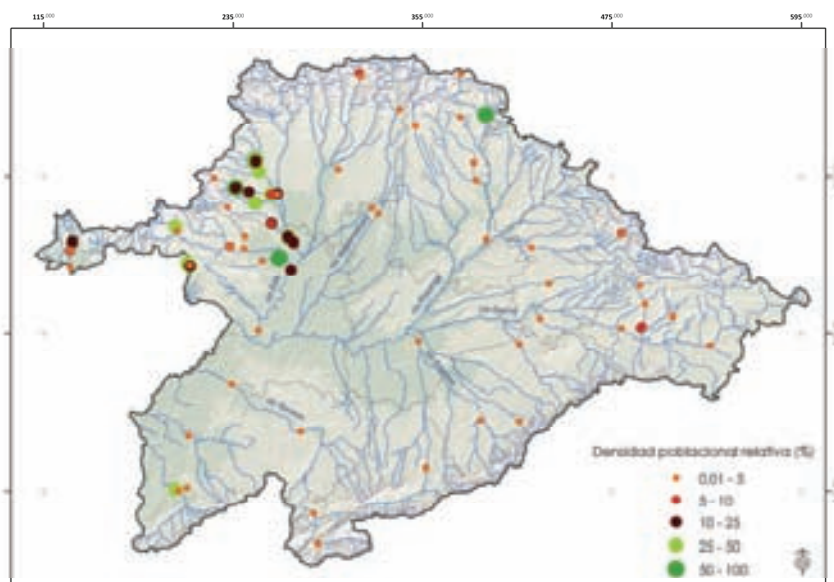


6. *Achnanthydium pyrenaicum*

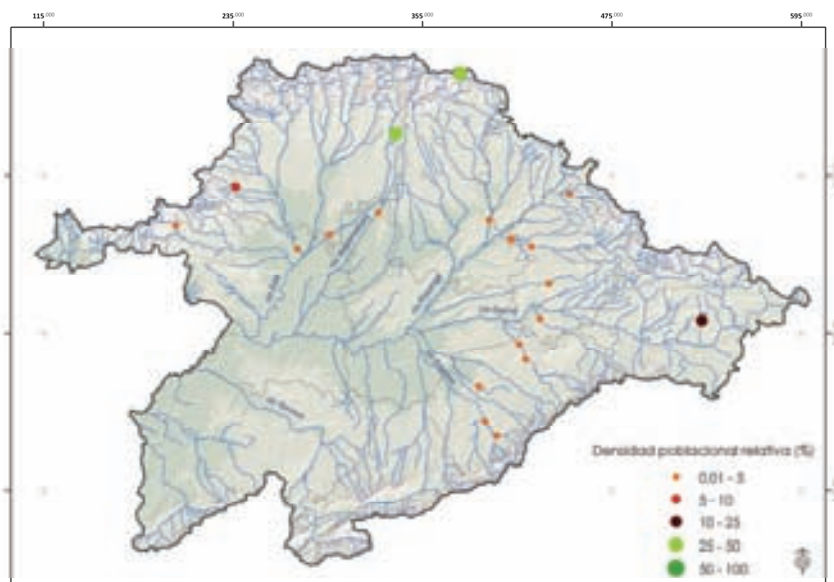


A

7. *Achnanthidium rivulare*

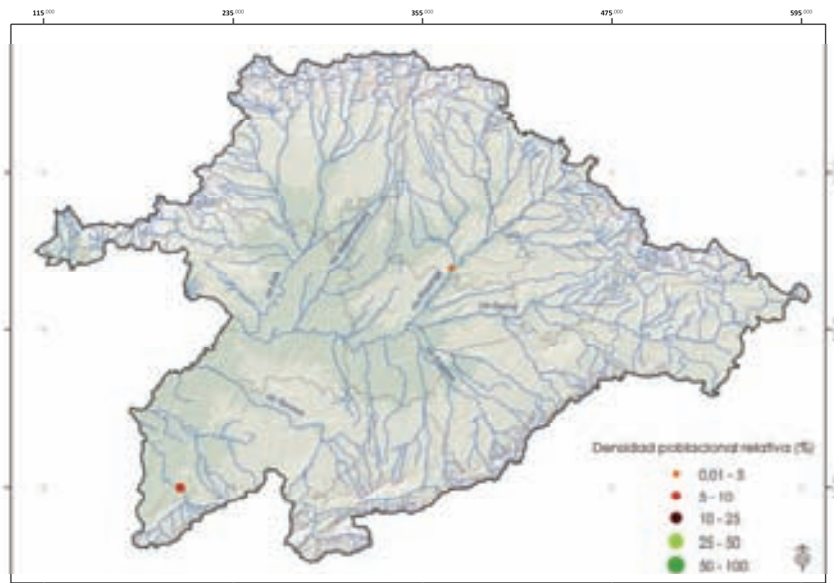


8. *Achnanthidium saprophilum*

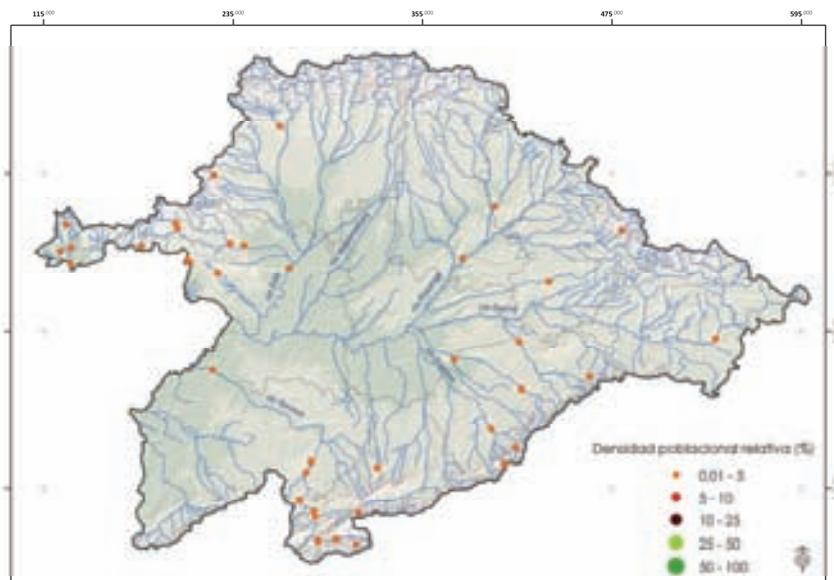


A

9. *Achnanthidium straubianum*

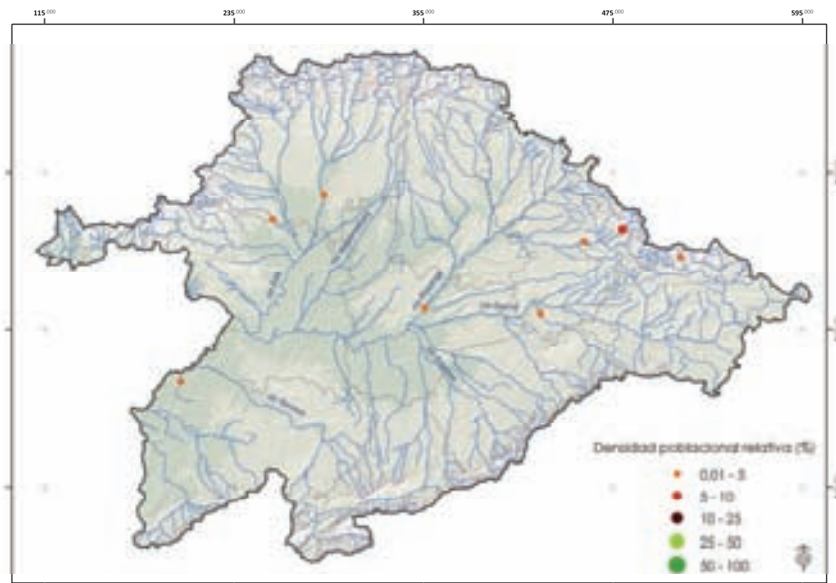


10. *Achnanthidium subatomoides*

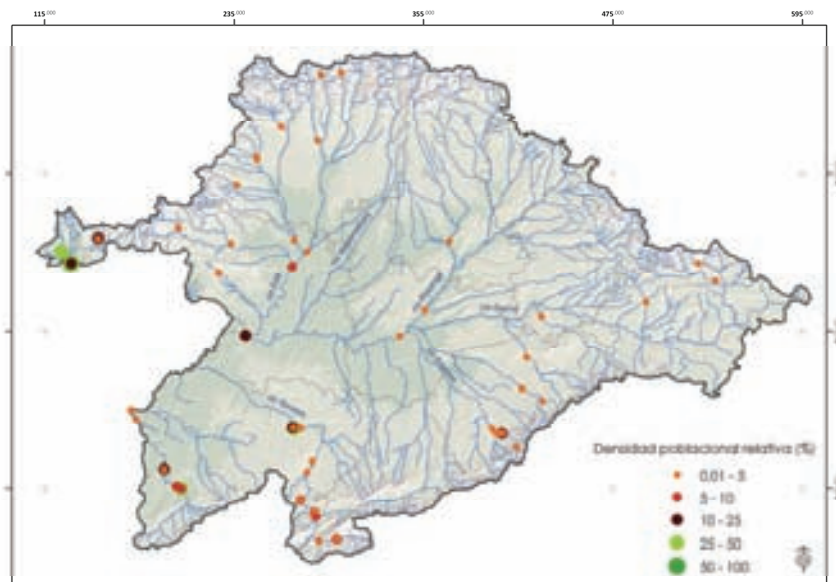


A

11. *Achnanthydium subatomus*

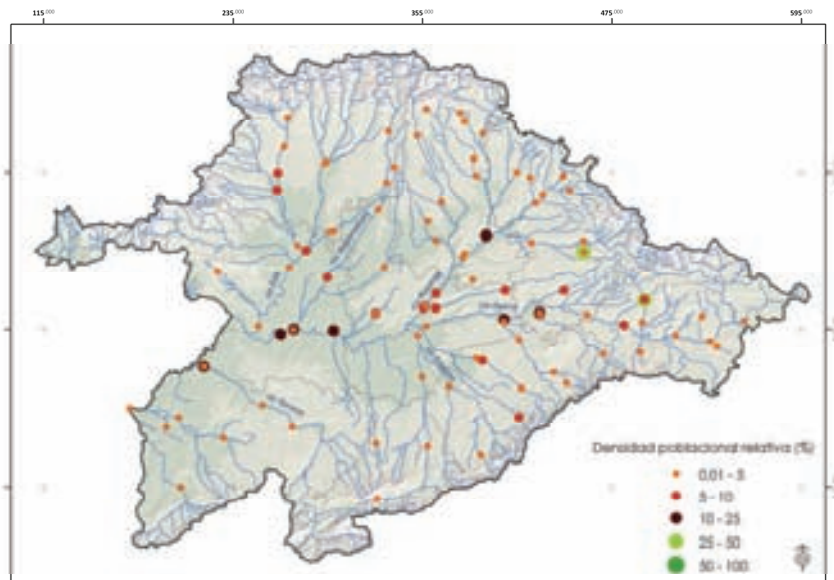


12. *Achnanthydium subhudsonis*

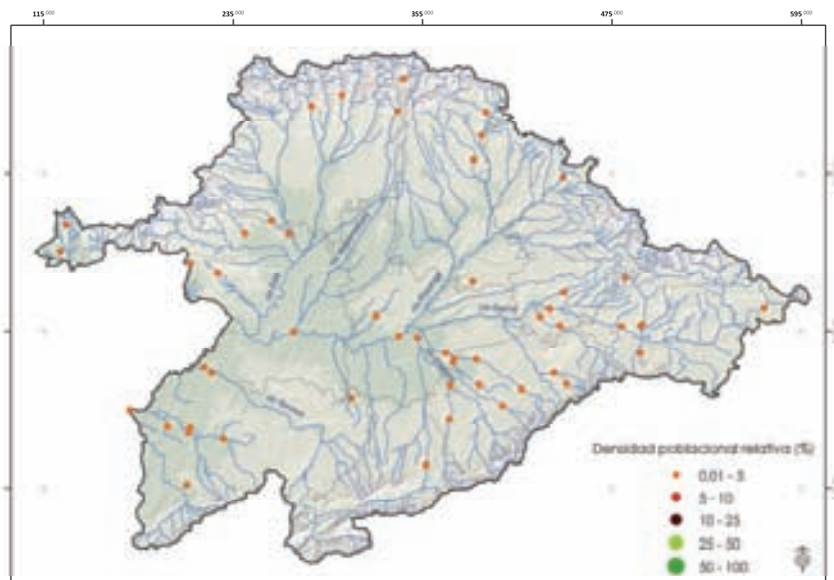


A

13. *Amphora indistincta*

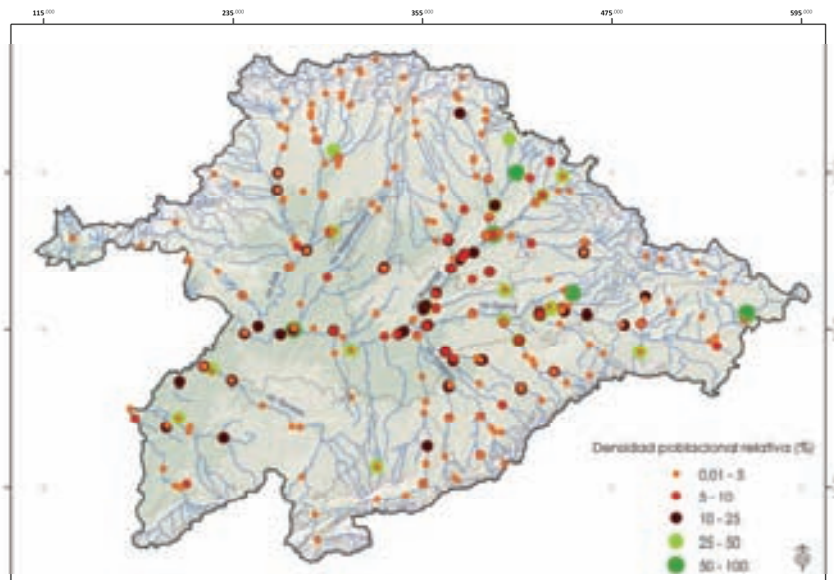


14. *Amphora meridionalis*

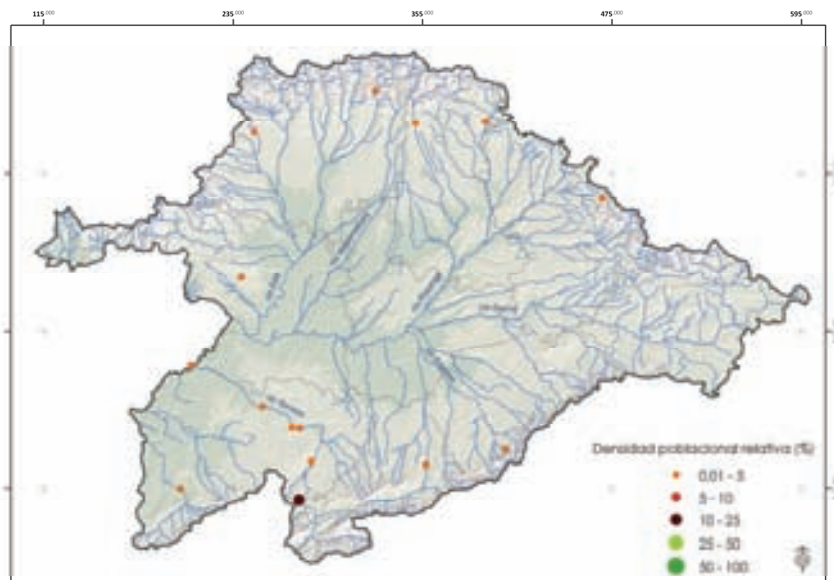


A

15. *Amphora pediculust*

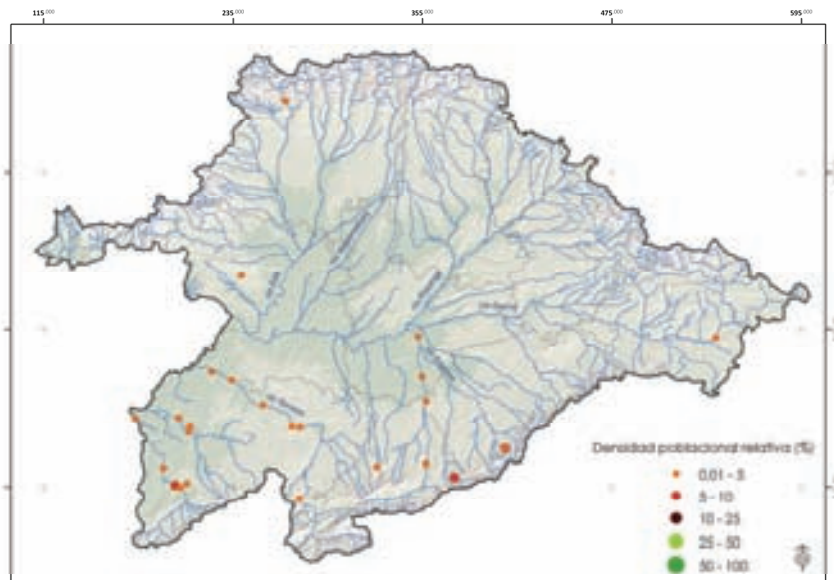


16. *Asterionella formosa*

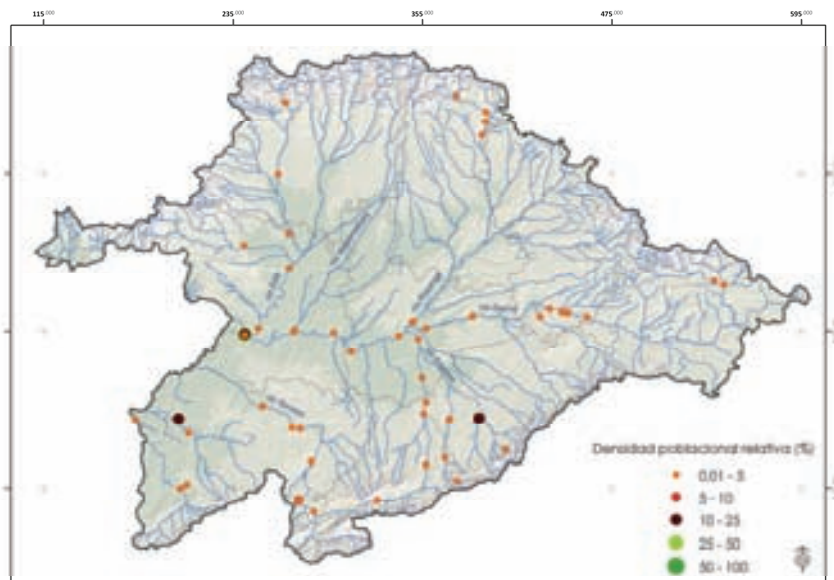


A

17. *Aulacoseira ambigua*

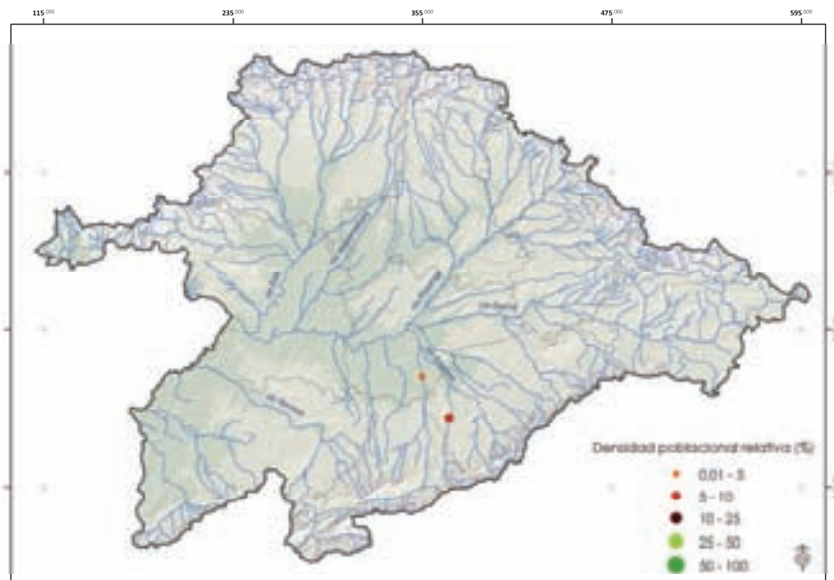


18. *Aulacoseira granulata*

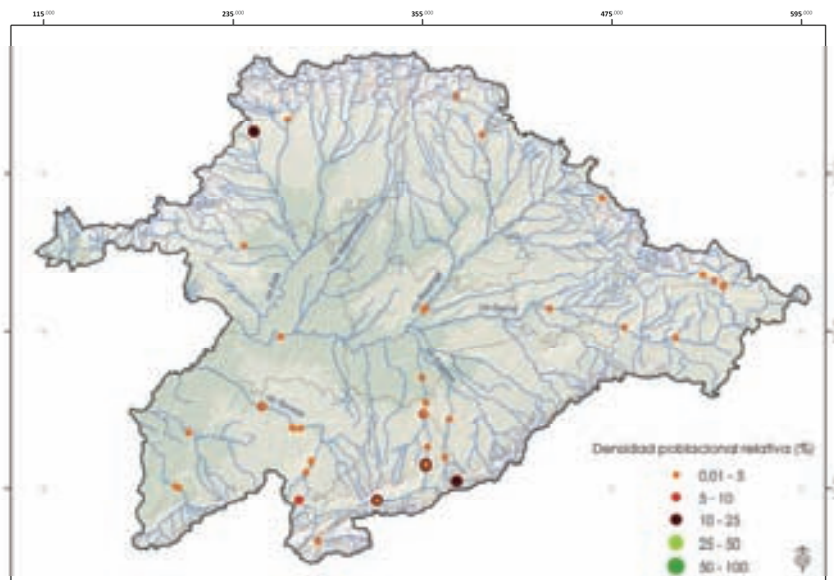


A

19. *Aulacoseira muzzanensis*

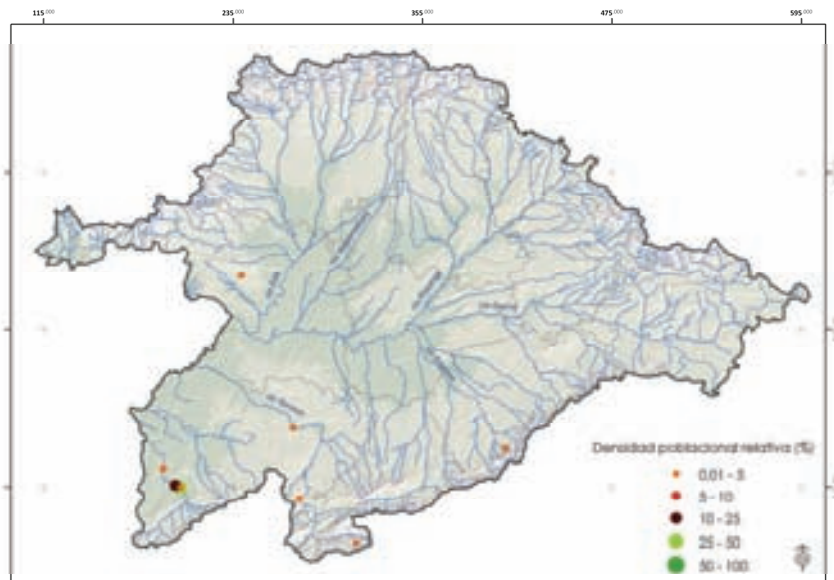


20. *Aulacoseira subarctica*

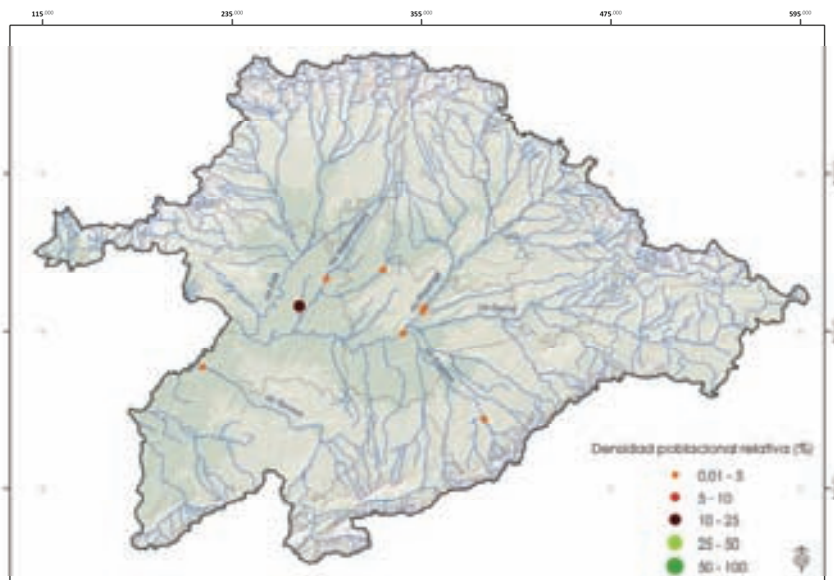


A

21. *Aulacoseira tenella*

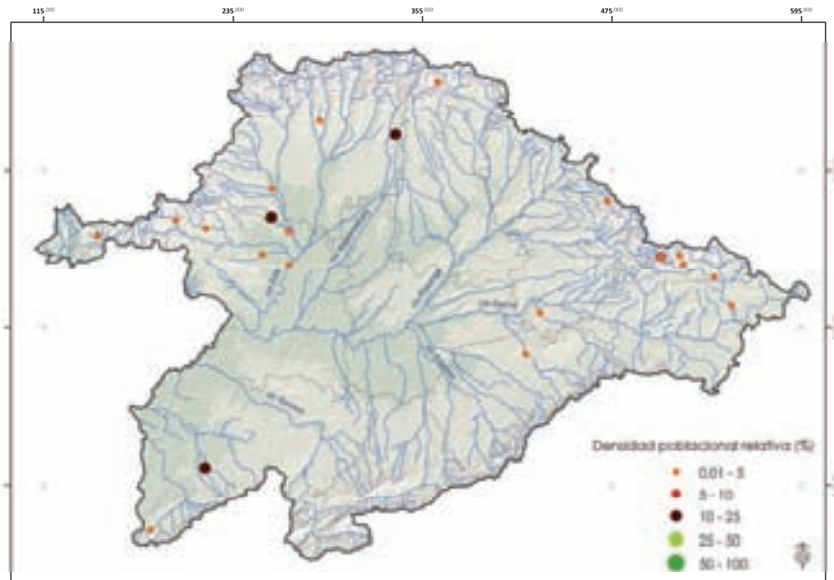


22. *Bacillaria paxillifer*

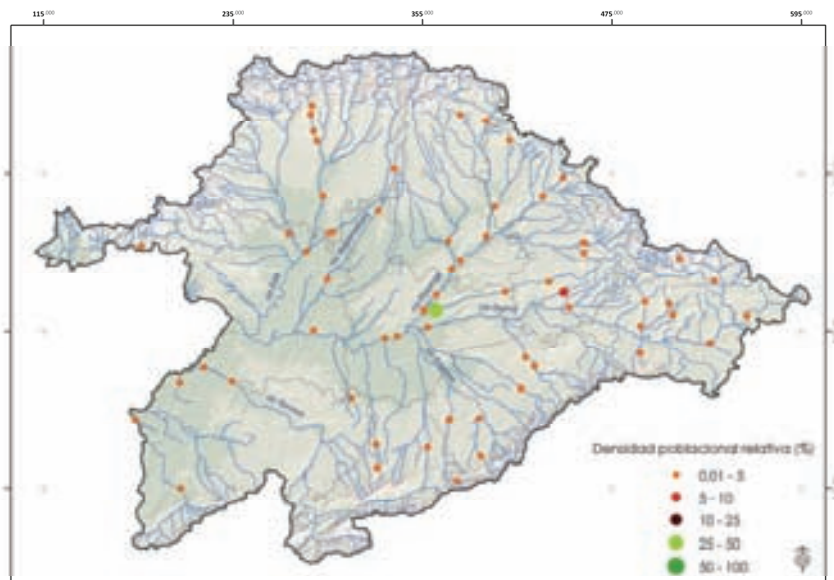


A
B

23. *Brachysira neglectissima*

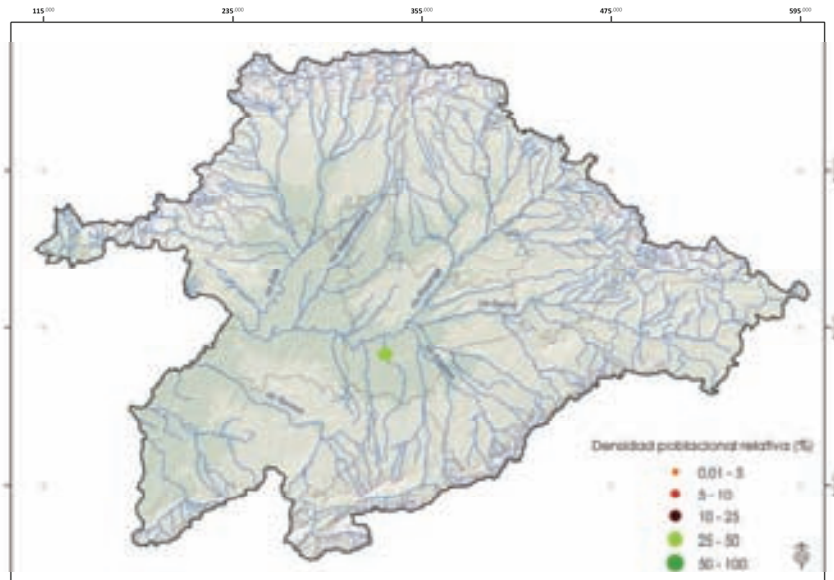


24. *Caloneis bacillum*

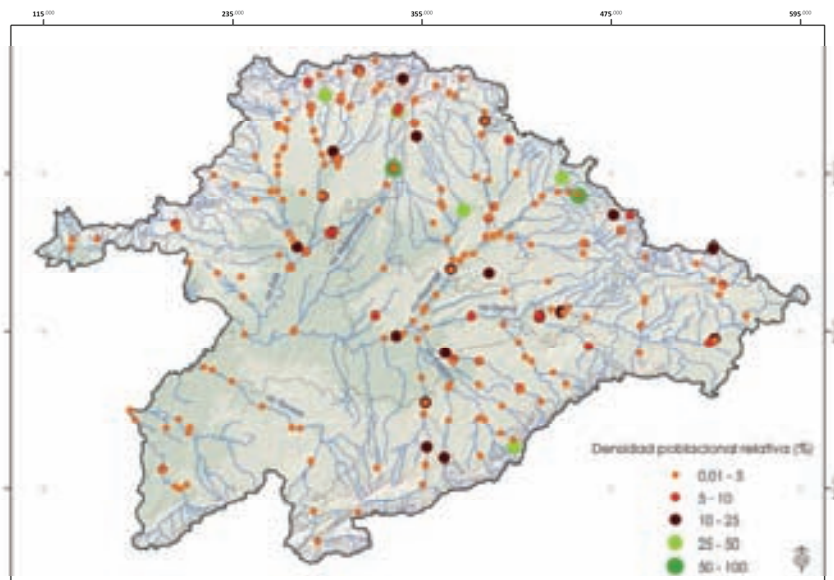


B
C

25. *Cavinula intractata*

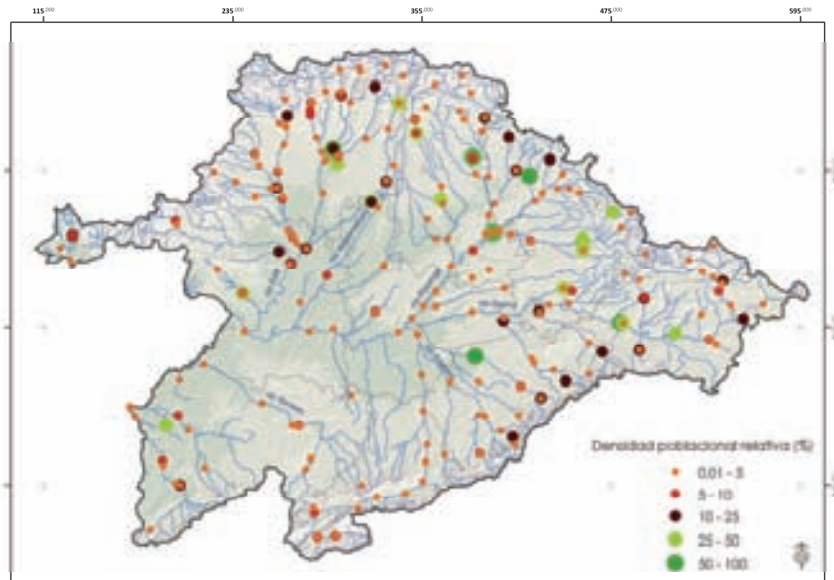


26. *Cocconeis euglypta*

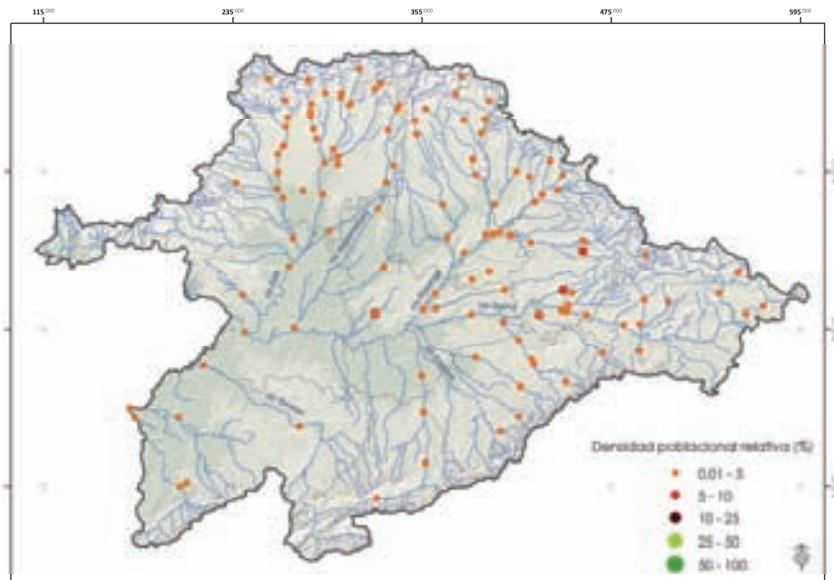


C

27. *Cocconeis lineata*

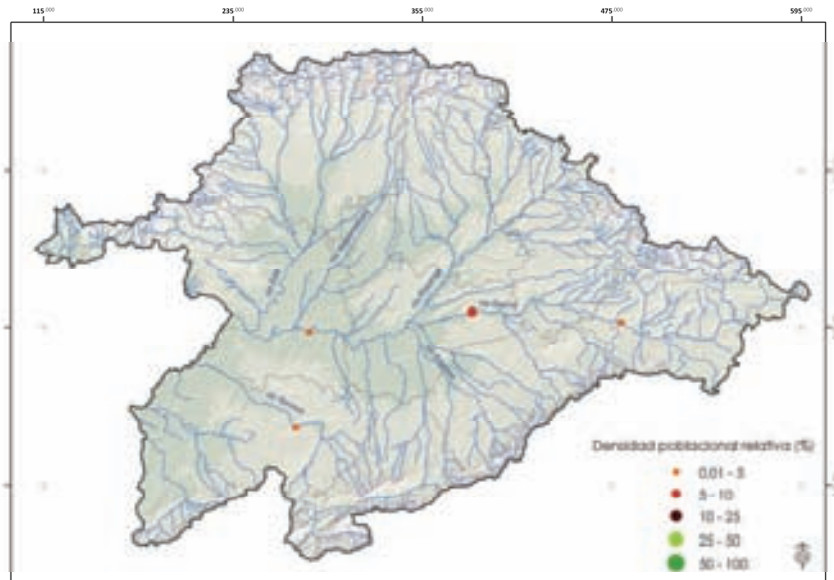


28. *Cocconeis pediculus*

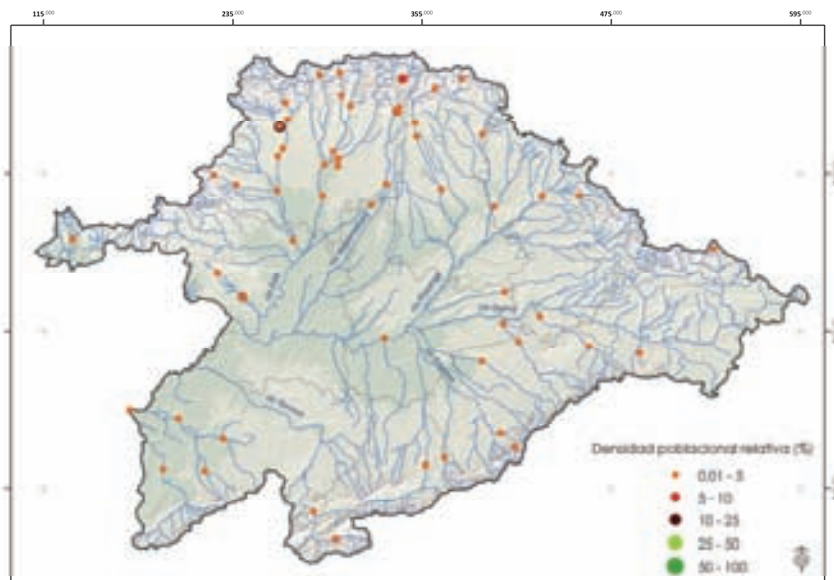


C

29. *Cocconeis placentula*

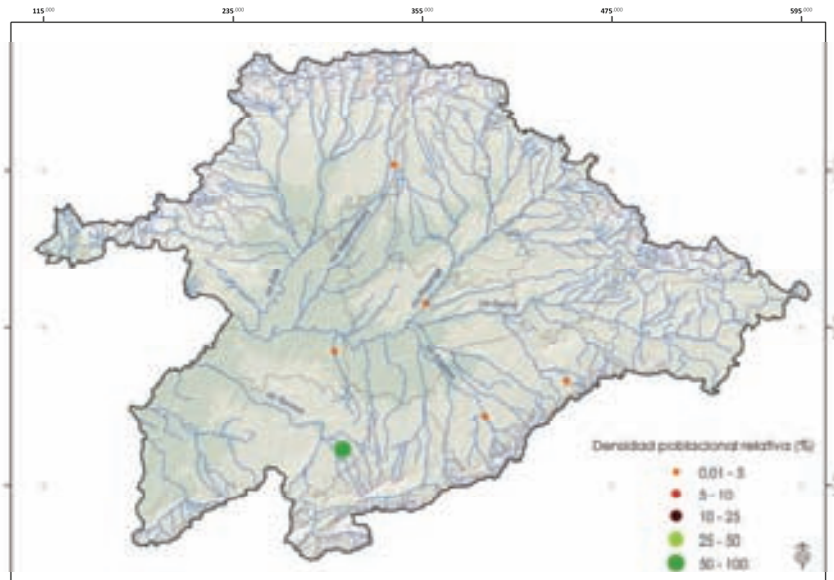


30. *Cocconeis pseudolineata*

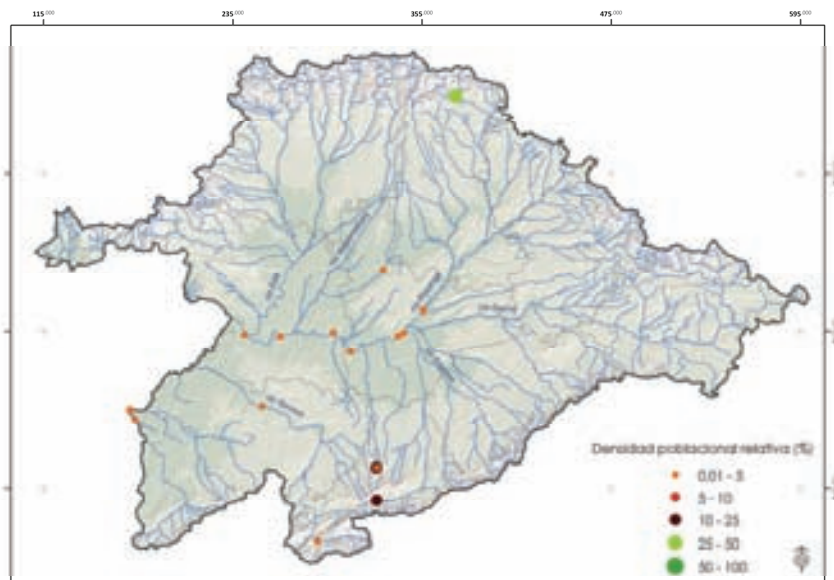


C

31. *Craticula accomoda*

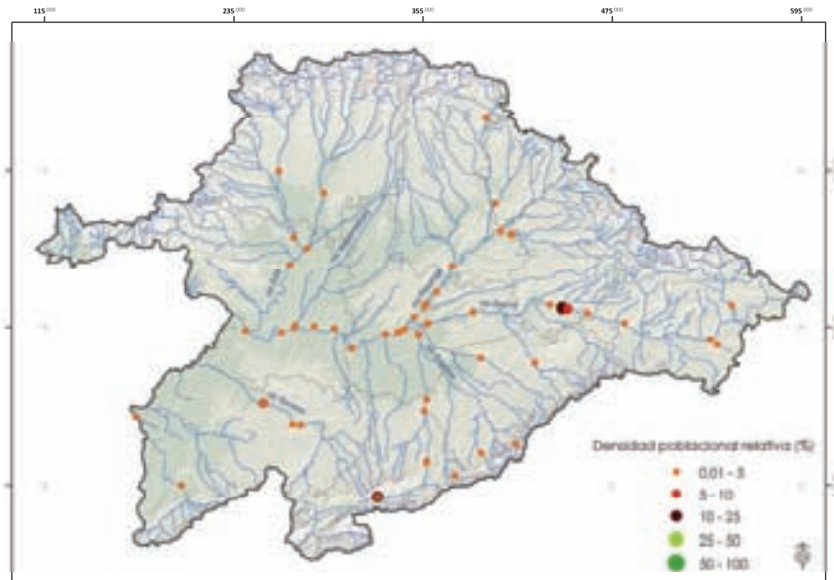


32. *Cyclostephanos dubius*

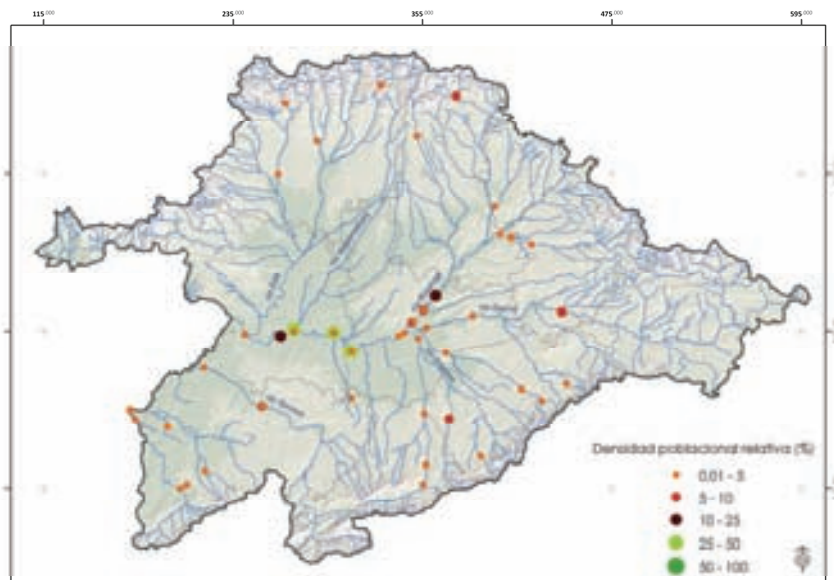


C

33. *Cyclostephanos invisitatus*

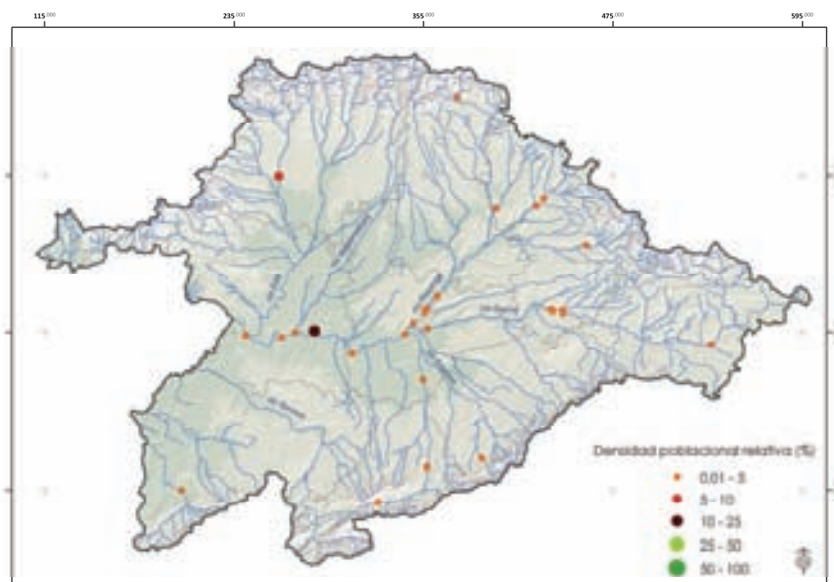


34. *Cyclotella atomus*

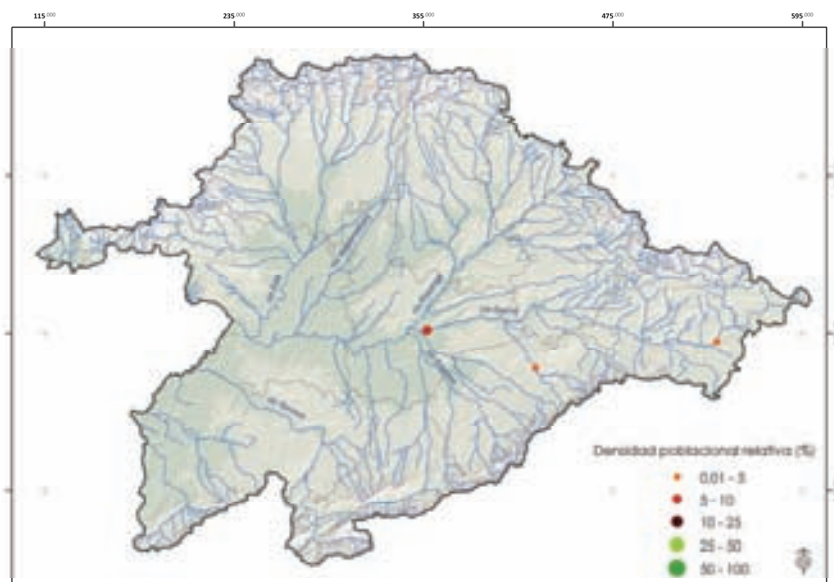


C

35. *Cyclotella atumus* var. *gracilis*

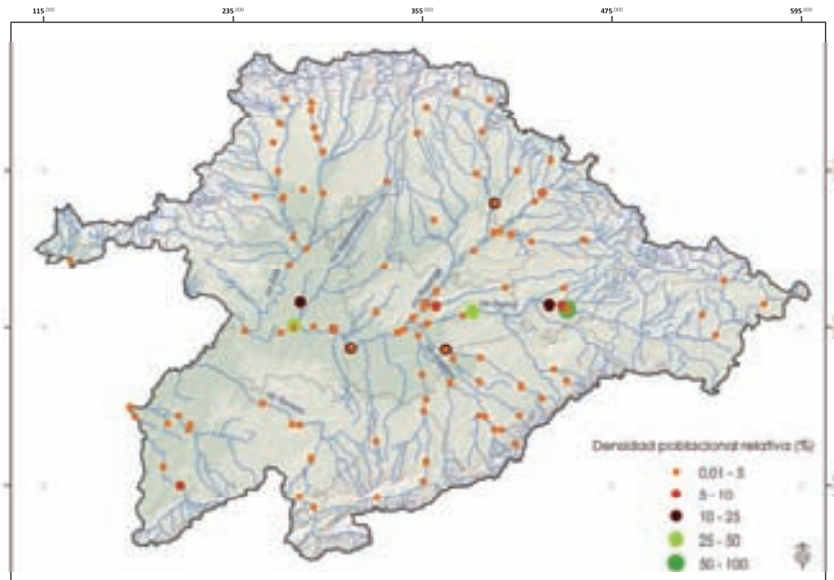


36. *Cyclotella meduanae*

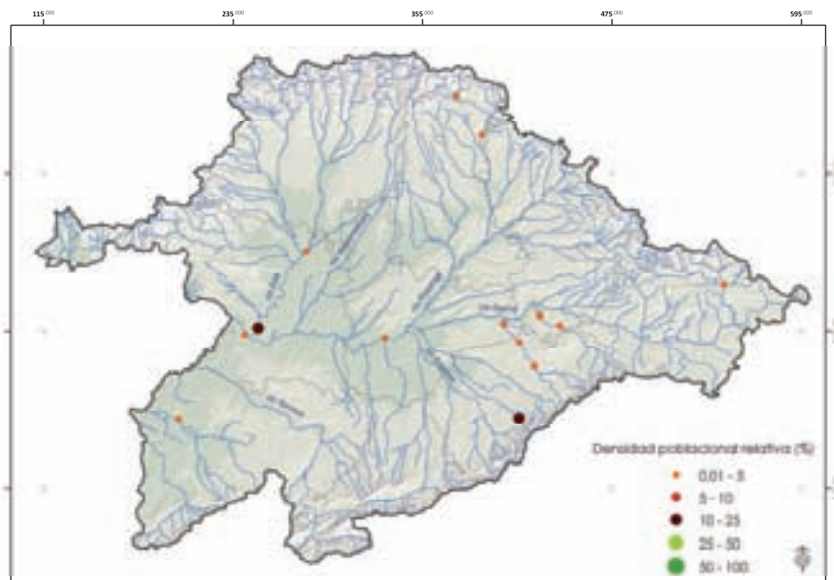


C

37. *Cyclotella meneghiniana*

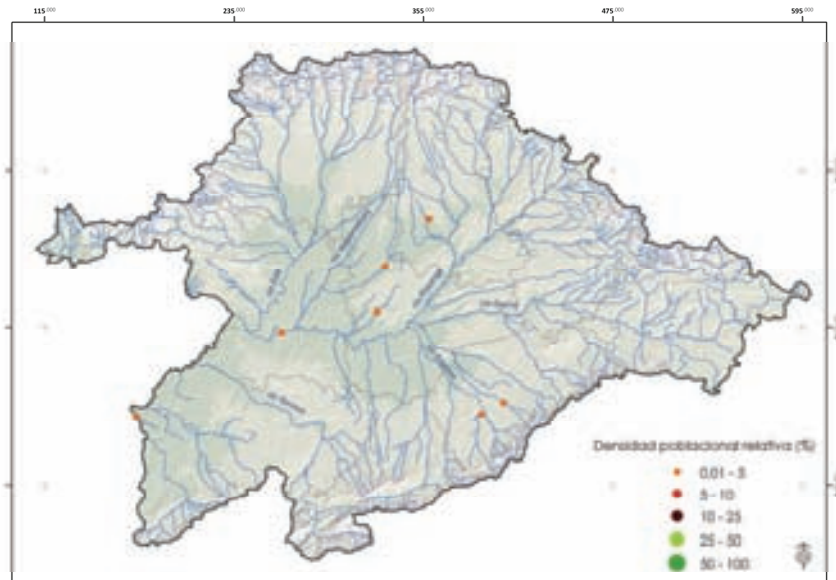


38. *Cyclotella ocellata*

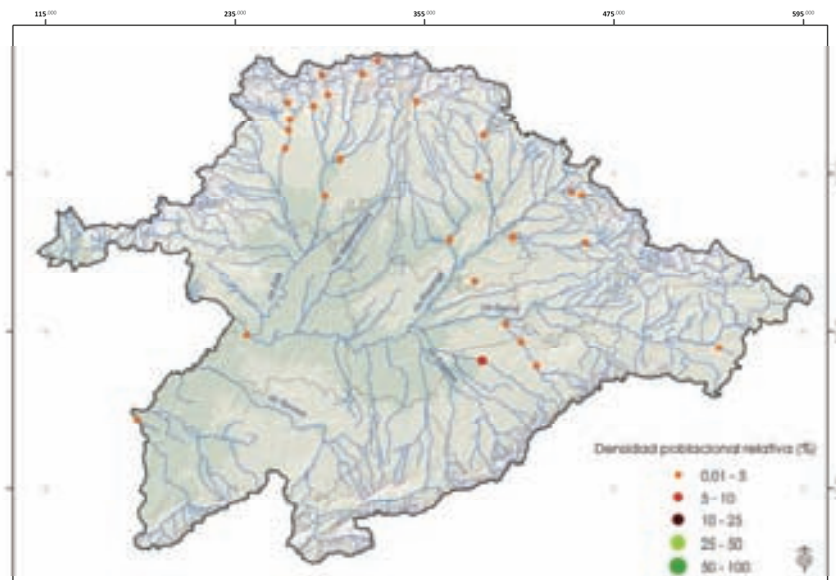


C

39. *Cymatopleura solea*

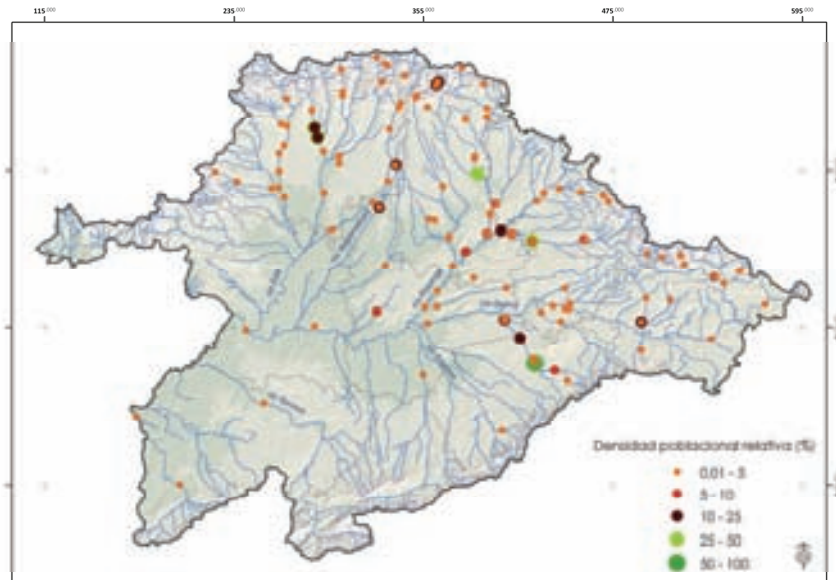


40. *Cymbella compacta*

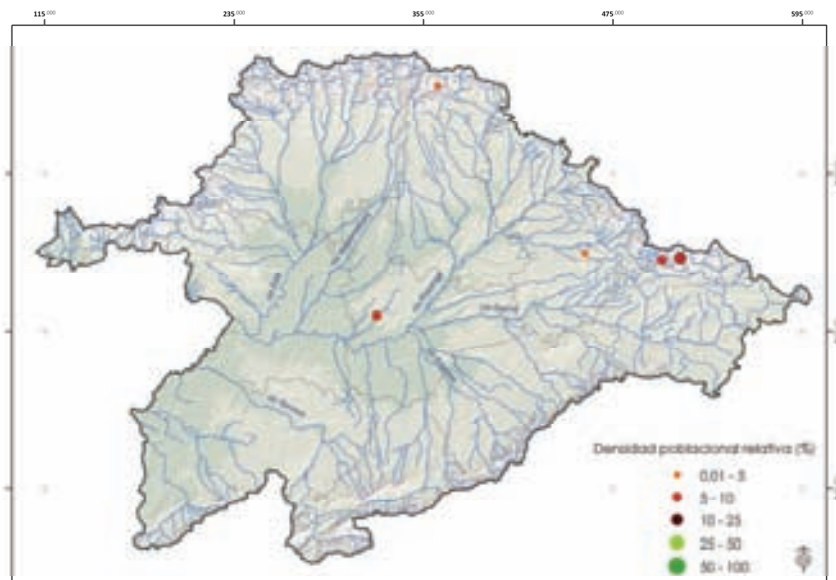


C

41. *Cymbella excisa*

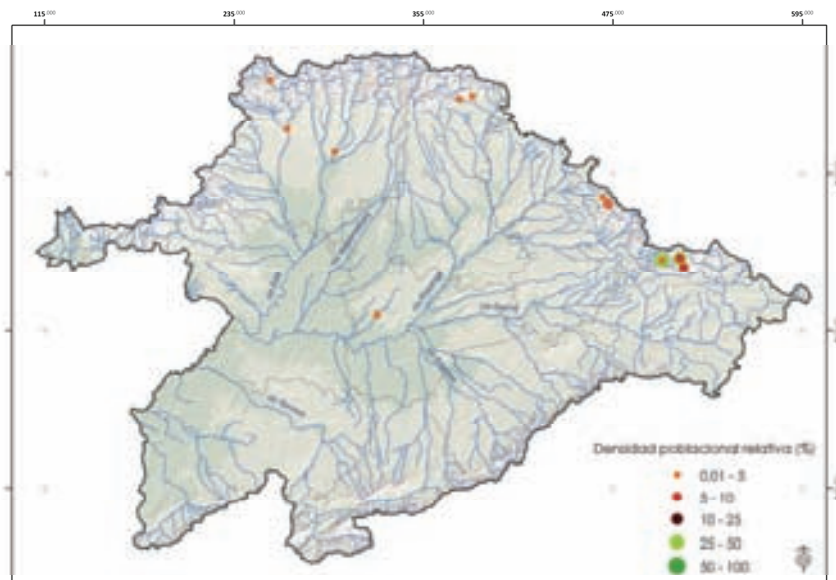


42. *Cymbella excisa* var. *angusta*

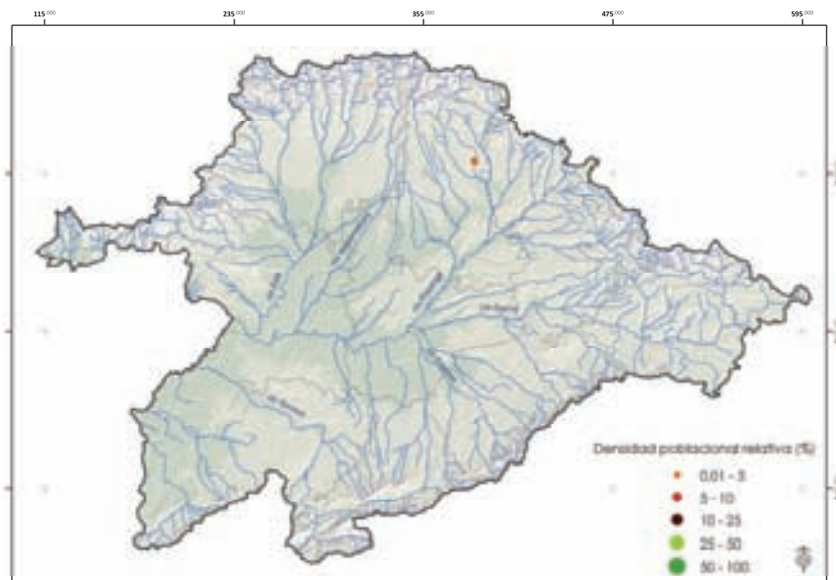


C

43. *Cymbella excisiformis*

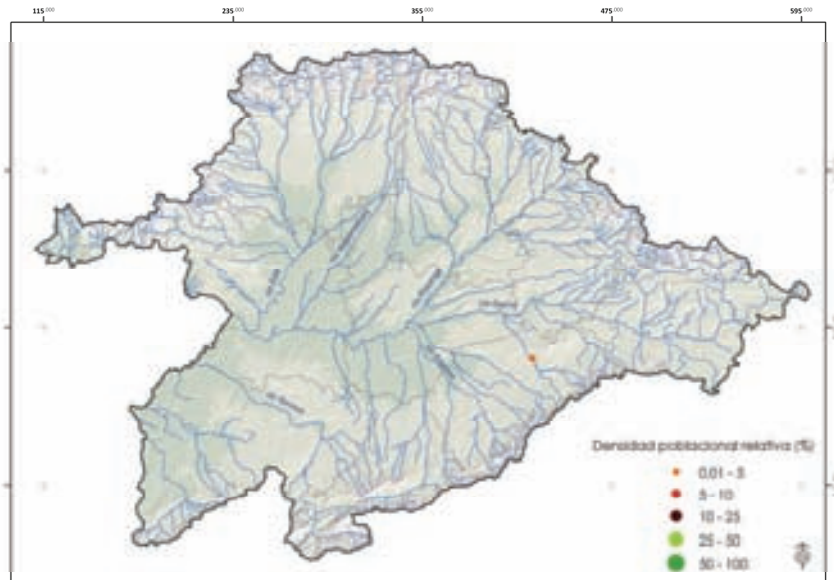


44. *Cymbella hustedtii*

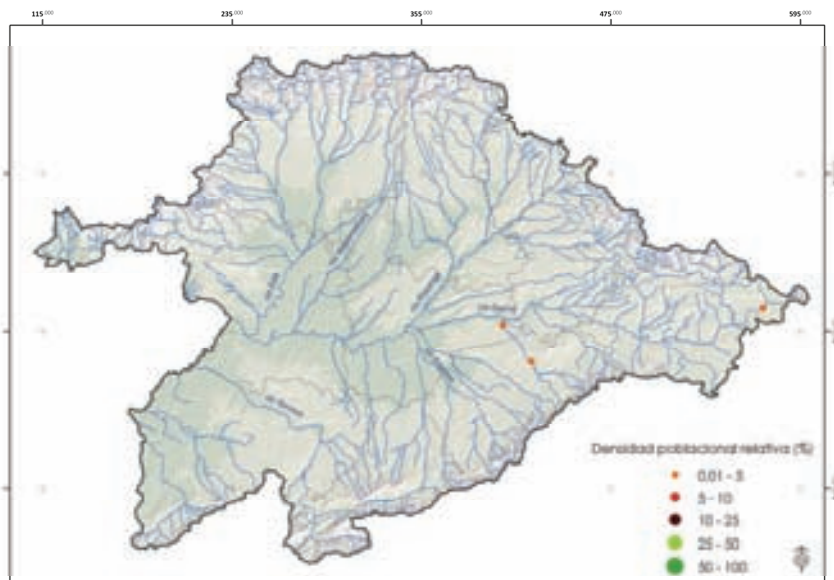


C

45. *Cymbella lange-bertalotii*

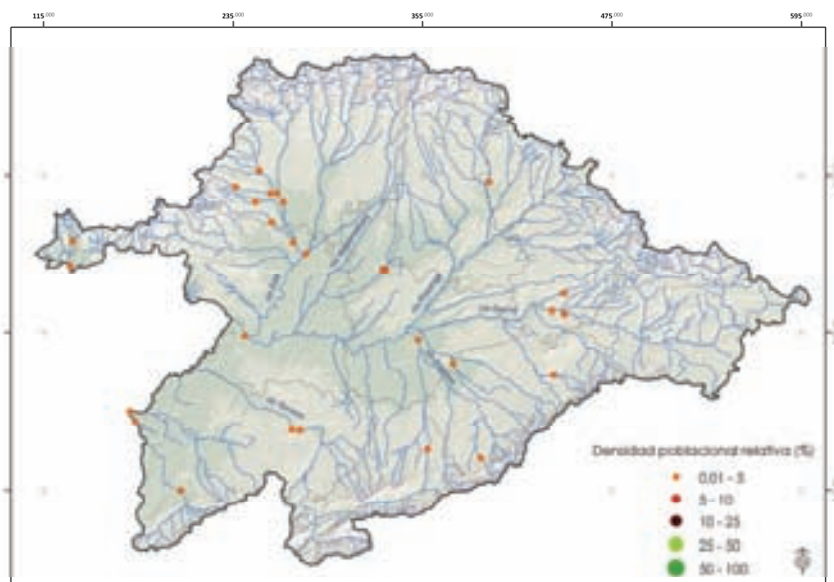


46. *Cymbella parva*

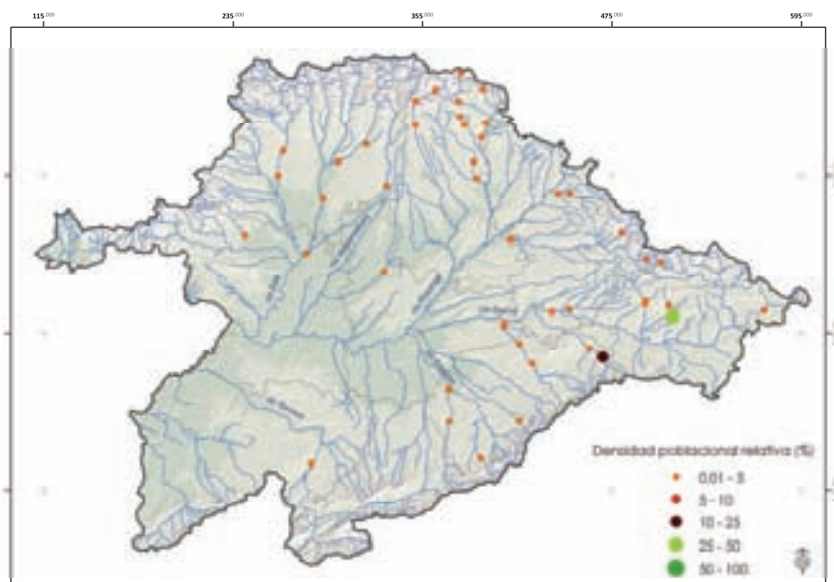


C

47. *Cymbella tumida*

