La Serie Universitaria de la Fundación Juan March presenta resúmenes, realizados por el propio autor, de algunos estudios e investigaciones llevados a cabo por los becarios de la Fundación y aprobados por los Asesores Secretarios de los distintos Departamentos.

El texto íntegro de las Memorias correspondientes se encuentra en la Biblioteca de la Fundación (Castelló, 77. Madrid-6).

La lista completa de los trabajos aprobados se presenta, en forma de fichas, en los Cuadernos Bibliográficos que publica la Fundación Juan March.

Los trabajos publicados en Serie Universitaria abarcan las siguientes especialidades: Arquitectura y Urbanismo; Artes Plásticas; Biología; Ciencias Agrarias; Ciencias Sociales; Comunicación Social; Derecho; Economía; Filosofía; Física; Geología; Historia; Ingeniería; Literatura y Filología; Matemáticas; Medicina, Farmacia y Veterinaria; Música; Química; Teología. A ellas corresponden los colores de la cubierta.

Edición no venal de 300 ejemplares
que se reparte gratuitamente a investigadores,
Bibliotecas y Centros especializados de toda España.

Fundación Juan March

FJM-Uni 157-Mar
h Distribución de los macrofitos d
Margalef Mir, Ramón.
1031590
Biblioteca FJM

SERIE UNIVERSITARIA

Fundación Juan March

Ramón Margalef Mir

Distribución de los macrofitos de las aguas dulces y salobres del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio.

157 Distribución de los macrofitos de las aguas dulces y salobres del E y NE de España/Ramón Margalef Mir

FJM
Uni-
157
Mar
157

Fundación Juan March (Madrid)

Fundación Juan March (Madrid)

Fundación Juan March
Serie Universitaria

157

Ramón Margalef Mir

Distribución de los macrofitos de las aguas dulces y salobres del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio.

Fundación Juan March
Castelló, 77. Teléf. 225 44 55
Madrid - 6

Fundación Juan March (Madrid)

Este trabajo fue realizado con una Beca de la Convocatoria de España, 1979, individual.

Departamento de BIOLOGIA.
Centro de trabajo: Departamento de Botánica de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona e Instituto Botánico.

Los textos publicados en esta Serie Universitaria son elaborados por los propios autores e impresos por reproduccion fotostática.

Depósito Legal: M - 20235 - 1981
I B.S.N. : 84 - 7075 - 202 - 2
Impresión: Gráficas Ibérica, Tarragona, 34, Madrid-7

Fundación Juan March (Madrid)

Estoy especialmente agradecido a la FUNDACION JUAN MARCH por la concesión de una beca de investigación en septiembre de 1979, fruto de la cual es este trabajo.

Entre las muchas personas que me han ayudado debo mencionar especialmente al Dr. O. de Bolòs quien me dio todo tipo de facilidades para trabajar en el Instituto Botánico de Barcelona, e igualmente al Dr. R. Margalef López por sus provechosas críticas e indicaciones en las diferentes etapas del trabajo. También mi mayor agradecimiento a Cèlia Marrasé, Teresa Vegas y Manel Crespo que colaboraron desinteresadamente en las campañas por Cataluña.

Este trabajo se ha realizado en el Instituto Botánico de Barcelona y en el Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona y quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todo el personal que de alguna forma me ayudó.

Fundación Juan March (Madrid)

Fundación Juan March (Madrid)

INDICE

	Página
Introducción	5
Material y métodos	6
Localidades estudiadas	8
Catálogo florístico	15
Características generales de las plantas acuáticas	21
Distribución de las especies de macrofitos	26
Composición elemental de las plantas acuáticas	40
Resumen/Summary	58
Bibliografía	59

Fundación Juan March (Madrid)

Fundación Juan March (Madrid)

INTRODUCCION

La memoria que se presenta intenta un estudio ecológico de la vegetación acuática del NE de España, principalmente Cataluña y zonas próximas de Huesca, Zaragoza y Teruel, y del litoral mediterráneo, desde Almería a Gerona, realizado durante el curso 1979-80.

El estudio limnológico de Cataluña puede considerarse bastante avanzado, MARGALEF et al. (1976), VILASECA (1978), MIRACLE (1978), CAMPAS y VILASECA (1979) para los lagos pirenaicos; MARGALEF (1946, 1950), CAMPS et al. (1976), MIRACLE (1976), PLANAS (1973) para los lagos cársticos; y COMIN y FERRER (1979) para las lagunas litorales del delta del Ebro.

Sin embargo, la vegetación macrofítica siempre ha sido descuidada aún a sabiendas de la gran importancia de las plantas acuáticas, fanerógamas o criptógamas, en los sistemas lacustres.

FERRER y COMIN (1979) y ALONSO et al. (1980) aportan algunos datos ecológicos para la flora acuática de España, y CIRUJANO (1980) lo hace respecto a las lagunas manchegas.

En Europa son clásicos los trabajos de limnología botánica de LOHAMAR (1938) en Suecia, MARISTO (1941) en Finlandia, IVERSEN y OLSEN (1946) en Dinamarca. Estos trabajos se han tomado como modelo para el presente estudio en España. En dichos estudios se pone de relieve la gran importancia de los factores ecológicos químicos en el poblamiento vegetal, y la distribución de especies según las calidades de aguas.

Constituye un precedente indispensable el conocimiento de la química y física de las aguas, independientemente de la descripción de comunidades o el inventario de especies por localidades.

La distribución de plantas acuáticas en función de las calidades de las aguas se ha basado en datos propios del NE de España y los obtenidos por COMIN, LOPEZ, MARGALEF-MIR y TOMAS en las lagunas litorales.

El catálogo de especies que se presenta puede considerarse bastante representativo de la flora acuática e incluye algunas novedades como Potamogeton praelongus Wulfen y Ranunculus trichophyllus ssp. lutulentus Vierh, así como la cita de especies generalmente poco conocidas.

El estudio de la distribución ecológica de la vegetación acuática va seguido de los estudios realizados sobre la composición química de 120 muestras de macrófitos de las lagunas litorales.

Uno de los aspectos más interesantes y que hay que considerar como muy prometedores por su novedad, de cara a un estudio más profundo, es que estos

Fundación Juan March (Madrid)

análisis elementales ponen de manifiesto dos tipos de relaciones:
(a) La composición química mineral de la planta depende más de la especie que del agua en que vive. La capacidad de regulación difiere según las especies.
(b) Las diferentes formas biológicas (helófitos, sumergidas y flotantes) difieren singularmente unas de otras también en su modo de regulación, que puede interpretarse en función de la disponibilidad y modalidad de asimilación del carbono inorgánico (CO_2 del aire o CO_2 del agua y bicarbonato).

MATERIAL Y METODOS

Muestras de agua

Las muestras de agua fijadas convenientemente en el momento de su recogida fueron analizadas en el laboratorio siguiendo las técnicas especificadas en la obra de MARGALEF et al. (1976) sobre los embalses españoles.

Las características del agua medidas in situ fueron las siguientes:

pH, por colorimetría con comparador Lovibond.
Conductividad, con un conductímetro salinómetro YSI, Mod.33.
Temperatura, con un termómetro de mercurio de escala 1/10 ºC y el termistor del conductímetro.
Transparencia del agua, medida indirectamente por la profundidad a la que se dejaba de ver el disco de Secchi, disco blanco de 30 cm de diámetro.

Recolección de las plantas acuáticas

La recogida de las plantas acuáticas se realizaba mediante un rastrillo lastrado atado a una cuerda. El arrastre del rastrillo desde la embarcación o desde tierra proporcionaba una muestra abundante de vegetales.

Las carofíceas se fijaban con formol al 6% que presentaba la ventaja de iniciar la disolución de incrustaciones de carbonatos frecuentes en este grupo de algas. En el momento de estudio, se limpiaban las incrustaciones con HCl diluído.

Determinación de los metales en tejidos vegetales

Las plantas acuáticas sumergidas se recogían enteras y con un tamiz ancho se limpiaban de material arcilloso o precipitaciones que podían llevar adheridos. Las raíces se desechaban. Posteriormente se lavaban en agua destilada y se guardaban en bolsas de plástico en un lugar fresco hasta que eran introducidas en una estufa a 75-80ºC durante una 10 horas. Después de este tiempo el material se guardaba en bolsas de papel.

Lo dicho vale también para los helófitos, aunque de ellos tan sólo se

Fundación Juan March (Madrid)

recogía muestra de los ápices vegetativos y últimas hojas verdes (en Phragmites) o las hojas verdes (en Typha, Sparganium) o tallos verdes (en Scirpus), procurando siempre que el muestreo fuera homogéneo para cada especie.

En el laboratorio, el material presecado se introducía en una estufa a 100ºC durante 24 horas. A continuación se molía con un molinillo de café, y el resultado de la molienda se trasvasaba en botes herméticos de politeno.

Para la obtención de las cenizas se obraba según la siguiente metodología. Se pesan en un pocillo de porcelana convenientemente limpio y seco 0,25 a 0,30 gramos de molienda y se dejan en la estufa a 100ºC durante 1 hora si se está trabajando con material que antes de iniciar el proceso había estado 24 horas en la estufa. Se deja enfriar en un desecador y se pesa con una exactitud de 0,1 mg. El pocillo con el material se introduce a continuación en una mufla u hornillo de incinerar a 250ºC hasta que se observa que los humos desaparecen por completo. Se sube entonces la temperatura a 450ºC. El material debe permanecer en la mufla 4 horas como mínimo, y posteriormente se deja enfriar en un desecador. Se pesan las cenizas con precisión de 0,1 mg y se calcula el tanto por ciento relativo al peso seco:

% de cenizas = peso de las cenizas x 100 / peso seco

Una buena incineración representa la total mineralización de los tejidos y ello queda de manifiesto por un color blanco o rosado de las cenizas.

Estas se atacan con 5 cm^3 de ácido clorhídrico concentrado y se diluyen con agua destilada desionizada, hasta el volumen de 25 cm^3 procurando enjuagar bien el pocillo de porcelana que ha servido hasta el momento de recipiente. Este proceso sirve para los siguientes metales Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn y Cu. Para los metales Ca, Mg, Na y K que se encuentran en proporciones que van del 0,1 al 4 % del peso seco hay que diluir de 25 a 100 veces la solución original. Para los metales Fe, Mn, Zn y Cu se trabaja generalmente con el volumen inicial de 25 cm^3 o se usan diluciones de 10 a 25 veces.

Cuando se hacen las diluciones hay que introducir los tampones iónicos convenientes para evitar las interferencias que surgen en el momento de detectar las concentraciones de los metales alcalinotérreos y alcalinos.

Las muestras se analizan por un espectrofotómetro de absorción atómica PYE UNICAM SP. 1900 (Philips). El cálculo de las concentraciones de las muestras se hace mediante los datos obtenidos para los patrones, los cuales deben ajustarse a las concentraciones esperadas. Los patrones deben estar preparados de igual forma que las muestras, con las mismas proporciones de HCl y tampón iónico.

La cantidad de un metal en microg/g de peso seco o ppm se calcula así:

$$\text{microg } g^{-1} = \frac{\text{lectura obtenida en ppm x vol. de la disolución}}{\text{peso seco en gramos}}$$

El tanto por ciento de un metal referido al peso seco será:

% = microg g^{-1}/10000, puesto que un ppm = 0,0001 %.

Fundación Juan March (Madrid)

LOCALIDADES ESTUDIADAS

El tema central del trabajo está constituído por las lagunas del NE de España a las que se han sumado las lagunas del litoral mediterráneo. Por lo tanto, los tipos de aguas muestreadas son muy variados.

1. En el Pirineo catalán y oscense se han visitado 14 lagos de diversas características, de los que se han analizado las aguas de 10. Todos se sitúan por encima de los 1600 m de altitud y pueden distinguirse dos grupos: los del Pirineo catalán, básicamente sobre cubetas silíceas y, por tanto, con pocos materiales de disolución; y los del Pirineo oscense (Pirineo Central) que, en general, están sobre cubetas calizas o de arenisca, con abundantes materiales en disolución. El grupo de lagos prirenaicos es, quizás, el conjunto de ambientes mejor caracterizados por su flora y química.

2. Otro grupo de lagos que muestra una gran homogeneidad, al menos desde el punto de vista fisiográfico, es el de las lagunas o lagos prepirenaicos.Están situados en zonas falladas de las cordilleras prepirenaicas, sobre materiales calizos o, como en el lago Graugés, en contacto con areniscas y calizas. Las cubetas se han formado por la disolución de carbonatos y sulfatos subyacentes, y hay una entrada temporal o permanente de agua por el fondo. En todos los casos podemos hablar de fenómenos cársticos (lagunas cársticas o limnocrenos). Constituyen un grupo de 9 lagunas repartidas, al igual que las pirenaicas, siguiendo aproximadamente la misma latitud, desde Gerona (Bañolas) hasta Huesca (Estaña). Las floras pirenaicas y las prepirenaicas son poco o nada parecidas y ello es debido a la diferencia físico-química de las aguas más que al distanciamiento geográfico.

3. Un grupo muy diferente de masas de aguas se distribuye por la región de la depresión del Ebro, en las provincias de Zaragoza y Teruel. Son las lagunas esteparias, de carácter endorreico, es decir, donde los procesos de evaporación y acumulación de sales son importantes. En este grupo se ha incluído la Estanca de Alcañiz, pues es de este origen, aunque actualmente se encuentra represada en un embalse de agua poco mineralizada en comparación con otras lagunas. En total se han muestreado 4 lagunas de este tipo.

4. En las áreas influídas por los sistemas fluviales importantes o por capas freáticas superficiales se encuentra un grupo de lagunas generalmente de poco volumen y superficie, más o menos constantes en cuanto al régimen hídrico, y heterogéneas en cuanto a calidades de sus aguas. Son las lagunas freáticas, repartidas por todo el territorio de estudio: Ebro; Muga y Fluviá (Gerona); Tordera (Gerona). Al mismo grupo pertenecen las lagunas de los Pinares de Cantalejo, en Segovia. En total se han estudiado 15 lagunas de este tipo.

Fundación Juan March (Madrid)

5. Finalmente, siguiendo la costa, se encuentran las lagunas litorales que pueden ser también muy heterogéneas. En ellas, la influencia marina puede ser tanto o más importante que la fluvial, y su morfometría es muy variada. En general, presentan grandes fluctuaciones a lo largo del año, y en invierno las que están separadas del mar por una estrecha barra suelen recibir una importante entrada de agua marina.

En el mapa de la figura 1 se representan las localidades estudiadas de las que se ha recogido material y se dispone de los datos físico-químicos del agua.

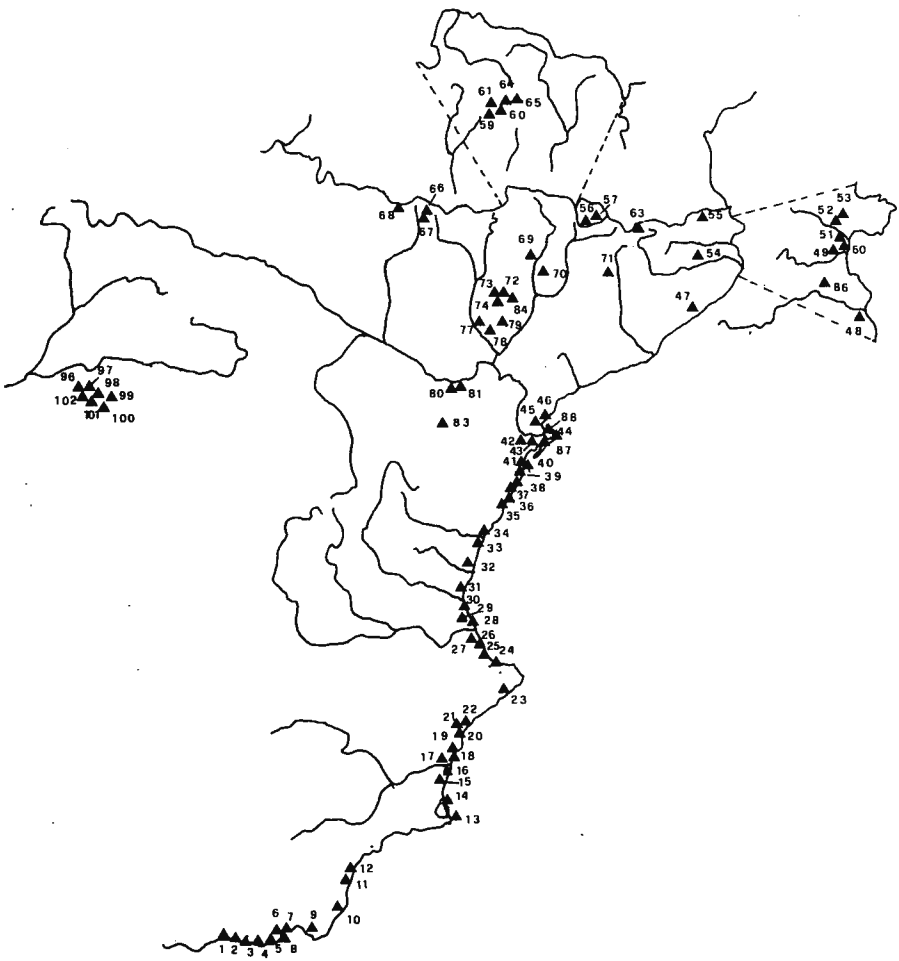


Figura 1.-

Fundación Juan March (Madrid)

Los lagos estudiados son los siguientes. La numeración corresponde a la indicada en el mapa de la figura 1. UTM se refiere a las coordenadas según el Universal Transverse Mercator.

PIRINEO

Estany de Can Roca (63). Altitud: 1758 m. UTM: DG 3681. Laguito situado al pie del Taga, cerca de Ribes de Fresser, en Gerona. El único de los muestreados en el Pirineo catalán que se alimenta de un manantial de aguas mineralizadas.

Estanys de Pessons (56, 57). Altitud: 2300-2362 m. UTM: CH 9209-9109. Constituyen un sistema de lagos escalonados de origen glaciar, en Andorra.

Estany Xic y Balsa del Estany Xic (61). Altitud: 2230 m. UTM: CH 2519. Son dos laguitos próximos al refugio del Llac Negre de Boí, en las estribaciones del río Noguera de Tort, Boí, en Lérida. En ellos se ha encontrado Potamogeton praelongus y P. alpinus, así como Ranunculus lutulentus.

Estany Trescuro (65). Altitud: 2050 m. UTM: CH 4013. Laguito que se encuentra al lado del camino que va de Espot al Peguera, en el Parque Nacional de Sant Maurici y Aigües Tortes, en Lérida.

Estany Ratera (64). Altitud: 2150 m. UTM: CH 3517. Lago cercano al de Sant Maurici, en el Parque Nacional de Sant Maurici y Aigües Tortes, en Lérida.

Estany de la Llebreta (59). Altitud: 1610. UTM: CH 2613. Lago somero situado en la zona inferior de Aigües Tortes, en Lérida. Presenta una gran riqueza de macrófitos.

Estany Llong (60). Altitud: 1990 m. UTM: CH 3115-3215. Está situado por encima de Aigües Tortes, en la misma cuenca que el lago Llebreta. Aguas menos mineralizadas y menor número de especies que el anterior.

Ibón de Sabocos (67). Altitud: 1910 m. UTM: YN 2430. Lago situado cerca del pueblo La Hoz de Jaca y de Panticosa, en Huesca. La cubeta del lago está formada por calizas devónicas. Aguas más mineralizadas que los anteriores.

Ibón de Asnos (66). Altitud: 2060 m. UTM: YN 2330. Casi contiguo al anterior. Se ve afectado por un deshielo más tardío que se manifiesta en un retraso vegetativo de los macrófitos.

Ibón de Estanés (68). Altitud: 1820 m. UTM: XN 9741. Lago situado cerca de la frontera franco-española, en Somport, Huesca. El mejor acceso es desde Francia, por el Parque Natural de Espélunguére.

Fundación Juan March (Madrid)

PREPIRINEO.

Estany de Bañolas (54). Altitud: 173 m. UTM: DG 76, DG 86. Por sus dimensiones (106 Hm^2, 2,1 Km de longitud máxima, profundidad superior a 40 m) puede considerarse el único "lago" de verdad de Cataluña. La ciudad de Bañolas está situada en las inmediaciones del lago.

Llac de Graugés (71). Altitud: 590 m. UTM: DG 0457. Lago cercano a la población de Berga, en Barcelona. Sus aguas reciben los vertidos fecales de una granja de ganado vacuno.

Estanys de Basturs (70). Altitud: 570 m. UTM: CG 3667. Son dos pequeñas masas de agua situadas cerca de la villa de Isona, en Lérida. Están alimentadas por un manantial constante todo el año. El disco de Secchi alcanza una profundidad de casi 11 m. Son aguas muy oligotróficas.

Estany de Montcortés (69). Altitud: 995 m. UTM: CG 3488. Se encuentra cerca de la población de Senterada, en Lérida. En verano se produce un crecimiento masivo de Oscillatoria rubescens.

Lagunas de Estaña (72,73,74). Altitud: 685 m. UTM: BG 95. Conjunto de tres lagunas (La Grande de Arriba, Grande de Abajo y la Pequeña) situadas cerca de Benabarre, Huesca, en una zona yesífera de calizas margosas.

DEPRESION DEL EBRO.

Laguna Salada de Chiprana (81). Altitud: 140 m. UTM: YL 3568. Gran laguna salada próxima a Caspe, en Zaragoza.

La Estanca de Chiprana (80). Altitud: 110 m. UTM: YL 3969. Muy cercana a la anterior, esta estanca tiene un origen relativamente reciente y es alimentada por aguas de riego.

Estanca de Alcañiz (83). Altitud: 360 m. UTM: YL 3548. Gran laguna represada cercana al pueblo del mismo nombre, Teruel. Su nivel del agua flutúa mucho a lo largo del año.

LAGUNAS FREATICAS

Estanys de Capmany (55). Altitud: 172 m. UTM DG 9294. Constituyen un sistema de lagunas intermitentes formado por tres cubetas sobre arcillas y turbas, situadas cerca de la población de la Jonquera, Gerona.

La Mota (58). Altitud: 14 m. UTM: EG 0555. Balsa situada a la orilla izquierda del río Ter, en Verges, Gerona. Antiguamente era una zona de arrozales.

Fundación Juan March (Madrid)

Balsa de Tordera (47). Altitud: 30 m. UTM: DG 7415. Pequeña balsa a la orilla del río Tordera, cercana al pueblo del mismo nombre, Gerona.

Alcarrás (79). Altitud: 150 m. UTM: BG 9505. Balsa situada cerca del pueblo del mismo nombre, a la orilla izquierda del río Segre, en Lérida.

Balsa de Fraga (78). Altitud: 150 m. UTM: BG 8103. Balsa pequeña, una de las muchas sin nombre que se distribuyen entre las acequias de la orilla izquierda del río Cinca, en Huesca.

Balsa de Monreal (77). Altitud: 250 m. UTM: BG 8106. Está situada cerca de Fraga, Huesca, en las inmediaciones de Las Casas de Monreal.

Ullals de Can Carroba (42). Altitud: 10 m. UTM: BF 9313. Son dos limnocrenos situados a la orilla derecha del río Ebro, entre Amposta y Tortosa, Tarragona.

Ullals de Amposta (43). Altitud: 3 m. UTM: BF 9804. Constituyen un sistema de limnocrenos repartidos en la zona de discontinuidad entre los materiales pliocénicos y los materiales holocénicos deltaicos.

Lagunas de los Pinares de Cantalejo (96-102). Altitud: 905 m. UTM: VL 16-VL 17. Situadas sobre arenas graníticas, constituyen un extenso sistema lagunar del cual se ha estudiado las siguientes: Navahornos, La Muña, La Cerrada, Matisalvador, Sotillo Bajero, Navalayegua y La Temblosa, en la provincia de Segovia.

LAGUNAS LITORALES.

Provincia de Almería:

La Albufera de Adra (1, 2). Sistema de 3 lagunas de agua salobre. Los cultivos que se asentan en sus orillas van, poco a poco, ganando superficie.

Salinas de Guardias Viejas (3, 4). Varias superficies de evaporación actualmente en desuso.

Salobral de Punta Entinas (5, 6). Sistema muy extenso de lagunas someras muy saladas, dispuestas paralelamente a la costa.

Salinas Viejas (7). Superficies de evaporación cercanas a Roquetas, algunas en desuso.

Salinas de Cerrillos (8). Superficies de evaporación próximas a las anteriores.

Rambla de Morales (9). Rambla con muy escasa agua en su desembocadura al mar, en el Cabo de Gata.

Fundación Juan March (Madrid)

Salinas de Acosta (10). Superficies de evaporación en funcionamiento, cerca de Carboneras.

Rambla de Mojácar (11). Rambla que en su desembocadura al mar forma una pequeña laguna perpendicular a la costa, de agua bastante dulce.

Río Antas (12). Laguna final de dicho curso de agua, con gran influencia marina.

Provincia de Murcia:

Salinas de Marchamelos (13). Superficies de evaporación, situadas en el Cabo de Palos.

Salinas de San Pedro del Pinatar (14). Superficies de evaporación cercanas a esta localidad, en la Manga del Mar Menor.

Provincia de Alicante:

Salinas de Torrevieja (15). Gran laguna salada, antiguamente comunicada al mar.

Laguna de la Mata (16). Situada cerca de la anterior.

Lagunas del Hondo (17, 18 y 19). Sistema lagunar muy extenso próximo a Elche, con estanques represados.

Santa Pola (20, 21). Sistema de lagunas dulces y saladas que corresponden a la Albufera de Elche.

Laguna del Altet (22). Pequeña laguna salobre situada cerca de las localidades anteriores.

Salinas de Calpe (23). Superficies de evaporación, actualmente en desuso, en el peñón de Ifac.

Ullal de Pego (24). Limnocreno de agua dulce cercano a la localidad del mismo nombre.

Provincia de Valencia:

Ullal de Gandía (25). Limnocreno no lejos de esta localidad.

Tavernes de Valldigna (26, 27). Sistema palustre con varias lagunitas someras, actualmente desaparecidas y sustituídas por cultivos de cítricos.

Fundación Juan March (Madrid)

Estany de Cullera (28). Laguna de origen fluvial (el Júcar). Presenta una picnoclina que varía según la época del año.

Balsa de Sant Llorenç (29). Laguna grande, de sedimentos finísimos, próxima a Cullera.

La Albufera de Valencia (30). La albufera ha ido disminuyendo en tiempos históricos, y actualmente presenta un estado de eutrofia considerable.

Valencia (31). Pequeñas zonas húmedas al norte de la capital, actualmente en fase de desaparición.

Provincia de Castellón:

Lagunas de Almenara (32). Extenso sistema lagunar, antiguamente muy importante tanto por la pesca de la anguila como por la caza de pluma. Actualmente se encuentran en franca regresión.

Almazora (33, 34). Ramblas que forman sendas lagunas costeras perpendiculares al mar. Situadas entre los ríos Seco y Mijares.

Torreblanca (35, 36 y 37). Gran extensión de zonas paludosas cercanas al mar, de aguas salobres. El punto 35 se halla en un área de turbas.

Estany de l'Ullal de Peñíscola (38). Limnocreno costero de agua algo salobre.

Vinaroz (39, 40 y 41). Desembocadura de las ramblas de Oliva (39) y Sérvol (40 y 41).

Provincia de Tarragona:

Canal Vell (44). Laguna salobre situada en el delta del río Ebro.

Arrozales del Delta del Ebro (80).

Les Olles (88). Es una laguna litoral situada en el extremo norte del delta del río Ebro, que se comunica intermitentemente con el mar, especialmente en invierno.

Ametlla (45, 46). Dos pequeñas lagunas encadenadas al final de una rambla.

Provincia de Gerona:

Brazo del Río Daró (48). Laguna formada por este río en su desembocadura.

Fundación Juan March (Madrid)

La Masona, La Llarga y La Rogelia (50, 49 y 51). Sistema lagunar costero en el Golfo de Rosas (Empordá), entre los ríos Muga y Fluviá.

Vilagut (52, 53). Dos pequeñas lagunas intermitentes, que han sufrido un proceso de desalinización por aguas de riego.

CATALOGO FLORISTICO

Relación de las especies identificadas sobre el material recogido en las localidades mencionadas. La delimitación de lo que se considera como planta acuática se expone en el capítulo siguiente.

CHAROPHYTA

Chara aspera Deth.- Basturs, Montcortés.

Chara baltica Bruz.- Altet, Ametlla, Hondo, Peñíscola, Torreblanca.

Chara contraria ABr.- Almazora, Mojacar, Tavernes.

Chara galioides DC. Calpe, Chiprana, Peñíscola, Punta Entinas, Salinas Viejas, Torreblanca.

Chara globularis Thuiller.- Asnos, Camporrells, Estanés, Estaña, Montcortés, Sabocos.

Chara hispida L.- Almazora, Altet, Ametlla, Valencia.