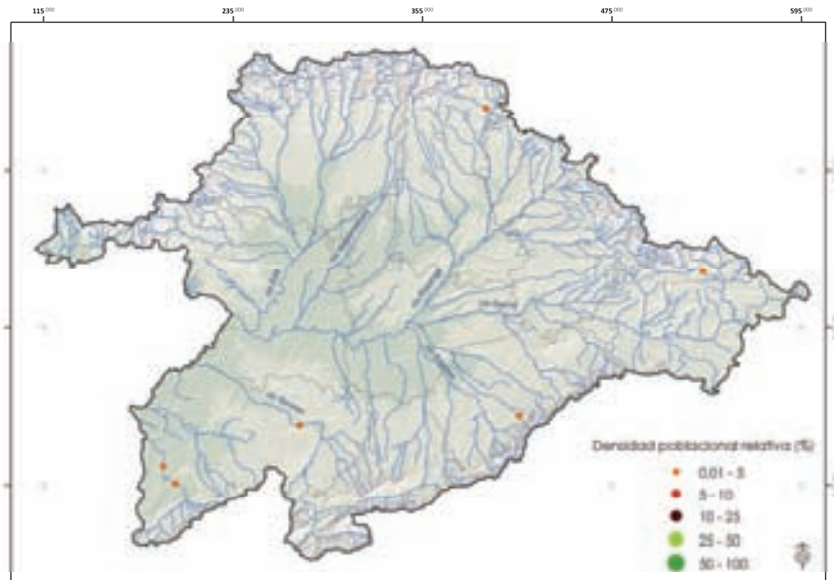


48. *Denticula tenuis*

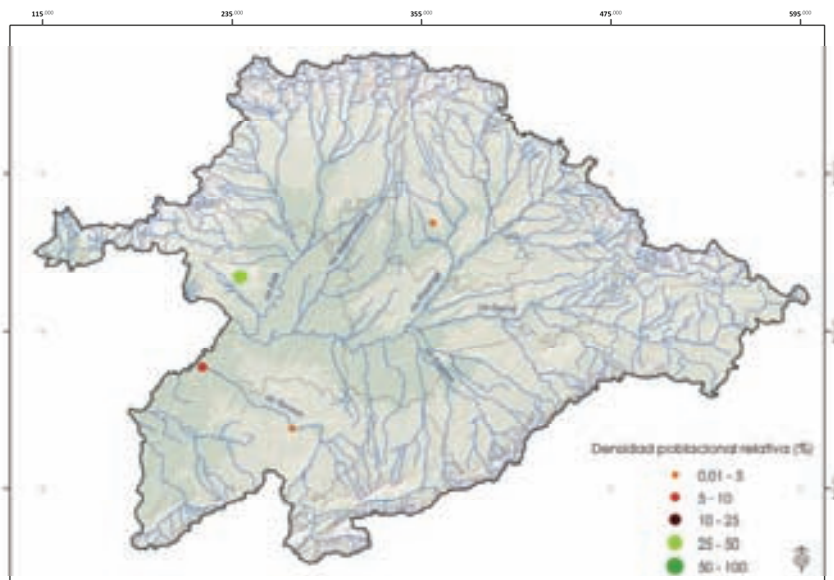


C
D

49. *Diadsmis confervacea*

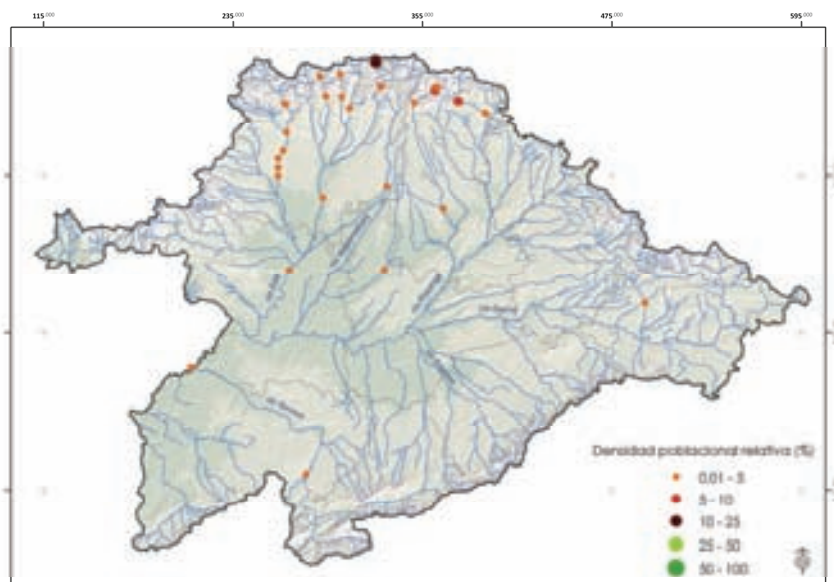


50. *Diadsmis contenta*

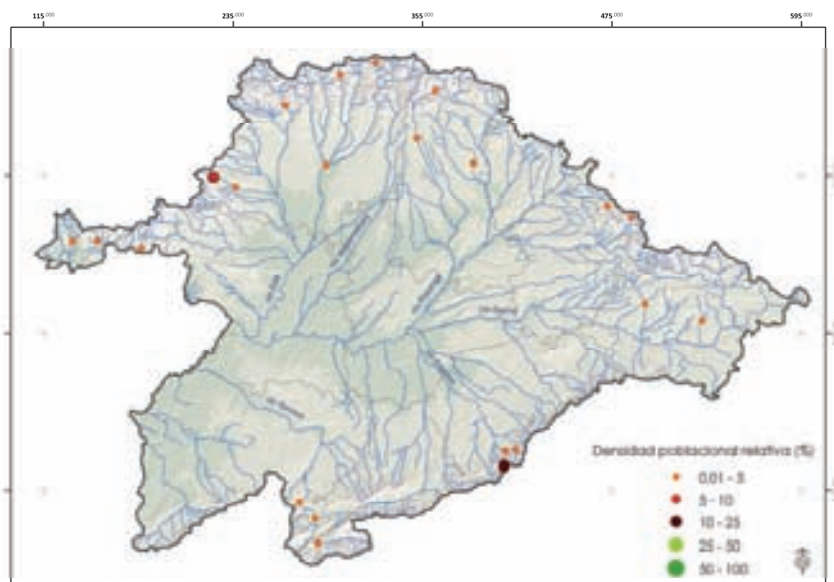


D

51. *Diatoma ehrenbergui*

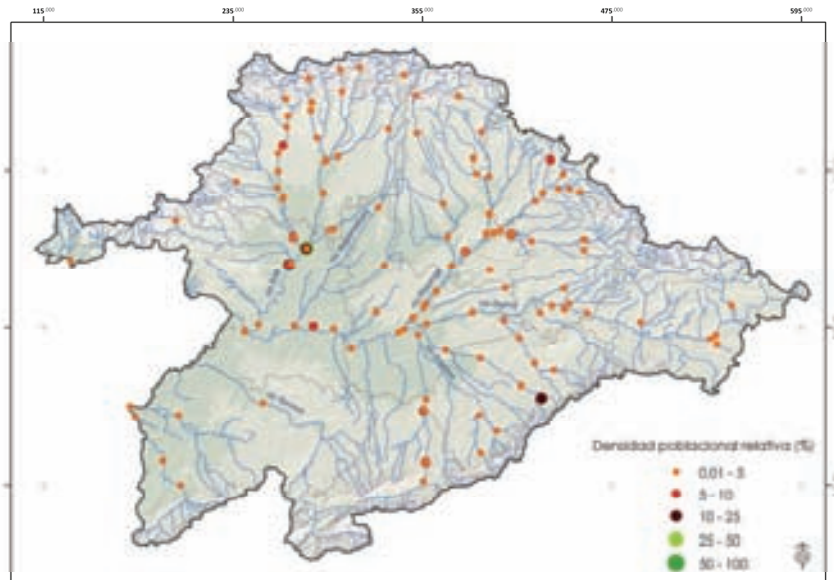


52. *Diatoma mesodon*

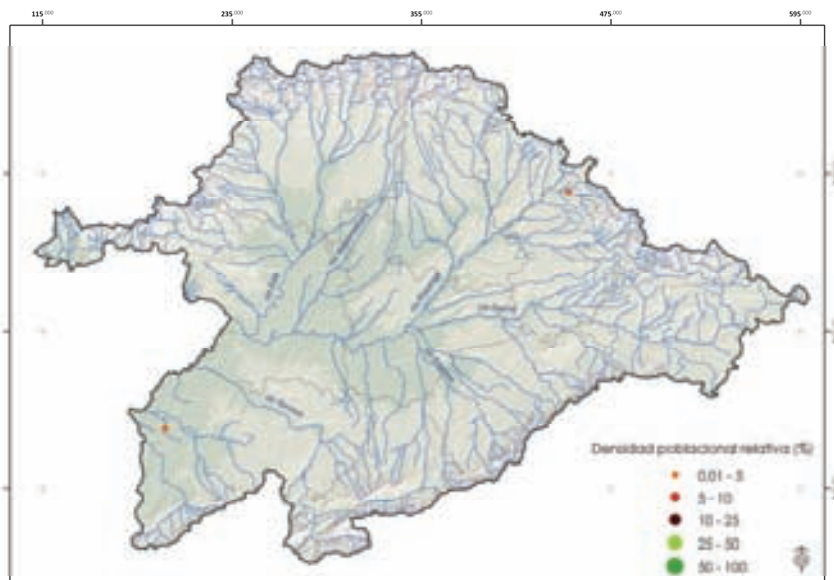


D

53. *Diatoma vulgaris*

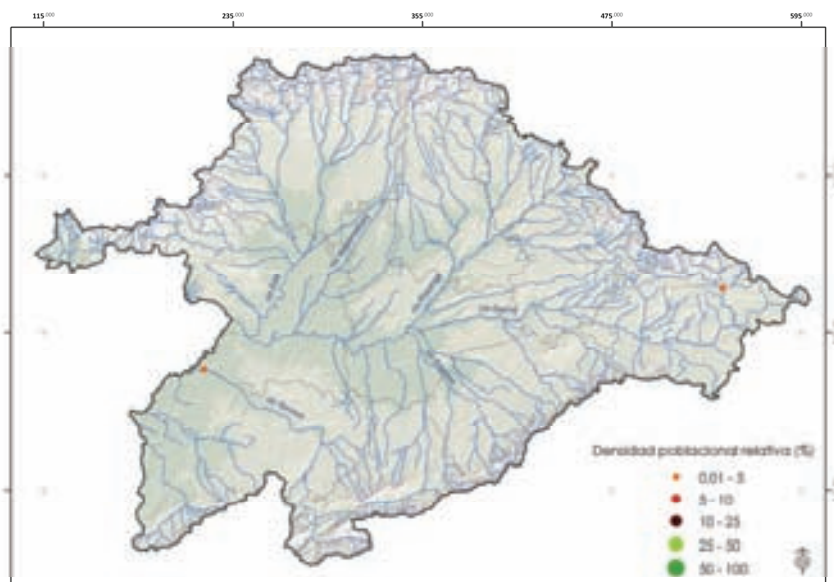


54. *Didymosphenia geminata*

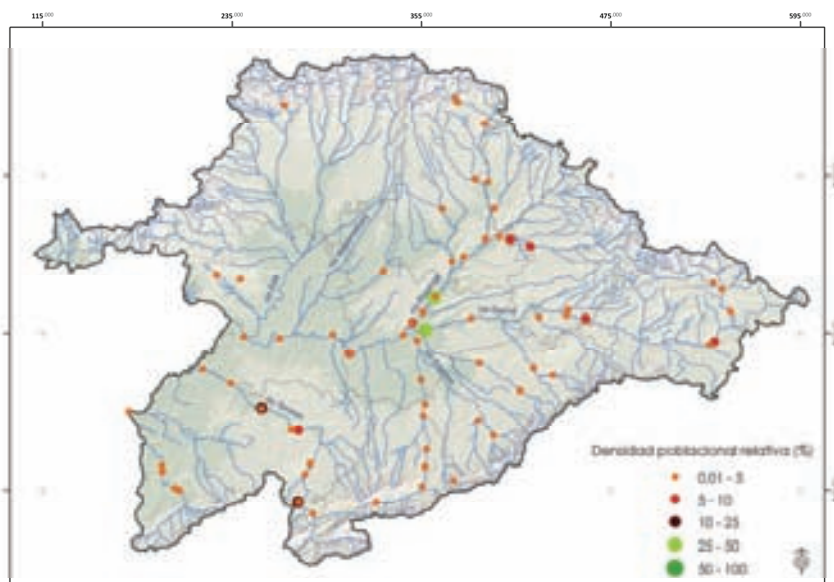


D

55. *Diploneis parma*

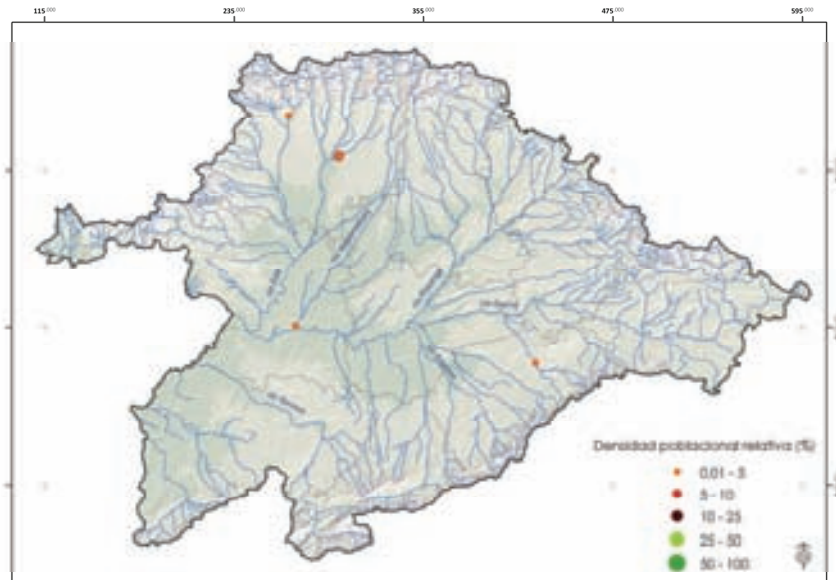


56. *Discostella pseudostelligera*

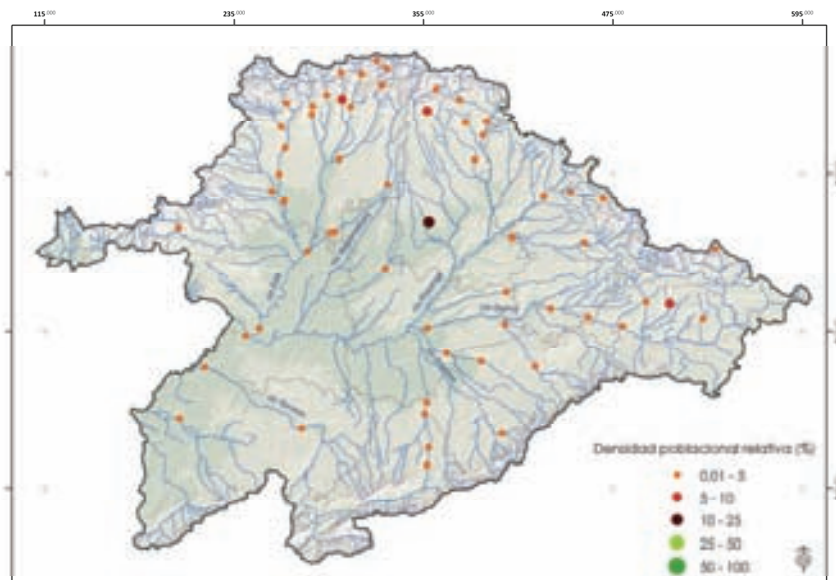


D

57. *Ellerbeckia arenaria*

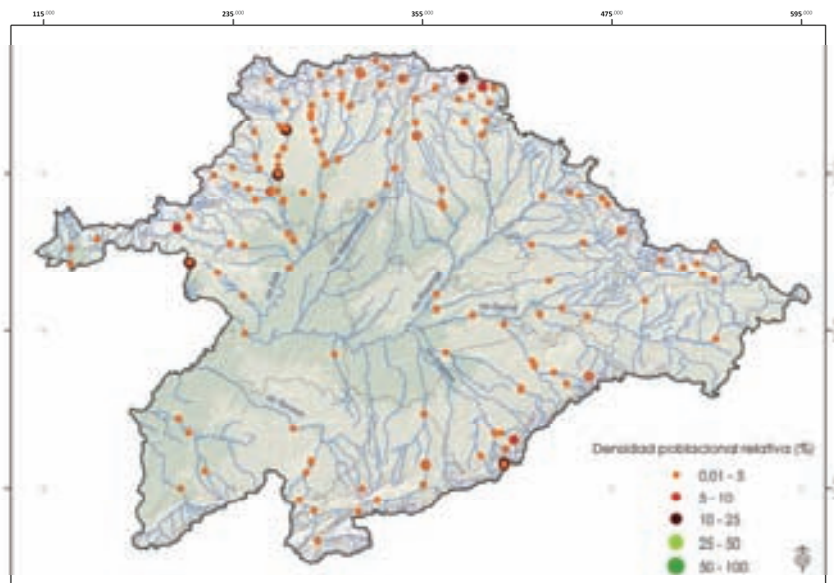


58. *Encyonema lange-bertalotii*

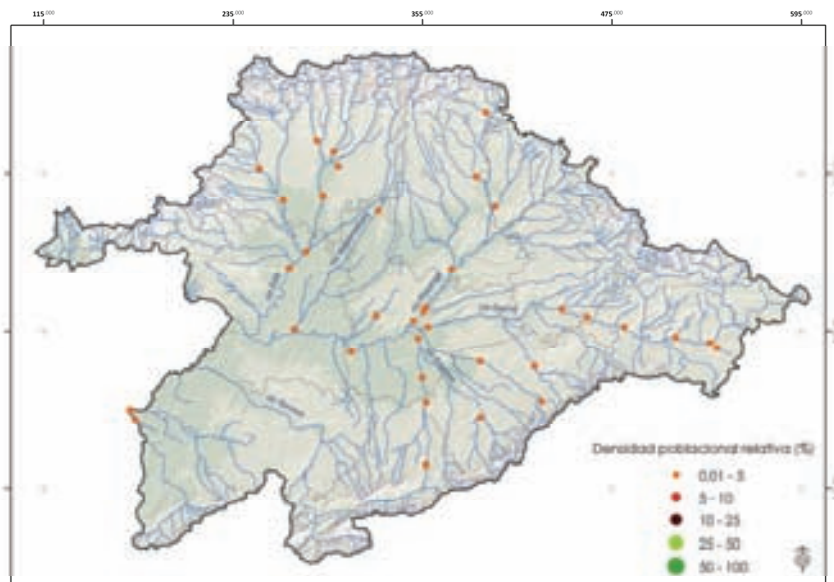


E

59. *Encyonema minutum*

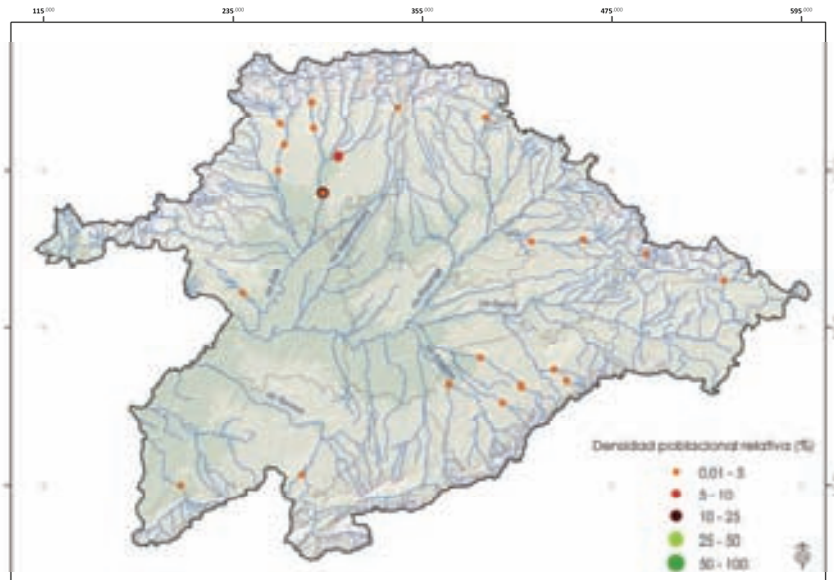


60. *Encyonema prostratum*

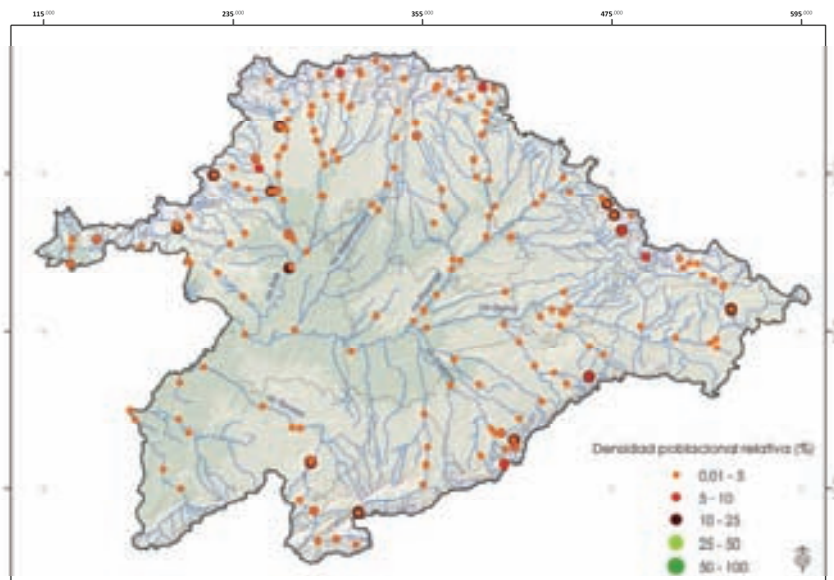


E

61. *Encyonema reichardtii*

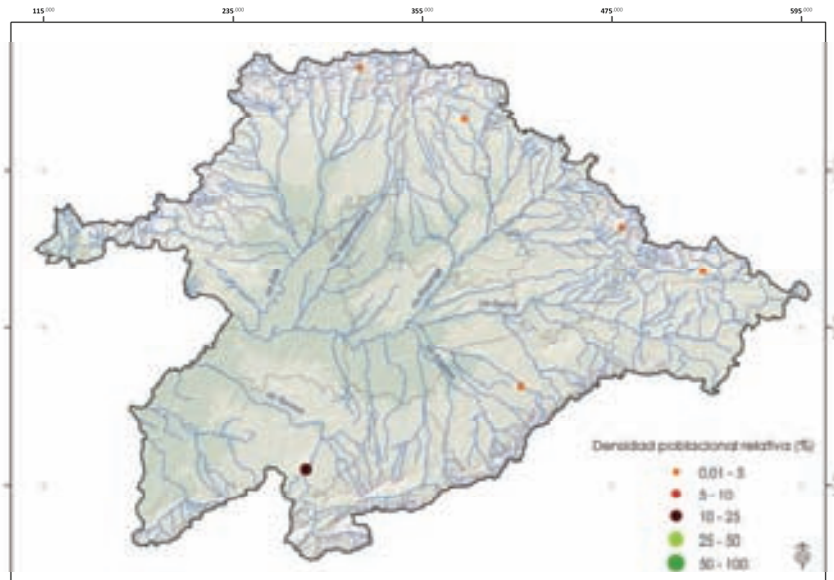


62. *Encyonema silesiacum*

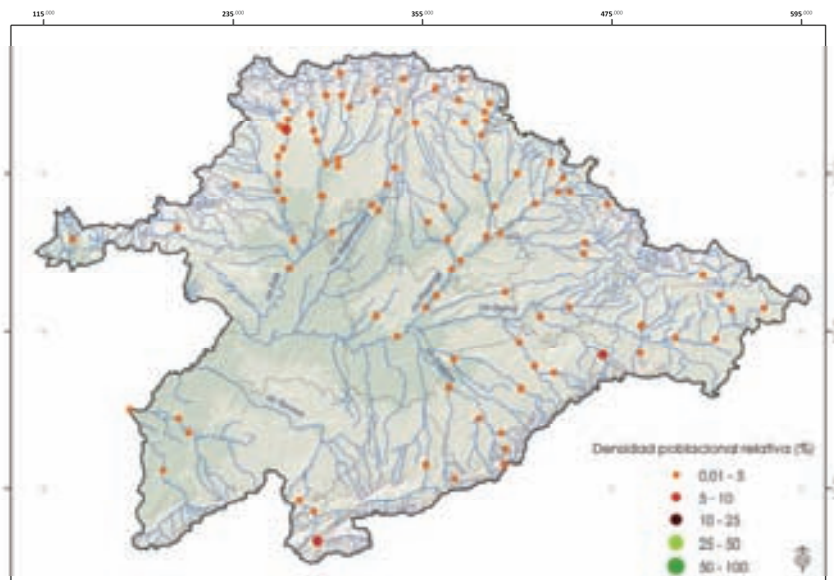


E

63. *Encyonema silesiacum* var. *altensis*

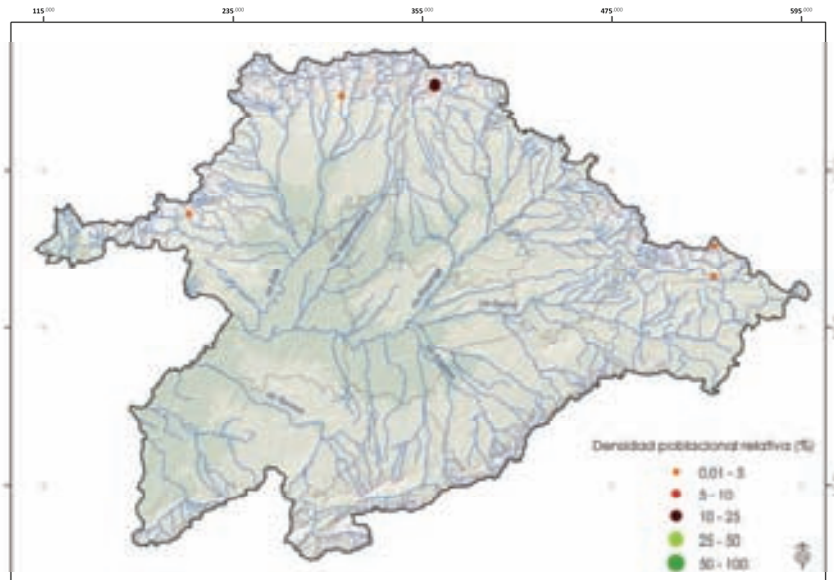


64. *Encyonema ventricosum*

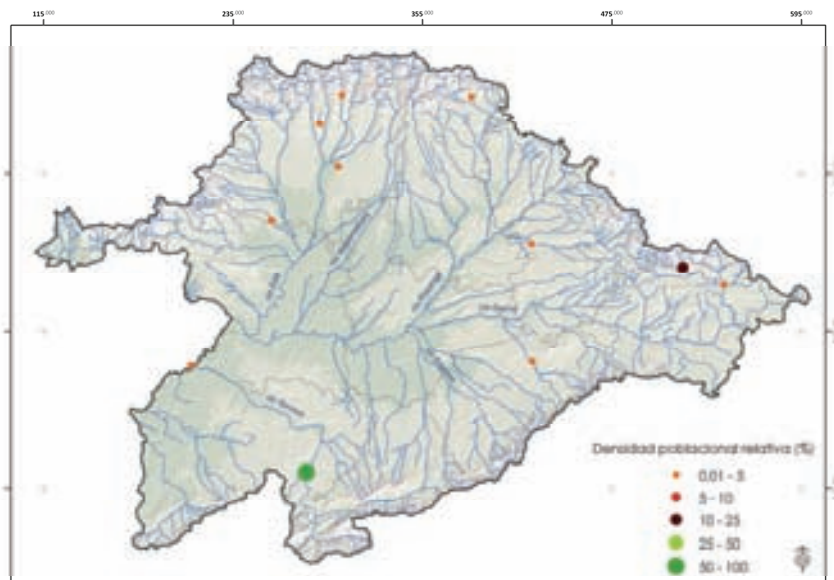


E

65. *Encyonopsis minuta*

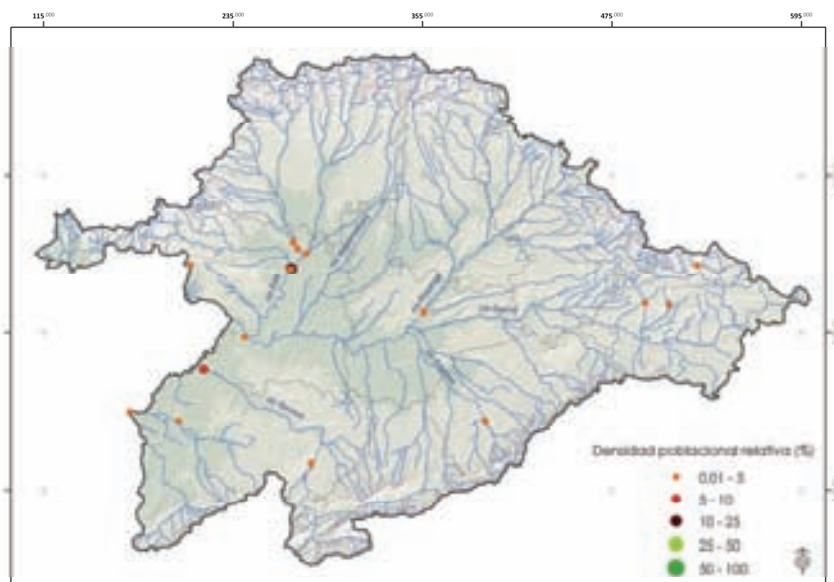


66. *Encyonopsis subminuta*

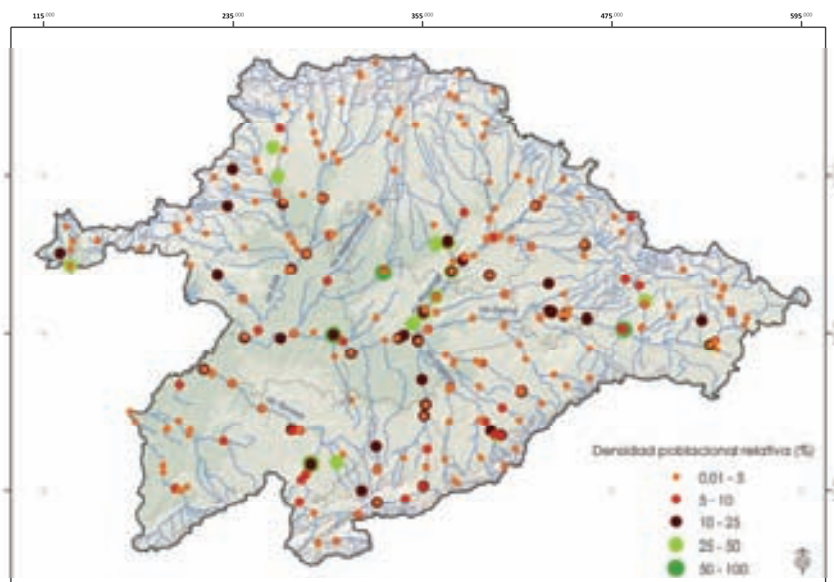


E

67. *Eolimna comperei*

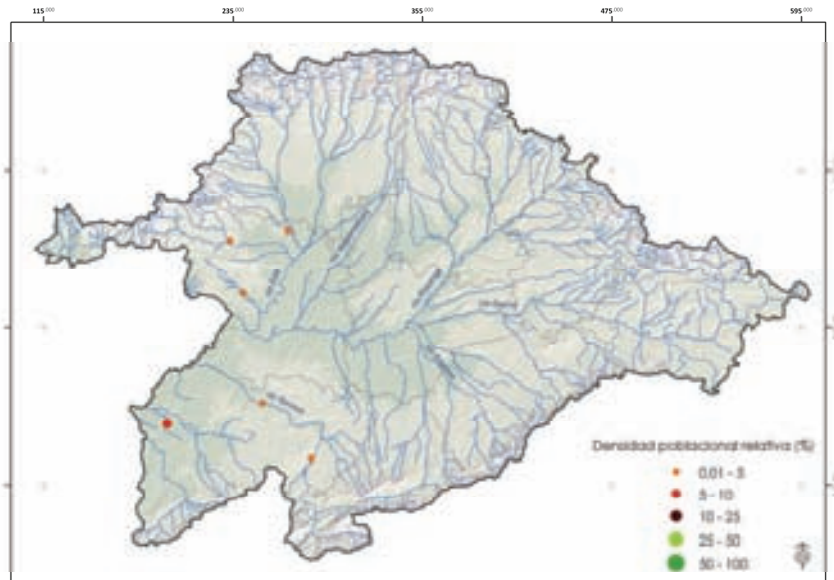


68. *Eolimna minima*

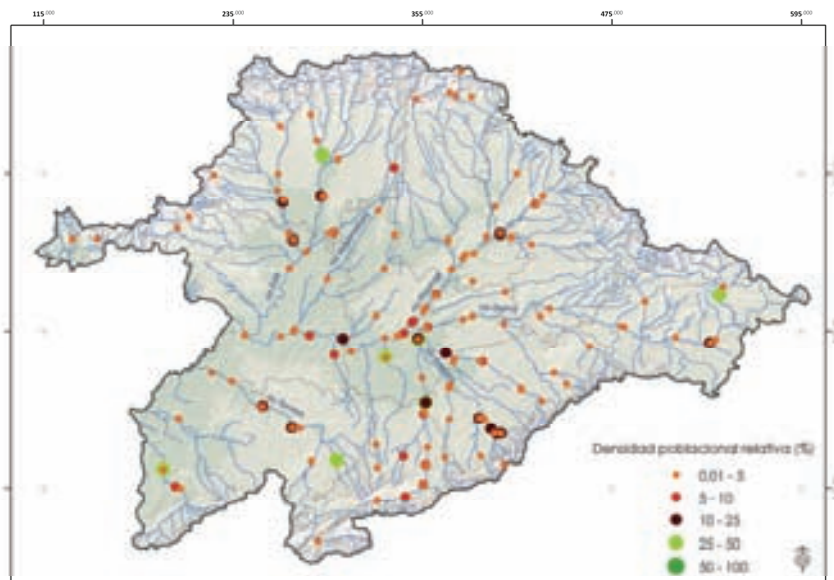


E

69. *Eolimna rhomboelliptica*

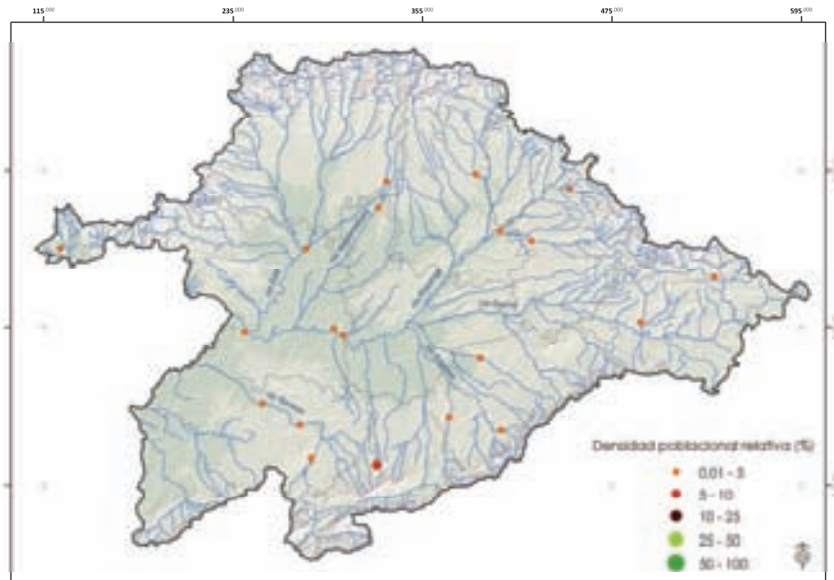


70. *Eolimna subminuscula*

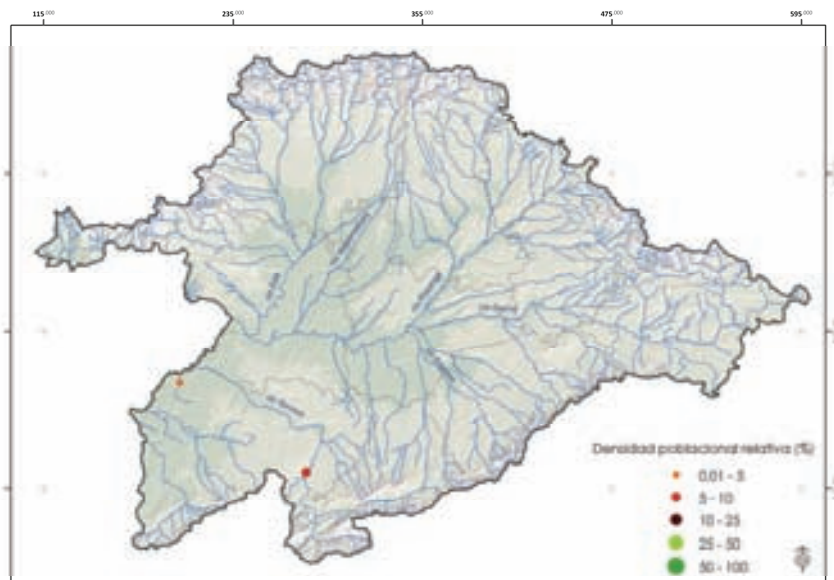


E

71. *Eolimna utermoehli*

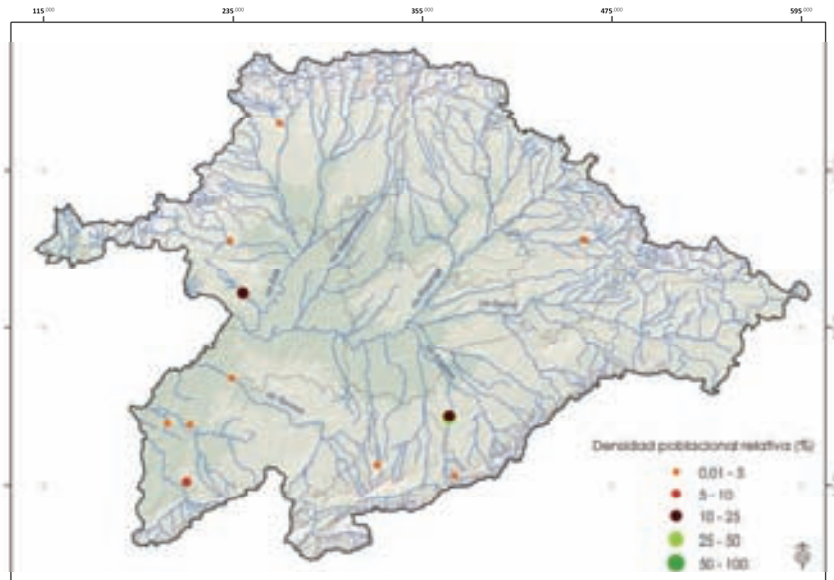


72. *Epithemia adnata*

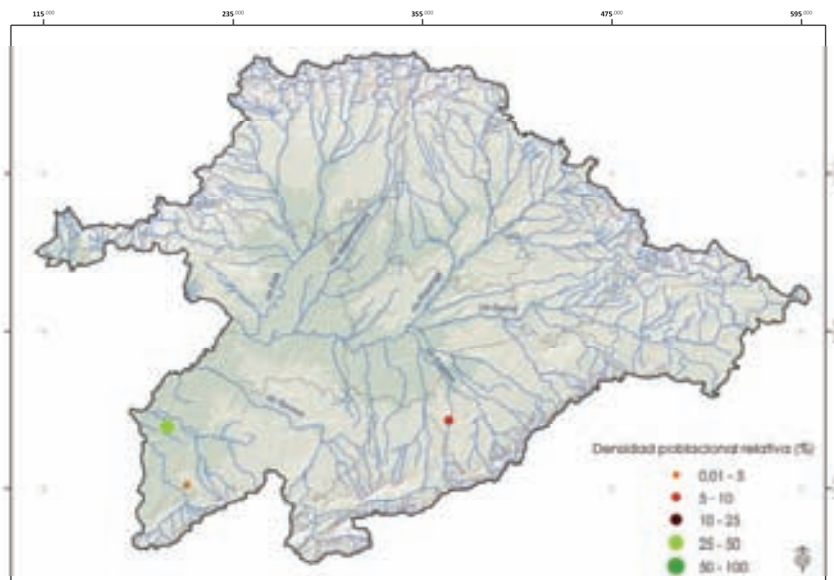


E

73. *Epithemia sorex*

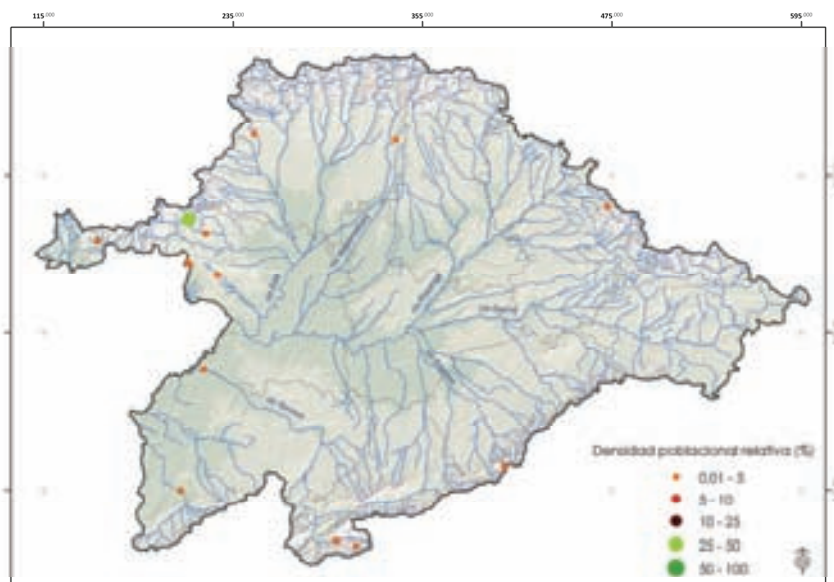


74. *Epithemia turgida*

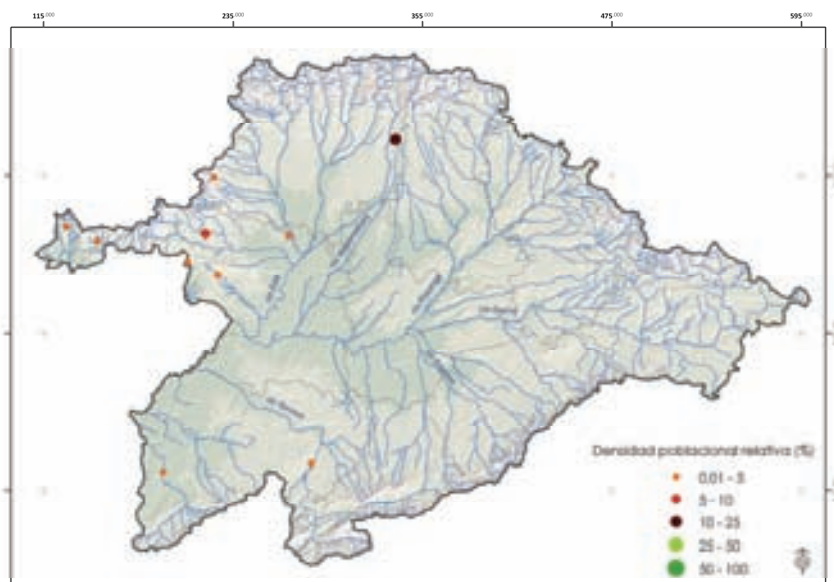


E

75. *Eunotia exigua*

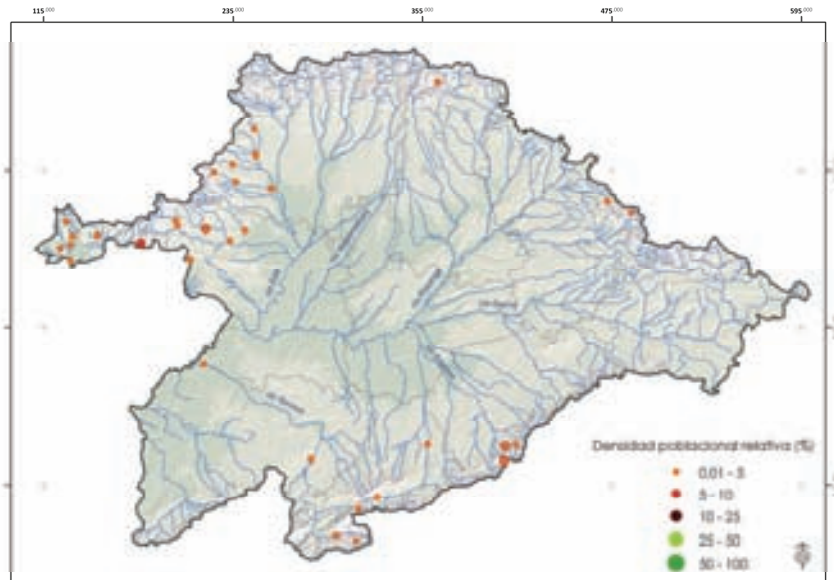


76. *Eunotia incisa*

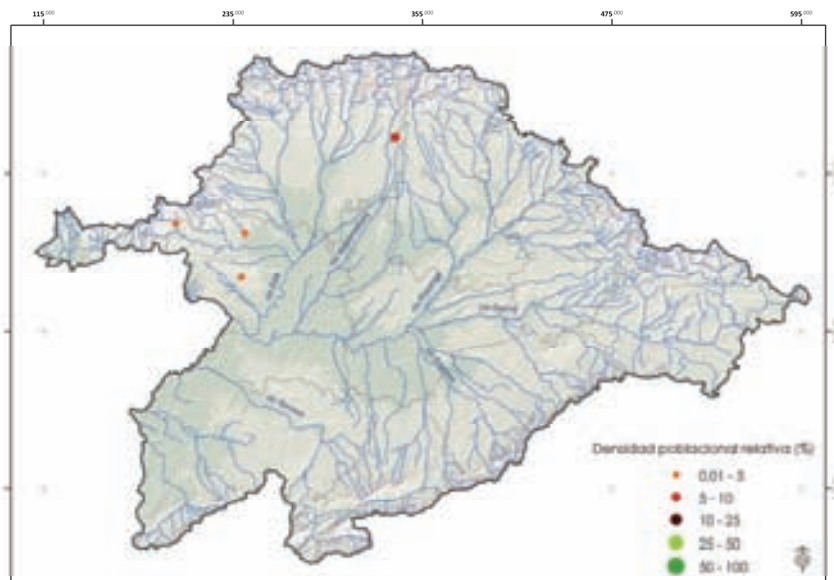


E

77. *Eunotia minor*

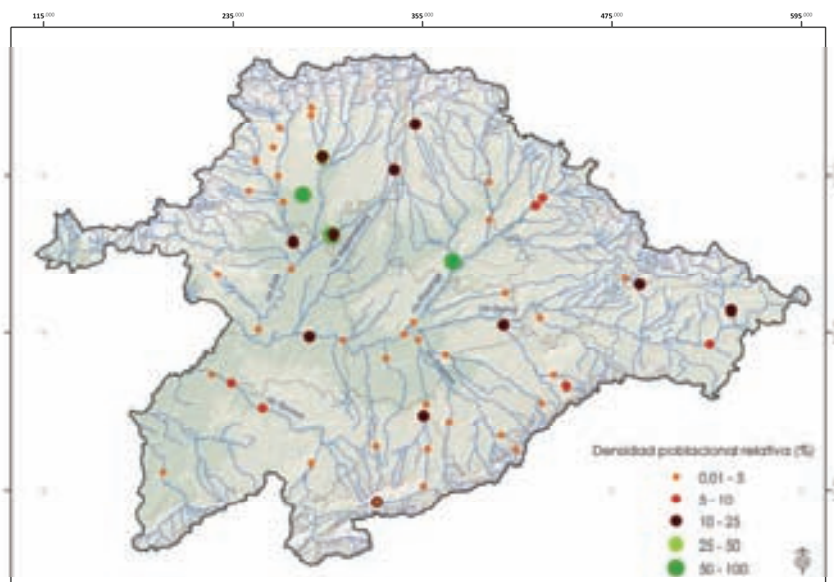


78. *Eunotia naegelii*

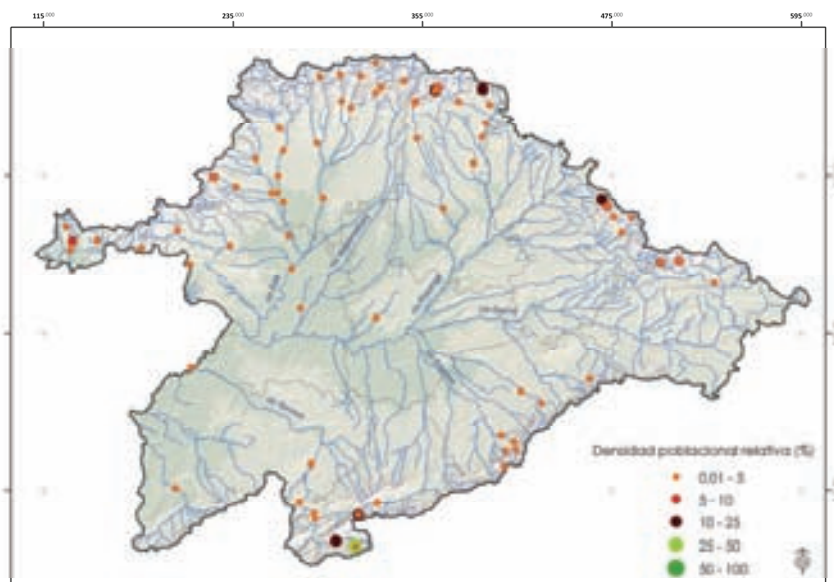


E

79. *Fistulifera saprophila*

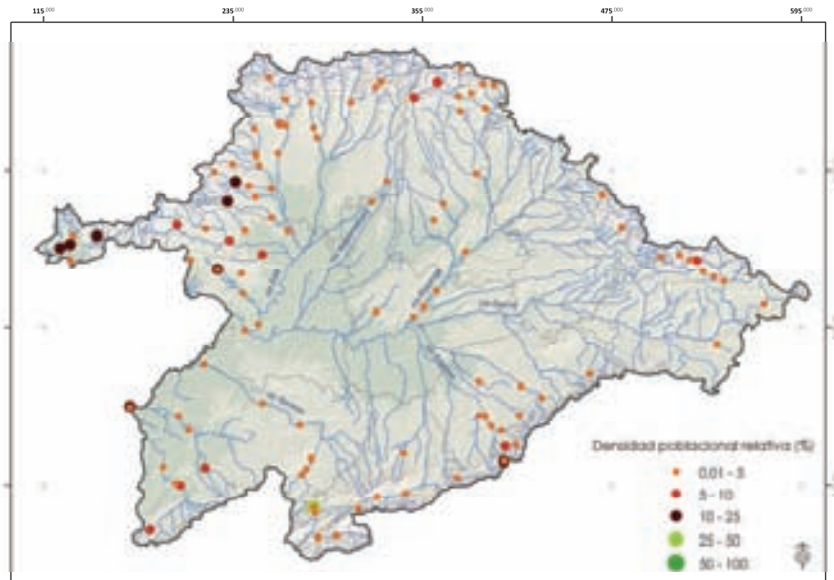


80. *Fragilaria arcus*

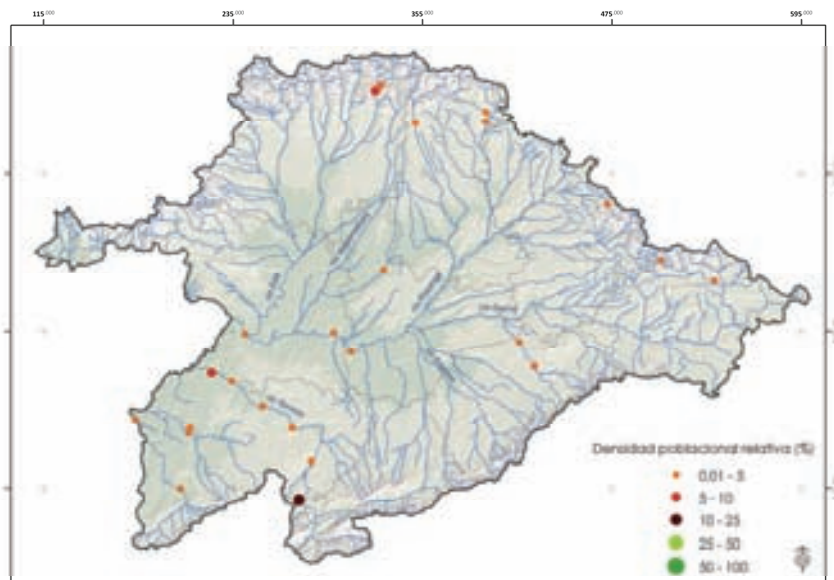


F

81. *Fragilaria capucina*

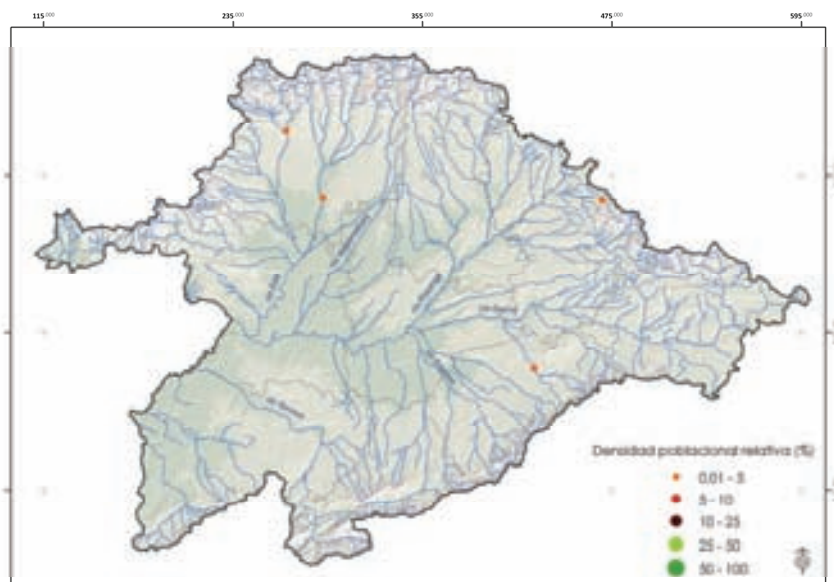


82. *Fragilaria crotonensis*

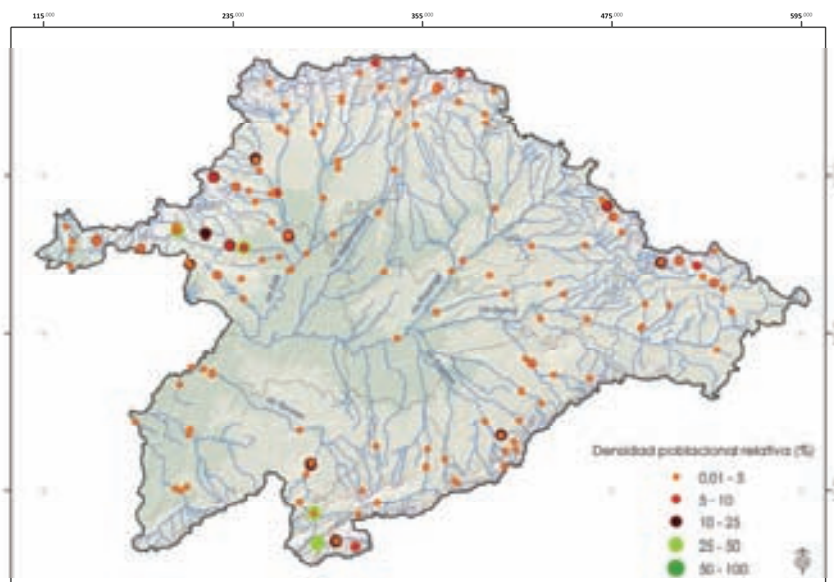


F

83. *Fragilaria perminuta*

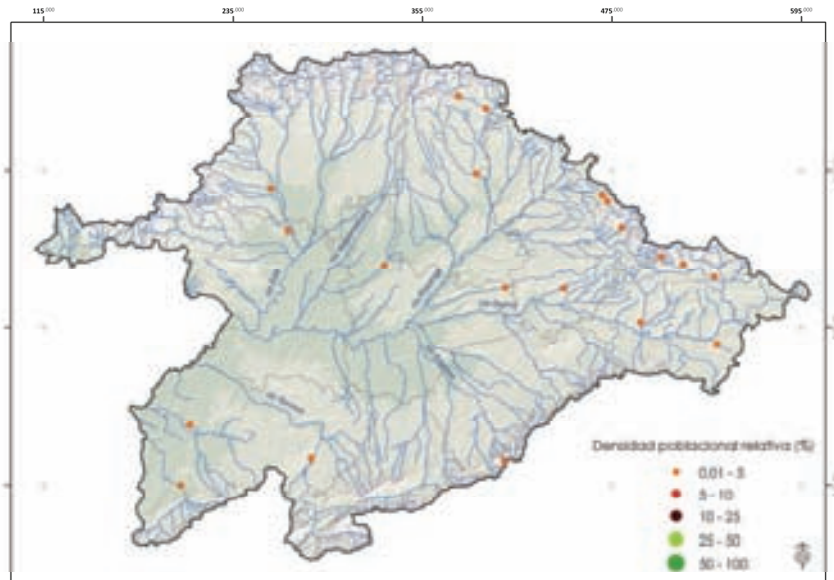


84. *Fragilaria rumpens*

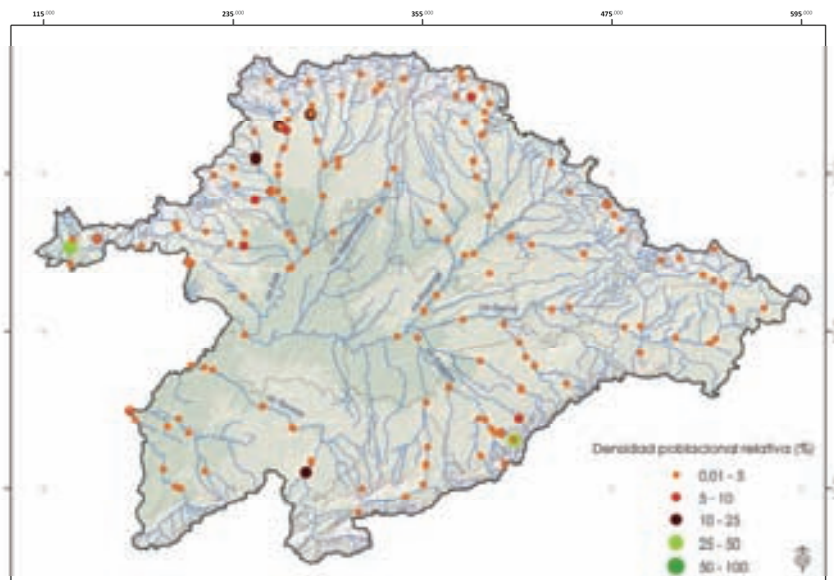


F

85. *Fragilaria tenera*

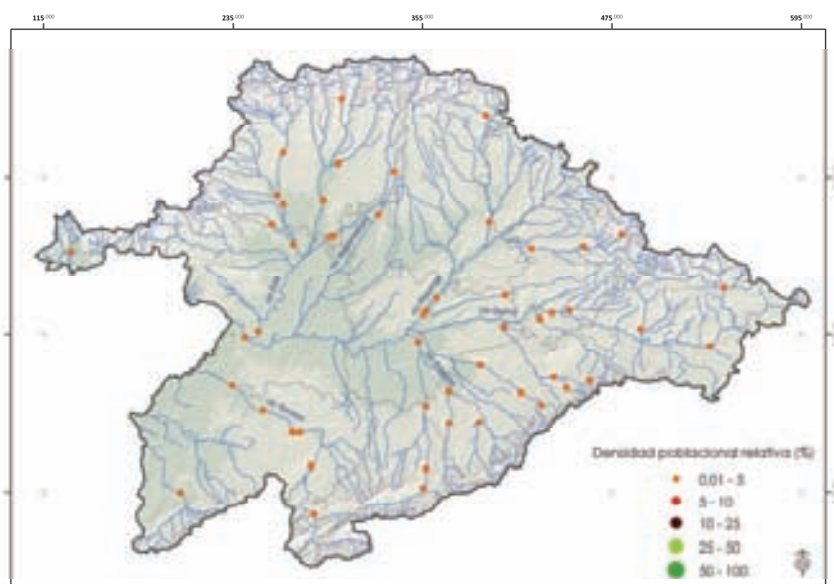


86. *Fragilaria vaucheriae*

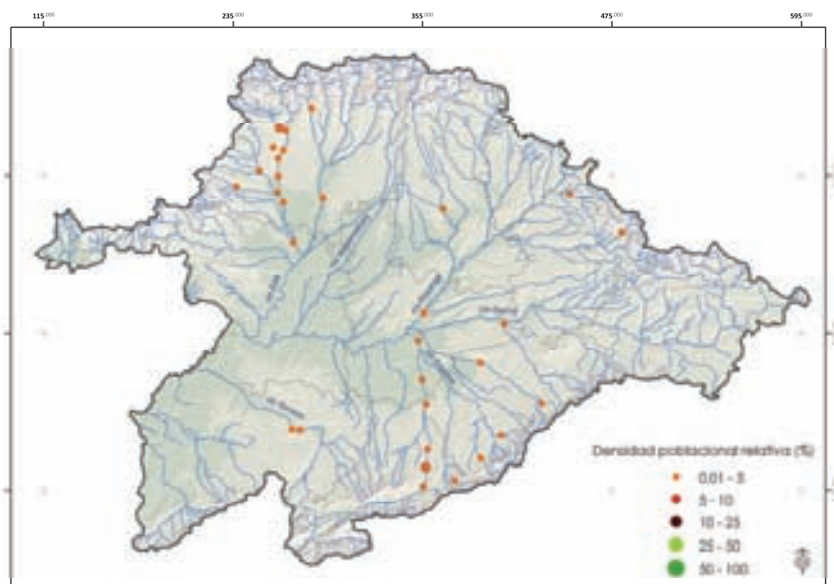


F

87. *Geissleria decussis*

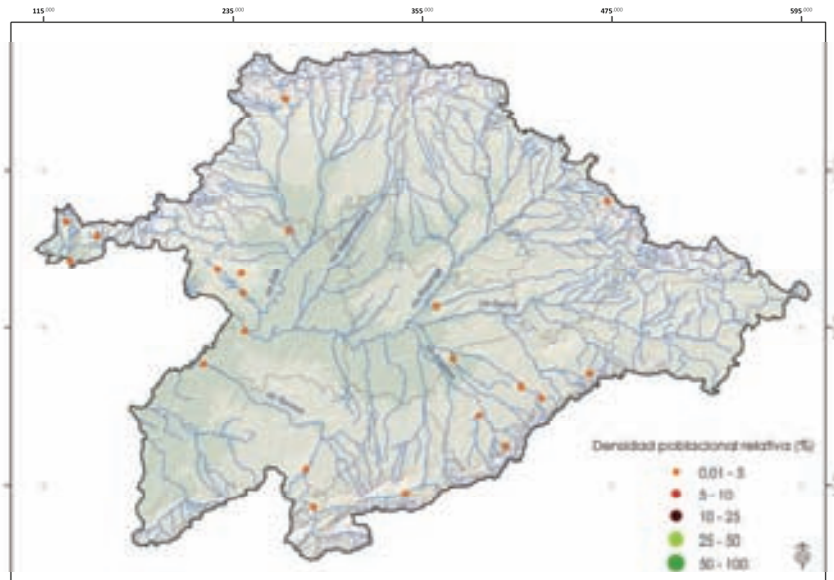


88. *Gomphoneis minuta*

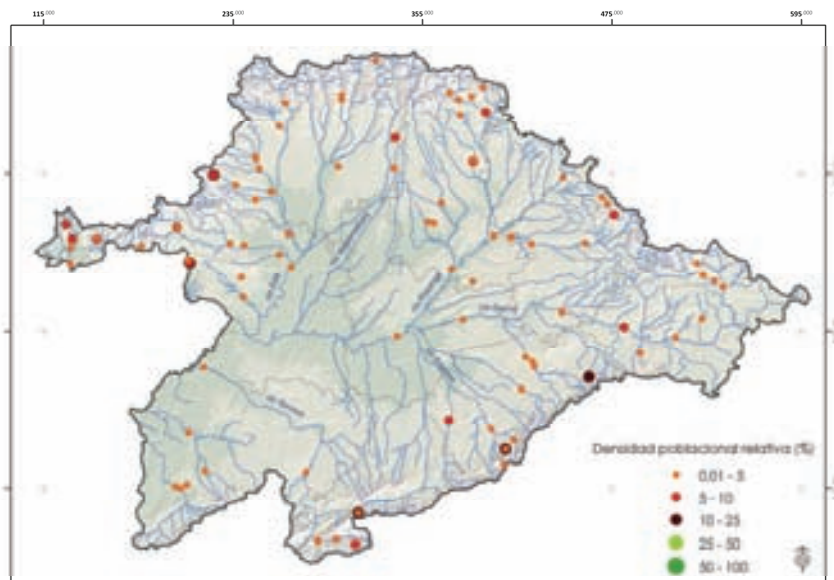


G

89. *Gomphonema acuminatum*

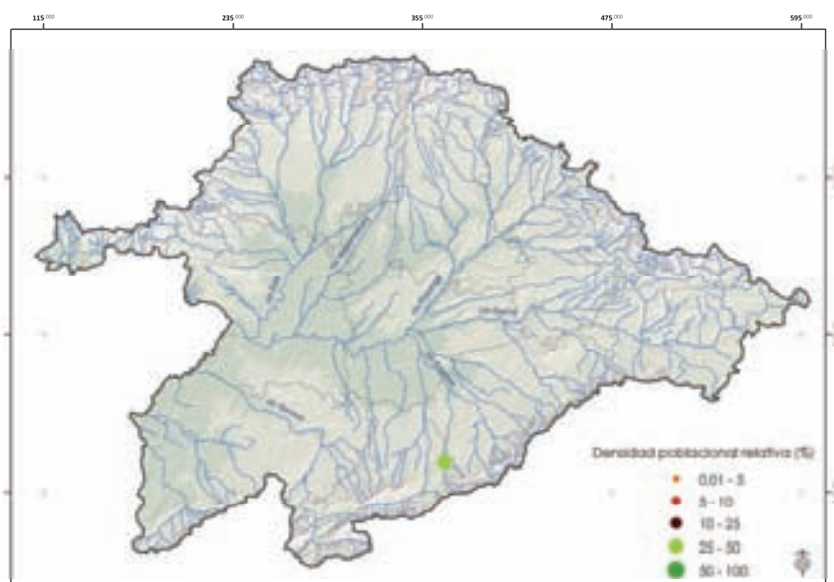


90. *Gomphonema exilissimum*

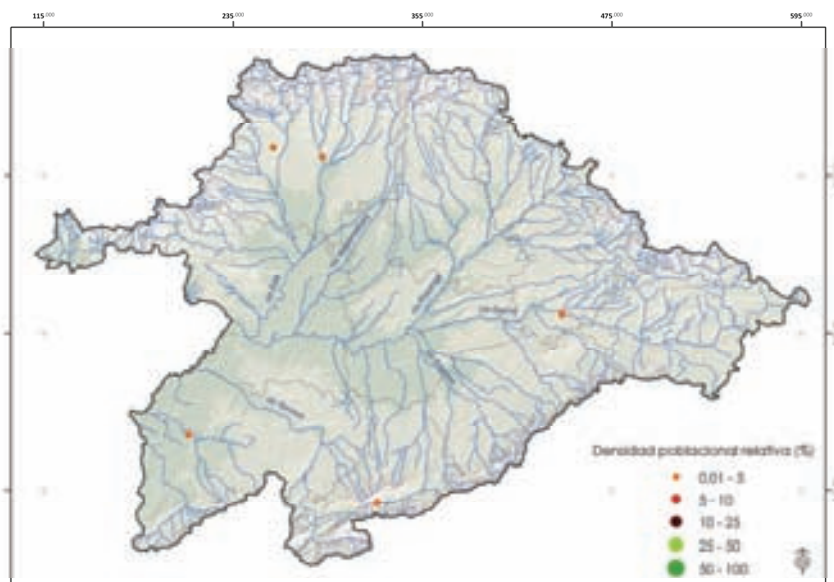