Chara major Vaillant.- Almazora, Basturs, Estaña, Camporrells, Tavernes.

Chara polyacantha ABr.- Adra, Peñíscola, Torreblanca.

Chara vulgaris L. Amposta, Bañolas. Estanés, Sabocos, Valencia.

Lamprothamnium papulosum JGr.- Ametlla, Calpe, Salada de Chiprana, Punta Entinas, Salinas Viejas.

Nitella confervacea ABr.- Can Carroba.

Nitella opaca Agardh.- Capmany.

Nitella syncarpa Cher.- Estanés, Llebreta, Llong, Ratera, Trescuro, Pessons.

Fundación Juan March (Madrid)

Nitella tenuissima Kütz.- Basturs, Camporrells.

Nitella translucens Agardh.- Capmany.

Nitellopsis obtusa JGr.- Basturs, Camporrells, Estaña, Montcortés.

BRYOPHYTA

Riccia fluitans L.- Bañolas, Amposta, Almenara, Pego, Valencia.

Ricciocarpus natans L.- Gandía (Leg.: MIRACLE !)

PTERIDOPHYTA

Isoetes brochonii Moteley.- Pessons.

Isoetes echinospora Durieu.- Ratera, Trescuro.

Isoetes lacustris L.- Travessany, El Xic, Balsa del Xic.

Salvinia natans L.- Torruella de Montgrí (Gerona).

SPERMATOPHYTA

Alisma plantago-aquatica L.- Amposta, Arrozales del Delta del Ebro, Bañolas, Capmany, La Cendra, Can Carroba, Estañol Nou, Can Roca, Valencia, Vilagut.

Alopecurus fulvus Sm.- Lagunas de Cantalejo.

Alopecurus geniculatus L.- Capmany.

Baldellia ranunculoides (L.) Parl.- Capmany, Estaña, Vilagut.

Callitriche brutia Petagna.- Capmany, Vilagut

Callitriche obtusangula Le Gall.- Amposta, Capmany, Valencia, Vilagut.

Callitriche platycarpa Kütz.- Amposta

Callitriche verna L.- Estanés, Llebreta, Pessons, Ratera, Trescuro, Balsa del Xic, El Xic.

Fundación Juan March (Madrid)

Carex acutiformis Ehrh.- Can Carroba

Carex hispida Willd.- Amposta, Bañolas, Basturs, La Cendra.

Carex riparia Curtis.- Camporrells, Can Carroba, Montcortés, Tordera.

Carex rostrata Stokes.- La Llebreta, Llong, Can Roca.

Carex vesicaria L.- Cantalejo (La Temblosa), Pessons, Balsa del Xic, el Xic.

Carum verticillatum Koch.- Cantalejo.

Ceratophyllum demersum L.- Albufera de Valencia, Amposta, Canal Vell, Cantalejo, Can Carroba, Daró, Gandía, La Mota, Pego, Tavernes.

Ceratophyllum submersum L. Cantalejo, Peñíscola, Vilagut.

Cladium mariscus Pohl.- Bañolas, Graugés, Montcortés, Estaña, Camporrells, Can Carroba, Amposta, Adra, Pego, Gandía, Tavernes, Cullera, Balsa de Sant Lloreç, Almenara, Almazora, Torreblanca, Peñíscola, Vinaroz.

Cyperus laevigatus ssp. distachyos Maire & Weiller.- Canal Vell, Peñíscola, Vinaroz.

Eleocharis gr. palustris.- Cantalejo, Fraga, Graugés, Alcañiz, Capmany, Vilagut, Tordera, Can Roca, Llebreta, Monreal.

Galium palustre L.- Bañolas, Cantalejo, Capmany, Tordera, Valencia, Vilagut.

Glyceria fluitans ABr.- Capmany, Llebreta, Tordera, Vilagut.

Glyceria plicata Fries.- Cantalejo.

Groenlandia densa Four.- Cantalejo, Fraga, Tavernes, Vilagut.

Hydrocotyle vulgaris L.- Albufera de Valencia, Almenara, Gandía, Balsa de Sant Llorenç.

Hypericum elodes L.- Cantalejo.

Iris pseudacorus L.- Bañolas, Tordera, Amposta, Can Carroba, Cendra, Vilagut, Cullera, Albufera de Valencia, Valencia, Tavernes, Pego, Gandía, Daró.

Juncus bulbosus L.- Cantalejo, Llebreta, Llong, Panticosa.

Juncus heterophyllus Dufour.- Capmany.

Fundación Juan March (Madrid)

Juncus maritimus Lam.- Adra, Altet, Ametila, Antas, Canal Vell, Punta Entinas, Salada de Chiprana, Salinas Viejas, Torreblanca, Vinaroz.

Juncus subnodulosus Schrank.- Estaña, Canal Vell.

Juncus subulatus Forskal.- Altet, Canal Vell, Torrevieja.

Jussiaea grandiflora Michx. (Ludwigia uruguayensis (Camb.) Hara).- Albufera de Valencia, Cullera, Daró.

Lemna gibba L.- Amposta, Arrozales del Delta del Ebro, Cantalejo.

Lemna minor L.- Bañolas, Graugés, Basturs, La Cendra, Estañol Nou, Tordera, Vilagut, Capmany, Can Carroba, Amposta, Arrozales del Delta del Ebro, Alcañiz, Pego, Gandía, Almenara, Balsa de Sant Llorenç, Valencia, Tavernes, Cullera, Santa Pola, La Albufera de Valencia, Daró, Cantalejo.

Lemna trisulca L.- Amposta, Almenara, Pego, Gandía.

Littorella uniflora Asch.- Cantalejo

Myriophyllum alterniflorum DC.- Llebreta, Llong, Ratera, Trescuro, El Xic.

Myriophyllum spicatum L.- Montcortés, Amposta, Can Carroba, Alcarrás, La Mota, Pego, Gandía, Valencia, Cullera, La Albufera de Valencia, Tavernes, Daró, Cantalejo.

Myriophyllum verticillatum L.- Basturs, Amposta, Bañolas, Almenara.

Najas marina L.- Adra, Canal Vell, El Hondo, Pego.

Najas minor All.- Arrozales del Delta del Ebro.

Nymphaea alba L.- Amposta, Almenara, Bañolas, Gandía, Pego, Cantalejo.

Oenanthe aquatica Poiret.- Cantalejo.

Oenanthe fistulosa L.- Cantalejo, Capmany, Tordera, Vilagut.

Phalaris arundinacea L.- Amposta, Capmany, Tordera, Vilagut.

Phragmites australis Trin. ex Steudel.- Extendido por todo tipo de aguas, salvo en los lagos pirenaicos.

Polygonum amphibium L.- Capmany, Tordera, Vilagut, Daró, Tavernes, Cullera, La Albufera de Valencia, Can Carroba, Alcañiz, Cantalejo.

Fundación Juan March (Madrid)

Potamogeton alpinus Balbis.- Llong, El Xic, Balsa del Xic.

Potamogeton berchtoldii Fieber.- Pessons, Can Roca, El Xic, Balsa del Xic, Trescuro, Ratera. Llong, Llebreta, Estanés.

Potamogeton coloratus Hornem.- Bañolas, Basturs, Montcortés, Estaña, Camporrells, Can Carroba, Amposta, La Mota, Tavernes, Gandía, Almenara, Almazora, Vinaroz.

Potamogeton crispus L.- Montcortés, La Mota, Can Carroba, Arrozales del Delta del Ebro, Amposta, Pego, Gandía, Tavernes, Valencia, Cullera, Albufera de Valencia, Cantalejo.

Potamogeton gramineus L.- Cantalejo, Capmany, Sabocos.

Potamogeton lucens L.- Alcañiz, Tordera.

Potamogeton natans L.- Cantalejo, Can Roca.

Potamogeton x nitens Weber.- Asnos, Estanés.

Potamogeton nodosus Poiret.- Amposta, Arrozales del Delta del Ebro, Daró, Tavernes, Pego, Gandía, Cullera, Albufera de Valencia, Almazora, Almenara, Vinaroz.

Potamogeton pectinatus L.- Bañolas, Graugés, Montcortés, Estaña, Camporrells, Alcañiz, Fraga, Alcarrás, Monreal, La Mota, Canal Vell, Daró, Cantalejo, Adra, Mojacar, El Hondo, Santa Pola, Altet, Gandía, Pego, Tavernes, Cullera, Albufera de Valencia, Valencia, Almazora, Vinaroz, Torreblanca, Peñíscola, Ametlla, Vilagut.

Potamogeton perfoliatus L.- Bañolas.

Potamogeton praelongus Wulfen.- El Xic, Balsa del Xic.

Potamogeton pusillus L.- Arrozales del Delta del Ebro, Can Carroba, Amposta, Gandía, Almazora, Vinaroz.

Potamogeton trichoides Cham. & Schlecht.- Cantalejo, Fraga.

Ranunculus aquatilis L.- Capmany, Vilagut, Ratera, Trescuro, Pessons.

Ranunculus baudotii Godron.- Tavernes, Monreal.

Ranunculus ophioglossifolius Vill.- Capmany, Tordera, Vilagut.

Ranunculus peltatus Schrank.- Cantalejo.

Fundación Juan March (Madrid)

Ranunculus trichophyllus Chaix.- Capmany, Vilagut, Tordera, Alcañiz, Estaña, Cantalejo, Sabocos, Estanés, Can Roca, Ibón de Baños.

Ranunculus trichophyllus ssp. lutulentus Vierh.- El Xic, Balsa del Xic.

Ranunculus tripartitus DC.- Capmany.

Ruppia cirrhosa (Petagana) Grande.- Antas, Sta. Pola, Vinaroz, Ametlla, Guardias Viejas, Acosta, Marchamelos, San Pedro del Pinatar, El Hondo, Canal Vell.

Ruppia maritima L.- Punta Entinas, Salinas Viejas, Mojacar, Torrevieja, Torreblanca, Calpe, Sta. Pola, Vinaroz, Ametlla, Adra, Morales, Almazora, Rogelia, Llarga, Canal Vell, Salada de Chiprana.

Scirpus lacustris L.- Bañolas, Graugés, Basturs, Montcortés, Alcañiz, Estaña, Camporrells, Can carroba, La Cendra, Tordera, Capmany, Vilagut, Monreal, Alcarrás, Fraga, Albufera de Valencia, Vinaroz, Masona, Daró.

Scirpus litoralis Schraeder.- Bañolas, Canal Vell, Pego, Gandía, Almenara, Cullera, Peñíscola, Sta Pola, Balsa de Sant Llorenç, Daró, Adra, Mojacar, Almazora, Vinaroz, Ametlla.

Scirpus maritimus L.- Estaña, La Mota, Alcañiz, Tordera, Arrozales del Delta del Ebro, Amposta, Balsa de la Salada de Chiprana, Capmany, Alcarrás, Estanca de Chiprana, Can Carroba, Pego, Almenara, Balsa de Sant Llorenç, Peñíscola, Vilagut, Canal Vell, Masona, Daró, Almazora, Vinaroz, El Hondo, Sta. Pola, Monreal.

Sparganium angustifolium Michx. (S. affine ssp. borderei (Focke)).- Pessons, Balsa del Xic, El Xic, Trescuro, Ratera, Llebreta, Llong, Sabocos, Estanés.

Sparganium erectum L.- Bañolas,Graugés, Montcortés, Camporrells, Can Carroba, Tordera, Can Roca, La Mota, Daró, Tavernes, Pego, Gandía, Valencia.

Subularia aquatica L.- Pessons, Balsa del Xic, Trescuro, Ratera, El Xic, Llebreta, Long, Estanés.

Typha angustifolia L.- Graugés, Estaña, Camporrells, Amposta, Monreal, Alcarrás, Arrozales del Delta del Ebro, Montllobar, Fraga, Gandía, Pego, Almenara, Cullera, Balsa de Sant Llorenç, Albufera de Valencia.

Typha latifolia L.- Bañolas, La Cendra, Estañol Nou, Tordera, Can Carroba, Pego, Peñíscola, Vilagut, Adra, La Mota, Canal Vell.

Utricularia vulgaris L. Capmany, Amposta, Montcortés, Basturs, Cantalejo.

Fundación Juan March (Madrid)

Veronica anagallis-aquatica L.- Can Roca, Cantalejo.

Veronica scutellata L.- Capmany.

Zannichellia palustris L.- Mojácar, Sta Pola, Tavernes, Pego, Valencia, Vinaroz, Arrozales del delta del Ebro, Daró, Vilagut, Cantalejo.

Zostera noltii Hornem.- San Pedro del Pinatar, Ametlla.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS PLANTAS ACUATICAS

TIPOS BIOLOGICOS

Los límites de lo que debe considerarse como planta acuática no son tajantes. Aquí consideramos como tal la que muestra una adaptación definida al medio acuático, de modo que su adaptación no sea ocasional, sino fundamental en la biología de la especie. Tal adaptación se pone de manifiesto en una determinada estructura y en una peculiar fisiología. Tenemos ejemplos en la aparición de tejido aerífero en tallos y raíces , así como la presencia de heterofilia, con fases juveniles y adultas. En el catálogo florístico se han incluído algunas plantas de humedal que son muy típicas como algunos Juncus. Sin embargo, se han excluído las plantas de lugares húmedos como es el caso de un buen número de especies del género Carex, así como las de turbera; las plantas de turbera generalmente tienen poco que ver con la mayoría de las plantas acuáticas.

A continuación las principales plantas acuáticas se agrupan por su dependencia al medio: según que siempre vivan en el agua, dentro de ella o en su superficie, o que vivan en el agua sólo durante una parte de la estación del año, o se extiendan siempre fuera del agua pero con las raíces y partes basales de la planta regularmente bajo su nivel.

El primer grupo (A) se incluyen las plantas estricta o genuinamente acuáticas. El segundo grupo (B) son pequeños helófitos cuyas fases juveniles se asemejan a plantas acuáticas. El tercer grupo (C) lo componen los helófitos, generalmente plantas de gran tamaño que pueblan las orillas de los lagos.

(A) Sumergidas (S) o Flotantes (enraizadas, Fr; libres, Fl)

Callitriche sp.pl. (S y Fr) Ceratophyllum sp. pl. (S)

Fundación Juan March (Madrid)

Groenlandia densa (S)
Isoetes sp. pl. (S)
Najas sp. pl. (S)
Myriophyllum sp. pl. (S)
Potamogeton sp. pl. (S)
Ruppia sp. pl. (S)
Zannichellia palustris (S)
Zostera noltii (S)
Utricularia sp. pl. (S)
Batrachium sp. pl. (S y Fr)
Polygonum amphibium (Fr)
Nymphaea alba (Fr)
Lemna sp. pl. (Fl)
Riccia fluitans (Fl)
Azolla sp. pl. (Fl)
Salvinia natans (Fl)

(B) Helófitos con una fase juvenil acuática.

Alisma plantago-aquatica
Baldellia ranunculoides
Alopecurus sp. pl.
Callitriche sp. pl.
Carum verticillatum
Galium palustre
Jussiaea grandiflora
Oenanthe aquatica
Oenanthe fistulosa
Ranunculus ophioglossifolius
Scirpus litoralis
Glyceria fluitans
Phalaris arundinacea
Veronica scutellata
Veronica anagallis-aquatica
Teucrium scordium
Juncus heterophyllus
Juncus bulbosus

(C) Grandes helófitos, sin heterofilia o con heterofilia poco aparente.

Carex acutiformis
Carex hispida
Carex riparia
Carex rostrata
Carex vesicaria
Cladium mariscus
Sacirpus lacustris
Scirpus maritimus
Eleocharis palustris
Sparganium erectum
Typha sp. pl.
Phragmites australis
Juncus maritimus
Iris pseudacorus

Estos tres grupos de vegetales se reparten el medio palustre (el espacio) en función de tres propiedades: el nivel del agua, la estacionalidad y la plasticidad de cada especie.

Uno de los rasgos más evidentes de las plantas acuáticas en general es la gran heterogeneidad de formas foliares que puede ser indicativo del ambiente cambiante. La heterofilia, es decir, el poseer varios tipos de hojas, se interpreta como una ventaja cuando la planta puede acceder por ella al carbono del agua y al de la atmósfera. La heterofilia es más frecuente en las plantas de las orillas del lago, donde el nivel del agua oscila desde finales de invierno (nivel del agua alto, germinación de las semillas) al verano (nivel del agua bajo, floración y fructificación).

Fundación Juan March (Madrid)

Un ejemplo demostrativo es Oenanthe fistulosa (F. Umbelíferas). Sus hojas de primavera son delicadas, sin tejido de sostén, y muy divididas en finas lacinias. En verano, la planta ha desarrollado ya sus hojas aéreas, gruesas, fistulosas, con el limbo reducido. Su inflorescencia es grande, y las flores son entomófilas.

La producción de hojas adultas mientras la planta está aún sumergida ocurre en Oenanthe y en otras muchas plantas como Alisma, Baldellia, Carum, etc, y puede ser indicativo de que existe un factor interno o fototrópico en su desarrollo, quizá del mismo tipo al observado en la heterofilia de Batrachium (COOK, 1966).

La heterofilia, sin embargo, se da también en un mayor o menor grado en las plantas sumergidas, con la formación de brotes invernantes, o en las plantas flotantes cuando desarrollan sus primeras hojas a comienzos de la estación de crecimiento, hojas que son invariablemente del tipo sumergido. Por ejemplo, Potamogeton natans posee hojas redondeadas flotantes, pero sus primeras hojas en primavera son filiformes y acuáticas. Si se considera que la aparición de hojas de tipo aéreo está relacionado con el estado adulto, como parece observarse, las hojas acuáticas corresponden mejor a etapas juveniles de la planta.

PLANTAS SUMERGIDAS.

Son dominantes en las lagunas, formando grandes masas uniespecíficas. Son propias de aguas relativamente persistentes, aunque las hay adaptadas a las aguas efímeras, como es el caso de Zannichellia palustris, Najas minor y ciertas formas de Ruppia maritima. En este caso se comportan como terófitos, es decir, como plantas anuales. Aparte de este pequeño grupo habitante de las charcas que se secan ya a mediados de la primavera, la gran mayoría son perennes. Los tipos de órganos perdurantes son muy variados: yemas, turiones, tubérculos, rizomas, aparte de las semillas, que se producen a veces en muy escasa cantidad. Las yemas o turiones de Myriophyllum verticillatum, Ceratophyllum demersum y Utricularia son muy característicos. En la sección y subgénero nominales del género Potamogeton los rizomas están muy bien desarrollados, alcanzando hasta 1 cm de grosor en P. lucens, son ricos en substancias de reserva y están rematados por yemas engrosadas bulbiformes. Dentro de la sección Graminifolii del mismo subgénero Potamogeton se encuentran especies pequeñas, de hojas estrechas y rizomas anuales. La planta pasa la estación fría mediante brotes especiales, mientras que el resto de la planta muere al iniciarse el crecimiento. La sección Batrachoseries (P. crispus), por la característica del rizoma, es intermedia entre las otras dos secciones, presentando pequeñas yemitas hipogeas, y echando la planta brotes invernales de hojas diferentes a las adultas. En el subgénero Coleogeton, el rizoma está bien desarrollado, mide hasta 0,5 cm de grosor y lleva abundantes yemas bulbosas que eventualmente quedan esparcidas en el sedimento. Es una ventaja más que muestra P. pectinatus, especie de una gran amplitud ecológica.

Fundación Juan March (Madrid)

PLANTAS CON FASE JUVENIL ACUATICA

Las plantas que viven en parte sumergidas son los elementos principales de las zonas someras, que a principios de primavera alcanzan el nivel máximo del agua y en verano sufren una cierta desecación, o bien, de las zonas litorales de lagos con ciertas fluctuaciones. Si la fluctuación es excesiva como ocurre con frecuencia en los embalses, la vegetación tiene pocas posibilidades de prosperar.

Son plantas bisanuales o anuales, excepcionalmente con un rizoma, poco desarrollado. La dispersión de semillas es imprescindible para la propagación a diferencia de las plantas totalmente acuáticas, que como hemos visto, tienen un gran poder vegetativo y frecuentemente no florecen por habitar a gran profundidad.

Podemos distinguir diversas formas de hojas que tienen su paralelo en las plantas sumergidas: hojas acintadas y reunidas en roseta como las de Vallisnerea; miriofílidas o subdivididas a manera de Myriophyllum; y finalmente encontramos también formas flotantes acintadas semejantes a Sparganium angustifolium.

En la tabla siguiente se comparan las formas juveniles acuáticas de pequeños helófitos con las plantas acuáticas que viven permanentemente en el agua.

Plantas sumergidas o flotantes en estado adulto.	Formas juveniles acuáticas de pequeños helófitos.
Myriophyllum	Carum verticillatum Oenanthe fistulosa Oenanthe aquatica
Ceratophyllum.....	Galium palustre
Vallisnerea	Alisma plantago-aquatica
Sparganium angustifolium	Glyceria fluitans Alopecurus fulvus
Potamogeton pectinatus	Juncus supinus Juncus heterophyllus
Groenlandia densa	Veronica scutellata
Potamogeton gramineus	Veronica anagallis-aquatica
Potamogeton perfoliatus	Hypericum elodes

Fundación Juan March (Madrid)

Las fases acuáticas tienen una fisionomía muy diferente de la que muestran los individuos adultos. En verano, previamente a la floración, se convierten en pequeños helófitos. Es interesante hacer notar que la adaptación a la vida totalmente acuática marcha paralelamente con la capacidad de retener las estructuras juveniles, lo cual es asimilable a una neotenia.

El subgénero Batrachium de Ranunculus podría considerarse entonces como el miembro de este grupo que más se ha adaptado a la vida en el agua, aún cuando está fuertemente ligado a los ambientes fluctuantes. Las especies de este subgénero desarrollan siempre hojas finamente divididas cuando se cultivan sin agua. En otras especies como Alisma, por ejemplo, no se producen hojas juveniles en las mismas condiciones.

Para las plantas sumergidas con heterofilia, las hojas aéreas están asociadas con la floración y pueden ser contemporáneas o no con las hojas sumergidas.

LOS GRANDES HELOFITOS

Las especies de helófitos producen grandes rizomas que penetran profundamente en el sedimento o cieno. Son plantas de gran poder invasor. Su morfología es homogénea en buena parte de ellos, quizá debido a pertenecer a familias monocotiledóneas (Ciperáceas, Tifáceas, Esparganiáceas, Gramíneas). Uno de los helófitos más versátiles, muy invasor, con rizomas tuberáceos leñosos, y, a veces, largos estolones, es Phragmites australis. Esta caña coloniza desde las aguas dulces hasta las muy saladas (salinidad superior al 30‰). La estructura de caña foliosa le permite competir con ventaja con otras especies, pues consigue producir mucha sombra.

Sin embargo, más numerosas son las especies de hojas acintadas y tallo corto o nulo. Typha puede crecer a profundidades incluso mayores que Phragmites, quizá porque sus hojas viven bien parcialmente sumergidas, mientras que en el carrizo, la porción de tallo sumergido está desnuda.

Típicamente los helófitos ocupan una zona o cinturón marginal en torno a los lagos, pero si la laguna es somera, pueden cubrir grandes extensiones del fondo. Las comunidades, sin embargo, son poco homogéneas. Las comunidades descritas en la alianza Phragmition, con sus variantes, deben considerarse propiamente como mosaicos, y ello por la propia forma del crecimiento de las especies componentes. Los rizomas de mayor poder invasor tenderían a excluir los rizomas de las otras especies. Es frecuente observar zonas o manchas circulares de Typha, Cladium mariscus o Scirpus lacustris.

Fundación Juan March (Madrid)

DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES DE MACROFITOS

DISTRIBUCION Y ZONACION EN DIFERENTES TIPOS DE LAGOS

1. Los lagos de montaña

Alrededor de 26 especies pueblan los lagos de montaña de los Pirineos, sin contar las especies de carofíceas, Chara y Nitella. La cifra se reduce a 18 si sólo se toman en consideración los lagos por encima de los 1900 metros de altitud. De estas especies, 16 se hallan exclusivamente en lagos sobre substrato mayormente silícico (esquistos y granitos) y 7 especies sobre materiales calizos. Otras 8 especies de aguas más eutróficas aparecen en lagos de menor altitud, como son los lagos de La Llebreta y Can Roca.

Uno de los tipos biológicos más característicos de los lagos alpinos toma la forma de roseta basal y está representado en nuestros lagos por Isoetes y Subularia. No se encuentra aquí el género Lobelia, muy extendido por el resto de Europa. Los Isoetes (sp: lacustris, echinospora y brochonii)forman praderas homogéneas sobre arenas o gravillas. Subularia está asociada a zonas limosas, y es más litoral, aunque frecuentemente convive con Isoetes. También próximo a las orillas crece Callitriche verna y Sparganium angustifolium de hojas flotantes. Isoetes desaparece en la Llebreta y Can Roca debido a la gran dominancia de la vegetación fanerogámica y ser los fondos muy limosos.

En los lagos más elevados además de las praderas de Isoetes en el borde y de carofíceas en el fondo a mayor profundidad, las gravas se pueblan de hepáticas que alcanzan los 2-4 m de profundidad. Aparece también un diminuto ranúnculo, Ranunculus trichophyllus ssp. lutulentus. En los lagos someros y algo ricos en calcio aparecen grandes macrófitos como Potamogeton praelongus, P. alpinus y Myriophyllum alterniflorum. En aguas ya bastante alcalinas aparece P. gramineus, P. x nitens. P. berchtoldii se encuentra extendido por todo tipo de aguas, prosperando mejor en aquellas donde la concentración de calcio no es tan baja. Es habitante de las orillas, y no se ha observado por debajo de los tres metros de profundidad. Esta vegetación sumergida se complementa con masas de Ranunculus aquatilis que produce flores y hojas aéreas. Sus tallos zigzaguean antes arrancan de hasta 3 m de profundidad.

Las zonas litorales están pobladas por helófitos de menor talla que los que pueblan los lagos de llanura, casi invariablemente por Carex vesicaria y C. rostrata, excepto en las aguas más alcalinas.

2. Los lagos mineralizados de la zona prepirenaica

Las condiciones climáticas de la alta montaña no permiten el desarrollo de los grandes helófitos. Estos aparecen invariablemente en todas las

Fundación Juan March (Madrid)

zonas húmedas bajas, tanto del interior como costeras. Una de las características más notables de los lagos cársticos de la zona prepirenaica es la gran importancia que toman las carofíceas del género Chara y Nitellopsis, y, en menor proporción, Nitella. Tenemos citadas unas 29 especies de plantas acuáticas, de las que 6 corresponden a carofíceas. El número de helófitos es de 12, casi igual que el de plantas sumergidas. En los lagos con mayor riqueza de carófitos, los de Montcortés y Basturs, encontramos también la planta carnívora Utricularia vulgaris, que, sin embargo, no es exclusiva de aguas de alta reserva alcalina, siendo frecuente también en lagunas alimentadas por aguas freáticas de baja conductividad y ricas en materiales húmicos en disolución. Probablemente la aparición de Utricularia tenga que ver con una baja concentración de fosfato disuelto, quizá consecuencia o en parte determinante de las grandes poblaciones de Chara aspera y Ch. major.

A excepción del lago de Graugés en Berga, el cual recibe aguas fecales y presenta un acentuado proceso de eutroficación (transparencia 1 m; anoxia a los 2 m de profundidad), los otros lagos presentan poblaciones de carofíceas a gran profundidad (salvo en Bañolas que no se ha investigado). Esto es posible gracias a la gran transparencia que tiene el agua a finales de primavera y verano, cuando se desarrolla la estratificación térmica. Nitellopsis obtusa alcanza los 14 m de profundidad en Estaña (en el Pirineo, Nitella syncarpa alcanza los 10 m) y Chara globularis llega a los 8 m en Montcortés. Como comparación he aquí algunas profundidades observadas en nuestro estudio para especies de vegetales superiores.

Potamogeton pectinatus	3-4 m
Potamogeton coloratus	2 m
Potamogeton crispus	3 m
Myriophyllum spicatum	3 m
Myriophyllum verticillatum	5 m
Utricularia vulgaris	2 m

En los lagos de Basturs, de aguas muy transparentes, los vegetales superiores no superan el límite de los 5-6 m de profundidad sin mostrar claros signos de crecimiento anormal, aún cuando la profundidad a la que llega el disco de Secchi supera los 10 m. Se supone que esta limitación tiene relación con la estructura anatómica de las plantas superiores y su necesidad de mantener aire en los tejidos aeríferos. El fondo de estos lagos lo pueblan las algas, conjugadas y carofíceas.

Nitellopsis obtusa es una planta de fondo por excelencia, y pasa la época invernal (época de mezcla vertical de las aguas del lago, con escasa transparencia) en forma de bulbilos estrellados. Nitellopsis raramente se encuentra fértil a profundidad. Sin embargo, lo es en superficie, allí donde la vegetación helofítica proporciona la sombra adecuada.