G

91. *Gomphonema insignifine*

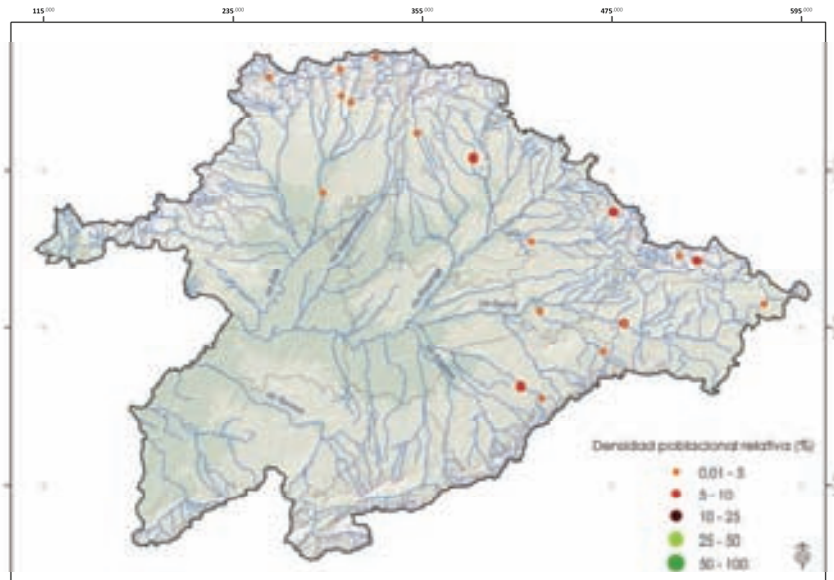


92. *Gomphonema lagenula*

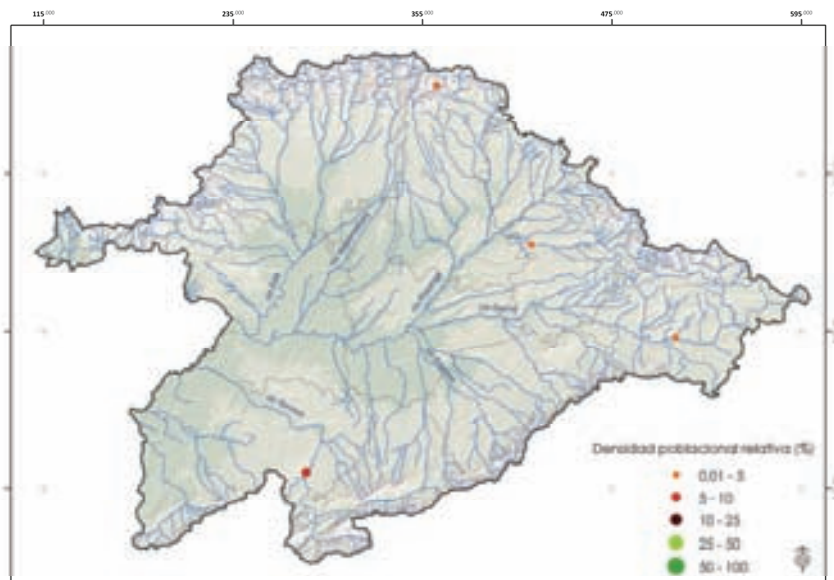


G

93. *Gomphonema micropumilum*

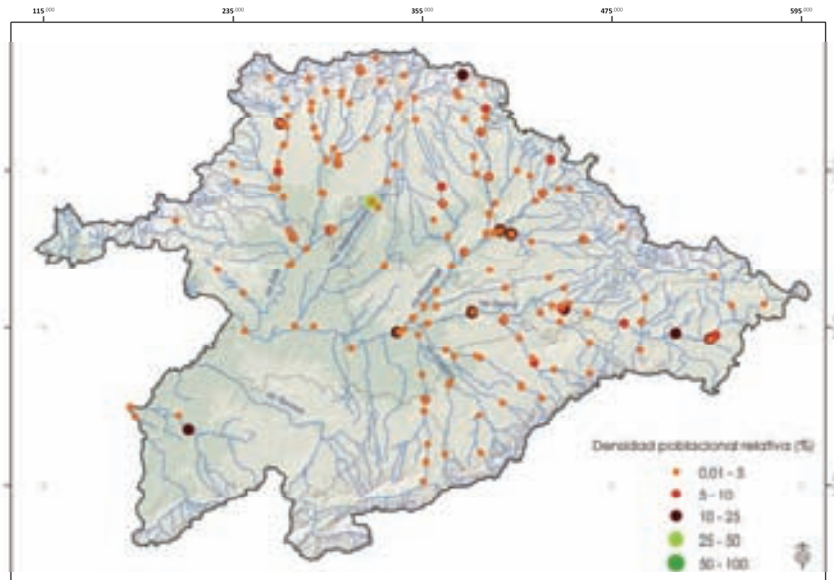


94. *Gomphonema minusculum*

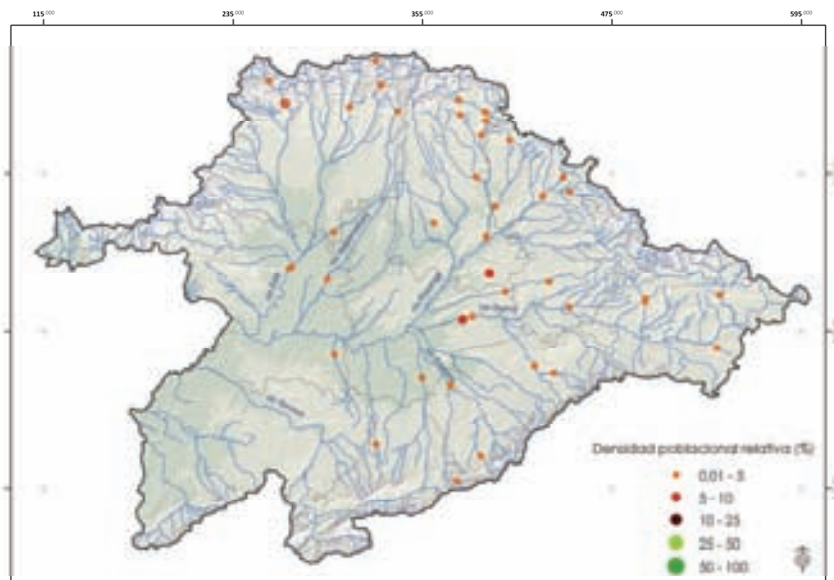


G

95. *Gomphonema minutum*

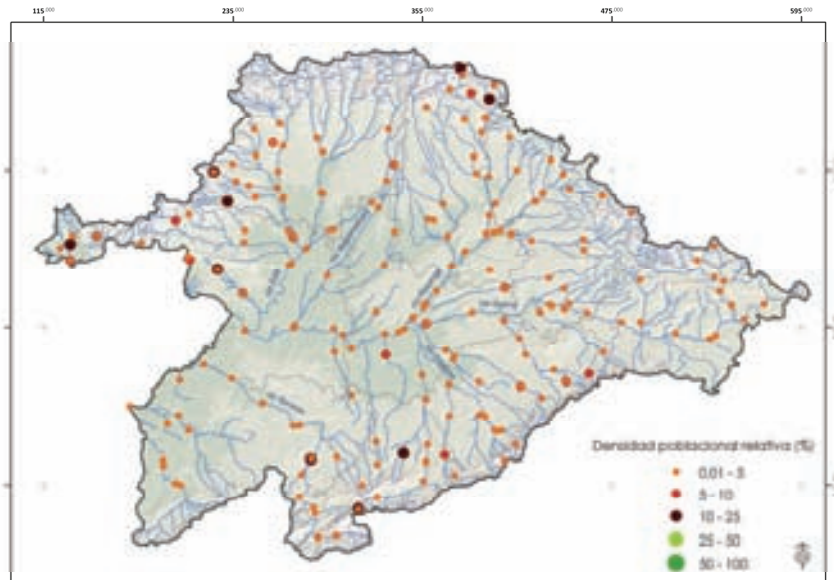


96. *Gomphonema olivaceum*

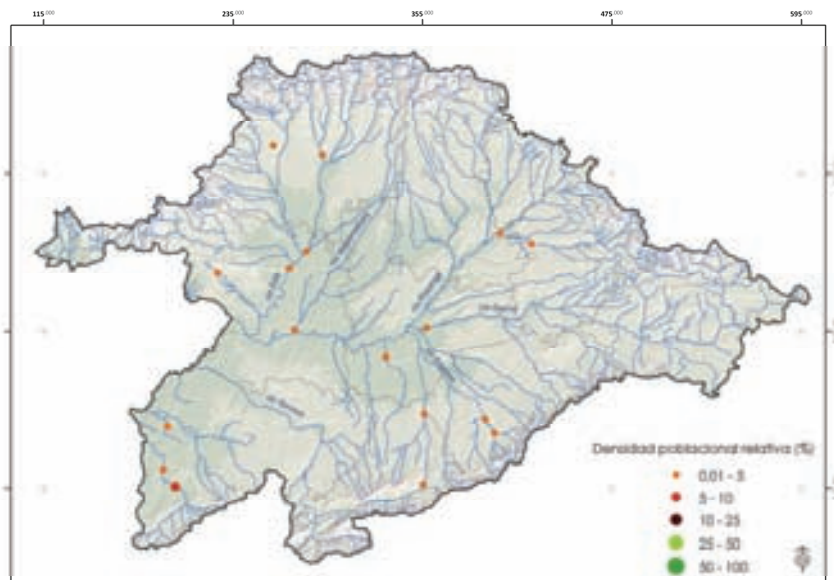


G

97. *Gomphonema parvulum*

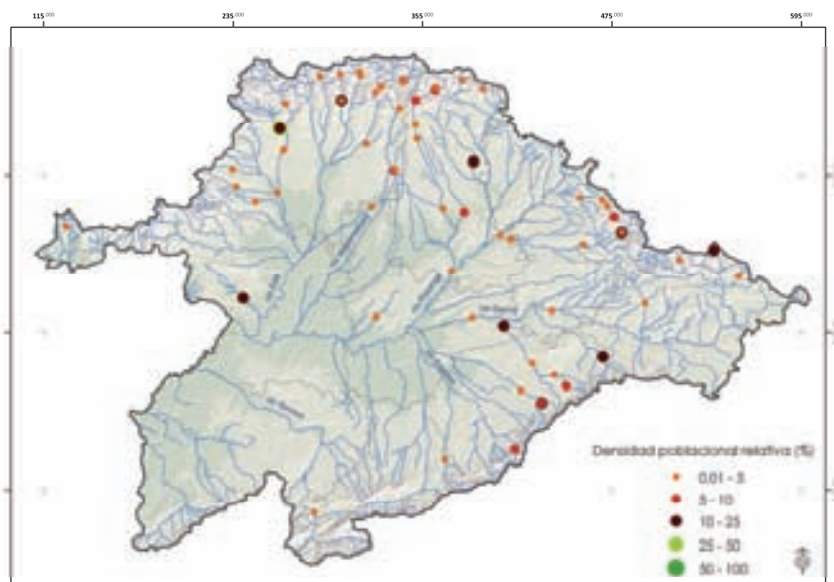


98. *Gomphonema parvulum f. saprophilum*

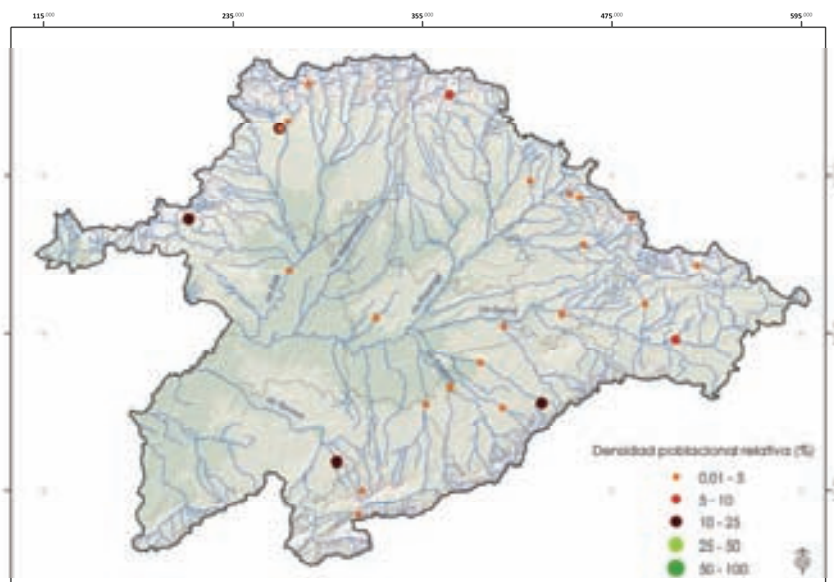


G

99. *Gomphonema pumilum* var. *elegans*

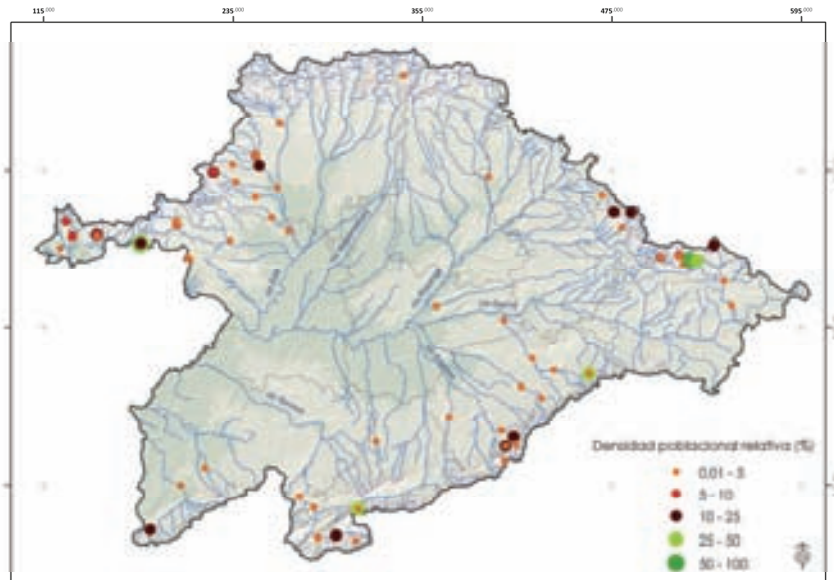


100. *Gomphonema pumilum* var. *rigidum*

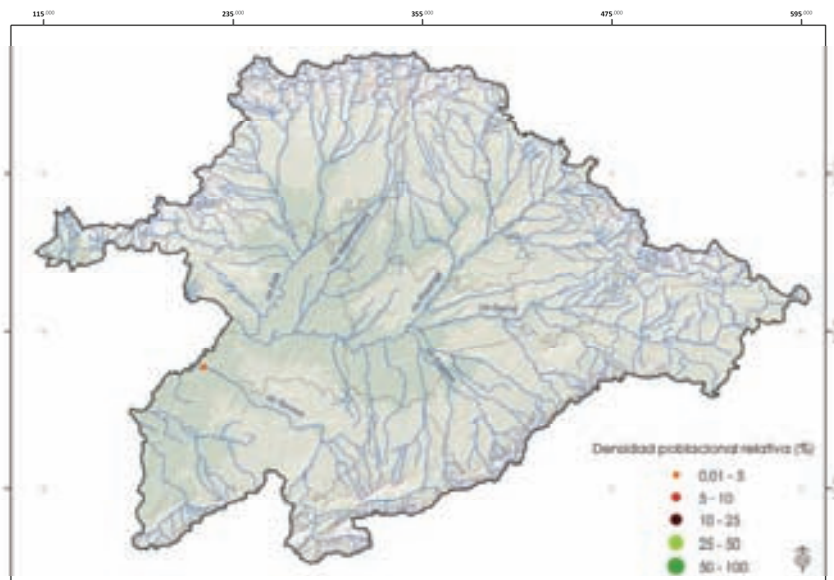


G

101. *Gomphonema rhombicum*

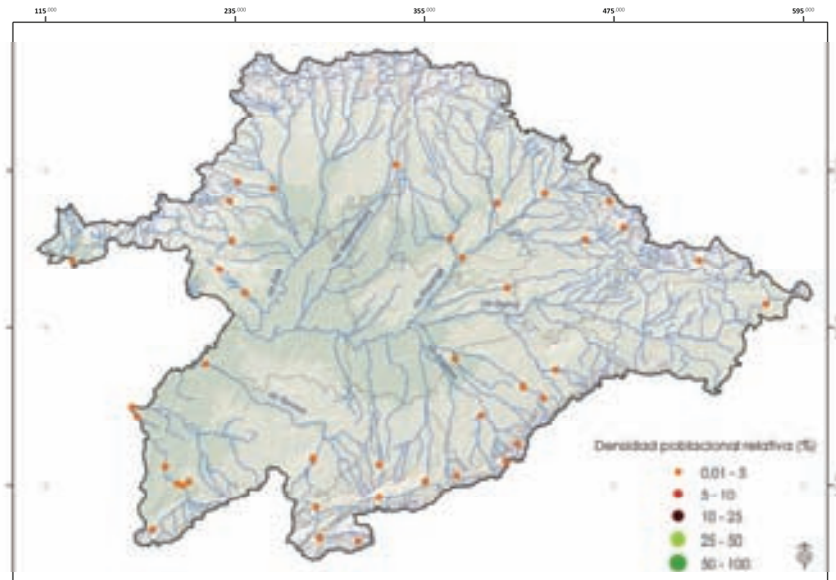


102. *Gomphonema rosenstockianum*

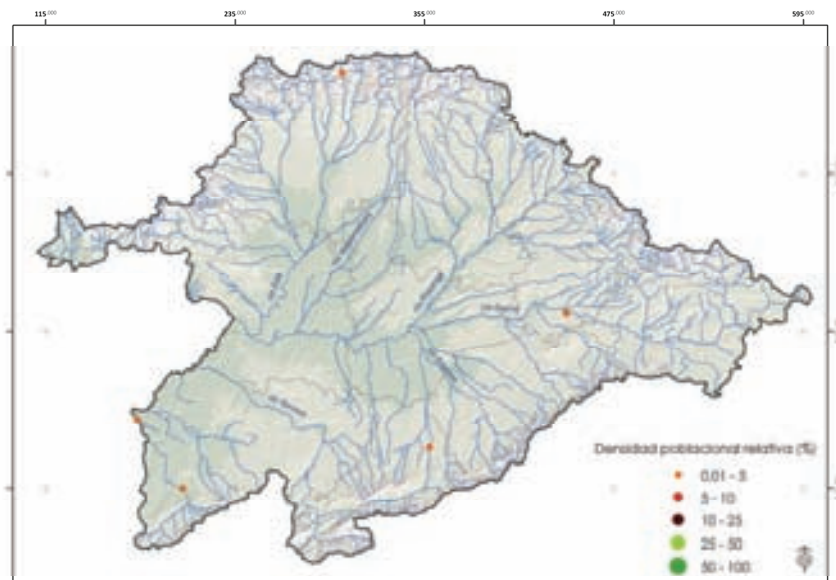


G

103. *Gomphonema truncatum*

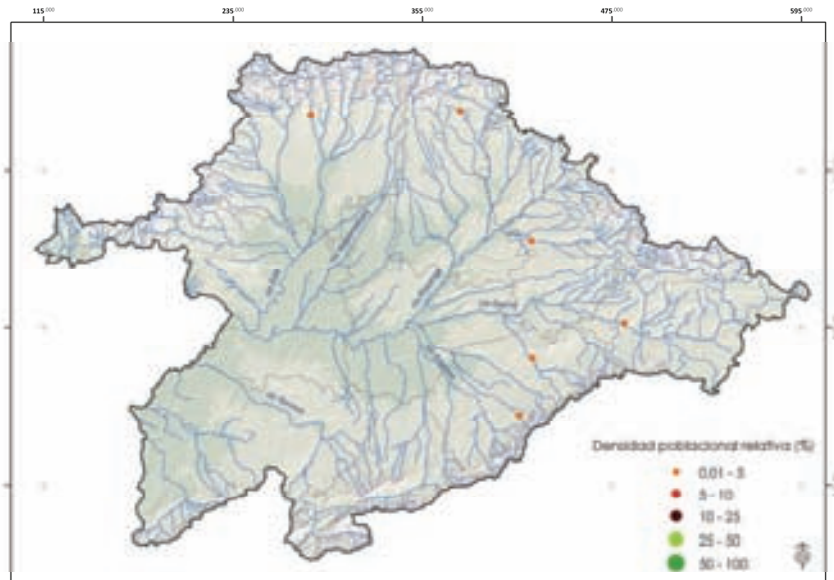


104. *Gomphosphenia linguliformis*

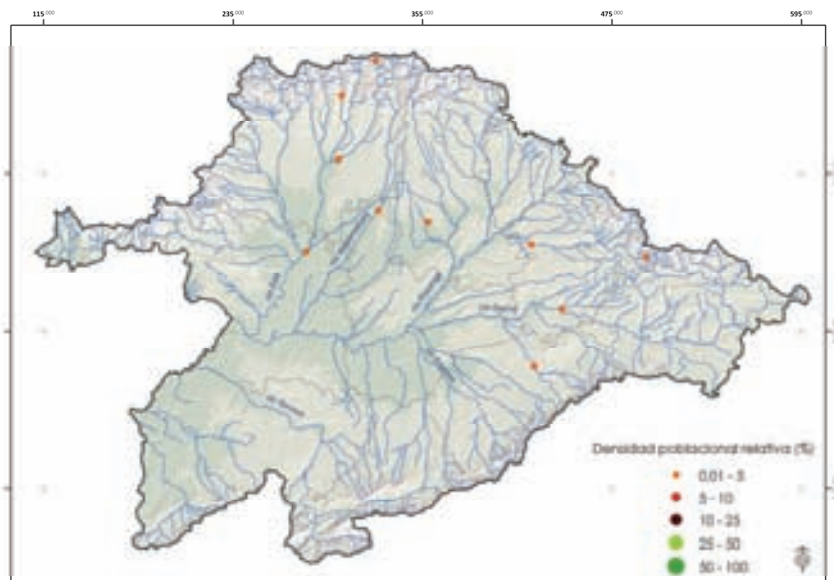


G

105. *Grunowia solgensis*

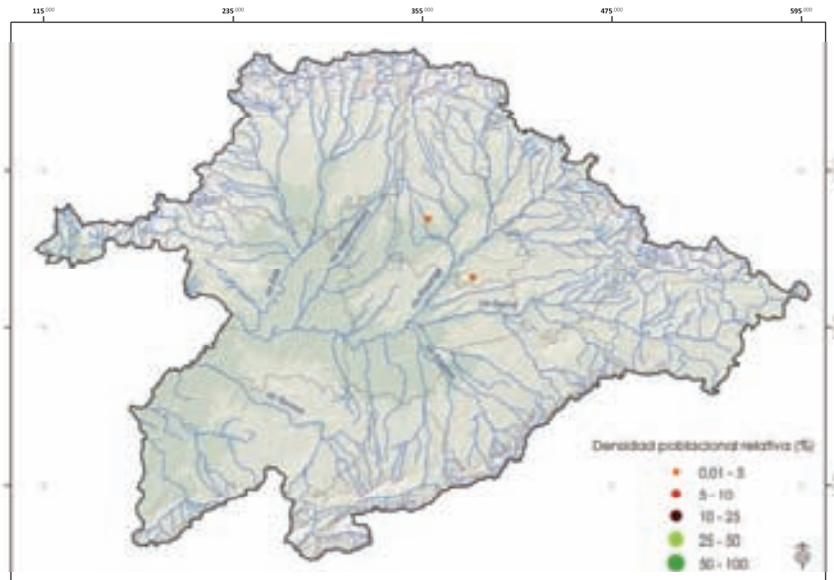


106. *Grunowia tabellaria*

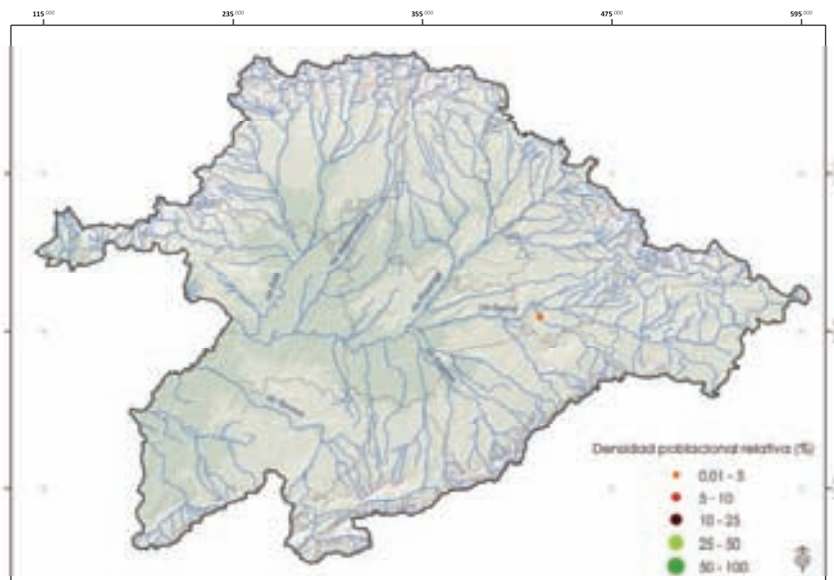


G

107. *Gyrosigma acuminatum*

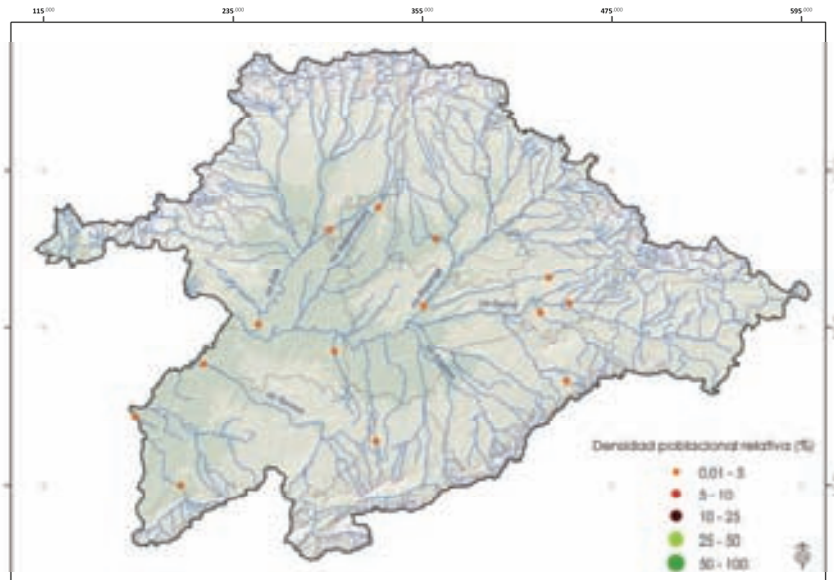


108. *Gyrosigma scalproides*

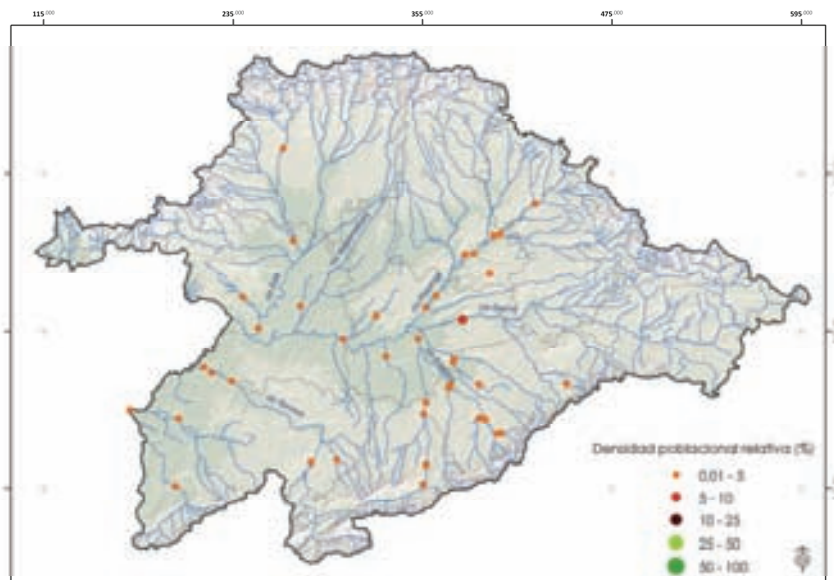


G

109. *Halamphora montana*

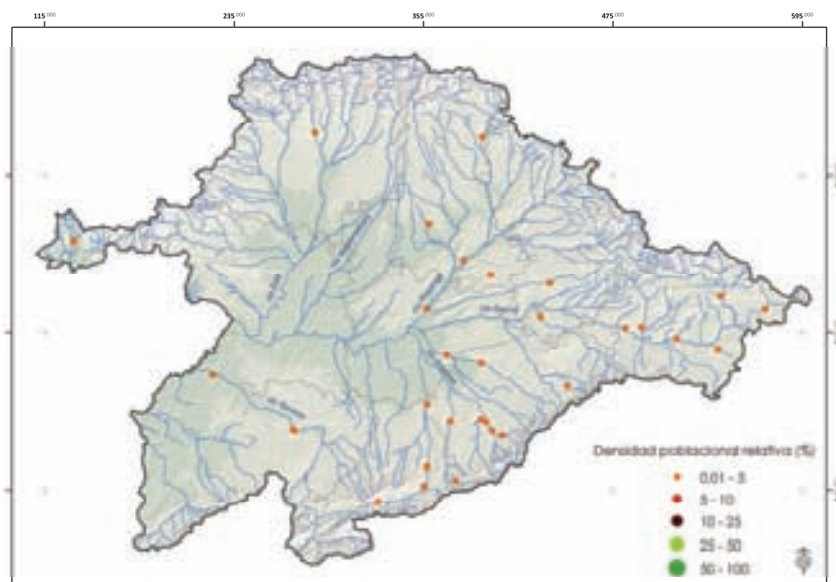


110. *Halamphora veneta*

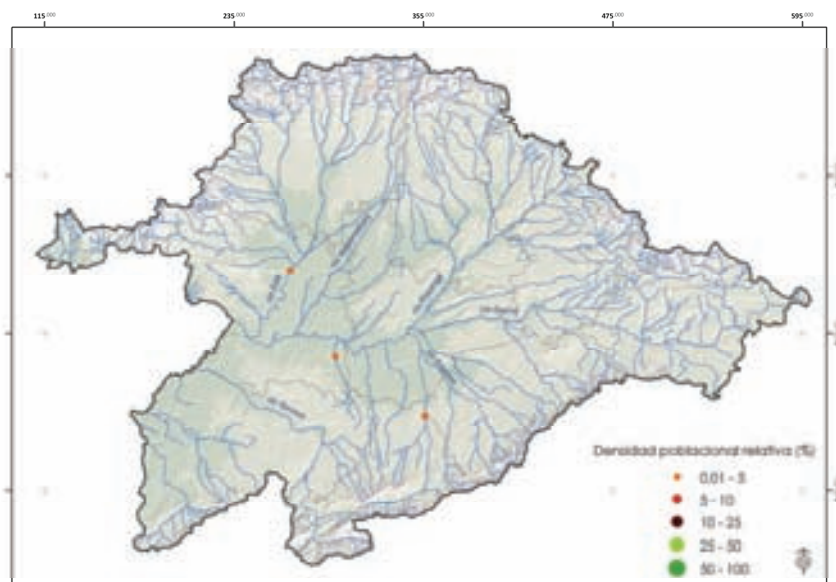


H

111. *Hippodonta capitata*

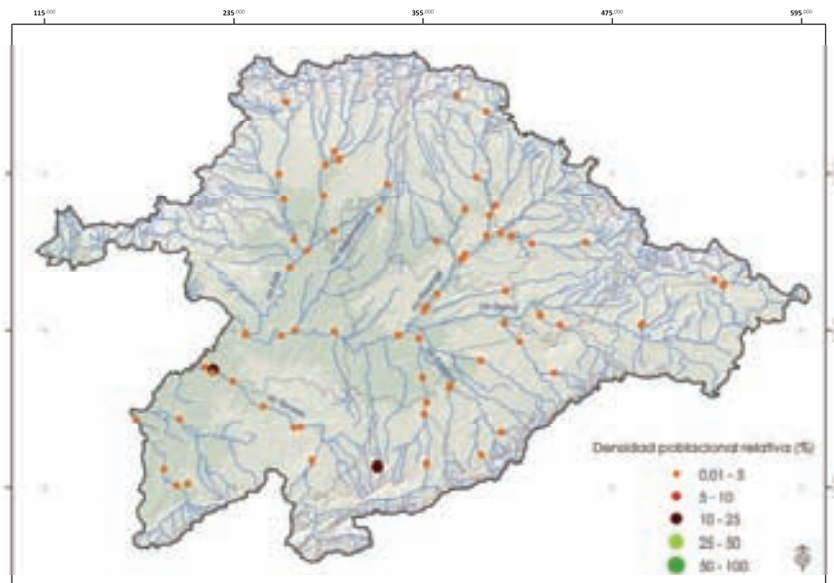


112. *Hippodonta pseudoacceptata*

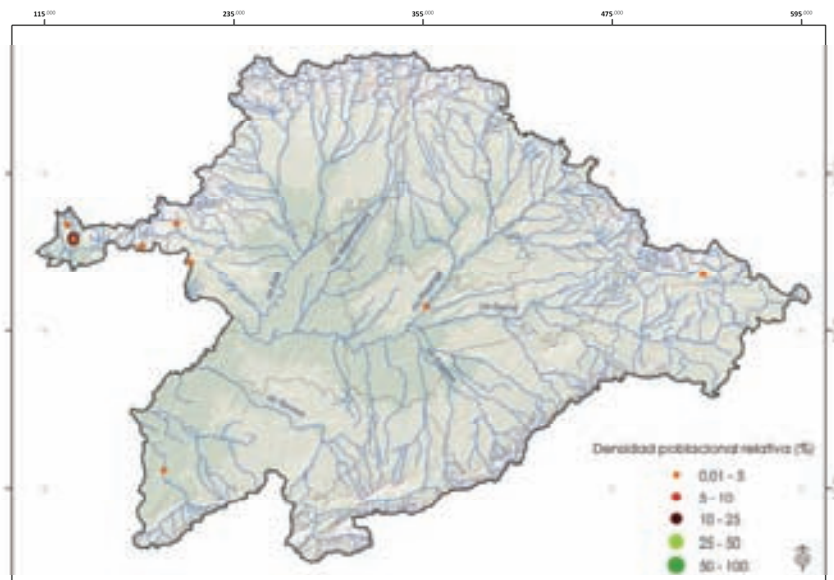


H

113. *Karayevia clevei*

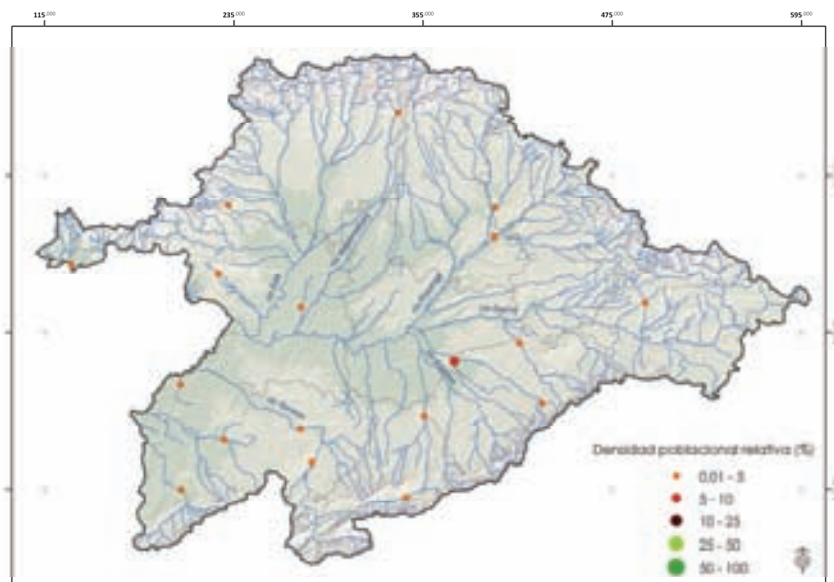


114. *Karayevia oblongella*

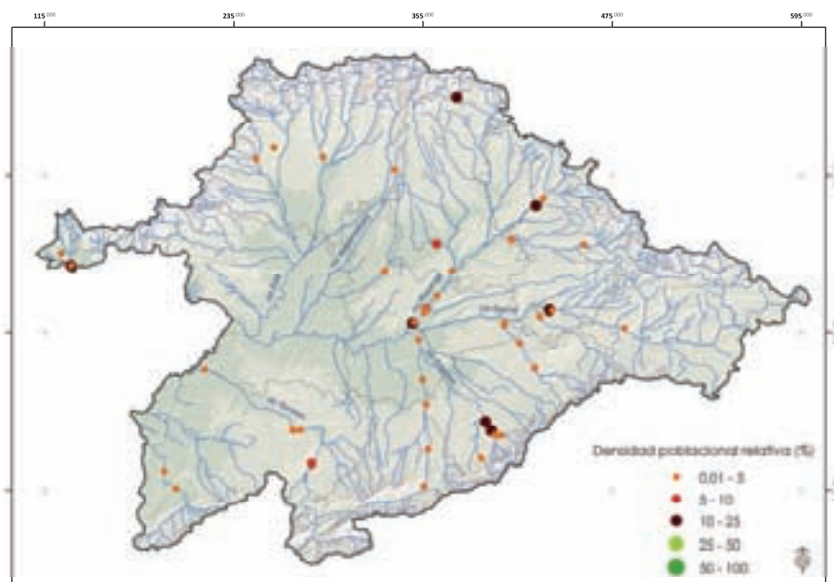


K

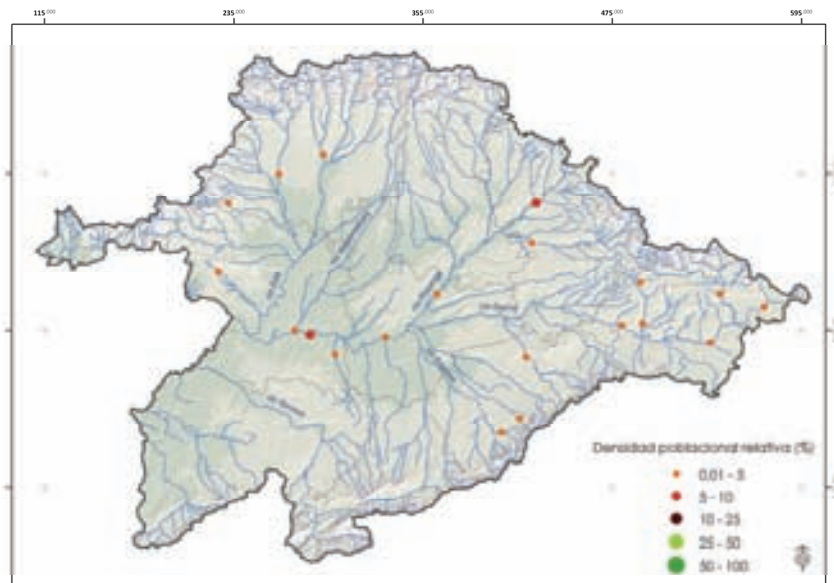
115. *Lemnicola hungarica*



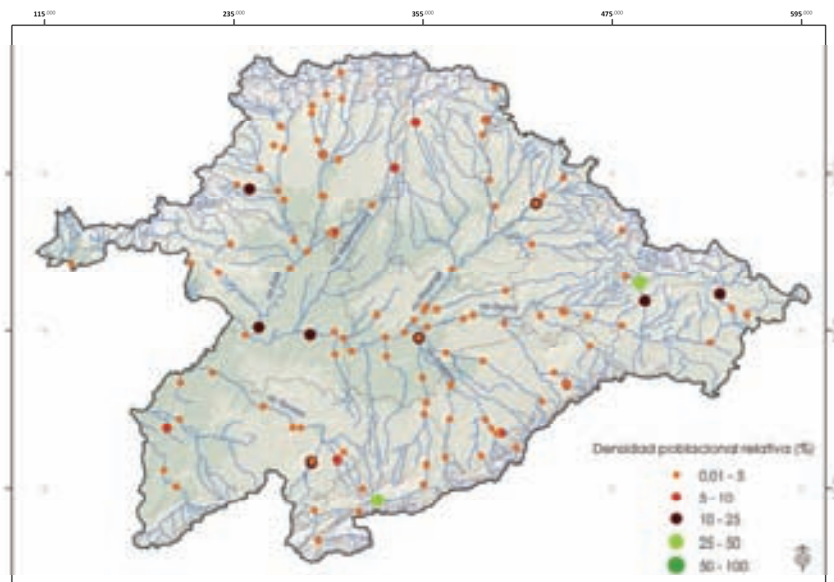
116. *Luticola goeppertiana*



117. *Mayamaea atomus*

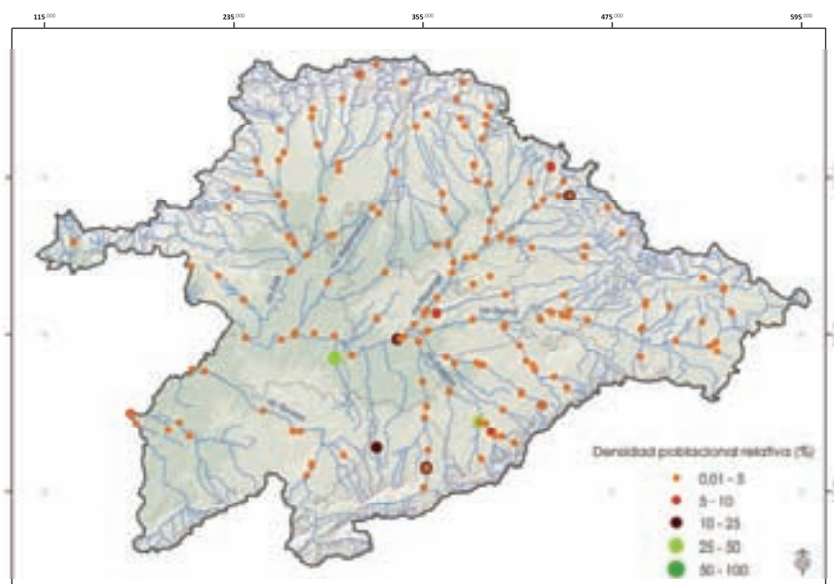


118. *Mayamaea permitis*

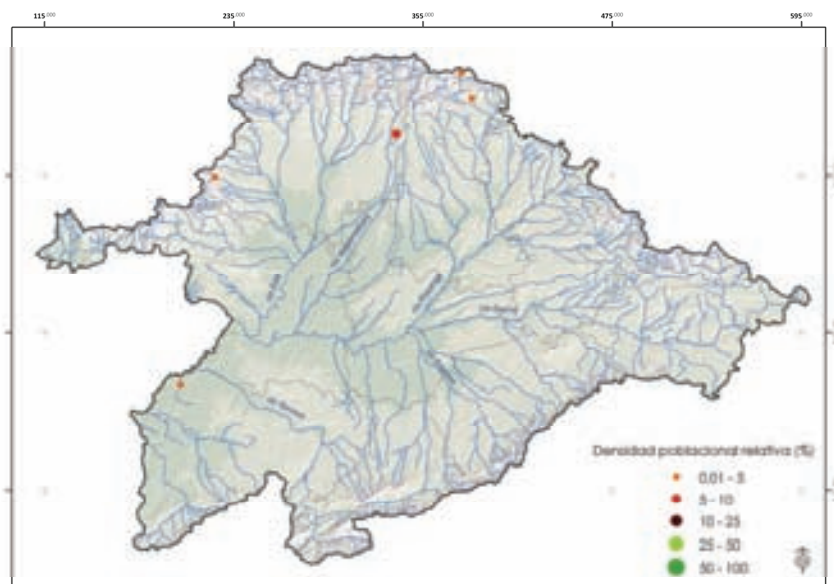


M

119. *Melosira varians*

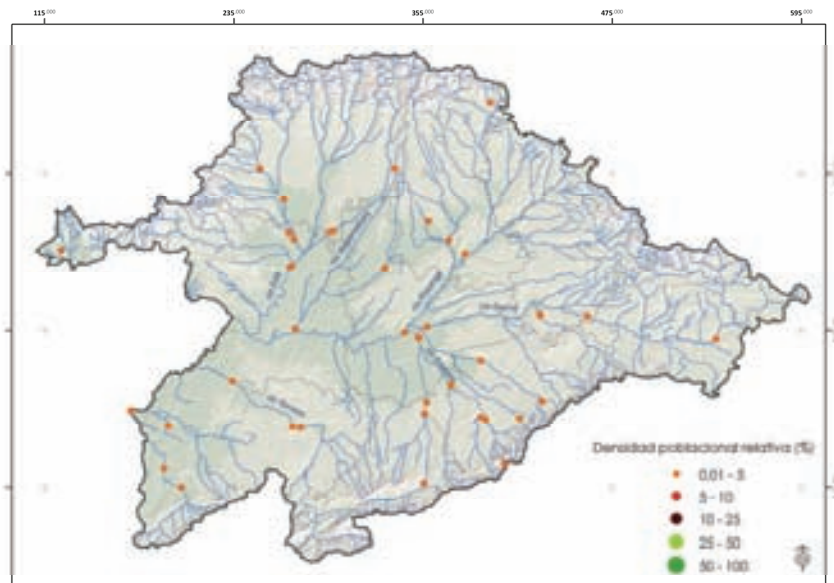


120. *Meridion constrictum*

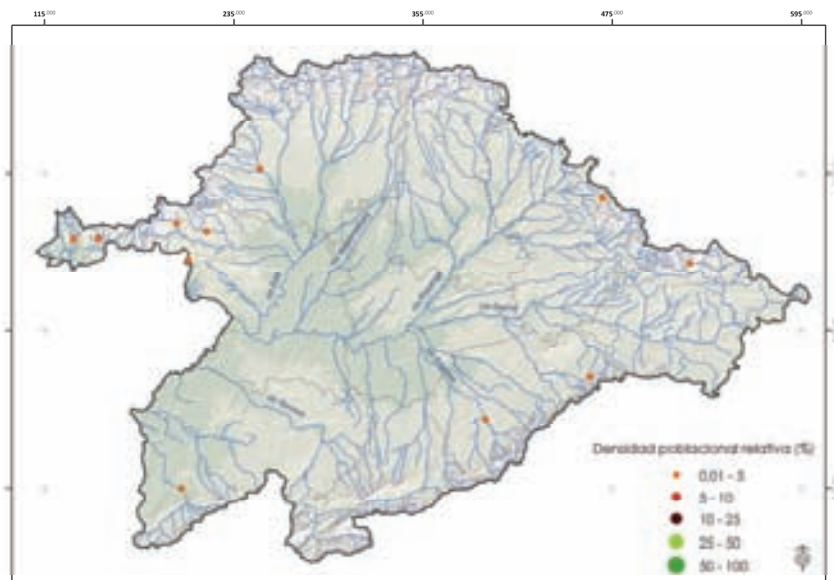


M

121. *Navicula amphiceropsis*

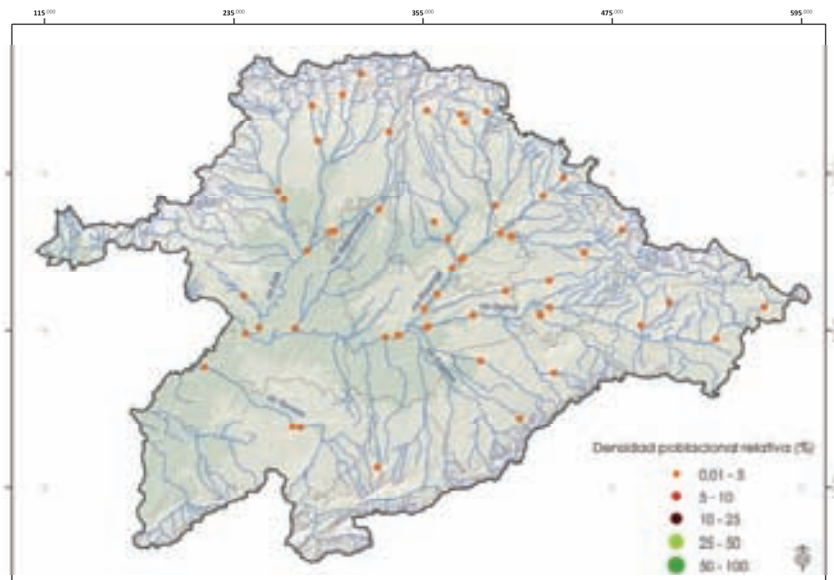


122. *Navicula angusta*

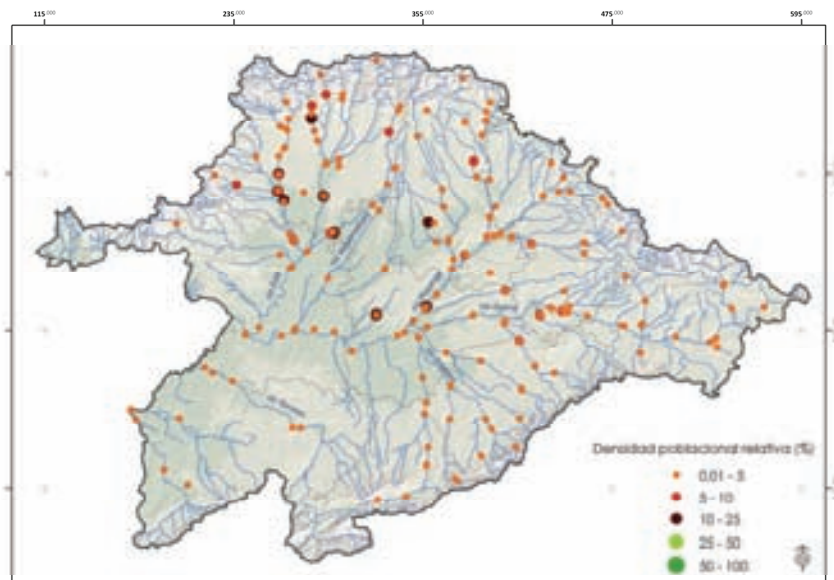


N

123. *Navicula antonii*

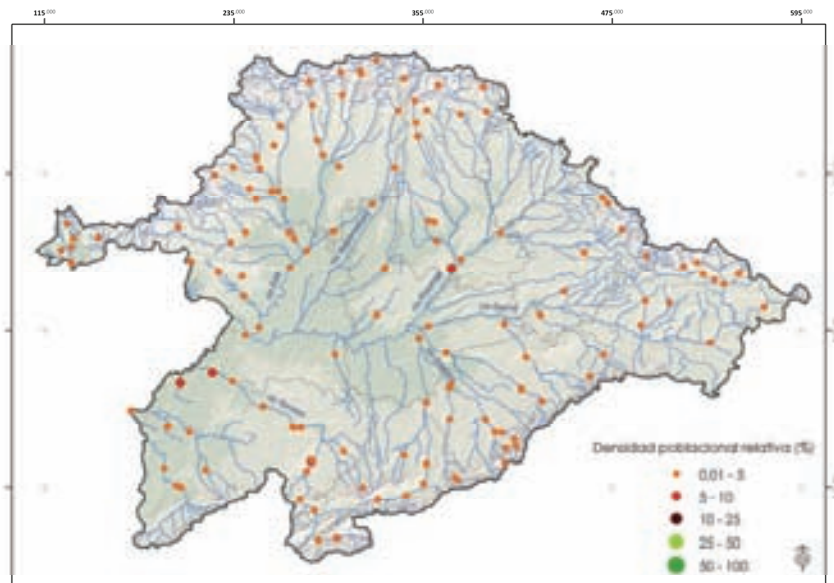


124. *Navicula capitatoradiata*

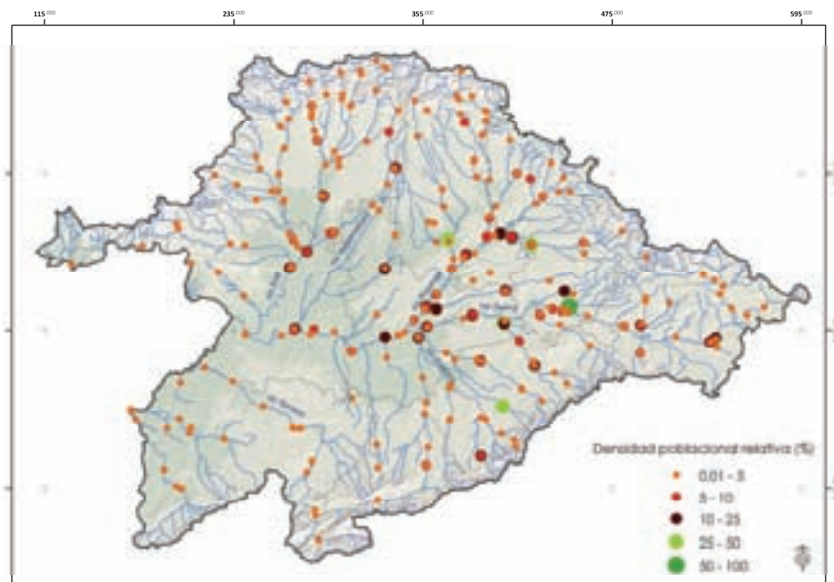


N

125. *Navicula cryptocephala*

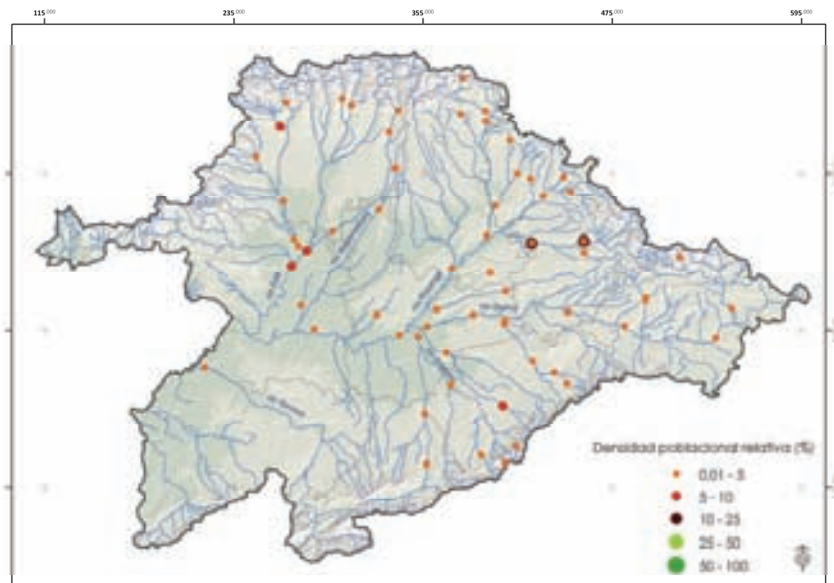


126. *Navicula cryptotenella*

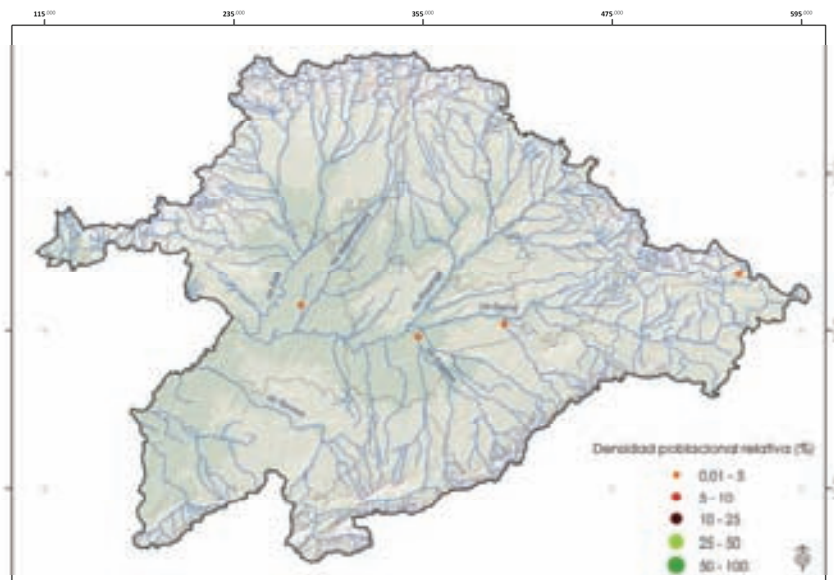


N

127. *Navicula cryptotenelloides*

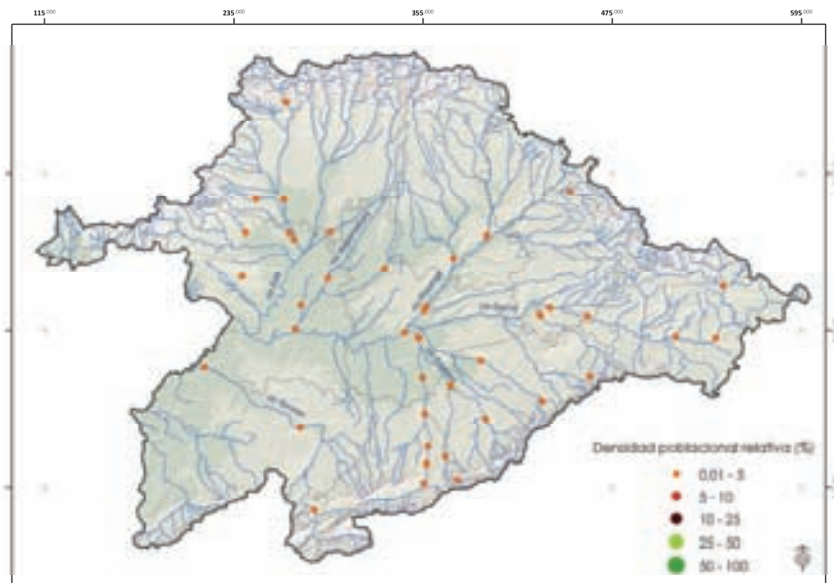


128. *Navicula erifuga*

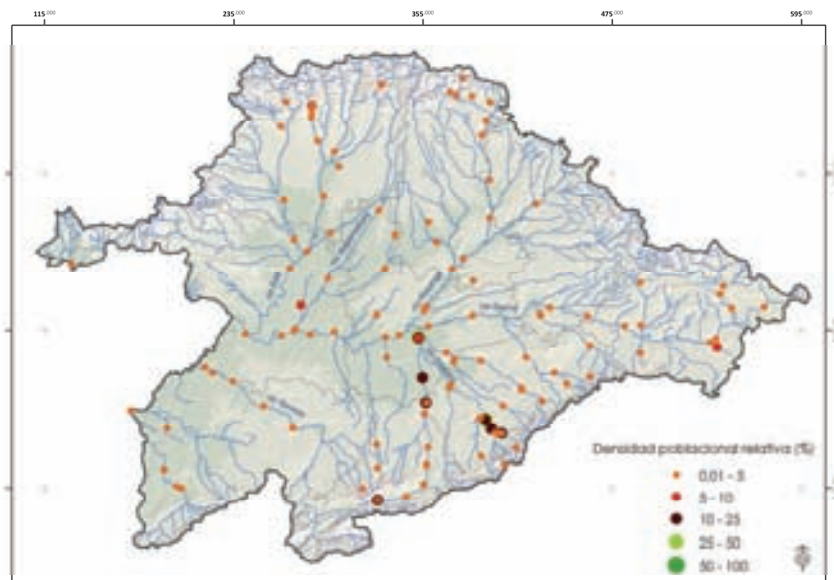


N

129. *Navicula germainii*

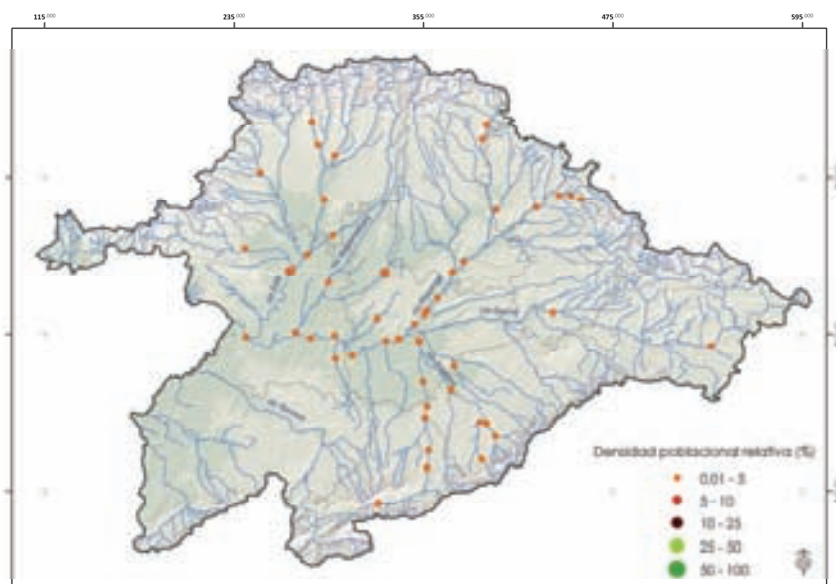


130. *Navicula gregaria*

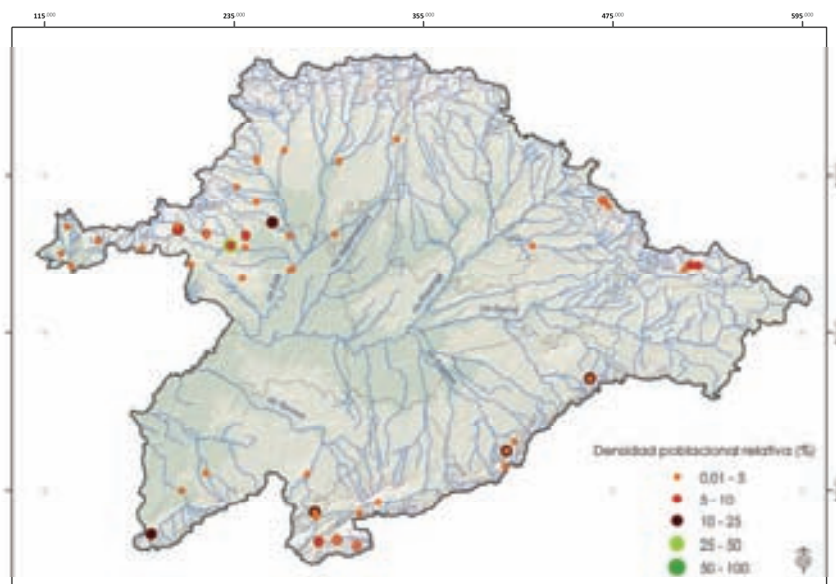


N

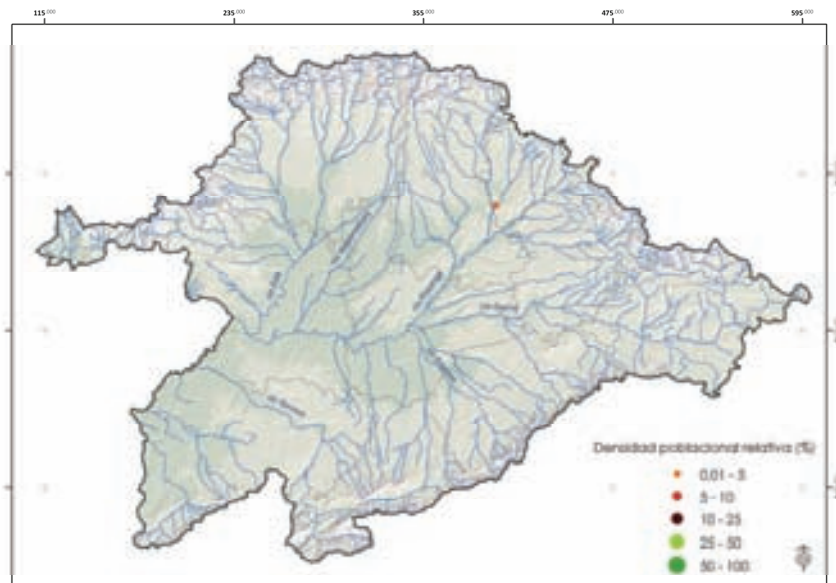
131. *Navicula lanceolata*



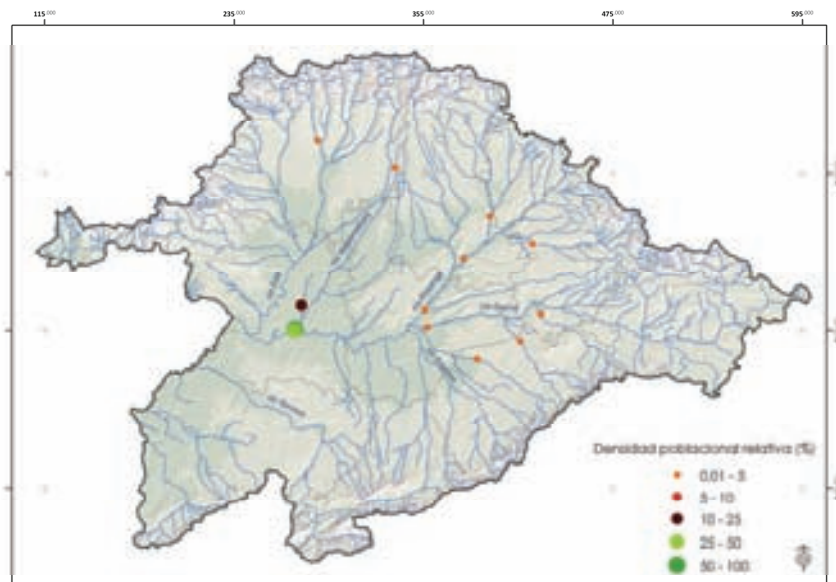
132. *Navicula notha*