Fundación Juan March (Madrid)

Desde el punto de vista fisiológico, la diferencia básica entre los lagos pirenaicos y prepirenaicos consiste en que estos últimos tienden a estar poblados por especies que utilizan el bicarbonato como fuente de carbono en la fotosíntesis. El resultado de esta actividad es la precipitación de carbonato cálcico en la epidermis de las hojas y en las ramas de carofíceas. Igualmente, las plantas tienden a desarrollar hojas muy grandes, en las cuales la relación superficie/volumen se ve reducida en comparación con las especies de grupos parecidos que constituyen la mayor parte de la vegetación de los lagos pirenaicos.

3. Las lagunas freáticas

Sólo podemos llamar lagunas al sistema de La Jonquera que son comparables a las lagunas de Los Pinares de Cantalejo en Segovia, que fueron visitadas durante la primavera de 1980. Ambos grupos se caracterizan por presentar una cierta estacionalidad, aunque el agua nunca desaparece del todo, a excepción de la lagunita más pequeña del sistema de La Jonquera. Refiriéndonos a las lagunas de Gerona, presentan una gran riqueza florística, habiéndose observado hasta el momento unas 27 especies, de las que en su mayoría se presentan bajo distintas formas biológicas, acuáticas y terrestres. No faltan tampoco las especies helófitas, especialmente Sparganium erectum que florece en primavera. Dicha planta produce poca sombra y permite el crecimiento de otras plantas palustres que en esta época del año viven sumergidas. En verano ya ha crecido Typha que produce bastante sombra. Son importantes las plantas flotantes más diversas como Polygonum amphibium, Glyceria fluitans y Alopecurus geniculatus, y también Utricularia vulgaris que en estado adulto vive entre dos aguas. Potamogeton gramineus es rarísimo. El proceso de colmatación de estas lagunas es evidente.

Las lagunas de Cantalejo pueden ser comparadas con las de La Jonquera. Presentan seguramente más de 38 especies vegetales. Han sufrido un rejuvenecimiento al ser explotada la turba, alteración que ha favorecido el crecimiento de las plantas acuáticas estrictas. Además de P. gramineus, se encuentra P. natans y P. trichoides, P. pectinatus y P. crispus. Junto a Polygonum crece también Nymphaea alba, y además de Utricularia hay Ceratophyllum demersum y C. submersum.

La estacionalidad más acusada de las primeras lagunas con su pérdida de profundidad en verano va evidentemente en detrimento de las especies más genuinamente acuáticas; pero, sin embargo, las plantas que viven allí son ciertamente homólogas a las acuáticas, como ya se ha comentado anteriormente.

Incluímos también dentro del grupo de las lagunas freáticas a los limnocrenos, con una fuente constante de agua subterránea. En Cataluña se hallan cerca de la costa próximas a la desembocadura de los grandes ríos, en el Ebro y en el conjunto Ter, Muga y Fluviá. Tanto la temperatura como el nivel del

Fundación Juan March (Madrid)

agua son bastante estables durante todo el año. Por ser masas pequeñas de agua, el número de especies de macrófitos no es muy grande, aunque sí son representativos. 21 especies están catalogadas, y si contamos los canales emisarios 26, dos de ellas carofíceas. Son importantes las comunidades de plantas flotantes, con Lemna minor, L. gibba, L. trisulca, Riccia fluitans y Ceratophyllum demersum.

La riqueza de esta vegetación hay que atribuirla a que el agua de estas lagunas tiene una renovación muy rápida, lo cual significa que las plantas pueden conseguir de forma regular los nutrientes del agua, no entrando en competencia con las plantas que viven arraigadas sobre el fondo.

Las orillas están pobladas por grandes helófitos como Cladium mariscus y Typha entre otros.

4. Las lagunas esteparias

Son mundos totalmente diferentes en los que la elevada concentración de sales es un factor limitante del desarrollo de los vegetales. Se asemejan a las lagunas litorales por los poblamientos de Ruppia maritima y Lamprothamnium papulosum, pero se diferencian de éstas en el aspecto químico, porque hay más sulfatos que cloruros en las esteparias. En la Laguna Salada de Chiprana, los fondos someros, que en primavera están ocupados por praderas de Ruppia y Lamprothamnium, en verano se ven recubiertos de masas coriáceas de cianofíceas.

5. Las lagunas litorales

Las características químicas de las lagunas litorales son muy variadas según su origen y comunicación con el mar. Las lagunas saladas (a veces más que el mar) corresponden a masas de agua con una intensa evaporación y concentración de sales, o a las que tienen una comunicación directa con el mar. Estas se caracterizan por presentar vegetales estrictamente halófilos como Ruppia maritima, R. cirrhosa, Zostera noltii y Juncus maritimus.

Unas 10 especies pueblan este tipo de aguas, 2 de ellas carofíceas (Lamprothamnium y Chara galioides). En lugares donde conviven las dos especies de Ruppia, cirrhosa se distribuye en las zonas más profundas, mientras maritima puebla las orillas y presenta un ciclo vegetativo corto.

En aguas hipersalinas viven exclusivamente las dos carofíceas mencionadas y, ocasionalmente, R. maritima.

Para aguas salobres, con conductividades entre 3000 y 15000 microS cm^{-1} el número de especies aumenta considerablemente, pues también es mayor la diversidad química de las aguas. Unas 25 especies están citadas y son predominantes Potamogeton pectinatus, Scirpus litoralis y Cladium mariscus.

Fundación Juan March (Madrid)

Las pequeñas ramblas que mueren al mar formando una pequeña laguna albergan un gran número de especies que se suceden a lo largo del año, o se reparten de manera discontinua por la laguna, según las condiciones químicas que se establecen en las aguas por la influencia desigual del mar y el agua dulce. Así se explica que R. maritima habite a poca distancia de especies de agua dulce como P. coloratus y P. pusillus.

LA COMPOSICION QUIMICA DEL AGUA COMO FACTOR DETERMINANTE DE LA DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS ACUATICAS

Una de las diferencias más importantes entre las plantas acuáticas se relaciona con la utilización del carbono inorgánico. La abundancia de bicarbonato en el agua, referida al valor de la alcalinidad, es un factor esencial, pues predispone la existencia de vegetales capaces de utilizar dicho anión como fuente de carbono. En teoría, parece, pues, que el bicarbonato puede ser una ventaja para aquellas plantas capaces de utilizarlo. En un agua mineralizada, la relación entre sulfatos y carbonatos (más bicarbonatos) puede ser variable, y ello es de segura importancia biológica, y, por lo menos, se refleja en la distribución de las especies.

La concentración de sulfato se relaciona generalmente con la concentración de Mg, del mismo modo que la alcalinidad se asocia al Ca. El anión cloro tiene poca importancia en general, si no es como medida de la salinidad, especialmente si corresponde a salinidades elevadas. En general, las plantas acuáticas soportan altas concentraciones de cloruros.

Otro de los factores importantes que influyen en la distribución de las especies es el pH y el nutrimento mineral. Dentro del concepto de eutrofia y oligotrofia regionales, la eutrofia se incrementa a medida que aumenta la conductividad cosa que se observa en la diferencia entre los lagos de montaña y los de las partes inferiores de los valles. Sin embargo, la composición química del agua de cada lago en particular puede actuar decisivamente sobre la utilización de los nutrientes. Se habla, por ejemplo, de alcalinotrofia para referirse a la oligotrofia manifiesta en lagos muy carbonatados, donde el fosfato es retirado al precipitar en forma de fosfato cálcico. Dicho fosfato sólo puede volver al agua como consecuencia de reacciones complicadas y variables según los casos.

Los datos que se presentan en la tabla I dan idea de la valencia ecológica de cada especie considerada en relación con una serie de factores: conductividad, pH, alcalinidad, concentración de sulfatos y de cloruros.

En los apartados que siguen a continuación se indica en forma de tabla la presencia de plantas acuáticas en lagos caracterizados respectivamente por diferentes alcalinidades y concentración de sulfatos. Esta ordenación está

Fundación Juan March (Madrid)

Tabla I.- Características de las aguas en las que viven las plantas acuáticas. Se da la amplitud y la media de cada factor considerado. Las medias salvo en el caso del pH son geométricas.

	Conductividad microS/cm		pH		Alcalinidad meg/l		Sulfatos mmol/l		Cloruros mmol/l	
Alisma plantago-aquatica	175- 1470	624	6,8-8,5	7,2	0,43- 5,7	3,1	0,67- 8,7	1,7	0,6- 10,6	2,0
Alopecurus fulvus	66- 540	288	5,8-7,0	6,5	0,47- 4,8	1,9	0,19- 0,6	0,4	0,3- 0,8	0,51
Alopecurus geniculatus	180- 500	300		6,4	0,43- 2,8	1,2	0,65- 0,7	0,7	0,6- 2,1	1,23
Baldellia ranunculoides	175- 1840	425	6,4-8,5	6,9	0,43- 3,9	1,7	0,67- 9,3	1,2	0,6- 3,4	1,59
Callitriche brutia	175- 500	304	6,4-8,5	6,9	0,43- 2,8	1,4	0,68- 0,8	0,7	0,6- 2,1	1,32
C. obtusangula	175- 1840	547	6,4-8,5	7,0	0,43- 5,7	2,2	0,67- 9,7	1,2	0,6- 10,6	2,6
C. verna	20- 120	39			0,12- 1,1	0,26	0,003-0,01	0,005	0,05-0,18	0,12
Carex hispida	580- 1000	937	7,0-7,7	7,3	3,8 - 5,5	4,7	0,39- 6,0	1,4	0,5- 10,6	1,2
C. riparia	355- 1840	777	7,1-8,0	7,5	3,3- 4,6	3,9	1,09- 9,3	1,8	0,3- 3,4	1,26
C. rostrata	20- 225	54			0,12-0,2	0,15	0,004-0,01	0,006	0,05-0,13	0,08
C. vesicaria	20- 60	36			0,16-0,35	0,24	0,003-0,1	0,004	0,09-0,17	0,13
Ceratophyllum demersum	300- 7100	1105	6,6-9,3	7,9	2,1- 9,1	3,7	0,51-22,4	2,3	0,5- 95	5,46
C. submersum	325- 5900	1041	7,0-8,5	7,5	2,79- 5,6	4,2	0,27- 7,7	1,2	0,8- 60	4,28
Cladium mariscus	248-15500	1841	7,0-9,0	7,9	1,2 -11,2	4,2	0,39-87,7	3,6	0,3- 166	6,49
Eleocharis palustris	35- 670	317	6,2-8,5	7,1	0,20- 4,8	1,7	0,01- 2,7	0,5	0,05-1,8	0,96
Groenlandia densa	325- 7100	993	6,3-9,2	8,0	2,4 - 2,8	2,6	0,55- 4,1	1,2	0,7- 53	3,94
Glyceria fluitans	35- 590	280	6,2-8,5	6,7	0,2 - 4,8	1,7	0,01- 0,8	0,4	0,05- 2,1	0,72
Hydrocotyle vulgaris	465- 3140	1341	7,6-9,3	8,7	1,2 - 4,8	2,9	1,02- 4,9	3,2	4,1- 13	6,12
Iris pseudacorus	465-10400	1356	7,0-9,3	8,1	1,2 - 6,5	3,9	0,71- 9,6	2,1	0,9- 105	5,8
Juncus bulbosus	20- 590	72	5,8-7,0	6,4	0,12- 0,5	0,2	0,004-0,1	0,02	0,05-0,33	0,13
Juncus heterophyllus	180- 500	300		6,4	0,43- 2,8	1,2	0,67- 0,7	0,7	0,4- 2,8	1,23
Juncus maritimus	3300-50000	17086	7,5-9,8	8,4	1,5 -15,4	4,1	3,97-70,2	23,8	24,5-1315	177,64
Juncus subulatus	5500-50000	15494	7,5-8,2	7,8	2,74- 6,3	4,2	3,97-61,8	16,8	3,6-1970	105,68
Lemna gibba	450- 1870	928	6,2-8,1	7,3	2,8 - 4,9	3,5	0,43- 1,8	1,0	0,4- 10,6	2,18
Lemna minor	170- 7500	801	6,3-9,3	7,3	0,43-11,2	3,1	0,19-22,4	1,6	0,3- 95	2,27
Lemna trisulca	465- 3140	1527	7,5-9,6	8,2	2,6 - 4,9	4,0	1,02- 4,9	2,2	1,3- 17,7	7,95
Littorella uniflora	365- 590	425	6,2-7,0	6,5	2,1 - 4,8	2,7	0,27- 0,6	0,4	0,4- 0,8	0,65

Fundación Juan March (Madrid)