133. *Navicula petrovskae*

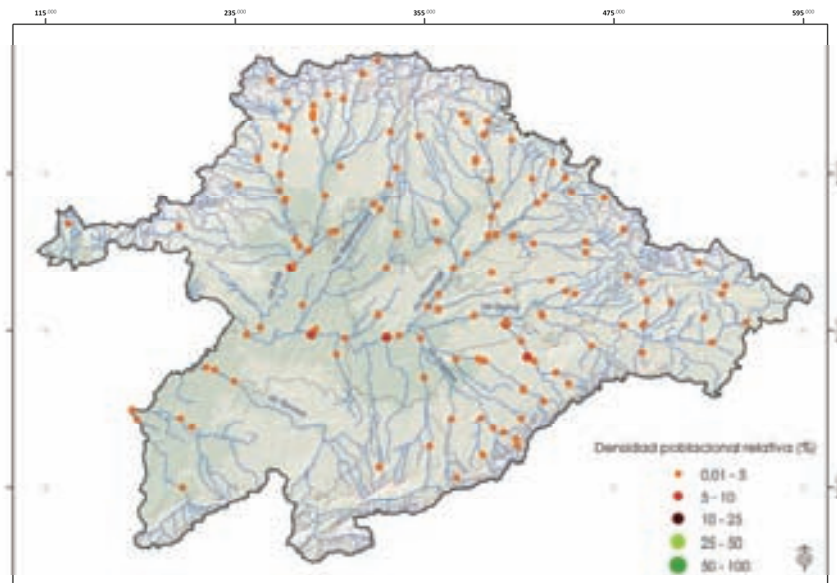


134. *Navicula recens*

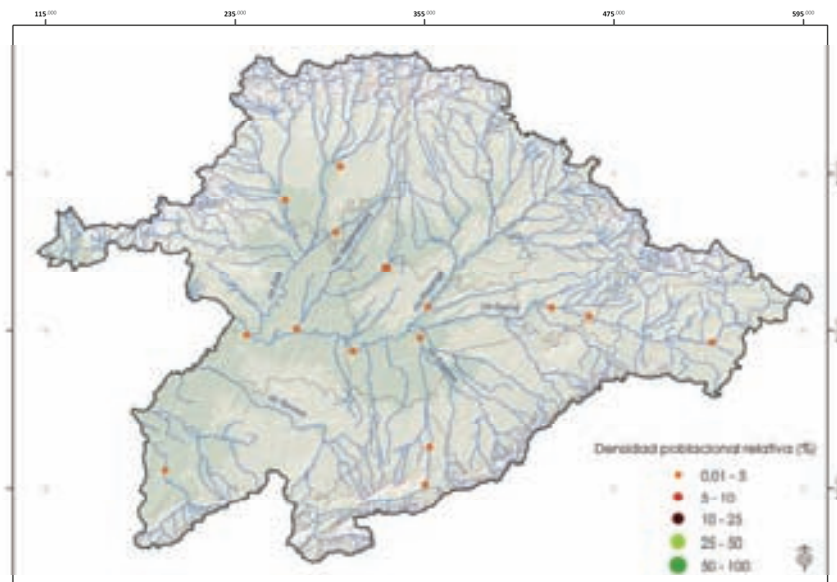


N

135. *Navicula reichardtiana*

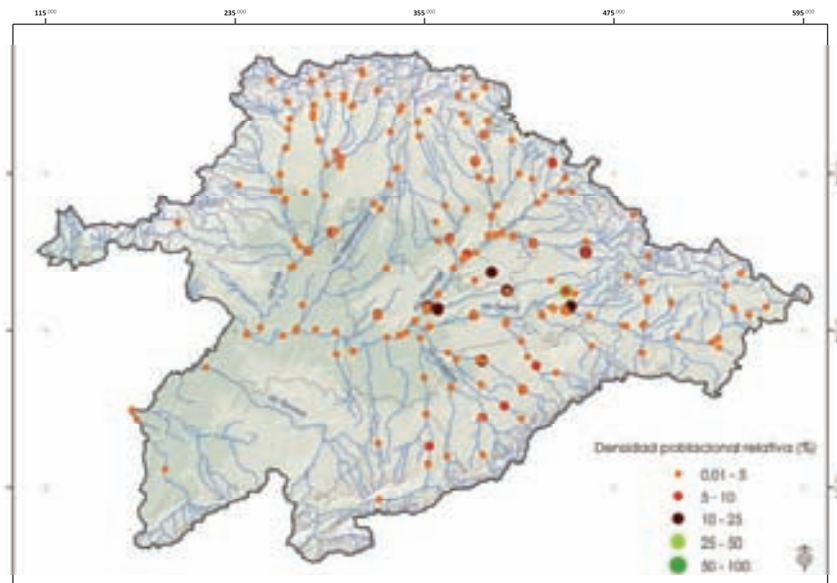


136. *Navicula simulata*

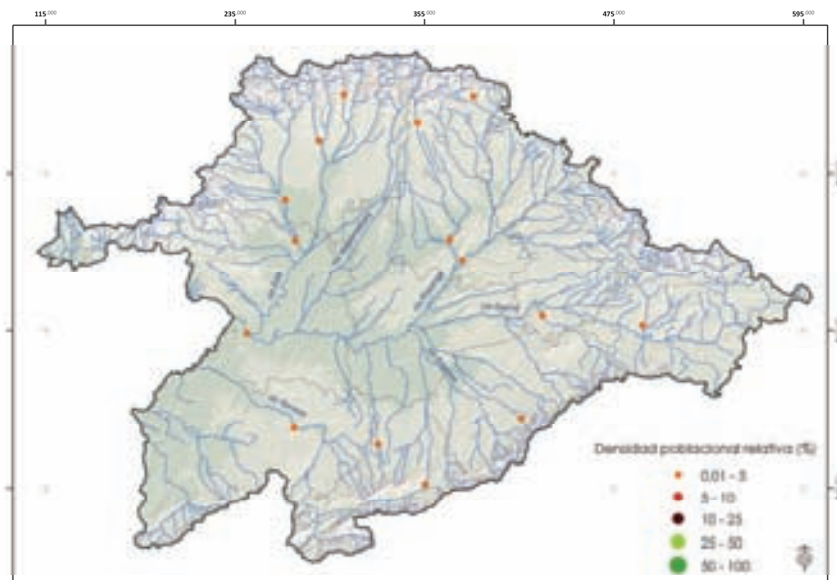


N

137. *Navicula tripunctata*

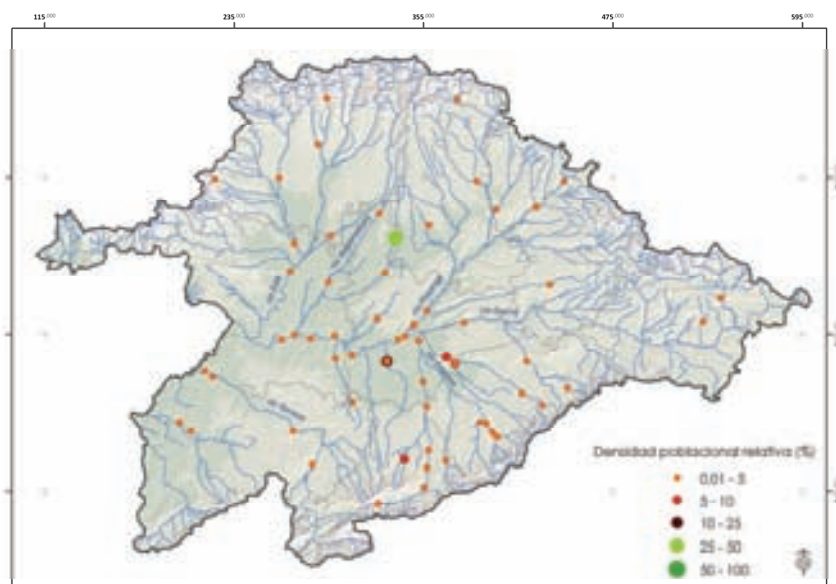


138. *Navicula trivialis*

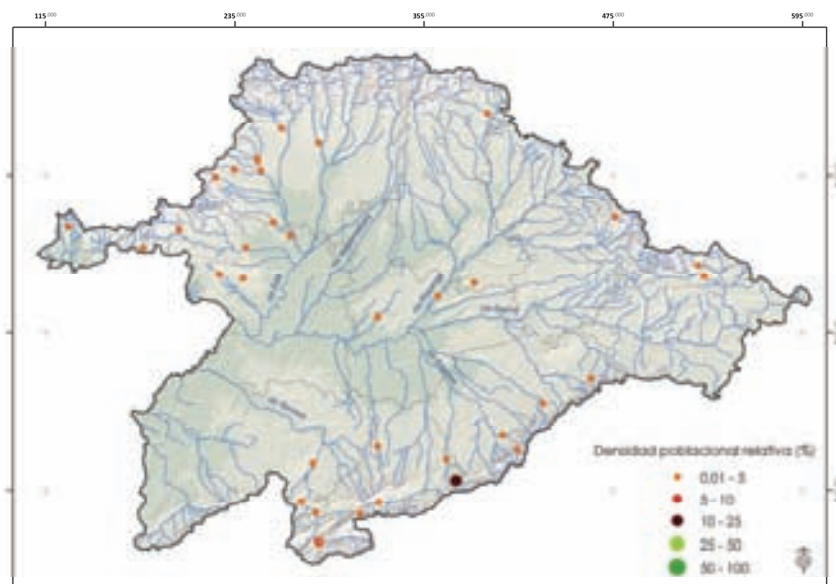


N

139. *Navicula veneta*

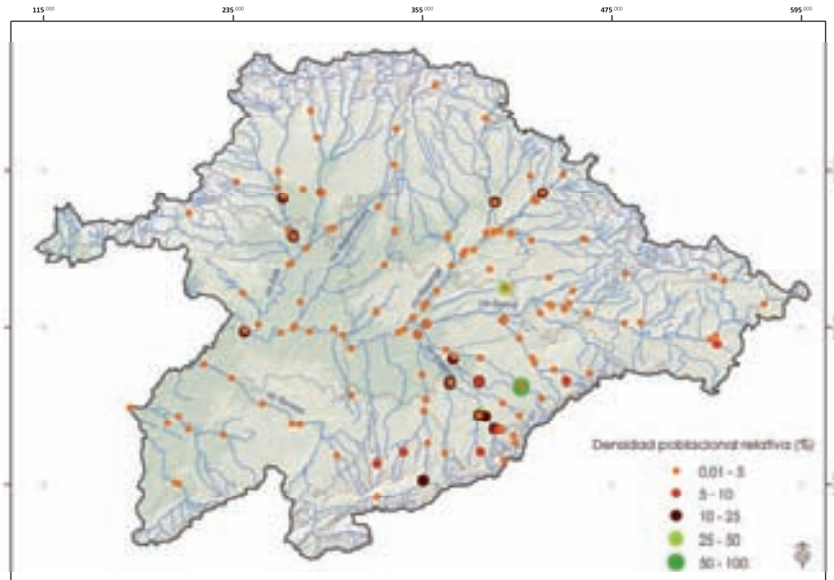


140. *Nitzschia acidoclinata*

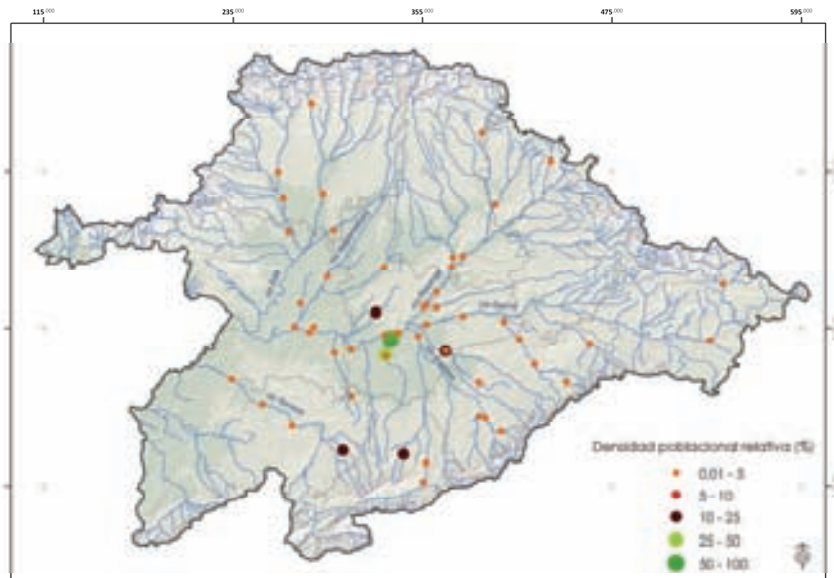


N

141. *Nitzschia amphibia*

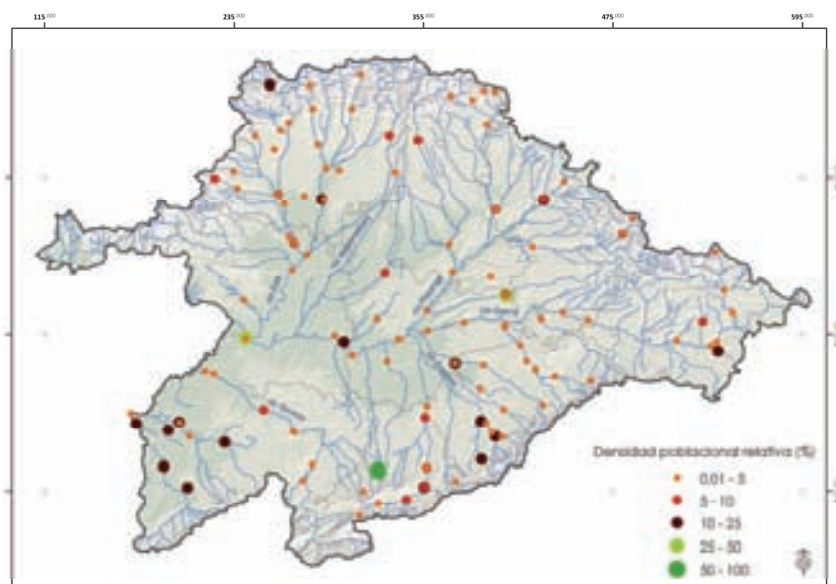


142. *Nitzschia capitellata*

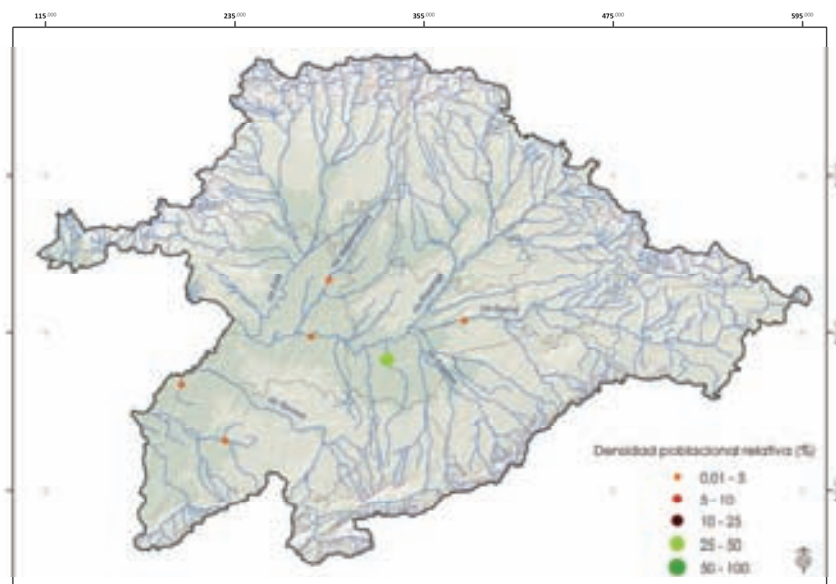


N

143. *Nitzschia costei*

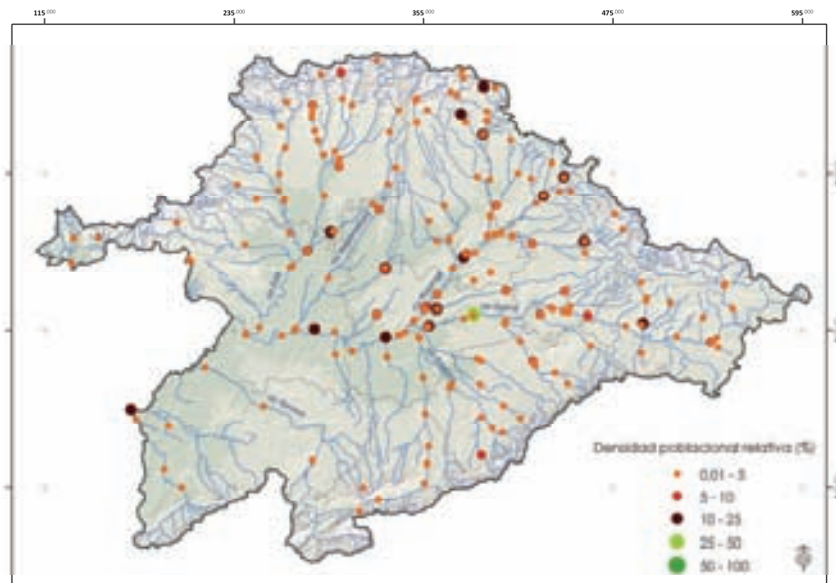


144. *Nitzschia desertorum*

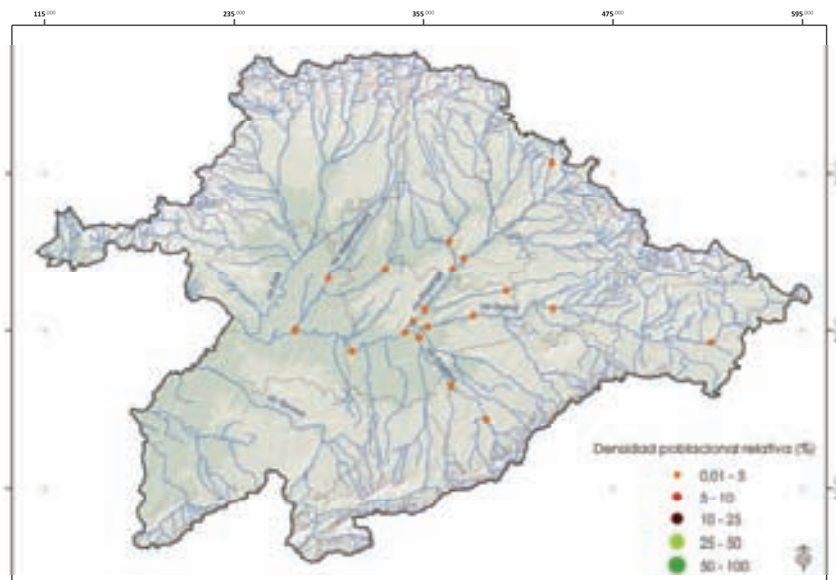


N

145. *Nitzschia dissipata*

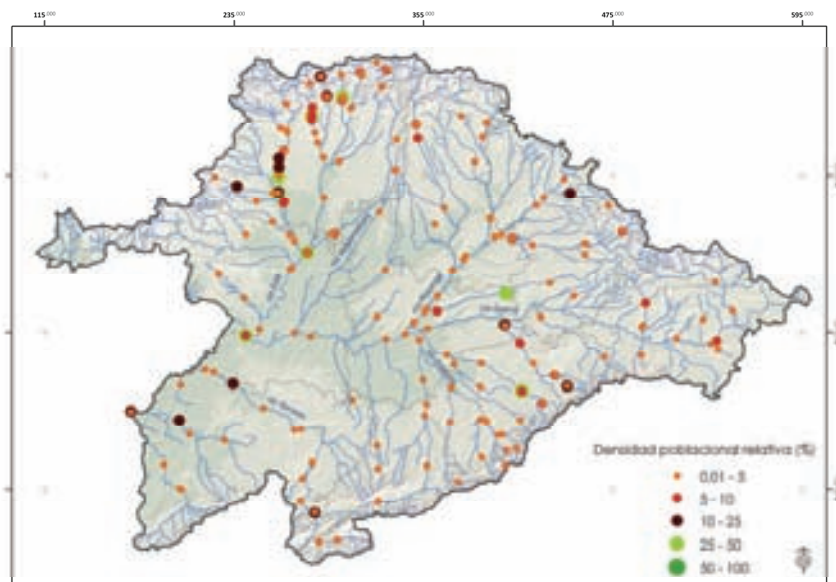


146. *Nitzschia filiformis*

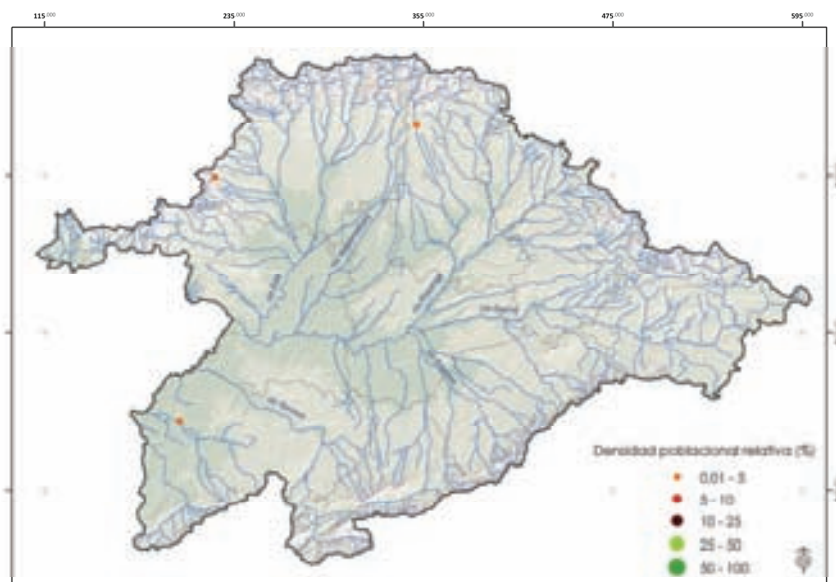


N

147. *Nitzschia fonticola*

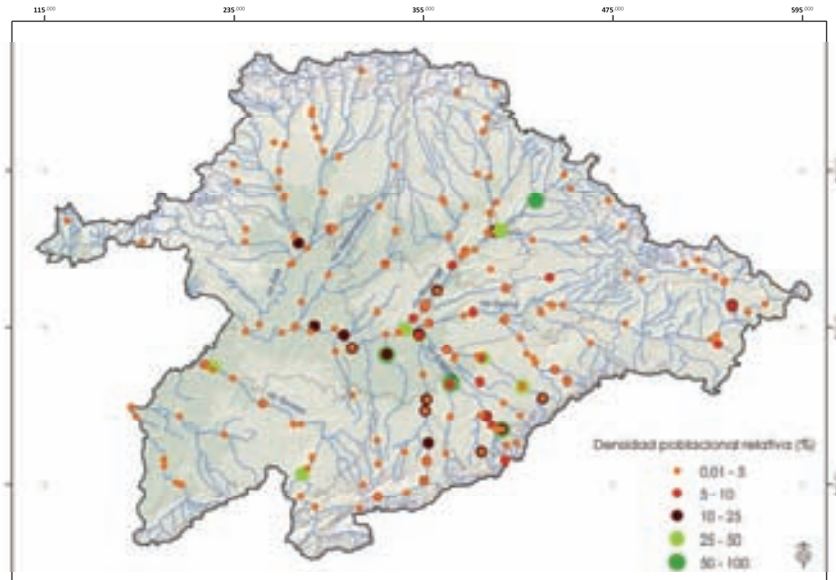


148. *Nitzschia incognita*

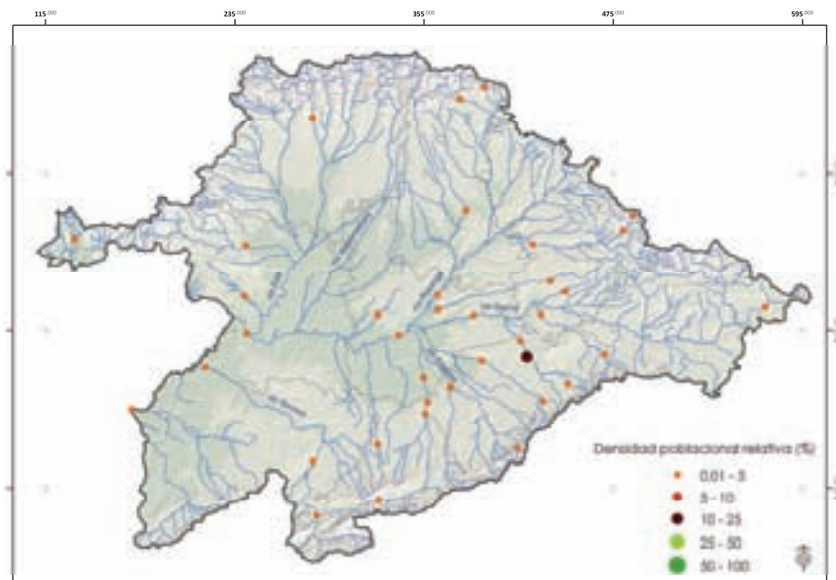


N

149. *Nitzschia inconspicua*

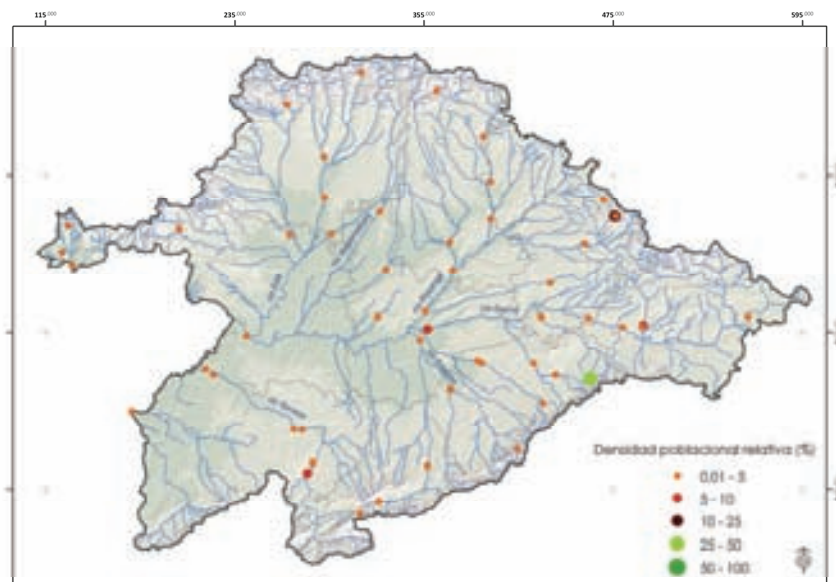


150. *Nitzschia linearis*

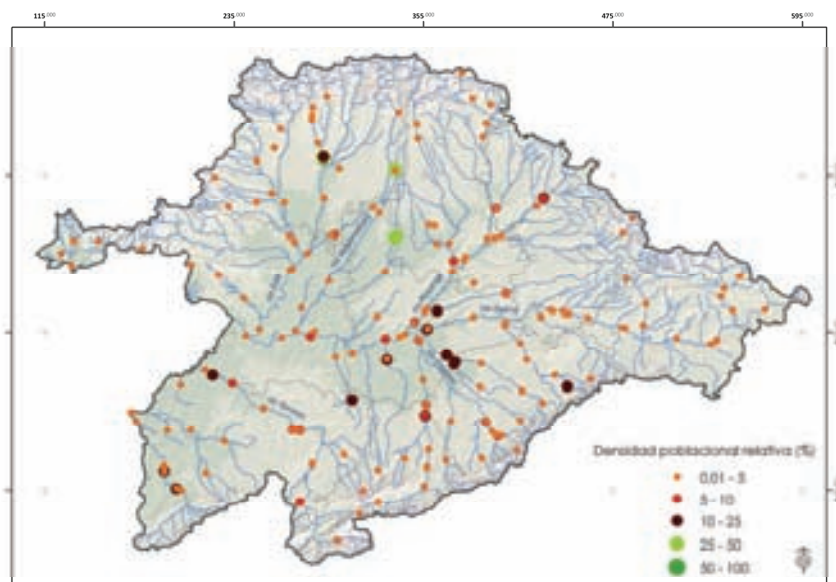


N

151. *Nitzschia media*

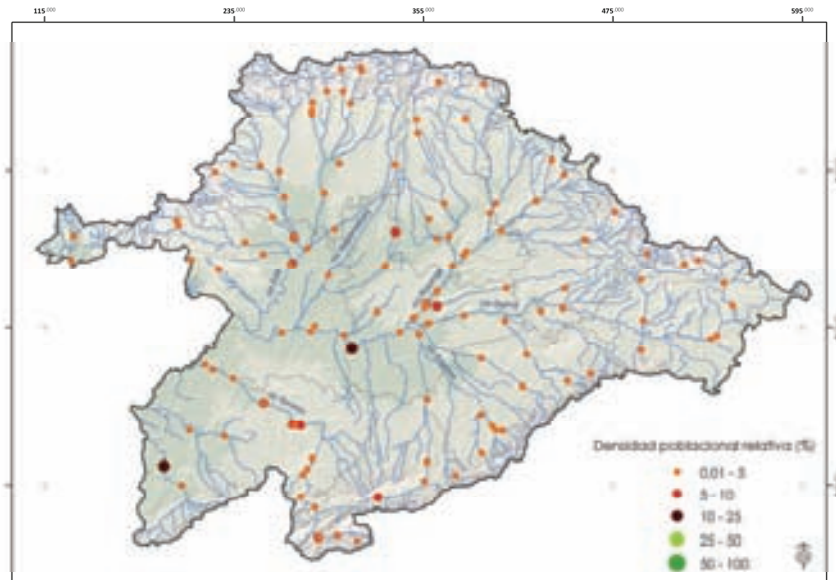


152. *Nitzschia palea*

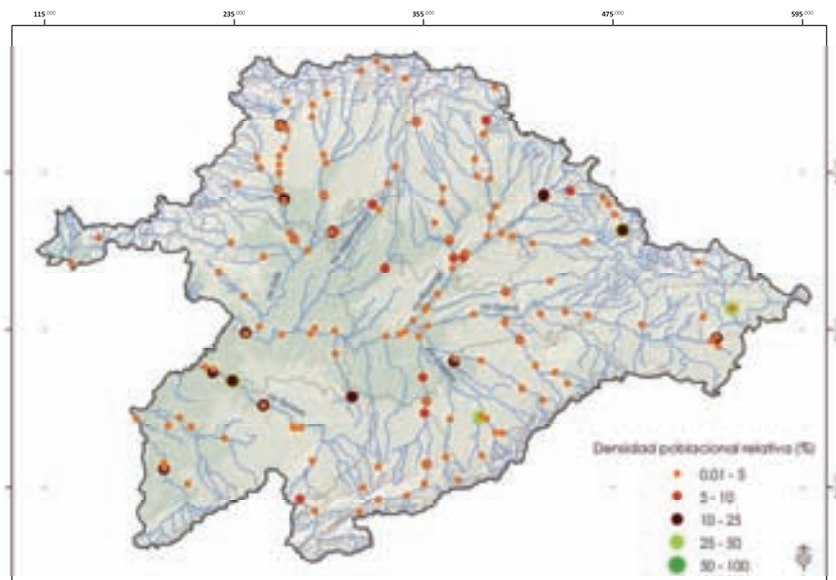


N

153. *Nitzschia palea* var. *debilis*

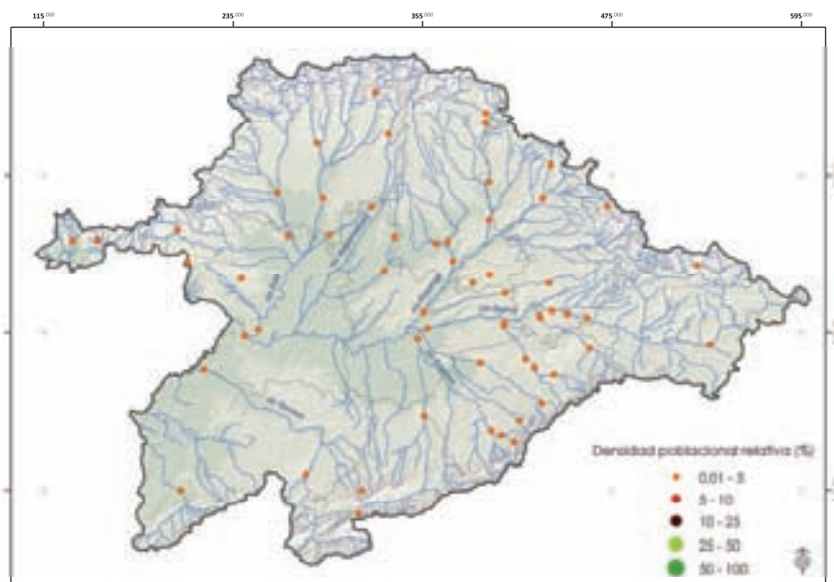


154. *Nitzschia paleacea*

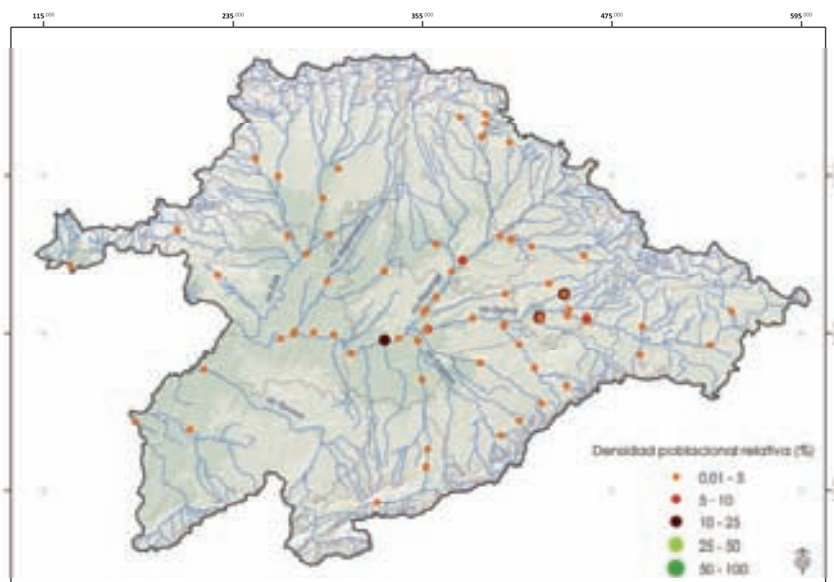


N

155. *Nitzschia recta*

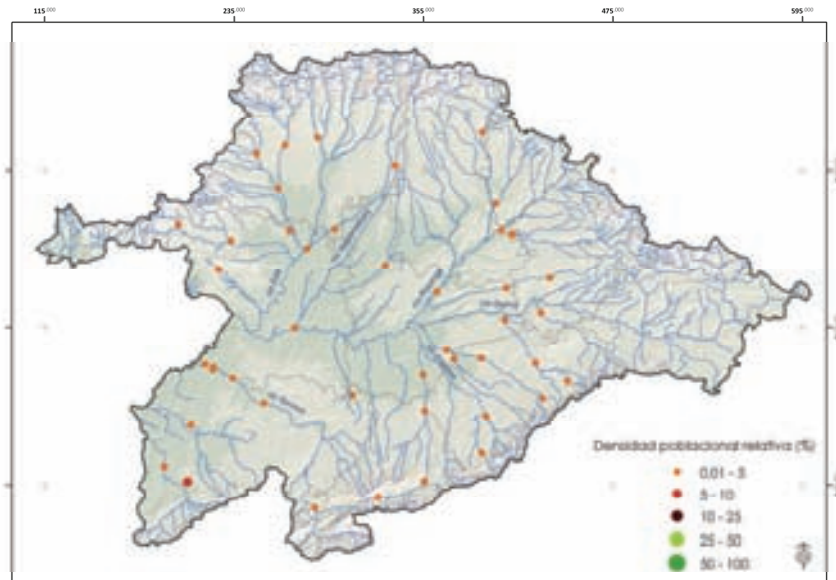


156. *Nitzschia sociabilis*

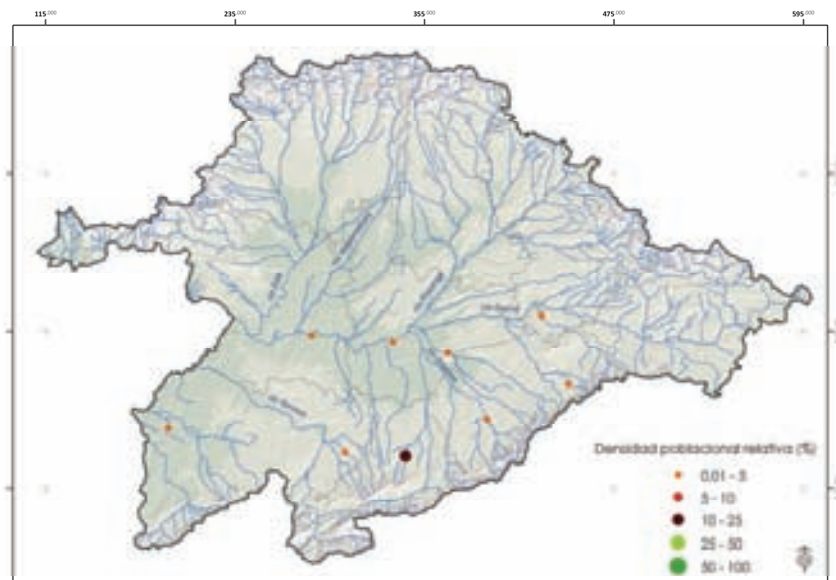


N

157. *Nitzschia supralitorea*

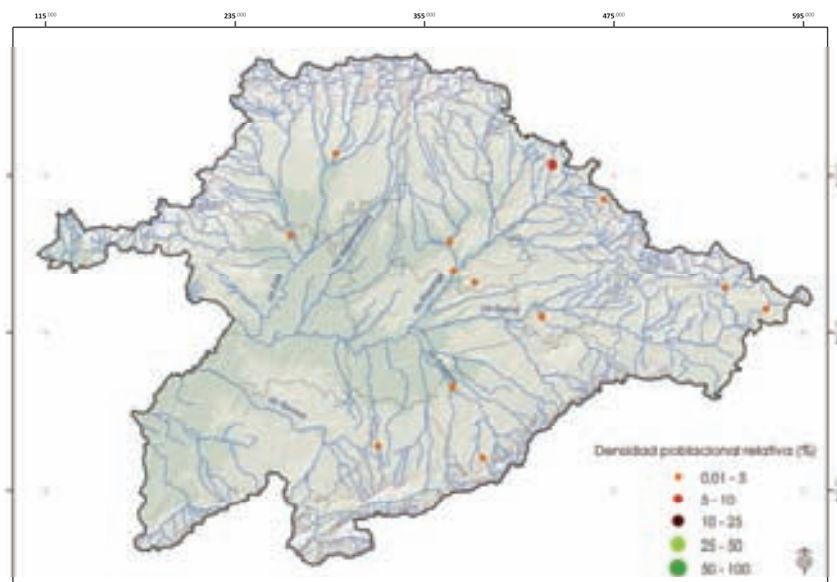


158. *Nitzschia umbonata*

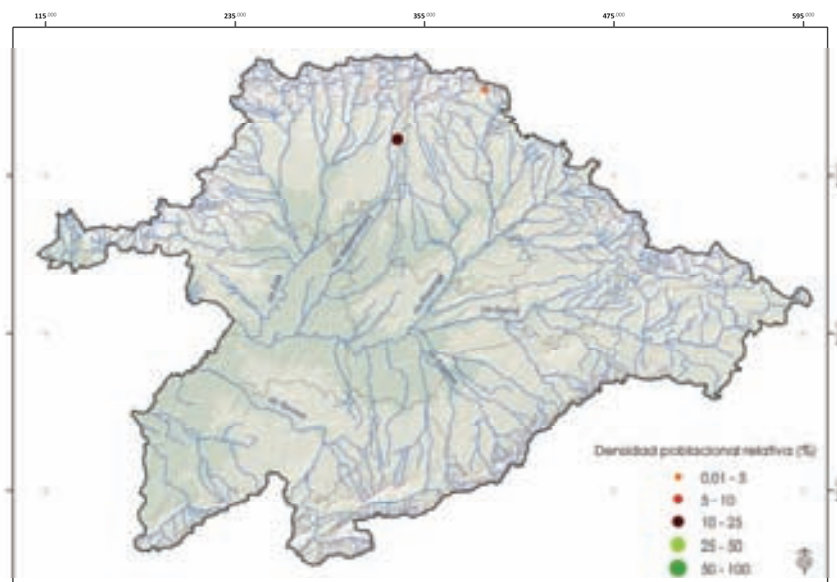


N

159. *Nitzschia vermicularis*

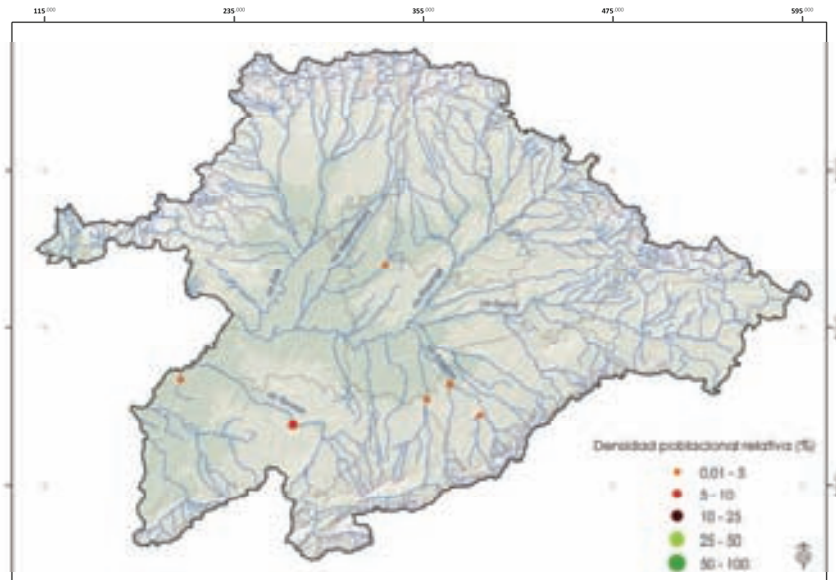


160. *Peronia fibula*

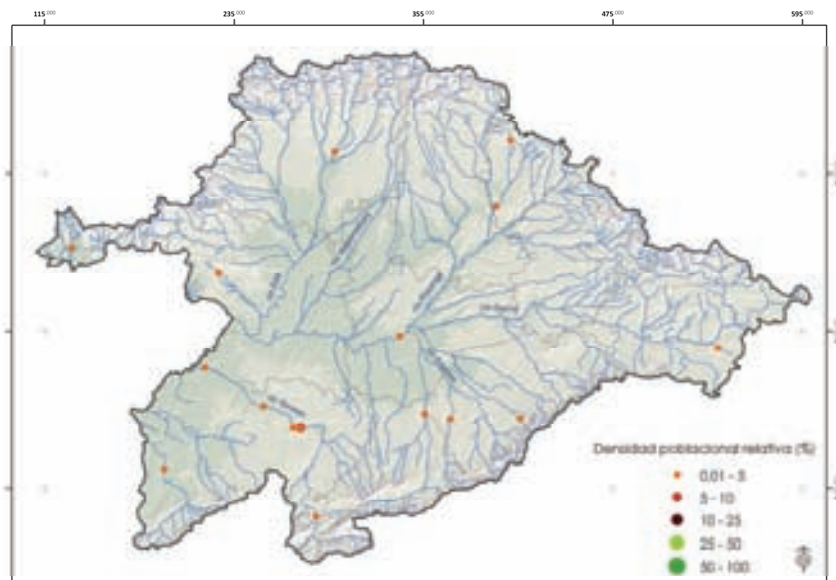


N
P

161. *Planothidium biporum*

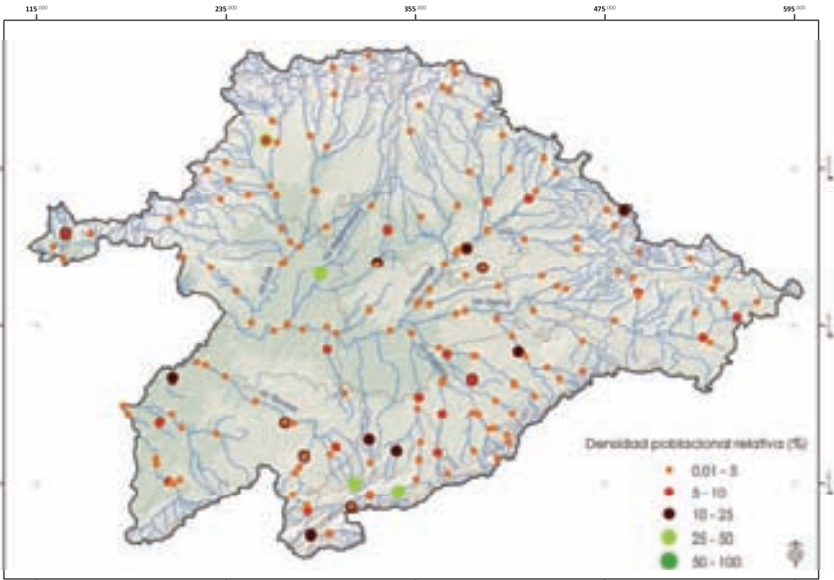


162. *Planothidium delicatulum*

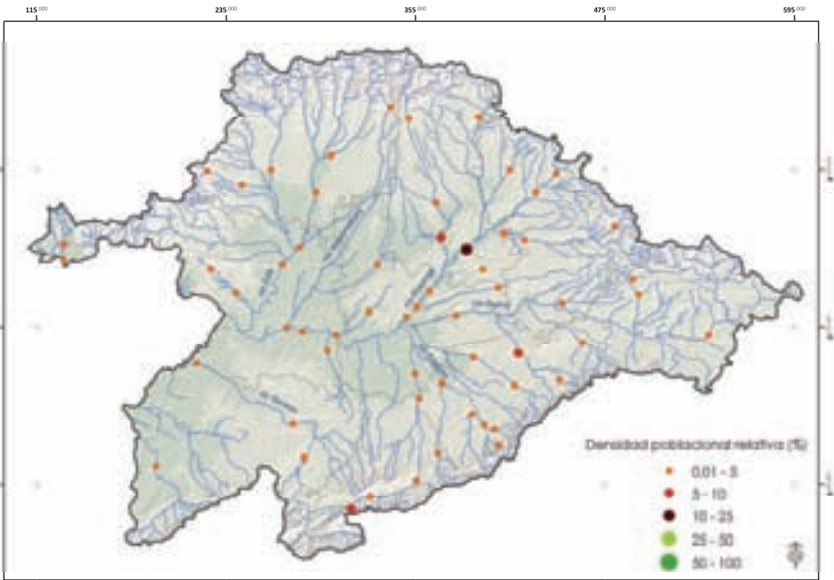


P

163. *Planothidium frequentissimum*

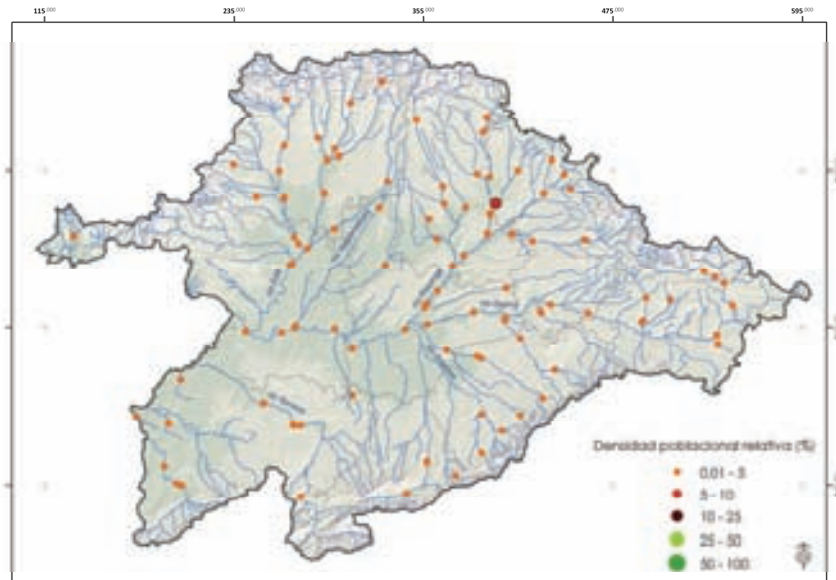


164. *Planothidium lanceolatum*

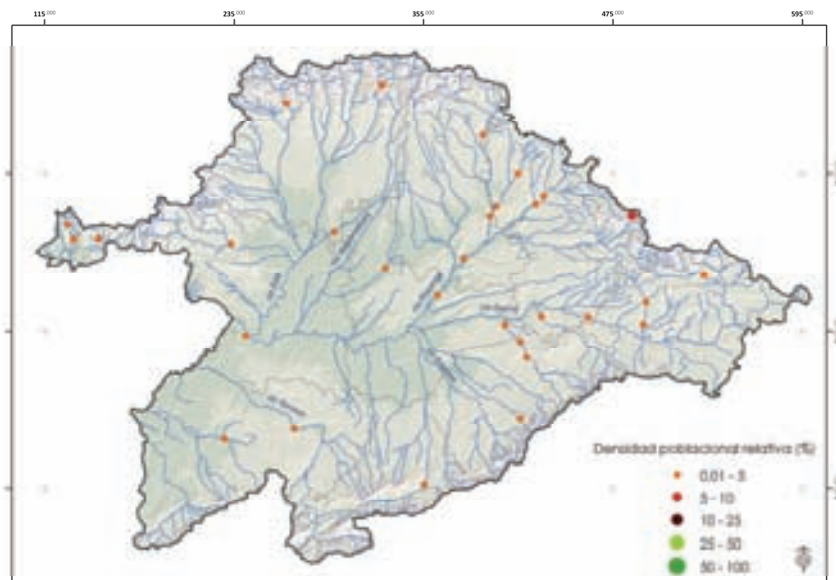


P

165. *Planothidium rostratum*

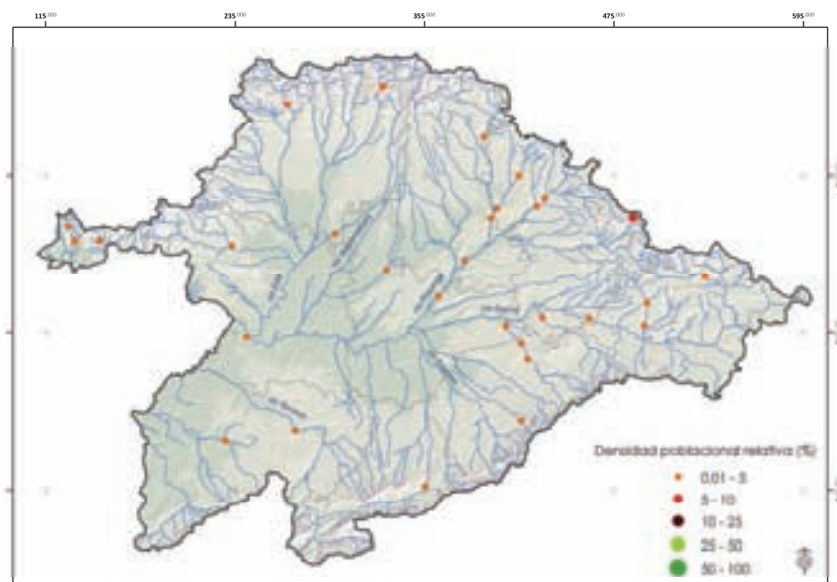


166. *Platessa conspicua*

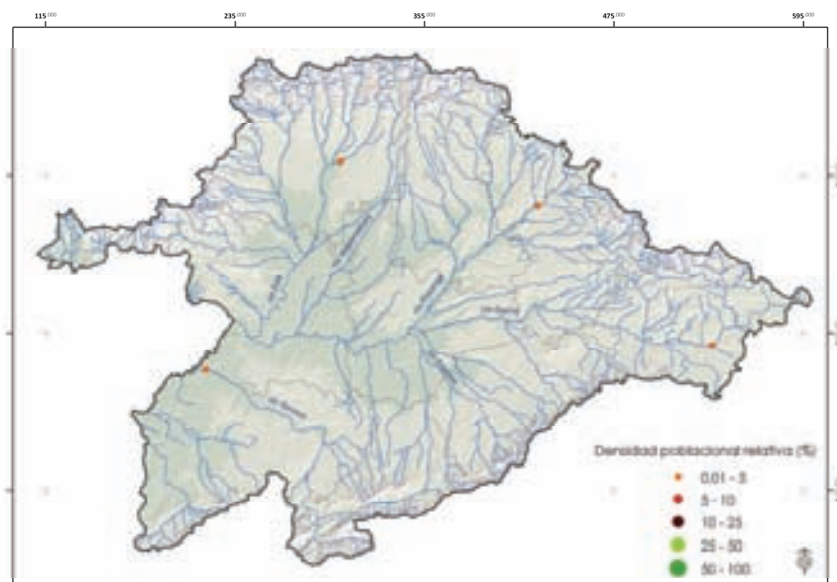


P

167. *Platessa hustedii*

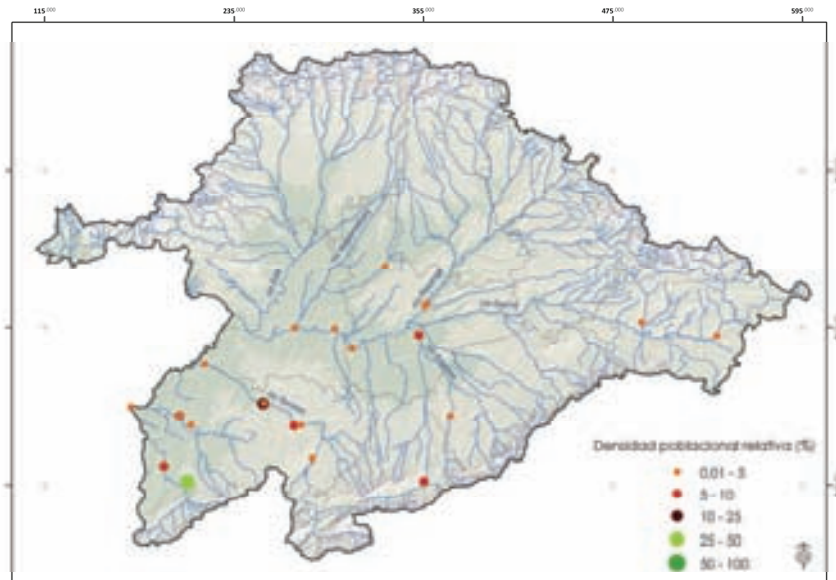


168. *Pseudostaurosira brevistriata*

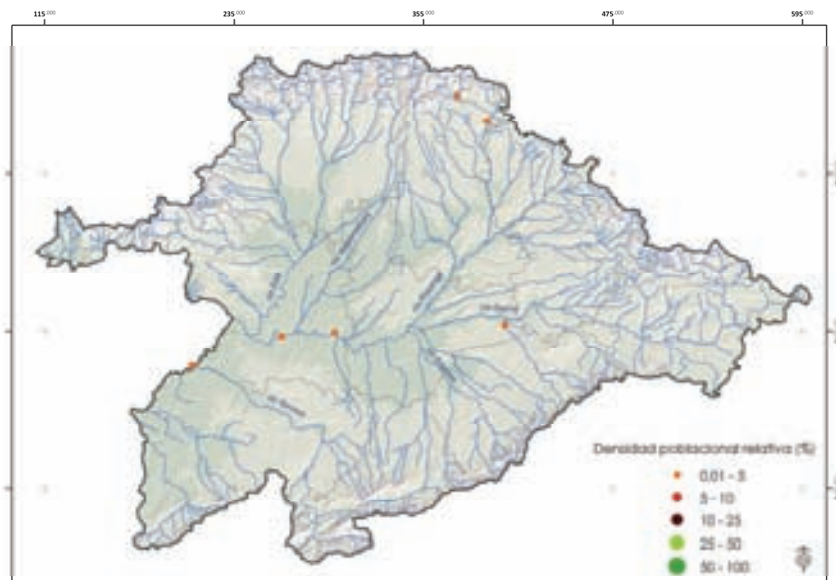


P

169. *Pseudostaurosira elliptica*

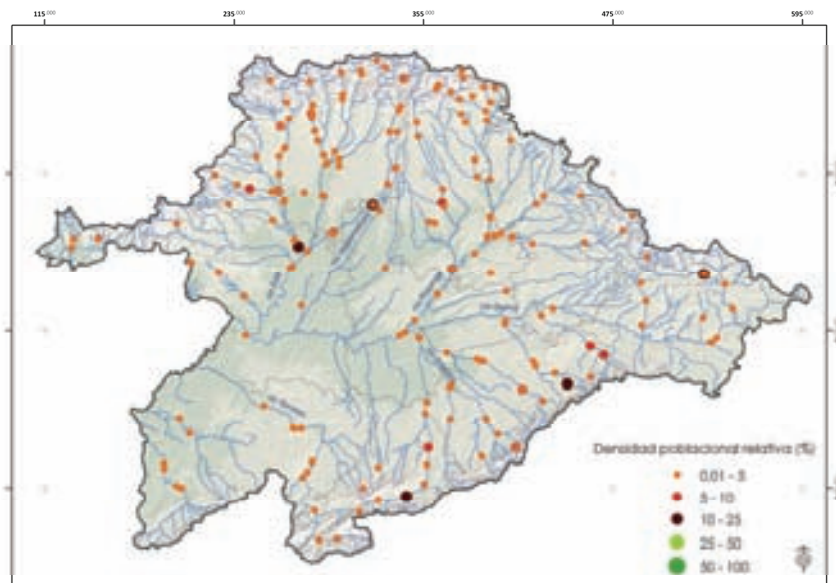


170. *Puncticulata radiosa*

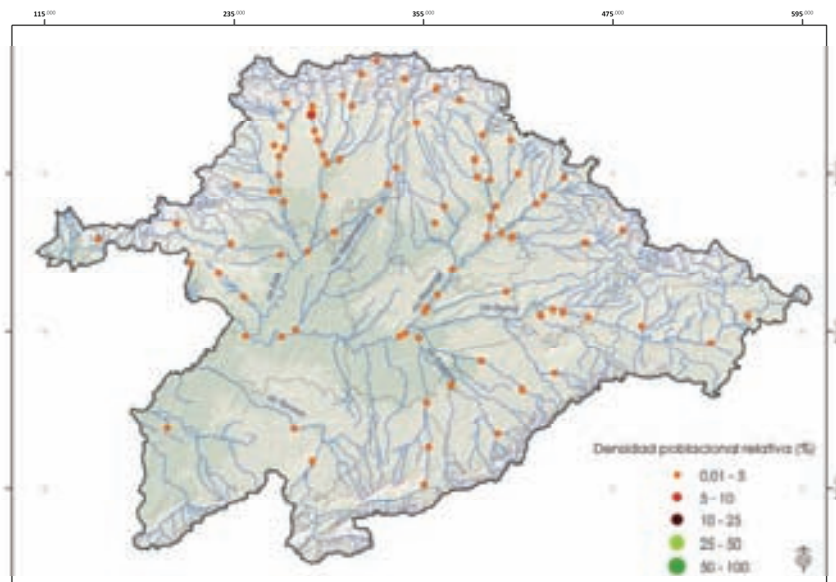


P

171. *Reimeria sinuata*

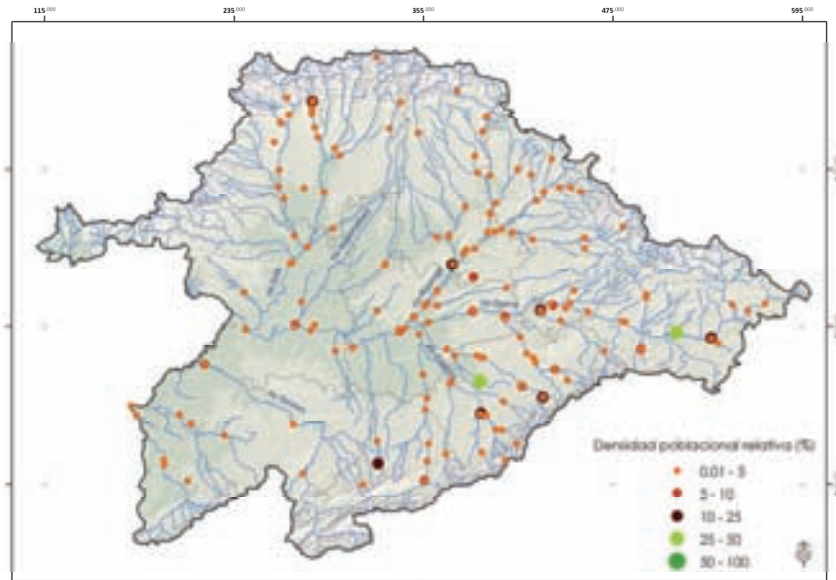


172. *Reimeria uniseriata*

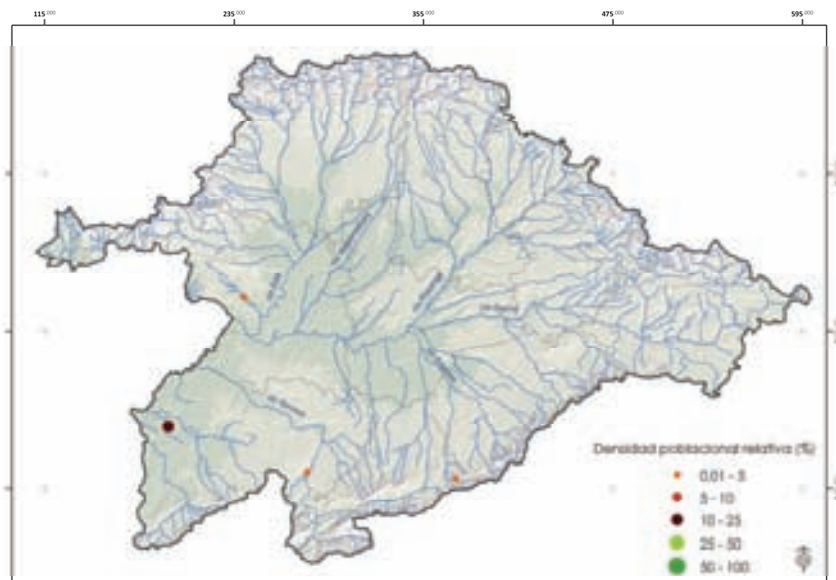


R

173. *Rhoicosphenia abbreviata*

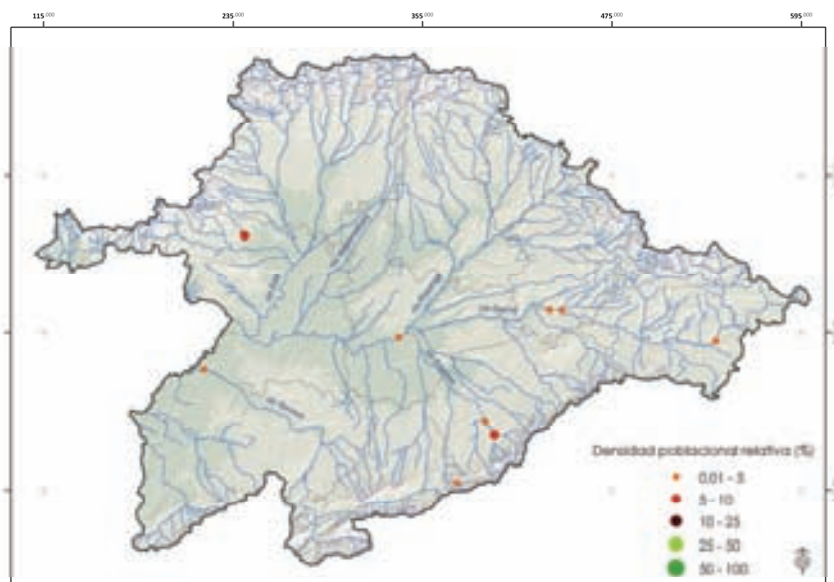


174. *Rhopalodia gibba*

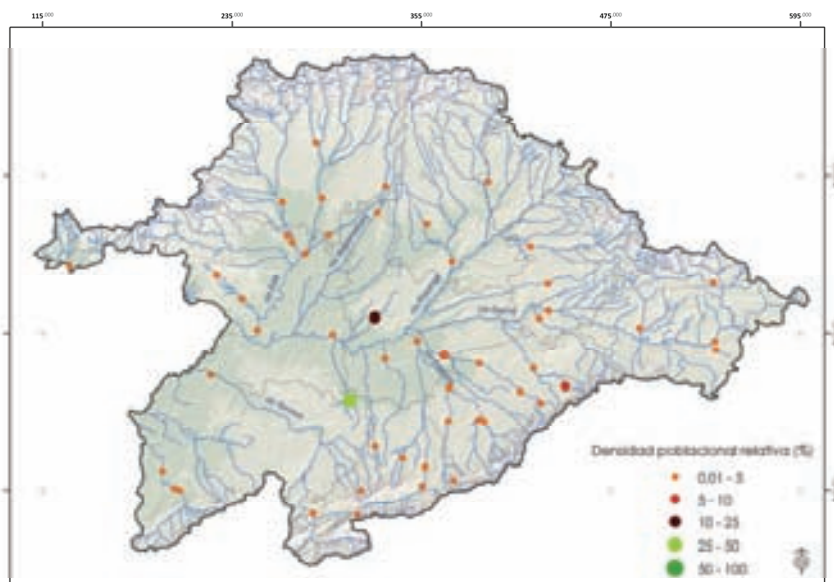


R