	Conductividad microS/cm		pH		Alcalinidad meq/l		Sulfato mmol/l		Cloruro mmol/l	
Myriophyllum alterniflorum	20- 66	36	7,3-7,6	7,4	0,12-0,44	0,23	0,003-0,10	0,01	0,05- 0,30	0,12
M. spicatum	300- 7100	780	6,3-9,3	7,7	1,20-5,68	3,09	0,27-8,75	1,46	0,30- 53	2,51
M. verticillatum	710- 2030	1118	7,0-8,3	7,4	3,80-5,50	4,78	0,30-6,0	1,39	0,47- 10,6	2,18
Najas marina	1500-12800	4176	8,0-8,9	8,4	2,74-4,84	3,89	1,63-22,4	5,09	17,7-109,0	36,14
Nymphaea alba	425- 2030	934	6,3-8,0	7,5	2,40-4,94	4,06	0,27-6,0	1,41	0,80- 17,7	3,34
Oenanthe fistulosa	180- 500	344	6,3-8,5	6,8	0,43-3,43	1,90	0,55-0,80	0,68	0,56- 2,13	1,12
Polygonum amphibium	300- 7100	644	6,4-9,2	7,6	1,20-4,80	2,75	0,27-4,18	1,11	0,56- 53	1,87
Potamogeton alpinus	20- 42	31	7,3-7,6	7,4	0,12-0,24	0,17	0,004-0,01	0,006	0,13- 0,17	0,15
P. berchtoldii	20- 230	47	7,3-7,6		0,16-1,11	0,26	0,003-0,01	0,005	0,05- 0,18	0,12
P. natans	66- 590	291	5,8-8,0	6,7	0,47-4,8	1,99	0,16-0,59	0,41	0,33- 0,8	0,60
p. pectinatus	248-25000	1706	6,3-9,3	7,9	1,24-9,13	3,70	0,39-48,3	3,23	0,3 -246	6,00
P. pusillus	465- 3860	1065	7,5-8,1	7,7	3,09-4,94	4,19	1,02-6,17	1,96	1,35- 40,8	3,80
P. trichoides	300- 590	420	6,3-7,9	6,9	2,10-4,80	2,68	0,27-0,67	0,46	0,56-0,94	0,73
P. coloratus	378- 7100	877	7,0-9,2	7,6	2,70-5,60	4,19	0,39-8,75	1,59	0,30- 53	1,99
P. crispus	300- 7100	867	6,6-9,2	7,8	2,10-5,60	3,50	0,80-4,18	1,52	0,30- 53	2,69
P. gramineus	66- 590	283	5,8-7,0	6,4	0,47-4,80	1,95	0,004-0,67	0,21	0,09-2,13	0,55
P. lucens	520- 1100	692	6,4-8,1	7,0	2,83-3,43	3,11	0,71-2,74	1,39	0,56-1,80	1,00
Ranunculus aquatilis	20- 500	98	6,4-8,5	6,9	0,21-2,87	0,54	0,003-0,8	0,08	0,09- 2,13	0,43
R. ophioglossifolius	300- 500	314	6,4-8,5	6,9	0,43-2,87	1,68	0,67-0,80	0,72	0,66- 2,13	1,14
R. peltatus	66- 590	321	5,8-7,0	6,4	0,47-4,80	2,08	0,16-0,67	0,41	0,33- 0,80	0,58
R. tripartitus	180- 500	300	6,4		0,43-2,87	1,23	0,67-0,75	0,71	0,43- 2,87	1,23
R. trichophyllus	120- 670	322	6,3-8,5	6,8	0,43-4,80	1,96	0,004-2,74	0,31	0,09- 1,80	0,69
Riccia fluitans	1500- 1870	1785	7,0-8,3	7,7	3,73-5,69	4,53	1,50-8,75	3,63	9,60- 17,7	11,40
Ruppia cirrhosa	4800-50000	31730	8,1-9,1	8,5	2,74-5,30	3,66	3,90-58,2	29,9	36-1040	452
R. maritima	1300-50000	18300	7,6-9,8	8,3	1,50-15,4	3,25	9,1- 676	23,2	8,20-2160	228
Scirpus lacustris	248- 3860	657	6,3-9,3	7,4	1,20-5,50	3,20	0,39-6,00	1,51	0,30- 5,0	1,46
S. litoralis	465-17000	2244	7,0-9,3	8,1	2,60-9,10	4,45	1,02-17,4	5,14	1,60- 150	15,30
S. maritimus	325-13900	1734	7,1-9,0	7,9	1,50-9,10	3,88	1,15-67,5	3,77	0,56-142	6,76

Fundación Juan March (Madrid)

	Conductividad microS/cm		pH		Alcalinidad meq/l		Sulfato mmol/l		Cloruro mmol/l	
Sparganium erectum	200- 1500	520	6,4-8,0	7,4	0,43-5,60	2,92	0,71-8,70	1,78	0,30-17,7	1,73
S. angustifolium	20- 146	47			0,12-1,43	0,32	0,003-0,19	0,08	0,05-0,21	0,12
Subularia acuatica	20- 110	40	7,3-7,6	7,4	0,12-0,40	0,27	0,003-0,01	0,05	0,05-0,20	0,12
Typha angustifolia	248- 3140	992	7,2-9,3	8,1	1,2-4,94	2,86	0,19-9,34	1,86	0,28-17,7	2,75
T. latifolia	378- 4800	1311	6,8-8,9	7,8	2,74-7,60	4,34	0,71-11,2	2,46	0,90-60,4	5,15
Utricularia vulgaris	175- 1870	474	6,4-8,0	6,9	0,43-5,50	2,64	0,27-1,50	0,60	0,30-10,6	0,94
Zannichellia palustris	300-10400	1449	6,3-9,2	7,7	2,10-9,13	3,78	0,27-22,4	2,42	0,56-105	7,82
Zostera noltii	25000-50000	35300	8,3-8,7	8,5	3,35-4,34	3,81	11,8-41,6	22,1	246-916	474

Fundación Juan March (Madrid)

basada en datos propios. Finalmente, se distribuyen las especies en grupos definidos a partir de los datos precedentes, según la alcalinidad y concentración de sulfatos, y la concentración de cloruros respectivamente, en aquellas aguas donde las especies alcanzan la máxima representación.

	Presencias en tantos por ciento (%) de las plantas acuáticas en lagos de alcalinidades:				
meq l^{-1},	0–1	1–2	2–4	4–6	6 o más
Número de lagos:	5	8	43	37	7
Callitriche verna	100	12	0	0	0
Subularia aquatica	100	12	0	0	0
Isoetes brochonii	40	0	0	0	0
Isoetes echinospora	40	0	0	0	0
Potamogeton alpinus	40	0	0	0	0
Potamogeton berchtoldii	100	12	0	0	0
Myriophyllum alterniflorum	100	0	0	0	0
Carex vesicaria	60	0	0	0	0
Carex rostrata	40	0	0	0	0
Sparganium angustifolium	100	25	0	0	0
Juncus bulbosus	60	0	0	0	0
Juncus heterophyllus	20	12	2	0	0
Potamogeton x nitens	0	25	0	0	0
Ranunculus tripartitus	20	12	2	0	0
Callitriche brutia	20	12	4	0	0
Callitriche obtusangula	20	12	4	5	0
Oenanthe fistulosa	20	12	12	0	0
Alopecurus fulvus	20	0	7	2	0
Alopecurus geniculatus	20	12	2	0	0
Glyceria fluitans	40	12	18	2	0
Baldellia ranunculoides	20	12	7	0	0
Alisma plantago-aquatica	20	12	12	8	0
Polygonum amphibium	0	25	23	11	0
Potamogeton natans	20	0	9	2	0
Potamogeton gramineus	20	12	9	2	0
Groenlandia densa	0	0	7	0	0
Potamogeton trichoides	0	0	7	2	0
Ranunculus aquatilis	80	12	4	0	0
Ranunculus trichophyllus	20	37	16	2	0
Ranunculus ophioglossifolius	20	12	7	0	0

Fundación Juan March (Madrid)

alcalinidad, meq l^{-1}	0–1	1–2	2–4	4–6	6 o más
Número de lagos:	5	8	43	37	7
Ranunculus peltatus	0	12	12	2	0
Littorella uniflora	0	0	9	2	0
Eleocharis palustris	4o	25	21	2	0
Utricularia vulgaris	20	12	7	11	0
C eratophyllum demersum	0	12	12	19	0
Ceratophyllum submersum	0	0	2	5	0
Zannichellia palustris	0	0	19	11	28
Lemna minor	20	50	35	24	28
Lemna gibba	0	0	5	3	0
Myriophyllum spicatum	0	25	21	16	0
Potamogeton pectinatus	0	37	46	40	85
Potamogeton lucens	0	0	2	2	0
Potamogeton crispus	0	0	14	11	0
Jussiaea grandiflora	0	12	2	2	0
Sparganium erectum	20	25	16	16	0
Iris pseudacorus	0	12	16	16	28
Scirpus lacustris	0	50	32	27	14
Scirpus maritimus	0	25	28	24	43
Carex riparia	0	0	7	5	14
Carex hispida	0	0	2	8	14
Typha angustifolia	0	50	16	13	0
Typha latifolia	0	0	16	10	28
Hydrocotyle vulgaris	0	12	5	5	0
Scirpus litoralis	0	12	18	19	28
Lemna trisulca	0	12	9	16	0
Riccia fluitans	0	0	5	8	0
Potamogeton nodosus	0	12	9	16	0
Potamogeton pusillus	0	0	5	11	0
Potamogeton coloratus	0	1	9	19	0
Myriophyllum verticillatum	0	0	2	11	0
Nymphaea alba	0	0	2	16	0
Najas marina	0	0	2	8	0
Ruppia maritima	0	1	28	19	56
Ruppia cirrhosa	0	0	16	35	0
Zostera noltii	0	0	2	3	0
Juncus maritimus	0	12	18	11	71
Cladium mariscus	0	25	21	35	85

Fundación Juan March (Madrid)

Presencias en tantos por ciento (%) de las plantas acuáticas en lagos con distintas concentraciones de sulfato:

	micromol l^{-1} SO_4		mmol l^{-1} SO_4				
	1–10	10–100	0,1–1	1–3	3–10	10–40	40 o más
Número de lagos:	6	2	12	16	22	17	27
Callitriche verna	100	0	0	0	0	0	0
Subularia aquatica	100	0	0	0	0	0	0
Isoetes brochonii	33	0	0	0	0	0	0
Isoetes echinospora	33	0	0	0	0	0	0
Potamogeton alpinus	33	0	0	0	0	0	0
Potamogeton berchtoldii	66	100	0	0	0	0	0
Sparganium angustifolium	66	100	0	0	0	0	0
Myriophyllum alterniflorum	33	100	0	0	0	0	0
Carex vesicaria	50	0	0	0	0	0	0
Carex rostrata	16	50	0	0	0	0	0
Juncus bulbosus	16	50	8	0	0	0	0
Juncus heterophyllus	0	0	25	0	0	0	0
Potamogeton x nitens	0	50	8	0	0	0	0
Ranunculus tripartitus	0	0	25	0	0	0	0
Callitriche brutia	0	0	33	0	0	0	0
Callitriche obtusangula	0	0	33	6	4	0	0
Oenanthe fistulosa	0	0	58	0	0	0	0
Alopecurus fulvus	0	0	42	0	0	0	0
Alopecurus geniculatus	0	0	25	0	0	0	0
Glyceria fluitans	0	50	100	0	0	0	0
Baldellia ranunculoides	0	0	33	0	0	0	0
Alisma plantago-aquatica	0	0	33	24	14	0	0
Polygonum amphibium	0	0	75	24	14	0	0
Potamogeton natans	0	0	50	0	0	0	0
Potamogeton gramineus	16	0	50	0	0	0	0
Groenlandia densa	0	0	16	6	0	0	0
Potamogeton trichoides	0	0	33	0	0	0	0
Ranunculus aquatilis	50	0	33	0	0	0	0
Ranunculus trichophyllus	33	0	75	6	0	0	0
Ranunculus ophioglossifolius	0	0	42	0	0	0	0
Littorella uniflora	0	0	42	0	0	0	0
Eleocharis palustris	0	50	83	18	0	0	0
Utricularia vulgaris	0	0	58	12	0	0	0

Fundación Juan March (Madrid)

SO_4,	micromol l^{-1}		mmol l^{-1}				
	1-10	10-100	0,1-1	1-3	3-10	10-40	40 o más
Número de lagos	6	2	12	16	22	17	27
Ceratophyllum demersum	0	0	8	62	9	0	0
Ceratophyllum submersum	0	0	2	6	0	0	0
Zannichellia palustris	0	0	41	19	18	12	0
Lemna minor	0	0	100	62	36	6	0
Lemna gibba	0	0	8	12	0	0	0
Myriophyllum spicatum	0	0	41	44	27	0	0
Potamogeton pectinatus	0	0	66	87	59	41	4
Potamogeton lucens	0	0	8	6	0	0	0
Potamogeton crispus	0	0	16	37	9	0	0
Jussiaea grandiflora	0	0	0	12	4	0	0
Sparganium erectum	0	0	41	56	9	0	0
Iris pseudacorus	0	0	16	37	36	0	0
Scirpus lacustris	0	0	100	69	27	0	0
Scirpus maritimus	0	0	25	69	31	17	7
Carex riparia	0	0	8	18	9	0	0
Carex hispida	0	0	16	6	9	0	0
Typha angustifolia	0	0	16	50	27	0	0
Typha latifolia	0	0	16	31	23	6	0
Hydrocotyle vulgaris	0	0	0	6	18	0	0
Scirpus litoralis	0	0	0	31	45	17	0
Lemna trisulca	0	0	0	18	9	0	0
Riccia fluitans	0	0	16	12	4	0	0
Potamogeton nodosus	0	0	0	31	27	0	0
Potamogeton pusillus	0	0	0	37	0	0	0
Potamogeton coloratus	0	0	16	44	14	0	0
Myriophyllum verticillatum	0	0	16	6	9	0	0
Nymphaea alba	0	0	16	18	9	0	0
Najas marina	0	0	0	6	9	6	0
Ruppia maritima	0	0	0	0	27	64	26
Ruppia cirrhosa	0	0	0	0	4	23	18
Zostera noltii	0	0	0	0	0	6	4
Juncus maritimus	0	0	0	0	23	41	22
Cladium mariscus	0	0	16	68	59	17	4

Fundación Juan March (Madrid)

Distribución de las plantas acuáticas en función de la alcalinidad y la concentración de sulfato, basada en los datos anteriores.

Alcalinidad inferior a 1 meq l^{-1}	Alcalinidad de 1-2 meq l^{-1}
Sulfato inferior a 0,1 mmol l^{-1}	Sulfato de 0,1-1 mmol l^{-1}
Callitriche verna	Juncus heterophyllus
Sparganium angustifolium	Alopecurus geniculatus
Isoetes brochonii	Veronica scutellata
Carex vesicaria	Ranunculus tripartitus
Carex rostrata	Potamogeton x nitens
Isoetes echinospora	
Myriophyllum alterniflorum	
Subularia aquatica	
Ranunculus aquatilis	
Potamogeton alpinus	
Potamogeton berchtoldii	
Juncus bulbosus	

Alcalinidad de 2-4 meq l^{-1}		
Sulfato de 0,1-1 mmol l^{-1}	1-3 mmol l^{-1}	3-10 mmol l^{-1}
Callitriche obtusangula	Potamogeton pectinatus	Hydrocotyle vulgaris
Callitriche brutia	Potamogeton lucens	Iris pseudacorus
Oenanthe fistulosa	Potamogeton crispus	Scirpus litoralis
Alopecurus fulvus	Zannichellia palustris	
Glyceria fluitans	Lemna gibba	
Baldellia ranunculoides	Jussiaea grandiflora	10-40 o más mmol l^{-1}
Polygonum amphibium	Alisma plantago-aquatica	
Potamogeton natans	Carex riparia	Ruppia maritima
Potamogeton gramineus	Typha angustifolia	Ruppia cirrhosa
Potamogeton trichoides	Typha latifolia	Zostera noltii
Lemna minor	Scirpus maritimus	Juncus maritimus
Ranunculus aquatilis	Sparganium erectum	
Littorella uniflora	Myriophyllum spicatum	
Ranunculus peltatus		
Ranunculus ophioglossifolius		
Groenlandia densa		
Eleocharis palustris		
Scirpus palustris		

Fundación Juan March (Madrid)

Alcalinidad de 4-6 meq l^{-1}

Sulfato de 0,1-1 mmol l^{-1}	1-3 mmol l^{-1}	3-10 mmol l^{-1}
Utricularia vulgaris	Potamogeton pusillus	Potamogeton nodosus
Ceratophyllum submersum	Potamogeton coloratus	Najas marina
	Lemna trisulca	Cladium mariscus
	Ceratophyllum demersum	
	Myriophyllum verticillatum	
	Riccia fluitans	
	Nymphaea alba	
	Carex hispida	

Distribución de las plantas acuáticas en función de la concentración de cloruro, basada en los datos de la tabla I.