175. *Sellaphora japonica*

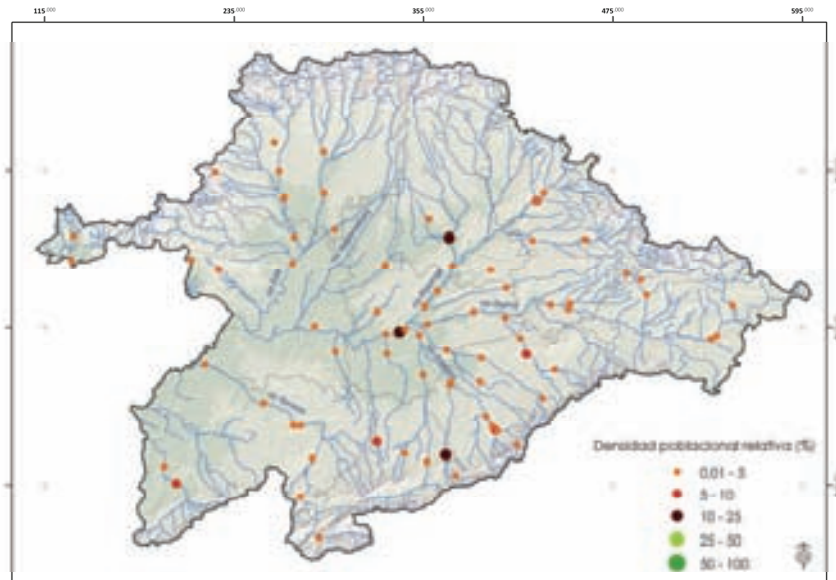


176. *Sellaphora pupula*

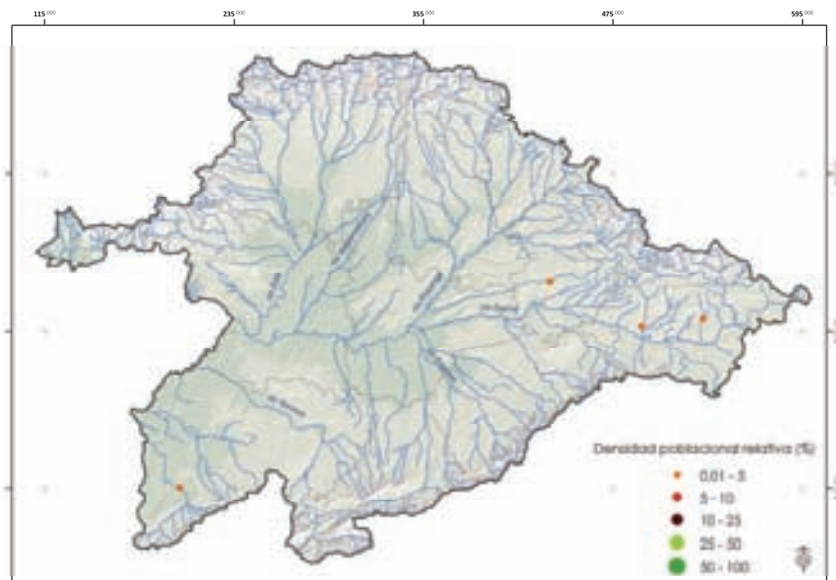


S

177. *Sellaphora seminulum*

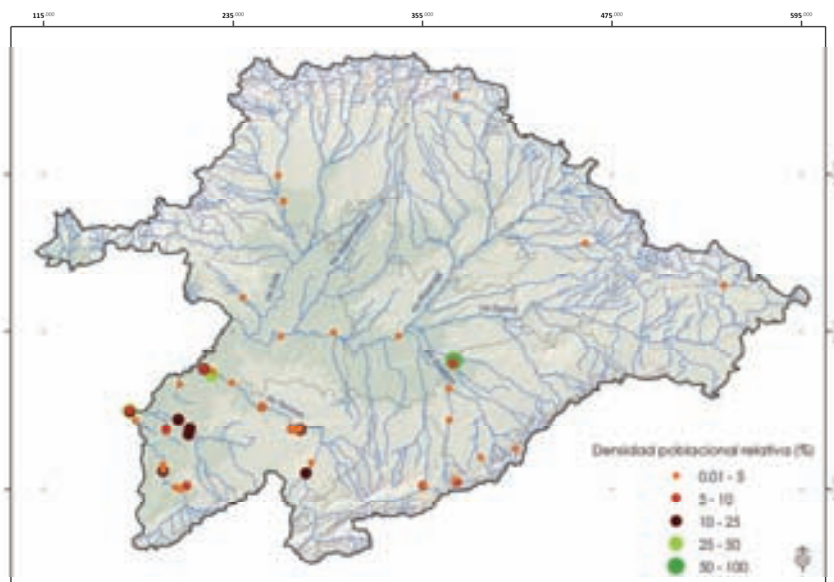


178. *Stauroneis smithii*

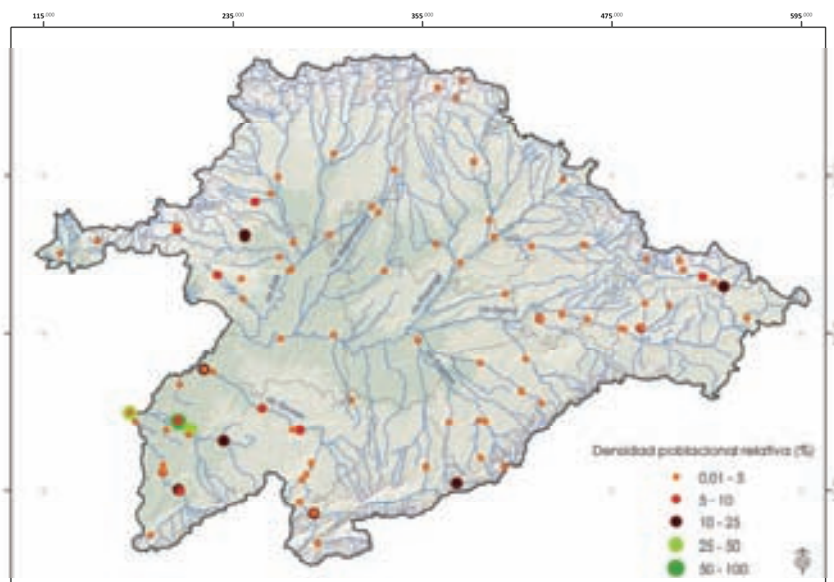


S

179. *Stausira construens* var. *binodis*

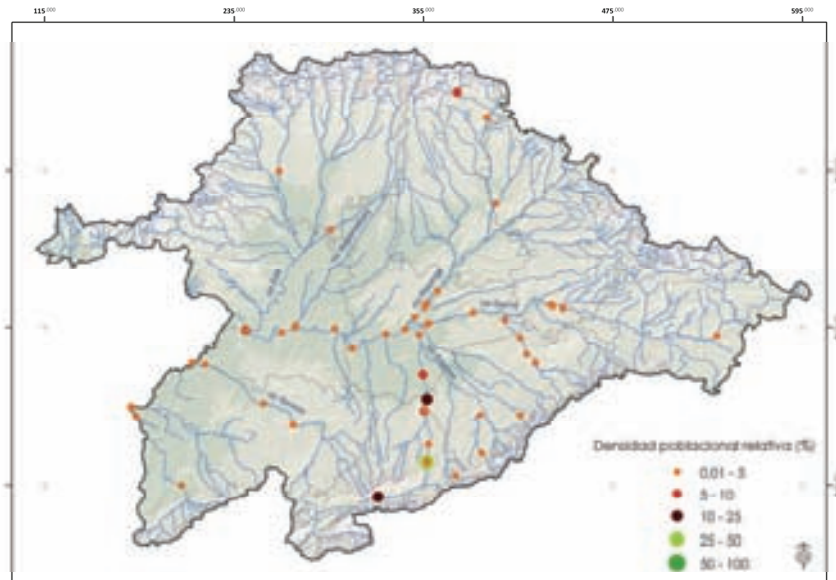


180. *Stausira venter*

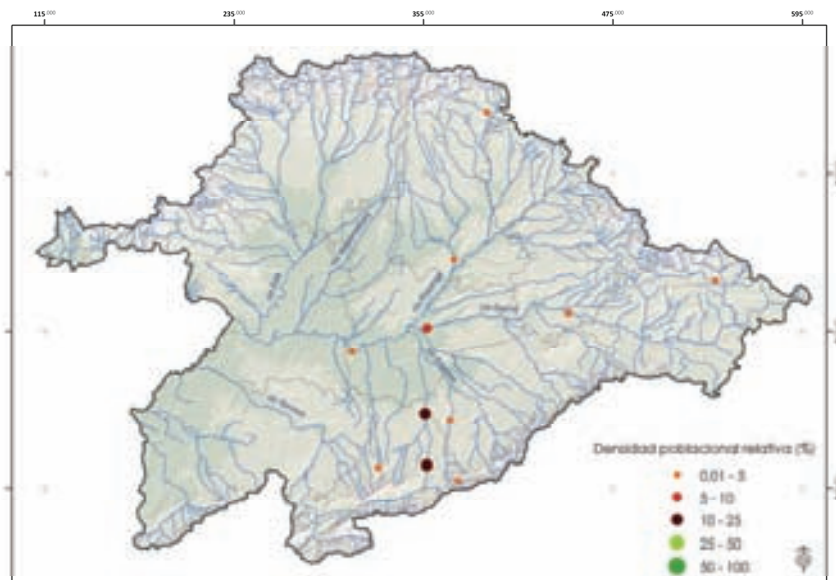


S

181. *Stephanodiscus hantzschii*

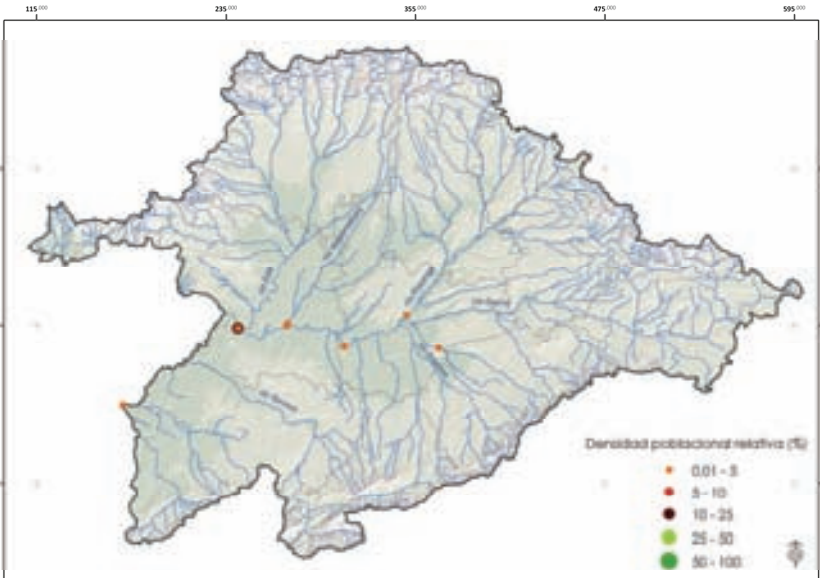


182. *Stephanodiscus minutulus*

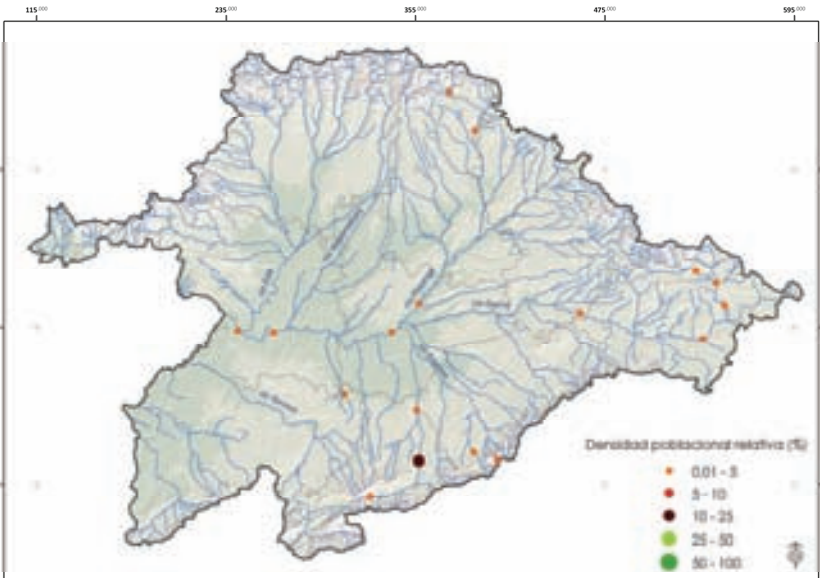


S

183. *Stephanodiscus neoastrea*

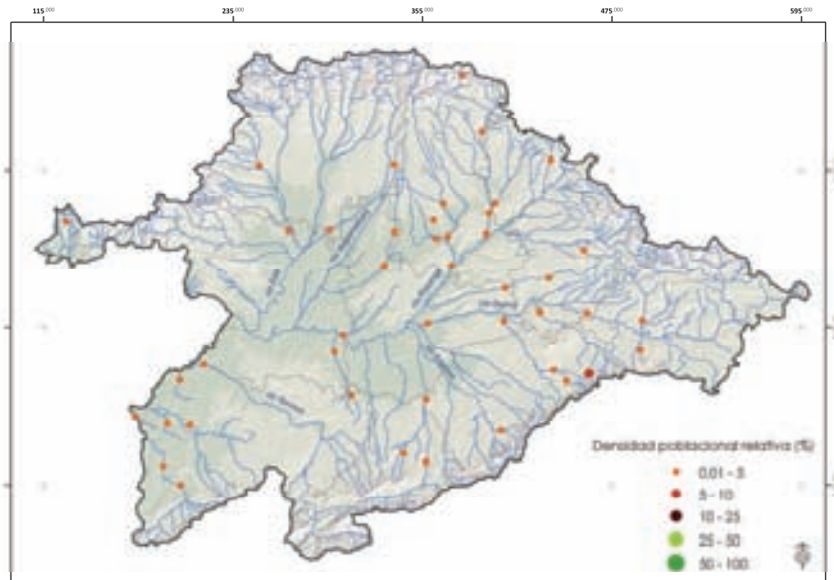


184. *Stephanodiscus parvus*

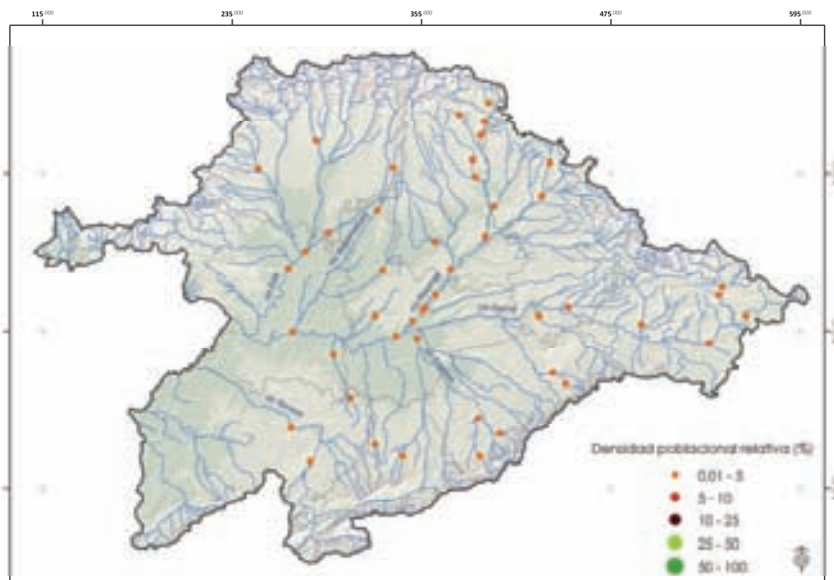


S

185. *Surirella angusta*

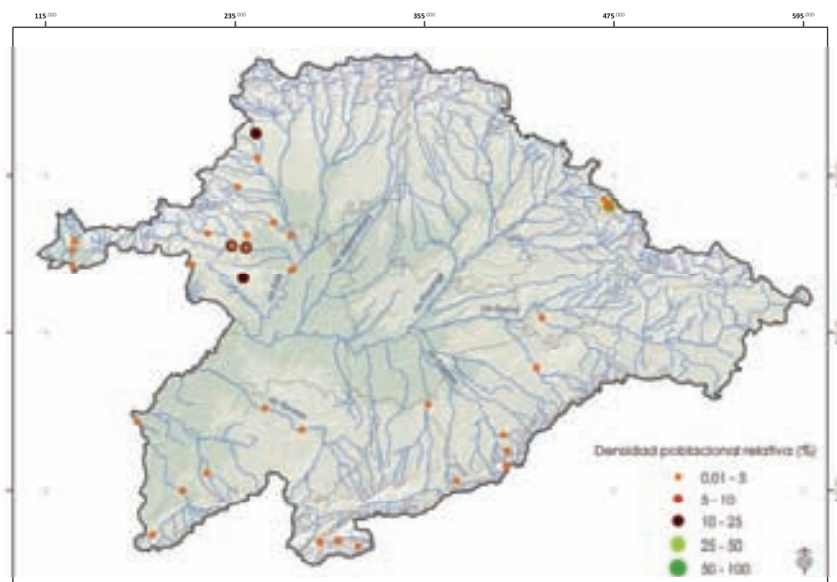


186. *Surirella brebissonii*

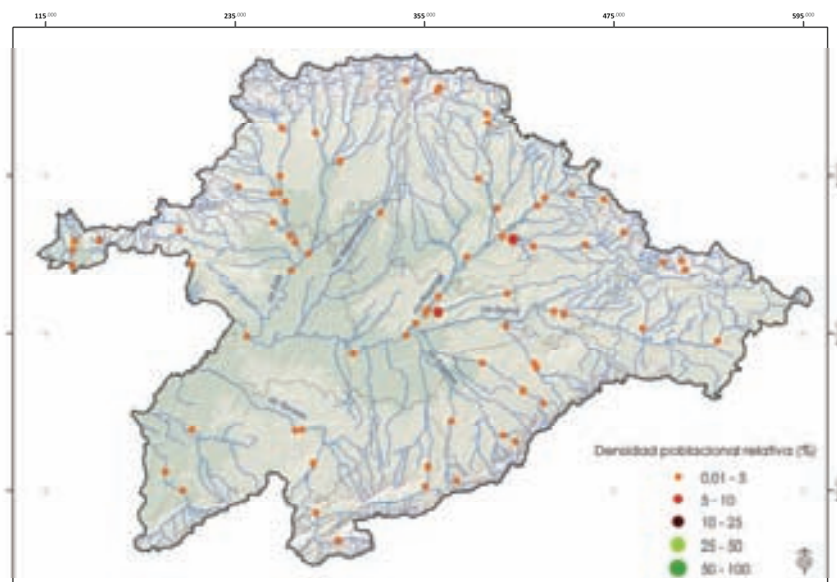


S

187. *Tabellaria flocculosa*

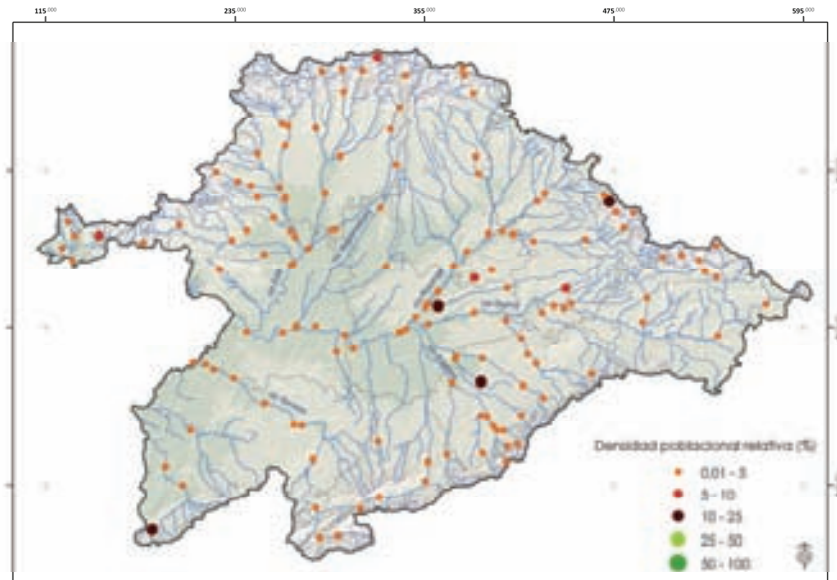


188. *Ulnaria acus*

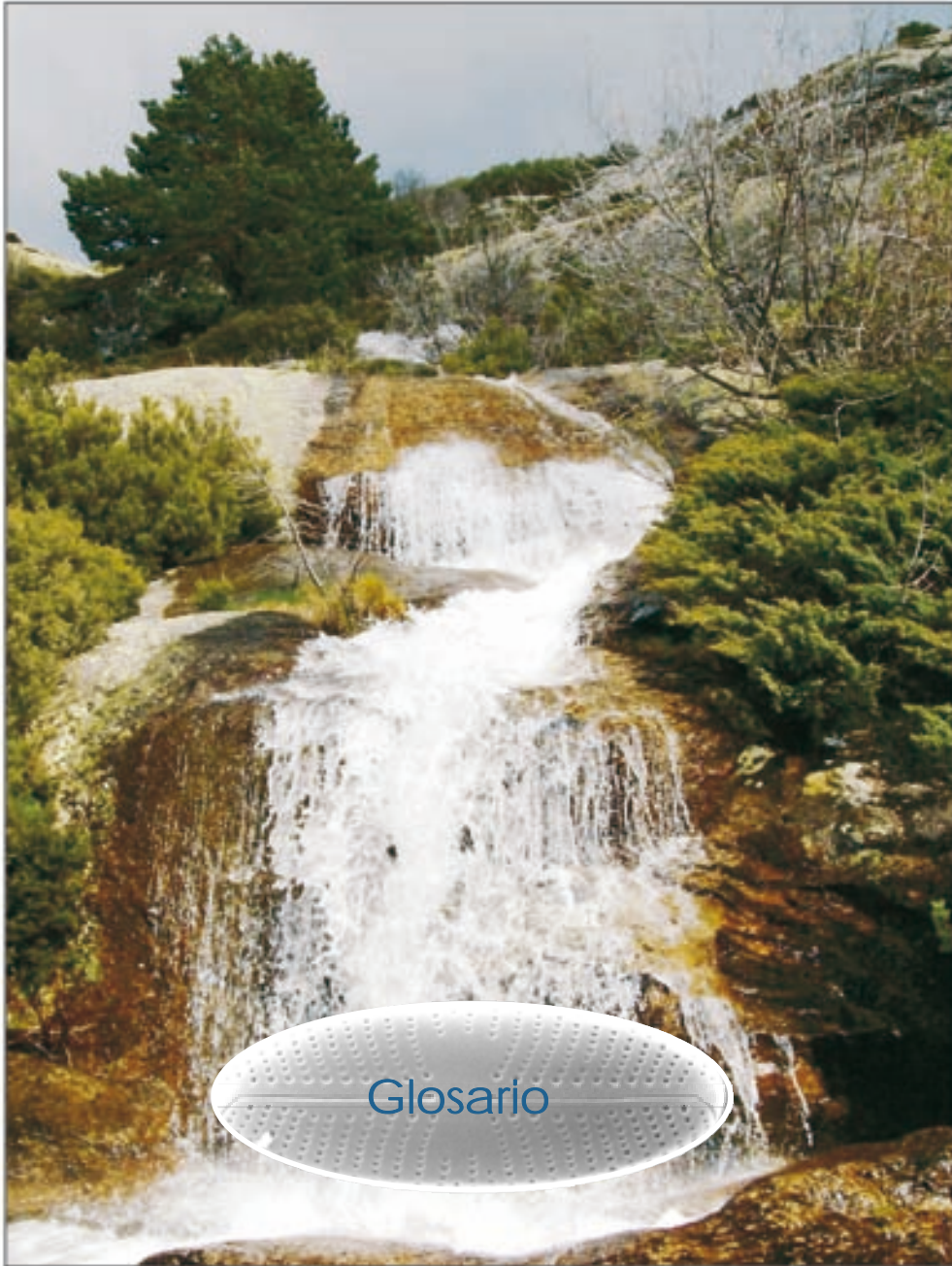


T
U

189. *Ulnaria ulna*







Arroyo del Chorro Grande en Palazuelos de Eresma (Segovia).



Alveolo: cámara elongada dirigida desde el centro de la valva al margen valvar, abierta hacia el interior y cubierta por una capa perforada hacia el exterior (figura 5).

Ápice: en diatomeas pennadas, los polos o extremos de la célula (figura 2). Poseen morfología variable, pueden ser **capitados** (figura 3).

Área central: zona hialina en el centro de la valva. En algunos casos coincide con el nódulo central (figura 2).

Areola: orificio de la capa basal de sílice que se repite regularmente, normalmente obstruida por una delgada lámina de sílice, el velo (figura 2).

Asimétrico: frústulo con las dos partes distintas a ambos lados del eje apical (figura 8).

Campo apical de poros: grupo de poros dispuestos en un polo de la valva, en algunos géneros como *Gomphonema*, o en ambos extremos valvares, en muchos géneros de diatomeas arrafídeas, o en el género *Cymbella*. Producen una secreción de mucílago que permite a la célula fijarse al sustrato (figuras 2-6).

Canal rafidiano: canal en forma de tubo que contiene el rafe (figura 4).

Capa basal silíceo: capa o pared que forma la estructura básica de los componentes del frústulo.

Cara valvar: parte plana de la valva rodeada por el manto. En las células iniciales de algunas diatomeas pennadas, la cara valvar y el manto tienen la misma estructura (figura 1).

Cavum: área hialina en un lado del área central, con el margen engrosado en el lado interno de la valva (figura 7).

Cíngulo: parte de la cintura asociado con una de las valvas. Consiste en el epicíngulo y el hipocíngulo (figura 1).

Cintura: término colectivo que designa los elementos estructurales que unen las dos valvas (figura 1).

Cópula: cada uno de los elementos, normalmente abiertos, que componen la cintura de la célula y que encajan entre sí gracias a su estructura (figura 1).

Costilla: engrosamientos silíceos, longitudinales, en la superficie valvar interna (figura 10).

Dorsal: en diatomeas asimétricas, lado del frústulo cuyo margen es más convexo. El lado opuesto es el margen ventral (figura 8).

Eje apical: línea imaginaria que une los dos extremos o ápices de la valva en diatomeas pennadas, corresponde al largo de la valva (figura 7).

Eje pervalvar: línea imaginaria que une las dos valvas de un frústulo, corresponde con el alto de la célula (figura 7).

Eje transapical: línea imaginaria perpendicular al eje apical, se corresponde con el ancho de la valva en diatomeas pennadas (figura 7).

Epiteca: parte mayor del frústulo que cubre la hipoteca, se compone de la epivalva y del epicíngulo (figura 1).

Espina: proyecciones silíceas de la superficie valvar externa. En algunos casos, las espinas pueden unir unas células a otras formando cadenas (figura 6).

Estigma: perforación en forma de canal no cerrada por el velo. Situada en el área central de diatomeas pennales con rafe, cerca del nódulo central o en las terminaciones proximales de las estrías centrales (figura 2).

Estigmoide: areola más pronunciada y diferenciada del resto de las areolas de la superficie valvar. Es una forma simple del estigma donde el foramen, el canal y los alveolos están apenas diferenciados del resto de areolas de la superficie valvar (figura 10).

Estría: una o más líneas de areolas o poros, o un solo alveolo. Pueden ser: uniseriadas, con una única línea de poros; biseriadas, con dos líneas; o multiseriadas, con muchas líneas (figuras 2, 4, 5). Dependiendo de su disposición en la valva se distinguen distintos patrones de estriación, uno de ellos es la **estriación radiante** (figura 9).

Fíbula: puente silíceo entre los lados del canal rafidiano (figura 4).

Fisura central: continuación de la fisura del rafe a través de los nódulos, sin penetrar la pared valvar, en los extremos proximales del rafe. Su forma y tamaño son características taxonómicas relevantes (figura 3).

Fisura terminal: continuación de la fisura del rafe a través de los nódulos, sin penetrar la pared valvar, en los extremos distales del rafe. Su forma y tamaño es una característica taxonómica relevante (figura 2-4).

Foramen: abertura u orificio en el exterior de la pared silíceo del frústulo.

Fultopórtula: abertura a través de la pared valvar que forma un delgado tubo hacia el interior de la valva, rodeado de un anillo de 2 a 5 estructuras (**poro satelitales**) que penetran la pared valvar (figura 6).

Frústulo: cobertura silíceo completa de una diatomea, compuesta de dos mitades, la epi- e hipoteca, que encajan entre sí (figura 1).

Heteropolar: frústulo con los extremos o ápices de la valva iguales en forma y tamaño (figura 8).

Hialino: parte de la valva no perforada, carente de foramen (figura 3).

Himen: lámina muy delgada de sílice con pequeñas perforaciones circulares o elongadas que cubren algunas areolas en géneros pennales.

Hipoteca: parte menor de las dos tecas que componen el frústulo, se compone de la hipovalva y el hipocíngulo (figura 1).

Interespacio: espacio entre dos fíbulas (figura 4).

Interespacio central: espacio entre dos fíbulas centrales. Puede existir o no (figura 4).