Menos de 3 mmol l^{-1} Cl

Callitriche verna	Potamogeton alpinus	Subularia aquatica
Isoetes echinospora	Isoetes brochonii	Sparganium angustifolium
Myriophyllum alterniflorum	Potamogeton berchtoldii	Carex vesicaria
Carex rostrata	Juncus bulbosus	Juncus heterophyllus
Potamogeton x nitens	Potamogeton natans	Potamogeton gramineus
Potamogeton trichoides	Callitriche brutia	Oenanthe fistulosa
Alopecurus fulvus	Alopecurus geniculatus	Glyceria fluitans
Baldellia ranunculoides	Alisma plantago-aquatica	Ranunculus aquatilis
Ranunculus peltatus	Ranunculus trichophyllus	R. ophioglossifolius
Littorella uniflora	Lemna gibba	Potamogeton lucens
Potamogeton coloratus	Potamogeton crispus	Potamogeton pusillus
Eleocharis palustris	Scirpus lacustris	Carex riparia
Carex hispida	Sparganium erectum	

Menos de 30 mmol l^{-1} Cl

Potamogeton nodosus	Groenlandia densa	Myriophyllum spicatum
Ceratophyllum demersum	Ceratophyllum submersum	M. verticillatum
Lemna minor	Lemna trisulca	Riccia fluitans
Polygonum amphibium	Nymphaea alba	Callitriche obtusangula
Hydrocotyle vulgaris	Typha latifolia	Typha angustifolia
Jussiaea grandiflora	Iris pseudacorus	

Fundación Juan March (Madrid)

De 3 a 200 mmol l^{-1} Cl	De 200 hasta más de 1000 mmol l^{-1} Cl
Zannichellia palustris	Ruppia maritima
Potamogeton pectinatus	Ruppia cirrhosa
Najas marina	Zostera noltii
Scirpus maritimus	Juncus maritimus
Scirpus litoralis	
Cladium mariscus	

COMPOSICION ELEMENTAL DE LAS PLANTAS ACUATICAS

INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA

Se ha puesto particular interés en el estudio de la composición química de los vegetales, habiéndose analizado los cationes Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn y Cu. El material determinado hasta ahora procede de las lagunas litorales del Mediterráneo, y se tiene la intención de extender los análisis a otras especies y a otros tipos de vegetación.

Las concentraciones obtenidas para diversos elementos se ha comparado con las observadas en el agua donde vivían las plantas. Aparecen numerosas regularidades que se pueden debatir en el marco general de la relativa importancia de la especie y del medio en la determinación de la composición química real de las plantas. La conclusión es que las especies tienden a una regulación, independientemente de la composición del medio. Tal regulación se relaciona de manera importante con los tipos biológicos y, fundamentalmente, con el acceso al CO_2 atmosférico.

Los tipos de aguas en los que viven los macrófitos son muy variados, y abarcan una enorme multiplicidad de situaciones, caracterizadas por las diferentes concentraciones relativa y absoluta de los varios componentes iónicos. Dicha composición puede variar considerablemente en el curso del año. Las plantas acuáticas deben, entonces, soportar un intervalo más o menos amplio en la variación de los distintos parámetros ambientales (pH, alcalinidad, mineralización, transparencia). Generalmente, las grandes masas de agua son más constantes, y en ellas la variación de luz y nutrientes (N y P) son las únicas importantes realmente. En aguas someras u otras de tipo endorreico, el estío se caracteriza por una elevada concentración y un gran descenso del nivel del agua que tiene un efecto directo sobre las plantas litorales.

Entre los factores químicos más sobresalientes se considera la alcalinidad, que en cierto grado, da una idea de la disponibilidad de carbono en el agua, así como de su capacidad amortiguadora. Normalmente está relacionada

Fundación Juan March (Madrid)

con el contenido de calcio, aunque puede haber aguas alcalinas bicarbonatadas sódicas. El sulfato es también importante, y junto con el cloruro, está altamente correlacionado con la conductividad. Generalmente se le asocia con el magnesio pues las aguas ricas en sulfatos son, por lo regular, muy ricas en magnesio. En estas condiciones el cociente Ca/Mg se puede desviar del normal y se supone que dicho cociente tiene cierta importancia fisiológica, al menos en los animales. Los cloruros son, en general, relativamente constantes a lo largo del año, en las aguas dulces no sobrepasan regularmente los 100 mg l^{-1}, están más estrechamente relacionados con el sodio, y, en aguas muy mineralizadas con el magnesio y el potasio. Generalmente el cloruro es un factor poco decisivo en la distribución de las plantas acuáticas y muchas de ellas pueden vivir bajo concentraciones muy variables, cuanto más si éstas son fluctuantes. Sólo a partir de ciertas concentraciones tiene carácter más selectivo sobre las especies y determinante sobre las comunidades. A modo de ejemplo podemos citar Najas marina que siempre se encuentra en aguas ricas en cloruro. Algunos vegetales son muy eurihalinos respecto al tipo y proporción de mineralización, dando muestras de una gran capacidad de regulación. En general, los vegetales acuáticos muestran una capacidad de regulación a un nivel determinado para cada especie dentro de la amplitud del ambiente químico en que viven.

Las concentraciones de los diversos elementos en el interior de la planta y, por tanto los potenciales osmóticos son más o menos independientes de las del medio acuoso, excepto quizá, bajo concentraciones verdaderamente extremadas, como ocurre en las salinas.

Como ya se ha hecho notar anteriormente, uno de los factores más importantes en el poblamiento de las distintas aguas por determinadas especies es la disponibilidad de carbono en el agua. Aunque el CO_2 en el agua es muy soluble, constituyendo casi el 1% en volumen de gases disueltos en el agua (en la atmósfera la proporción es del 0,03 %), no es tan difusible, tanto en forma de gas como en bicarbonato, por lo que puede ser un factor que limita la fotosíntesis de macrófitos. En aguas de pH por encima de 7 pueden encontrarse hasta unos 50 mg l^{-1} de carbono total, del cual la mayor parte corresponde a bicarbonato. Este se asimila por conversión a CO_2 o directamente. Una planta que consiga utilizar ambas fuentes se encuentra en ventaja respecto a las que sólo pueden utilizar CO_2 . Todo consumo de CO_2 favorece la separación de $CaCO_3$, y la precipitación de este mineral es más intensa en torno a las plantas que utilizan bicarbonato. Los precipitados de carbonato cálcico se disponen sobre las superficies asimiladoras, y a veces, en tan gran cantidad que cubren por completo la planta. Plantas típicas que aparecen incrustadas son las carofíceas propias de aguas alcalinas del género Chara.

Fundación Juan March (Madrid)

CONCENTRACION DE CATIONES EN LAS PLANTAS ACUATICAS Y SU RELACION CON EL MEDIO

El Calcio

Los cationes Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+} y Mn^{2+}, son captados por la planta de una forma activa, mediante procesos encadenados enzimáticos, o bien de una forma más o menos pasiva cuando la concentración de estos elemetos en el medio es muy elevada. La planta tiende, por otra parte, a acercarse a un estado de equilibrio en el que interviene la difusividad de los iones.

En los vegetales sumergidos y en los helófitos que dependen del CO_2 atmosférico, el estudio de las concentraciones de Ca y Mg pone de manifiesto la utilización de bicarbonato y de carbónico del medio. Aparte de las diferencias que se encuentran entre plantas sumergidas y helófitos, dentro de cada grupo biológico se observan algunas diferencias en las concentraciones de Ca y Mg. Typha, por ejemplo, presenta una mayor riqueza que Phragmites. ¿ Es que quizá Typha, de una productividad mayor, es capaz de utilizar el CO_2 del medio acuoso por el hecho de que sus hojas acintadas estén sumergidas en gran parte ? Entre Potamogeton pectinatus y Ruppia se observan también diferencias significativas, sugeriendo una diferente fisiología. Ruppia vive en aguas que generalmente tienen una elevada concentración de Ca y otros cationes, y una alcalinidad no muy grande, la propia del agua del mar. Potamogeton vive en aguas salobres o dulces con una alcalinidad grande, y sólo ocasionalmente se encuentran ambas especies creciendo juntas.

Puede ser que la concentración de calcio en los tejidos, y quizá en menor medida la del magnesio, indique de una forma más o menos fiel la utilización de carbono disuelto en el agua, tanto en forma gaseosa como en bicarbonato. Dicha concentración no guarda relación alguna con las concentraciones del mismo en el agua (ver figura 2 y tabla II).

El Magnesio

En la transpiración de las partes aéreas de las plantas terrestres (y por tanto también en los helófitos), el magnesio tiene un comportamiento parecido al calcio, es decir, tiende a ser transportado por la corriente transpiradora desde la base al ápice de la planta. Sin embargo, a diferencia del calcio es mucho más dinámico y no tiende a acumularse en la forma que lo hace éste. Es interesante hacer notar que, también para plantas terrestres, la productividad medida en mg CO_2 cm^{-2} $hora^{-1}$ fijados se relaciona con el contenido en magnesio en una forma asintótica. (El zinc es otro metal que se relaciona con la productividad.) Las concentraciones de magnesio son diferentes según las especies estudiadas (figura 3) y presentan una cierta relación con su concentración en el agua. Esto es quizá reflejo de la mayor movilidad del magnesio comparada con la del calcio.

Fundación Juan March (Madrid)

Tabla II.- Contenido de Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn y Cu en las plantas acuáticas. Cada muestra analizada está referida a una localidad cuya numeración corresponde a la indicada en el texto y a una estación del año (I: primavera; II: verano; III: otoño; IV: invierno). Para los metales Ca, Mg, Na y K se hace referencia también a las concentraciones del agua^{+}(mg/l). Los valores de las concentraciones en plantas corresponden a peso seco (%, ppm).

Especie Loc.	Est.	Ca %	Ca mg/l	Mg %	Mg mg/l	Na %	Na mg/l	K %	K mg/l	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
Potamogeton pectinatus													
1	I	3,6	37	0,78	66	1,46	808	2,6	21	300	200	16	9
25	I	7,1	65	0,57	36	0,99	15	1,1	1,3	570	18	55	2
24	I	4,1	93	0,38	16	0,74	125	1,4	7,7	562	4,2	10	6
2	II	3,6	33	2,47	170	1,0	712	1,2	34	114	620	24	8
24	II	5,2	93	0,12	16	0,70	125	0,86	7,7	192	18	9	3
52	II	2,0	39	0,26	9	0,66	8	2,12	1,7	1096	2846	63	11
39	IV	3,8	483	0,50	243	1,00	1543	3,5	33	135	37	101	27
38	IV	3,8	445	0,66	122	2,00	1302	2,40	27	356	45	58	4
24	IV	2,72	112	0,45	46	1,18	396	2,48	5,3	164	34	28	3
31	IV	3,8	188	0,54	76	1,34	158	2,32	5	208	73	73	6
34	II	8,3	61	0,47	39	0,68	38	2,93	3,6	143	43	37	2
46	II	13,3	170	0,78	329	1,66	2593	1,62	99	432		13	8

Fundación Juan March (Madrid)

Especie	Loc.	Est.	Ca %	Ca mg/l	Mg %	Mg mg/l	Na %	Na mg/l	K %	K mg/l	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
Ruppia maritima														
	11	I	0,97	247	0,54	165	1,46	1167	1,23	284	1100	1800	51	24
	12	I	4,81	733	1,06	1489	4,72	15344	2,10	444	1300	3200	65	39
	1	I	5,00	37	0,60	66	0,90	808	0,94	21,5	243	354	73	14
	23	II	1,80	661	0,50	2376	3,84	10752	2,35	843	762	1085	17	20
	41	II	0,27	265	0,35	577	1,54	6856	0,87	232	1100	2500	174	9
	40	IV	1,71	233	0,86	357	1,85	3278	3,13	75	1200		207	7
	39	IV	9,43	483	0,58	243	2,04	1543	2,80	33	619	128	300	13
	49	IV	1,01	701	0,63	1443	3,60	12214	3,32	454	170		48	3
	51	IV	1,49	673	0,66	1293	3,42	10540	3,64	404	1400	85	83	10
	49	IV	1,54	494	0,67	776	4,20	5655	3,51	261	997	889	64	13
Ruppia cirrhosa														
	14	II	1,82	462	0,41	1363	2,63	14534	1,55	518	652	482	119	16
	45	IV	1,38	540	0,77	958	4,03	9074	2,88	200	393	270	34	4
Potamogeton pusillus														
	25	IV	6,30	101	0,39	26	2,02	27	1,65	1	1372	26	7	6
Potamogeton coloratus														
	33	I	(20)	112	0,41	47	1,57		1,84	5	551	244	45	8
	39	I	8,56	183	0,39	115	1,67	858	2,16	29	362	68	193	29

Fundación Juan March (Madrid)

Especie Loc. Est.	Ca %	 mg/l	Mg %	 mg/l	Na %	 mg/l	K %	 mg/l	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
Potamogeton nodosus												
25 I	3,32	65	0,36	36	0,73	15	0,99	1,3	533	19	42	5
31 II	2,95	98	0,51	71	1,39	107	1,97	3,5	797	20	51	15
25 IV	2,15	101	0,30	26	1,44	27	2,48	0,8	245	23	99	4
31 IV	4,66	188	0,40	76	1,87	158	2,70	5,0	267	56	122	10
25 II	7,7	65	0,36	22	1,32	15	1,35	1,3	458	28	45	7
Potamogeton crispus												
31 IV	5,18	188	0,25	76	1,01	158	2,37	5,0	811	135	144	9
31 II	7,9	98	0,27	71	1,19	107	2,64	3,5	26	55	67	7
Groenlandia densa												
52 IV	3,54	96	0,42	47	1,05	132	4,35	24,4	360		111	7
Zannichellia palustris												
25 IV	2,27	222	0,15	79	0,98	241	1,98	3,7	2300	384	37	11
Zostera noltii												
45 IV	3,01	540	0,84	958	4,13	9074	2,48	199,0	1150	892	63	8
Cymodocea nodosa												
49 IV	0,95	701	0,83	1443	3,21	12214	2,48	457,0	256		29	10
Najas marina												
24 IV	3,82	112	0,68	46	1,67	396	5,97	5,3	702	103	29	4
24 II	6,6	93	0,69		1,41	125	1,78	7,7	2500	125	22	9