Isopolar: frústulo con los extremos o ápices de la valva iguales en forma y tamaño (figura 8).

Lineolas: areolas con foramen alargado dispuesto en líneas longitudinales (figura 9).

Manto valvar: paredes laterales de la valva que van desde el margen valvar hasta el borde valvar (figura 1).

Nódulo central: área que separa las dos fisuras proximales del rafe, a veces más grueso que el resto de la valva (figura 3).

Nódulo terminal: área engrosada de la pared silíceo en los extremos distales del rafe (figura 3).

Polo: ápice de la célula en diatomeas heteropolares (figura 8).

Polo apical: polo de la célula opuesto al polo basal (figura 8).

Polo basal: término usado para referirse al polo por el que la célula se adhiere al sustrato (figura 8).

Poroide: areola que no está marcadamente hundida en la superficie de la capa basal silíceo del frústulo.

Pseudorrafe: área hialina, sin areolas, elongada, dispuesta entre los dos ápices de la valva en diatomeas arrafídeas y monorrafídeas (figura 3).

Quilla: parte superior de la elevación valvar que lleva el rafe (figura 4).

Rafe: fisura elongada o par de fisuras a lo largo de la superficie valvar, cuya función es el movimiento de la célula. Se encuentra colocada en el centro de la valva o cerca del

margen valvar. Si son dos, cada una de ellas se llama **rama del rafe** (figura 2).

Rafe-esterno (sternum): banda de sílice no perforada, y a veces engrosada, que lleva el rafe (figura 3).

Rimopórtula o proceso labiado: abertura a través de la pared valvar. En el interior de la valva está rodeada por dos proyecciones labiales, en la superficie valvar externa puede tener una estructura elongada o no (figura 6).

Septo: lámina silíceas que se proyecta en el plano valvar, desde el interior de la valvocópula o de todas las cópulas (figura 10).

Sigmoide: valvas en forma de S, con ambos ápices curvados hacia direcciones opuestas (figura 9.)

Simétrico: frústulo con las dos partes iguales a ambos lados del eje apical (figura 8).

“Stauros”: nódulo central expandido transapicalmente que puede llegar o no al margen valvar (figura 10).

Valva: parte plana o un poco convexa de la epi- e hipovalva, formada por dos partes, la cara valvar y el manto valvar, separadas por el margen valvar, perforado o sólido, interno ó externo. La valva termina en el borde valvar (figura 2). Existen diferentes formas valvares: **circular, elíptica, lanceolada, linear, sigmoide**, etc. (figura 9).

Valvocópula: cópula adyacente a la valva, diferente en estructura a la valva y a las demás cópulas (figura 1).

Velo: lámina delgada de sílice perforada que cierra o tapa una areola. Existen distintos tipos de velos, el más complejo es el “vola”, formado por una red de barras silíceas que se proyectan desde el borde de la areola hacia el centro (figura 5).

Ventral: en diatomeas asimétricas, lado del frústulo cuyo margen es menos convexo. El lado opuesto es el margen dorsal (figura 8).

Visión pleural: vista lateral del frústulo, donde se observan los mantos valvares y la cintura que los une (figura 7).

Visión valvar: vista de la cara valvar de la célula (figura 7).

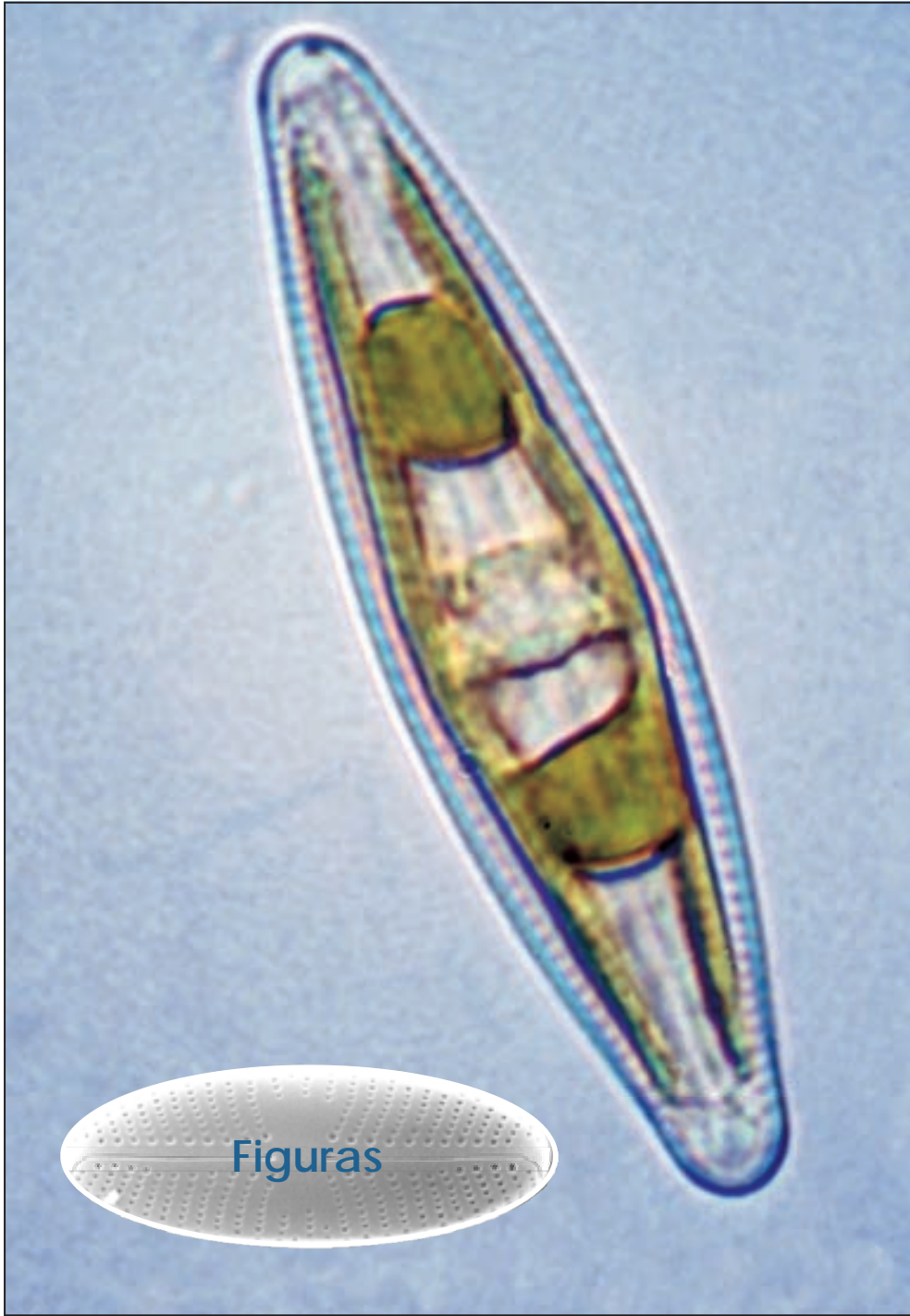




Figura 1

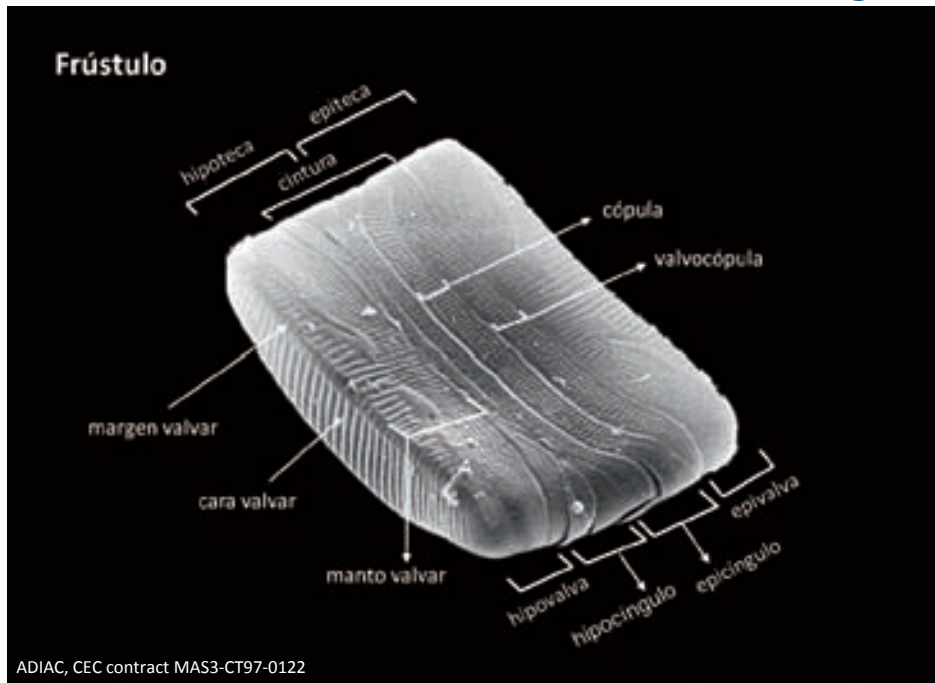


Figura 2

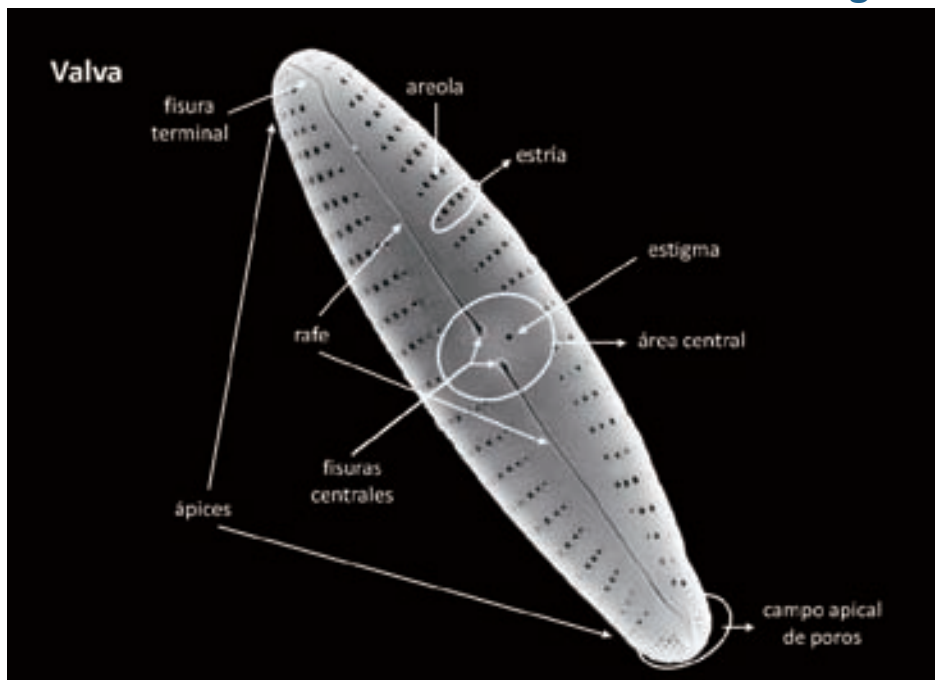


Figura 3

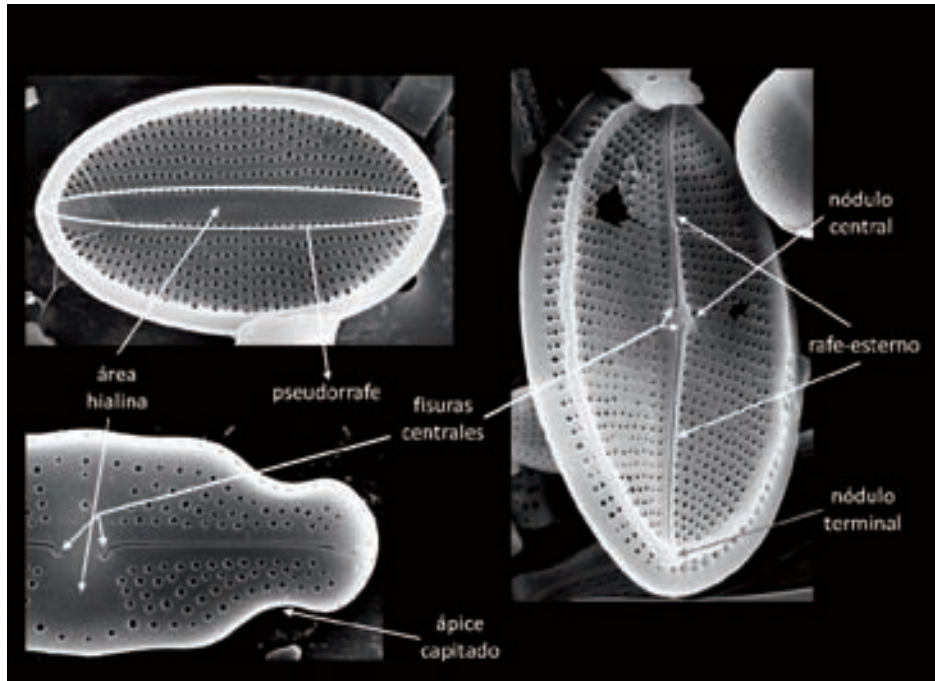


Figura 4

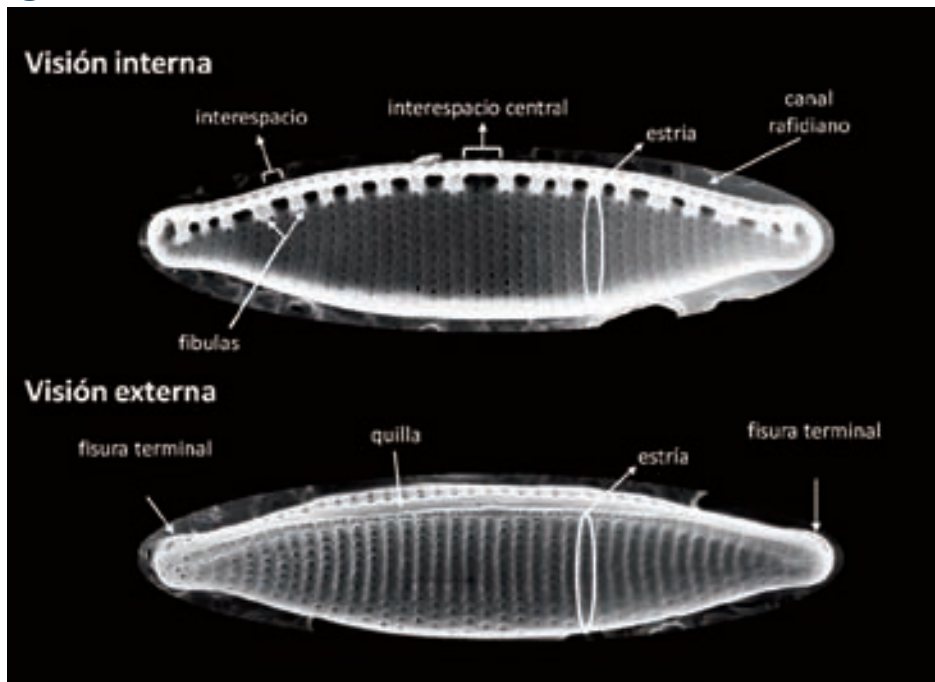


Figura 5

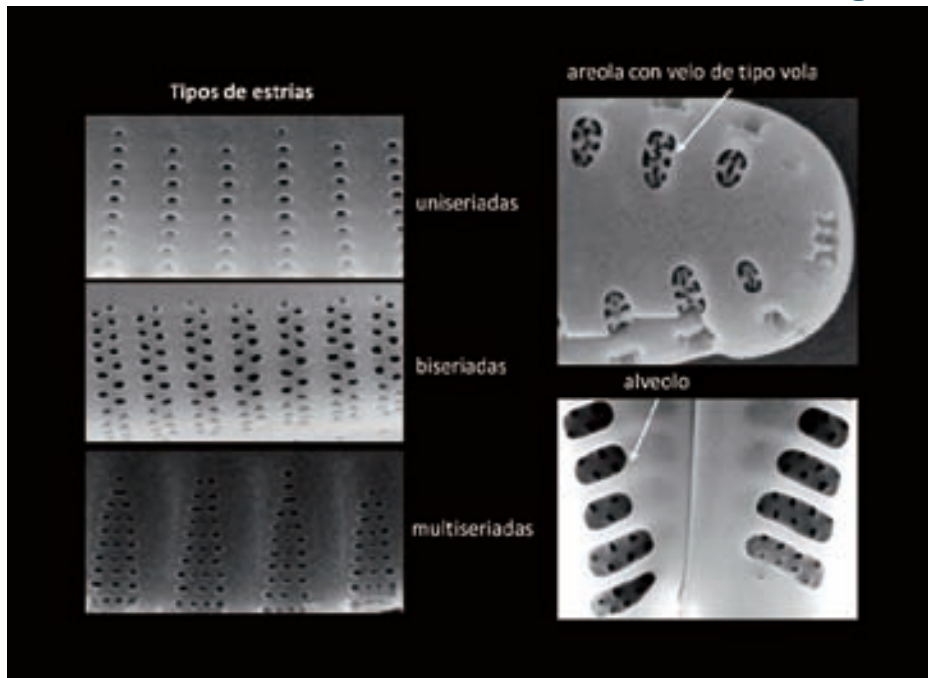


Figura 6

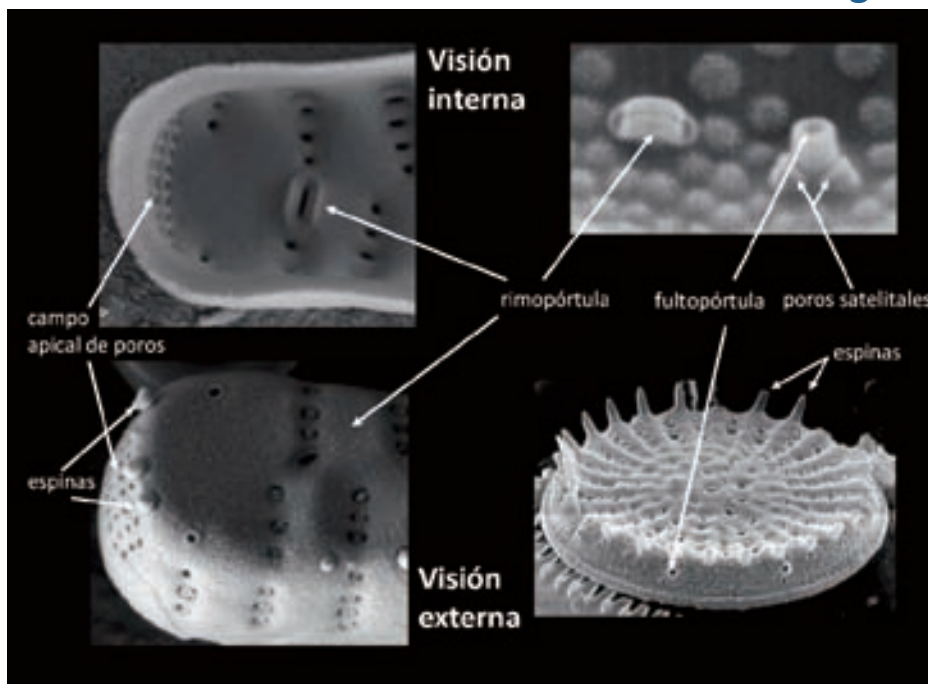


Figura 7

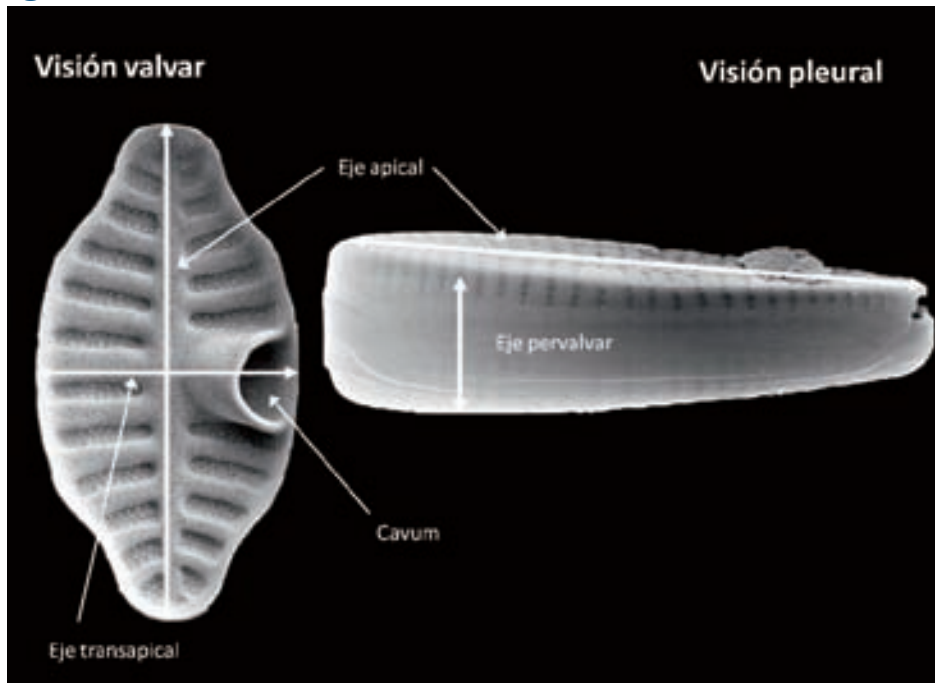


Figura 8

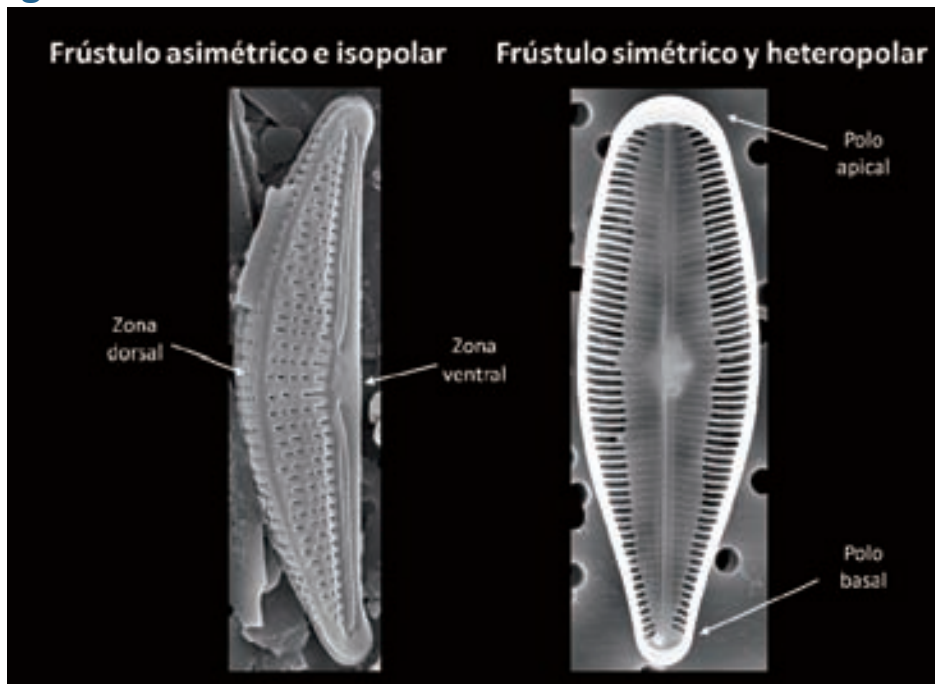


Figura 9

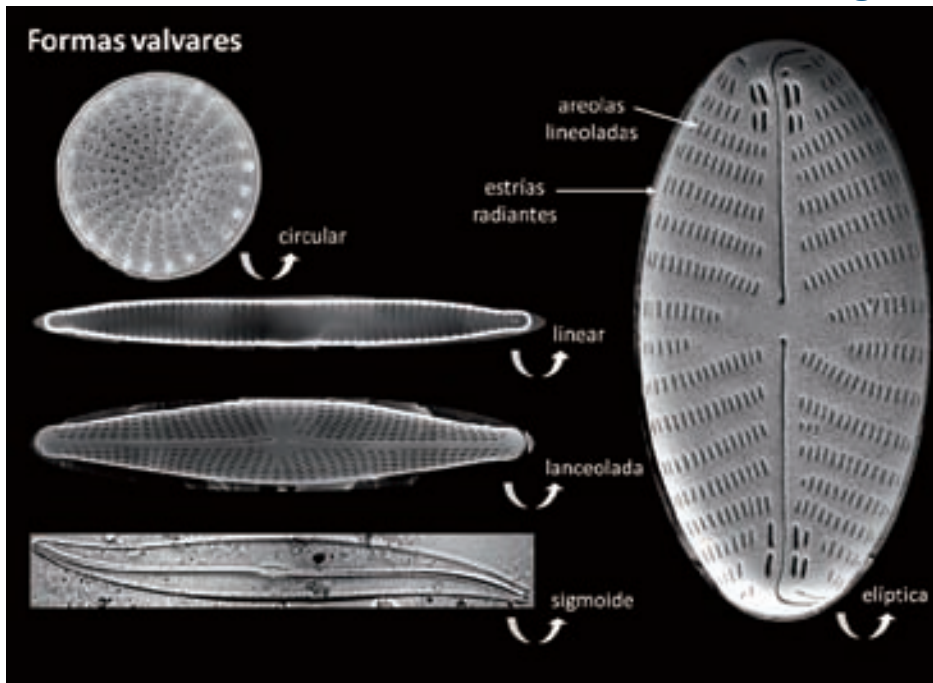
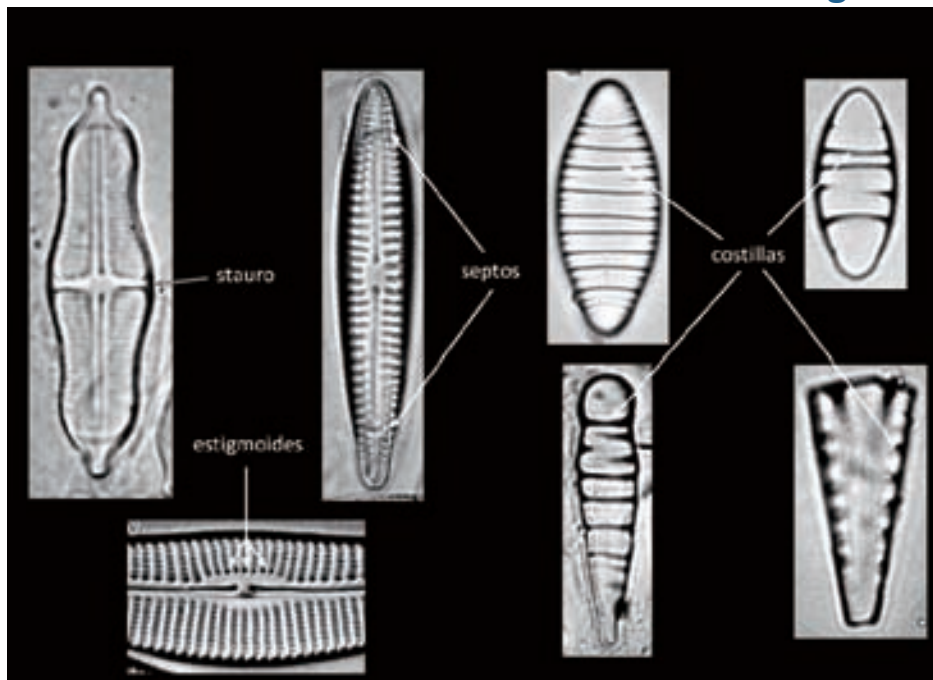
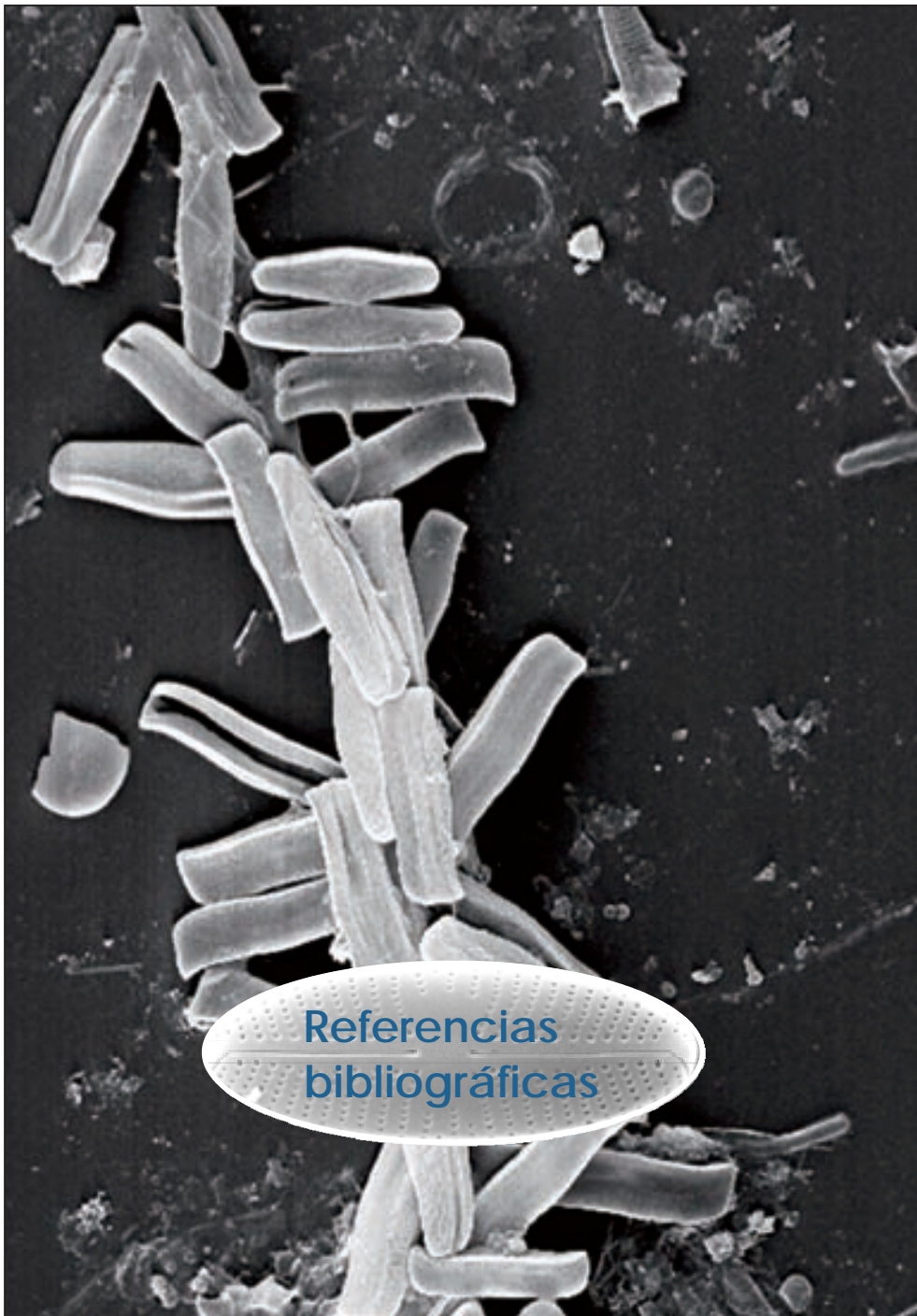


Figura 10







Referencias
bibliográficas



- Ács, É., Szabó, K., Tóth, B. y Kiss, K.T. 2004. Investigations of benthic algal communities, especially diatoms of some Hungarian streams in connection with reference conditions of the water framework directives. *Acta Botanica Hungarica* 46: 255-278.
- AENOR, 2004. Norma española UNE-EN 13946: 2004 Calidad del agua. Guía para el muestreo en rutina y pretratamiento de diatomeas bentónicas de ríos. AENOR, Madrid, 20 pp.
- AENOR, 2005. Norma española UNE-EN 14407: 2005 Calidad del agua. Guía para la identificación, recuento e interpretación de muestras de diatomeas bentónicas de ríos. AENOR, Madrid, 16 pp.
- Almeida, S.F.P. 2001. Use of diatoms for freshwater quality evaluation in Portugal. *Limnetica* 20: 205-213.
- Álvarez-Blanco, I., Cejudo, C., Blanco, S., Bécares, E. 2006. Convenio específico de colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Duero y la Universidad de León dentro del convenio marco de colaboración general entre el Ministerio de Medio Ambiente y la Universidad de León para el análisis y la aplicación de índices de diatomeas en la cuenca del Duero. Estudio de la situación actual de la calidad de las aguas superficiales mediante índices de diatomeas en las estaciones de la Red de Control Biológico. Campaña 2005. Confederación Hidrográfica del Duero, Valladolid, 31 + 92 pp.
- Álvarez-Blanco, I. 2008a. Análisis de calidad de las aguas de los ríos de la cuenca hidrográfica del Duero utilizando índices diatomológicos. Tesis de licenciatura. Universidad de León, León, 146 pp.
- Álvarez-Blanco, I. 2008b. Autoecología de las diatomeas epilíticas de los ríos de la cuenca hidrográfica del Duero. Trabajo de investigación. Universidad de León, León, 35 pp.
- Blanco, S., Huck, V., Monnier, O., Bécares, E., Ector, L. 2005b. Establecimiento de las bases para la aplicación de las diatomeas como indicadores de calidad en la Cuenca del río Duero. Estudio de la situación actual de la calidad de las aguas superficiales mediante índices de diatomeas en la Cuenca, campaña 2004. Confederación Hidrográfica del Duero, Valladolid. 49 + 302 pp.
- Blanco, S., Bécares, E., Hernández, N. y Ector, L. 2006a. Evaluación de la calidad del agua en los ríos de la cuenca del Duero (España) mediante índices diatomológicos. *Ingeniería Civil* 148: 139-153.
- Blanco, S., Bécares, E., Monnier, O. y Ector, L. 2006b. Convenio específico de colabora-

- ción entre la Confederación Hidrográfica del Duero y la Universidad de León dentro del convenio marco de colaboración general entre el Ministerio de Medio Ambiente y la Universidad de León para el análisis y la aplicación de índices de diatomeas en la cuenca del Duero. Estudio de la situación actual de la calidad de las aguas superficiales mediante índices de diatomeas en la cuenca. Campañas 2004 - 2005. Informe de síntesis. Confederación Hidrográfica del Duero, Valladolid. 86 + 50 pp.
- Blanco, S., Bécares, E., Cauchie, H.M., Hoffmann, L. y Ector, L. 2007. Comparison of biotic indices for water quality diagnosis in the Duero Basin (Spain). *Archiv für Hydrobiologie Supplement Large Rivers* 17: 267-286.
- Blanco S, Ector L, Huck V, Monnier O, Cauchie HM, Hoffmann L, Bécares E 2008a. Diatom assemblages and water quality assessment in the Duero Basin (NW Spain). *Belgian Journal of Botany* 141: 39-50.
- Cabezas, F. 2009. Mito y verdad de la Directiva Marco. *Ingeniería y Territorio* 85: 4-11.
- Cejudo, C., Álvarez, I., Blanco, S. y Bécares, E. 2006. Convenio específico de colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Duero y la Universidad de León dentro del convenio marco de colaboración general entre el Ministerio de Medio Ambiente y la Universidad de León para el análisis y la aplicación de índices de diatomeas en la cuenca del Duero. Estudio de la situación actual de la calidad de las aguas superficiales mediante índices de diatomeas en las estaciones de la Red de Control Biológico. Campaña 2004. Confederación Hidrográfica del Duero, Valladolid. 32 + 138 pp.
- CEMAGREF, 1982. Étude des methodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Q. E. Lyon - A. F. Rhône-Méditerranée-Corse. CEMAGREF, Lyon. 218 pp.
- Ciutti, F. 2005. Il monitoraggio dei corsi d'acqua con indicatori algali (diatomee). *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* 41: 393-397.
- Compère, P. 2000. Tentative key for the determination of freshwater diatom genera. http://www.br.fgov.be/RESEARCH/EDITION/keydiato_BR.html.
- Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005. Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para fitobentos (microalgas bentónicas). Ministerio de Medio Ambiente – Confederación Hidrográfica del Ebro - URS, Zaragoza, 33 pp.
- De la Rey, P.A., Taylor, J.C., Laas, A., Van Rensburg, L. y Vosloo, A. 2004. Determining the possible application value of diatoms as indicators of general water qual-

- ity: a comparison with SASS 5. *Water South Africa* 30: 325-332.
- Eloranta, P. y Soininen, J. 2002. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. *Journal of Applied Phycology* 14: 1-7.
- Gomà, J. 2004. Les diatomees bentòniques de la Tordera: diversitat i utilització com a indicadors de la qualitat biològica de l'aigua. IV Trobada d'Estudiosos del Montnegre i el Corredor. Diputació de Barcelona, Barcelona, pp. 37-45.
- Gomà, J., Rimet, F., Cambra, J., Hoffmann, L. y Ector, L. 2005. Diatom communities and water quality assessment in Mountain Rivers of the upper Segre basin (La Cerdanya, Oriental Pyrenees). *Hydrobiologia* 551: 209-225.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. En: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 2/1: 1-876.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae 2. Teil: Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae. En: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 2/4: 1-596.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. En: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 2/3: 1-576.
- Krammer K. y Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *avicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. En: Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. y Mollenhauer, D. (eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 2/4: 1-437.
- Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. 2000. Key To Parts 1-4. En: Budel, B. (ed.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 2/5: 1-311.
- Lecointe, C., Coste, M. y Prygiel, J. 1993. OMNIDIA software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.
- Lange-Bertalot H, 1995-2009 (ed.) *Iconographia Diatomologica*. Annotated Diatom Micrographs. Vols. I - XX. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Lange-Bertalot, H. 2000-2009 (ed.) 1995-2009. *Diatoms of Europe*. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vols. I-V. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell.
- Lecointe, C., Coste, M., Prygiel, J. y Ector, L. 1999. Le logiciel OMNIDIA version 2, une

- puissante base de données pour les inventaires de diatomées et pour le calcul des indices diatomiques européens. En : Ector, L., Loncin, A. y Hoffmann, L. (eds.) *Compte rendu du 17^e colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française*, Luxembourg, 8–11 septembre 1998. *Cryptogamie Algologie* 20: 132-134.
- Lee, R.E. 1989. *Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge, 645 pp.
- Penalta-Rodríguez, M. y López-Rodríguez, M.C. 2007. Diatomeas y calidad del agua de los ríos del Macizo Central Gallego (Ourense, N.O. España) mediante la aplicación de índices diatomológicos. *Limnetica* 26: 351-358.
- Prygiel, J., Coste, M. y Ector, L. 1999. Projets d'intercalibration européens et mise en place d'une charte de qualité diatomées pour l'IBD (et l'IPS). *Cryptogamie Algologie* 20: 139-142.
- Prygiel, J. y Coste, M. 2000. Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354. Agences de l'Eau-Cemagref, Bordeaux, 134 pp.
- Prygiel, J., Carpentier, P., Almeida, S., Coste, M., Druart, J.C., Ector, L., Guillard, D., Honoré, M.A., Iserentant, R., Ledeganck, P., Lalanne-Cassou, C., Lesniak, C., Mercier, I., Mouncaut, P., Nazart, M., Nouchet, N., Peres, F., Peeters, V., Rimet, F., Rumeau, A., Sabater, S., Straub, F., Torrisi, M., Tudesque, L., Van de Vijver, B., Vidal, H., Vizinet, J. y Zydek, N. 2002. Determination of the biological diatom index (IBD NF T 90-354): results of an intercomparison exercise. *Journal of Applied Phycology* 14: 27- 39.
- Round, F.E., Crawford, R.M. y Mann, D.G. 1990. *The diatoms: biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Press, London, 747 pp.
- Rumeau, A. y Coste, M. 1988. Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 309: 1-69.
- Streble, H. y Krauter, D. 1987. *Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce*. Omega, Barcelona, 337 pp.
- Van den Hoek, C., Mann, D.G. y Jahns, H.M. 1995. *Algae: an Introduction to Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge, 623 pp.
- Zelinka, M. y Marvan, P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie* 57: 389-407.



Índice de taxones



Los sinónimos se indican en letra normal, el resto de nombres en negrita. Los números de página en cursiva se refieren a los mapas biogeográficos.

Achnanthes	56	Achnanthidium straubianum	57, 89
<i>Achnanthes biasoletiana</i>	56	Achnanthidium subatomoides	57, 89
<i>Achnanthes biasoletiana</i> var.		Achnanthidium subatomus	57, 90
<i>sub-atomus</i>	57	Achnanthidium subhudsonis	57, 90
<i>Achnanthes biporoma</i>	58	Amphora	70
<i>Achnanthes catenata</i>	56	Amphora indistincta	70, 91
<i>Achnanthes clevei</i>	57	Amphora meridionalis	70, 91
Achnanthes coarctata	56, 86	<i>Amphora montana</i>	70
<i>Achnanthes conspicua</i>	58	Amphora pediculus	70, 92
<i>Achnanthes delicatula</i>	58	<i>Amphora veneta</i>	70
<i>Achnanthes eutrophila</i>	56	Asterionella	48
<i>Achnanthes hungarica</i>	58	Asterionella formosa	48, 92
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp.		Aulacoseira	43
<i>frequentissima</i>	58	Aulacoseira ambigua	43, 93
<i>Achnanthes lanceolata</i> var.		Aulacoseira granulata	43, 93
<i>lanceolata</i>	58	Aulacoseira muzzanensis	43, 94
<i>Achnanthes minutissima</i>	56	Aulacoseira subarctica	43, 94
<i>Achnanthes minutissima</i> var.		Aulacoseira tenella	43, 95
<i>saprophila</i>	56	Bacillaria	79
<i>Achnanthes oblongella</i>	57	Bacillaria paxillifer	79, 95
<i>Achnanthes rostrata</i>	58	Brachysira	62
<i>Achnanthes rupestoides</i>	58	Brachysira neglectissima	62, 96
<i>Achnanthes straubiana</i>	57	Caloneis	62
<i>Achnanthes subatomoides</i>	57	Caloneis bacillun	62, 96
<i>Achnanthes subhudsonis</i>	57	Cavinula	60
Achnanthidium	56	Cavinula intractata	60, 97
Achnanthidium catenatum	56, 85	Cocconeis	55
Achnanthidium eutrophilum	56, 86	Cocconeis euglypta	55, 97
Achnanthidium lineare	57, 86	Cocconeis lineata	55, 98
Achnanthidium minutissimum	56, 87	Cocconeis pediculus	55, 98
Achnanthidium pyrenaicum	56, 87	Cocconeis placentula	55, 99
Achnanthidium rivulare	57, 88	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	55
Achnanthidium saprophilum	56, 88	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	55

<i>Cocconeis placentula</i> var.		<i>Diadесmis confervacea</i>	60, 109
<i>pseudolineata</i>	55	<i>Diadесmis contenta</i>	60, 109
<i>Cocconeis pseudolineata</i>	55, 99	<i>Diatoma</i>	47
<i>Craticula</i>	62	<i>Diatoma ehrenbergii</i>	47, 110
<i>Craticula accomoda</i>	62, 100	<i>Diatoma hiemale</i> var. <i>mesodon</i>	47
<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	45, 101	<i>Diatoma mesodon</i>	47, 110
<i>Cyclostephanos</i>	45	<i>Diatoma vulgare</i>	47, 111
<i>Cyclostephanos dubius</i>	45, 100	<i>Didymosphenia</i>	74
<i>Cyclotella</i>	44	<i>Didymosphenia geminata</i>	74, 111
<i>Cyclotella atomus</i>	44, 101	<i>Diploneis</i>	62
<i>Cyclotella atomus</i> var. <i>gracilis</i>	44, 102	<i>Diploneis parma</i>	62, 112
<i>Cyclotella meduanae</i>	44, 102	<i>Discostella</i>	44
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	44, 103	<i>Discostella pseudostelligera</i>	44, 112
<i>Cyclotella ocellata</i>	44, 103	<i>Ellerbeckia</i>	42
<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	44	<i>Ellerbeckia arenaria</i>	42, 113
<i>Cyclotella radiosa</i>	44	<i>Encyonema</i>	68
<i>Cymatopleura</i>	81	<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	68, 113
<i>Cymatopleura solea</i>	81, 104	<i>Encyonema minutum</i>	69, 114
<i>Cymbella</i>	66	<i>Encyonema prostratum</i>	68, 114
<i>Cymbella compacta</i>	66, 104	<i>Encyonema reichardtii</i>	69, 115
<i>Cymbella excisa</i>	66, 105	<i>Encyonema silesiacum</i>	68, 115
<i>Cymbella excisa</i> var. <i>angusta</i>	66, 105	<i>Encyonema silesiacum</i> var.	
<i>Cymbella excisiformis</i>	66, 106	<i>altensis</i>	68, 116
<i>Cymbella hustedtii</i>	67, 106	<i>Encyonema ventricosum</i>	68, 116
<i>Cymbella lange-bertalotii</i>	67, 107	<i>Encyonopsis</i>	69
<i>Cymbella minuta</i>	69	<i>Encyonopsis minuta</i>	69, 117
<i>Cymbella parva</i>	67, 107	<i>Encyonopsis subminuta</i>	69, 117
<i>Cymbella prostrata</i>	68	<i>Eolimna</i>	61
<i>Cymbella reichardtii</i>	69	<i>Eolimna comperei</i>	61, 118
<i>Cymbella silesiaca</i>	68	<i>Eolimna minima</i>	61, 118
<i>Cymbella sinuata</i>	69	<i>Eolimna rhombelliptica</i>	61, 119
<i>Cymbella tumida</i>	67, 108	<i>Eolimna subminuscula</i>	61, 119
<i>Cymbella ventricosa</i>	68	<i>Epithemia</i>	80
<i>Denticula</i>	76	<i>Epithemia adnata</i>	80, 120
<i>Denticula tenuis</i>	76, 108	<i>Epithemia sores</i>	80, 121
<i>Diadесmis</i>	57	<i>Epithemia turgida</i>	80, 121

<i>Eunotia</i>	53	<i>Gomphonema micropumilum</i>	72, 131
<i>Eunotia exigua</i>	53, 122	<i>Gomphonema minusculum</i>	72, 131
<i>Eunotia incisa</i>	53, 122	<i>Gomphonema minutum</i>	71, 132
<i>Eunotia minor</i>	53, 123	<i>Gomphonema olivaceum</i>	71, 132
<i>Eunotia naegelii</i>	53, 123	<i>Gomphonema parvulum</i>	71, 133
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i>	53	<i>Gomphonema parvulum</i> f.	
<i>Fistulifera</i>	60	<i>saprophilum</i>	71, 133
<i>Fistulifera saprophila</i>	60, 124	<i>Gomphonema parvulum</i> var.	
<i>Fragilaria</i> cf. <i>capucina</i>	49, 125	<i>lagenula</i>	71
<i>Fragilaria</i>	49	<i>Gomphonema pumilum</i> var.	
<i>Fragilaria arcus</i>	49, 124	<i>elegans</i>	72, 134
<i>Fragilaria brevistriata</i>	51	<i>Gomphonema pumilum</i> var.	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>perminuta</i>	49	<i>rigidum</i>	72, 134
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>	49	<i>Gomphonema rhombicum</i>	72, 135
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	49	<i>Gomphonema rosenstockianum</i>	72, 135
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i>	51	<i>Gomphonema truncatum</i>	73, 136
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	51	<i>Gomphosphenia</i>	74
<i>Fragilaria crotonensis</i>	50, 125	<i>Gomphosphenia lingulatiformis</i>	74, 136
<i>Fragilaria elliptica</i>	51	<i>Grunowia</i>	79
<i>Fragilaria perminuta</i>	49, 126	<i>Grunowia solgensis</i>	79, 137
<i>Fragilaria polonica</i>	51	<i>Grunowia tabellaria</i>	79, 137
<i>Fragilaria rumpens</i>	49, 126	<i>Gyrosigma</i>	62
<i>Fragilaria tenera</i>	49, 127	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	62, 138
<i>Fragilaria ulna</i>	50	<i>Gyrosigma scalproides</i>	62, 138
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	50	<i>Halamphora montana</i>	70, 139
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	49, 127	<i>Halamphora veneta</i>	70, 139
<i>Geissleria</i>	61	<i>Hannaea arcus</i>	49
<i>Geissleria decussis</i>	61, 128	<i>Hippodonta</i>	60
<i>Gomphoneis</i>	73	<i>Hippodonta capitata</i>	60, 140
<i>Gomphoneis minuta</i>	73, 128	<i>Hippodonta pseudoacceptata</i>	60, 140
<i>Gomphonema</i>	71	<i>Karayevia</i>	57
<i>Gomphonema acuminatum</i>	73, 129	<i>Karayevia clevei</i>	57, 141
<i>Gomphonema exilissimum</i>	71, 129	<i>Karayevia oblongella</i>	57, 141
<i>Gomphonema geminatum</i>	74	<i>Lemnicola</i>	58
<i>Gomphonema lagenula</i>	71, 130	<i>Lemnicola hungarica</i>	58, 142
<i>Gomphonema lingulatiformis</i>	74	<i>Luticola</i>	60

<i>Luticola goeppertiana</i>	60, 142	<i>Navicula pupula</i>	61
<i>Mayamaea</i>	60	<i>Navicula recens</i>	63, 151
<i>Mayamaea atomus</i>	60, 143	<i>Navicula reichardtiana</i>	65, 152
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i>	60	<i>Navicula saprophila</i>	60
<i>Mayamaea permitis</i>	60, 143	<i>Navicula seminulum</i>	61
<i>Melosira</i>	42	<i>Navicula simulata</i>	64, 152
<i>Melosira arenaria</i>	42	<i>Navicula subminuscula</i>	61
<i>Melosira varians</i>	42, 144	<i>Navicula symmetrica</i>	64
<i>Meridion</i>	48	<i>Navicula tripunctata</i>	63, 153
<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i>	48	<i>Navicula trivialis</i>	63, 153
<i>Meridion constrictum</i>	48, 144	<i>Navicula utermoehli</i>	65
<i>Navicula</i>	63	<i>Navicula veneta</i>	65, 154
<i>Navicula accomoda</i>	62	<i>Navicula viridula</i> var. <i>germainii</i>	64
<i>Navicula angusta</i>	63, 145	<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i>	64
<i>Navicula antonii</i>	65, 146	<i>Nitzschia</i>	75
<i>Navicula atomus</i> var. <i>atomus</i>	60	<i>Nitzschia acidoclinata</i>	76, 154
<i>Navicula capitatoradiata</i>	65, 146	<i>Nitzschia amphibia</i>	77, 155
<i>Navicula cari</i> var. <i>angusta</i>	63	<i>Nitzschia capitellata</i>	75, 155
<i>Navicula cari</i> var. <i>recens</i>	63	<i>Nitzschia costei</i>	75, 156
<i>Navicula confervacea</i>	60	<i>Nitzschia desertorum</i>	76, 156
<i>Navicula contenta</i>	60	<i>Nitzschia dissipata</i>	77, 157
<i>Navicula cryptocephala</i>	65, 147	<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i>	77
<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>veneta</i>	65	<i>Nitzschia filiformis</i>	76, 157
<i>Navicula cryptotenella</i>	65, 147	<i>Nitzschia fonticola</i>	75, 158
<i>Navicula cryptotenelloides</i>	65, 148	<i>Nitzschia incognita</i>	77, 158
<i>Navicula decussis</i>	61	<i>Nitzschia inconspicua</i>	76, 159
<i>Navicula erifuga</i>	64, 148	<i>Nitzschia linearis</i>	78, 159
<i>Navicula germainii</i>	64, 149	<i>Nitzschia media</i>	77, 160
<i>Navicula goeppertiana</i>	60	<i>Nitzschia palea</i>	77, 160
<i>Navicula gregaria</i>	64, 149	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i>	76, 161
<i>Navicula hungarica</i> var. <i>capitata</i>	60	<i>Nitzschia paleacea</i>	77, 161
<i>Navicula lanceolata</i>	63, 150	<i>Nitzschia recta</i>	78, 162
<i>Navicula meniscus</i> var. <i>grunowii</i>	65	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i>	79
<i>Navicula notha</i>	64, 150	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i>	79
<i>Navicula petrovskae</i>	65, 151	<i>Nitzschia sociabilis</i>	75, 162
		<i>Nitzschia supralitorea</i>	76, 163

<i>Nitzschia umbonata</i>	77, 163	<i>Sellaphora japonica</i>	61, 172
<i>Nitzschia vermicularis</i>	78, 164	<i>Sellaphora pupula</i>	61, 172
<i>Peronia</i>	74	<i>Sellaphora seminulum</i>	61, 173
<i>Peronia erinacea</i>	74	<i>Stauroneis</i>	61
<i>Peronia fibula</i>	74, 164	<i>Stauroneis japonica</i>	61
<i>Planothidium</i>	58	<i>Stauroneis smithii</i>	62, 173
<i>Planothidium biporumum</i>	58, 165	<i>Stausosira</i>	51
<i>Planothidium delicatum</i>	58, 165	<i>Stausosira construens</i> var.	
<i>Planothidium frequentissimum</i>	58, 166	<i>binodis</i>	51, 174
<i>Planothidium lanceolatum</i>	58, 166	<i>Stausosira venter</i>	51, 174
<i>Planothidium rostratum</i>	58, 167	<i>Stephanodiscus</i>	45
<i>Platessa</i>	58	<i>Stephanodiscus dubius</i>	45
<i>Platessa conspicua</i>	58, 167	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	45, 175
<i>Platessa hustedtii</i>	58, 168	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	45, 175
<i>Pseudostaurosira</i>	51	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	45, 176
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	51, 168	<i>Stephanodiscus parvus</i>	45, 176
<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	51, 169	<i>Surirella</i>	81
<i>Pseudostaurosira polonica</i>	51	<i>Surirella angusta</i>	81, 177
<i>Puncticulata</i>	44	<i>Surirella</i> cf. <i>brebissonii</i>	81, 177
<i>Puncticulata radiosa</i>	44, 169	<i>Tabellaria</i>	48
<i>Reimeria</i>	69	<i>Tabellaria flocculosa</i>	48, 178
<i>Reimeria sinuata</i>	69, 170	<i>Ulnaria</i>	50
<i>Reimeria uniseriata</i>	69, 170	<i>Ulnaria acus</i>	50, 178
<i>Rhoicosphenia</i>	74	<i>Ulnaria ulna</i>	50, 179
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	74, 171		
<i>Rhopalodia</i>	79		
<i>Rhopalodia gibba</i>	79, 171		
<i>Sellaphora</i>	61		







GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE,
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL DUERO