Fundación Juan March (Madrid)

Especie Loc.	Est.	Ca %	 mg/l	Mg %	 mg/l	Na %	 mg/l	K %	 mg/l	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
Ceratophyllum demersum													
24	IV	2,11	112	0,96	46	1,82	396	4,40	5,3	547	457	68	3
25	II	6,34	65	1,05	23	1,32	15	2,06	1,3	70	105	46	4
Ceratophyllum submersum													
38	II	0,78	289	1,40	127	1,47	1567	2,64	42	904	384	106	6
38	IV	2,91	445	1,94	122	1,73	1302	2,68	27	1300	826	314	3
52	II	3,44	39	1,79	9	0,81	8	2,77	1,6	2400		40	11
52	IV	2,14	96	1,82	49	1,14	132	3,98	24	1090	833	90	7
Chara globularis													
52	IV	36	96	0,83	49	0,38	132	0,79	24	1090	742	39	19
Chara baltica													
46	II	38	170	0,24	329	0,90	2593	0,32	99	285	373	19	16
22	II	36	312	0,68	479	1,48	3528	0,75	58	194	3239	17	17
Chara major													
34	II	50	61	3,74	39	0,23	38	0,09	3,6	588	107	68	14
Jussiaea grandiflora													
48	II	1,92	71	0,43	13	1,52	59	2,30	9,4	736	507	44	21
48	IV	2,44	106	0,49	90	2,04	579	1,52	30	261	243	78	6
Nymphaea alba													
25	I	0,51	65	0,13	36	0,76	15	0,70	1,3	81	11	15	15
25	IV	3,20	101	0,37	26	2,27		1,68	3,7	164	30	33	
32	IV	1,32	248	0,22	90	1,72	380	2,36	7,8	890	33	44	3
Callitriche obtusangula													
52	IV	1,50	96	0,29	49	1,23	132	1,95	24	621	368	32	8

Fundación Juan March (Madrid)

Especie Loc.	Est.	Ca %	Ca mg/l	Mg %	Mg mg/l	Na %	Na mg/l	K %	K mg/l	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
Ranunculus aquatilis													
52	IV	1,69	96	0,31	49	1,14	132	0,24	24	372	134	21	8
Hydrocotyle vulgaris													
25	IV	4,89	101	0,64	79	1,64		2,65	3,7	615	113	88	6
29	IV	3,89	80	0,72	67	2,07	287	2,69	5	901	722	61	10
Alisma plantago-aquatica													
52	IV	1,33	96	0,27	49	0,97	132	4,07	24	95	56	20	12
Iris pseudacorus													
52	IV	2,37	96	0,35	49	0,71	132	2,9	24	88	31	10	10
31	IV	2,39	188	0,35	76	0,90	158	3,25	5	95	51	26	5
28	IV	2,15	275	0,31	213	0,80	1584	4,05	33	108	38	32	6
25	IV	2,03	101	0,23	26	0,58	27	4,48	0,80	91	26	21	4
Eleocharis palustris													
52	IV	0,47	96	0,1	49	0,66	132	1,88	24	42	30	8	10
52	II	1,50	39	0,26	9,2	1,21	8	1,62	1,7			9	8
Sparganium erectum													
25	I	3,62	66	0,36	3,6	0,45	15	2,59	1,3	104	30	1	6
25	IV	2,57	101	0,34	26	0,89	27	3,10	0,8	113	30	20	2
52	IV	0,82	96	0,26	49	0,91	132	3,56	24	102	66	13	12
Scirpus lacustris													
52	II	0,70	39	0,072	9,4	0,72	8	1,07	1,7	72	41	14	
52	IV	0,51	96	0,097	49	0,50	132	1,33	24	110	824	5	10
48	II	1,1	70	0,17	13	1,56	59	0,80	9,4	105	575	10	3
48	II(Flor)	0,61	70	0,18	13	0,92	59	0,74	9,4	178	722	7	2
39	IV	3,02	263	0,29	117	1,69	696	3,61	10,5	80	246	23	2

Fundación Juan March (Madrid)

Especie Loc.	Est.	Ca %	Ca mg/l	Mg %	Mg mg/l	Na %	Na mg/l	K %	K mg/l	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
Cladium mariscus													
25	I	1,82	66	0,22	23	0,31	15	0,19	1,3	71	26	19	6
2	II	0,51	33	0,16	170	0,88	712	0,028	34	196	79	7	6
2	II(Flor)	0,91		0,20		0,52		0,30		347	102	8	13
Scirpus litoralis													
11	II	0,075	340	0,11	240	1,28	1112	1,34	28	19	10	8	4
25	II	2,31	66	0,22	23	0,76	15	1,05	1,4	81	26	80	8
34	II	0,074	61	0,10	40	0,81	382	1,62	3,6	51	62	8	
38	IV	0,99	445	0,12	122	2,14	1302	2,0	27	69	32	9	
29	I	0,65	96	0,59	87	1,24		3,14	9,7	227	72		
Typha angustifolia													
11	II	1,69	340	0,27	240	1,66	1112	1,75	28	127	87	16	17
33	I	2,72	123	0,29	47	0,78		1,13	4,6	120	207	15	16
48	II	1,69	71	0,28	13	0,95	59	0,79	9,4	249	150	12	16
30	I	2,05	72	0,25	65	0,86		0,77	8,0	67	47	8	11
39	II	2,79	148	0,33	135	1,16	1012	1,08	28	159	220	19	14
30	II	2,81	65	0,20	64	0,76	120	0,73	5,7	130	110	9	8
22	II	0,78	33	0,90	170	1,26	712	2,16	34	462	117	4	6
34	II	2,87	61	0,17	39	1,19	38	0,83	3,6	119	137	11	2
39	IV	1,01	263	0,23	117	1,24	696	2,42	10,5	128	52	36	8
48	IV	1,68	106	0,25	90	1,57	579	2,92	30	120		22	8
Typha latifolia													
52	II	1,86	39	0,28	9,4	1,12	8	2,02	1,7	115	221	13	5
52	IV	1,44	96	0,14	49	0,95	132	1,27	24	69	82	10	5

Fundación Juan March (Madrid)

Especie Loc.	Est.	Ca %	Ca mg/l	Mg %	Mg mg/l	Na %	Na mg/l	K %	K mg/l	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
Phragmites australis													
38	II	0,55	283	0,03	108	0,26	1376	0,63	41	37	12	5	20
22	II	0,25	312	0,026	480	0,33	3528	0,69	58	5	24	3	9
48	II	0,49	70	0,07	13	0,18	59	0,82	9,4	25	66	6	6
33	I	0,32	129	0,036	47	0,25		0,88	5	7	12	4	7
7	I	0,09	1328	0,08	2508	0,55	44840	0,57	933	10	13	6	18
15	I	0,55	2324	0,098	3878	0,32	57457	0,47	588	26	24	3	4
2	II	0,61	13	0,17	170	0,23	712	0,65	33,6	36	164	5	7
5	II	0,097	676	0,024	1514	0,61	16315	0,36	616	38	3	2	7
38	I	0,94	283	0,45	108	1,73	1375	0,80	42	743	1072	36	13
6	II	0,32	978	0,033	2800	0,42	74980	0,86	977	116	9		4
25	II	0,47	66	0,089	23	0,15	15	0,93	1,3	613	69	16	7
50	II	0,36	116	0,085	16	0,24	63	0,92	91	109	109	4	6

(+) Los datos químicos del agua se deben a P. LOPEZ.

Fundación Juan March (Madrid)

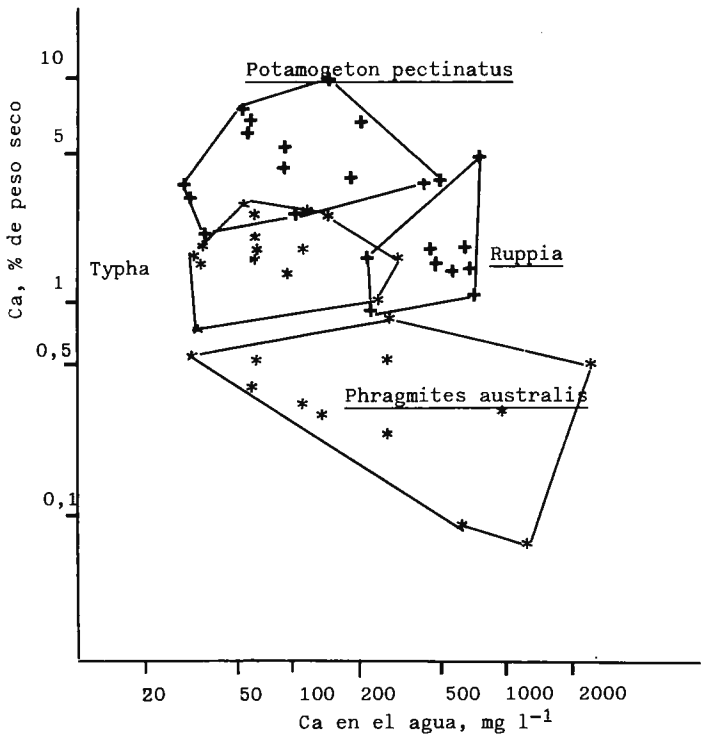


Figura 2.- Relación entre el contenido de calcio en las plantas expresado en tantos por ciento del peso seco(ordenadas) y la concentración de Ca en el agua (abcisas) en mg/l. Se observa que Ruppia, aún viviendo en aguas muy ricas en Ca, contiene menos Ca que P. pectinatus.

Fundación Juan March (Madrid)

Sodio y Potasio

Para el sodio las concentraciones observadas en las plantas son bastante independientes, en general, de las concentraciones del agua. Sin embargo, en muestras de Chara, se observa una relación muy buena entre el medio interno y el externo, sugiriendo un escaso poder regulador en estas algas. Cuando las concentraciones de sodio en el agua son muy grandes (como ocurre en los ambientes de Ruppia), se observa una cierta relación con las respectivas concentraciones en el interior de las plantas. Como se ve en la figura 3, las proporciones de sodio y potasio en Ruppia son mayores que en otras especies.

El potasio se encuentra en las plantas acuáticas de una manera independiente de las concentraciones del agua, que son generalmente pequeñas, y es más específico de cada especie.

Para los cuatro metales en conjunto, Ca, Mg, Na, y K las diferencias entre plantas sumergidas y helófitos son significativas. Estos metales se concentran en mayor proporción en las plantas sumergidas. Las plantas de tipo flotante ocupan una posición intermedia y se pueden aproximar, según los casos, a unas y a otras. Su diferencia con respecto a los helófitos no es significativa, lo que puede interpretarse como una consecuencia del papel determinante que sobre la composición interna tiene la asequibilidad del CO_2 atmosférico.

El Zinc

Al igual que el hierro, cobre y molibdeno, se incorpora a la planta en forma iónica libre o mediante quelatos en grupos prostéticos. Las plantas realizan un transporte activo de Zn^{2+}, y este metal tiene un papel fundamental con la enzima anhidrasa carbónica que facilita la reacción:

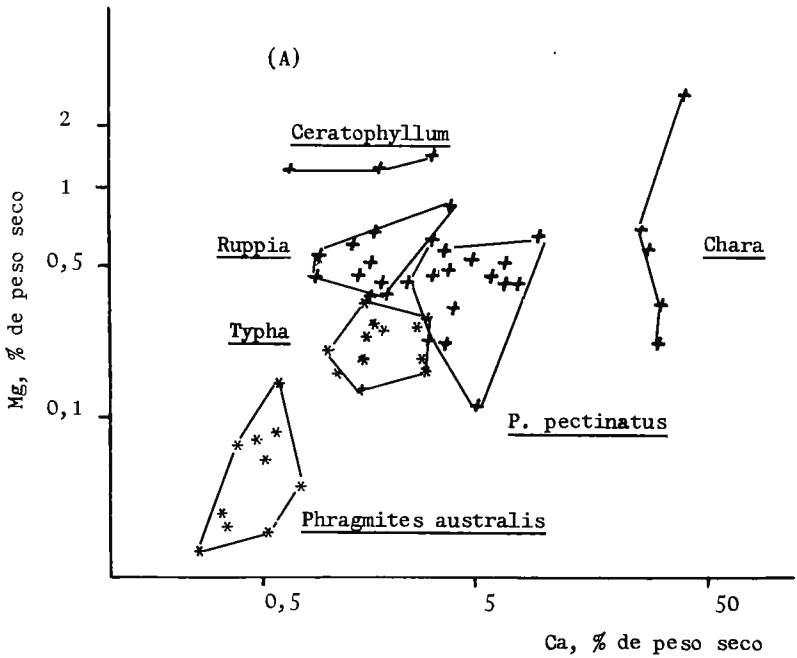
$$H_2O + CO_2 = H^+ + HCO_3^-$$

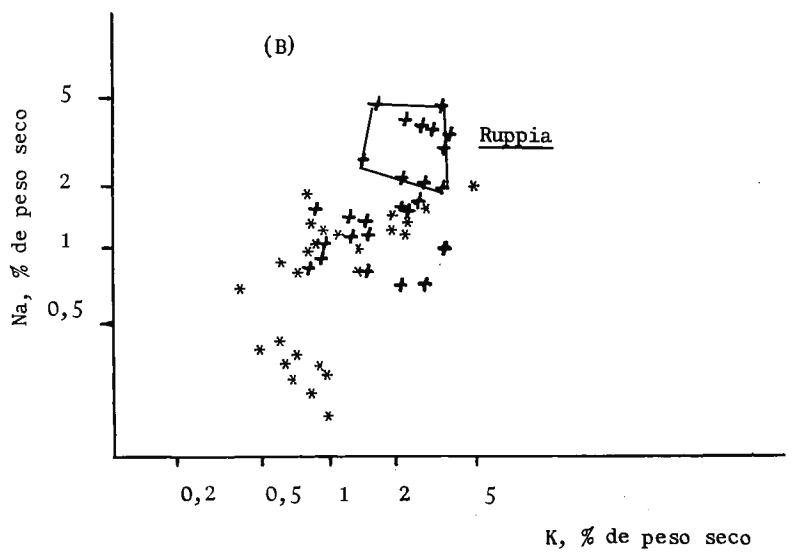
Cataliza también otras muchas reacciones enzimáticas, como las relacionadas con las deshidrogenasas y el metabolismo del nitrógeno.

La concentración de zinc en las plantas acuáticas se comporta de manera similar a los cuatro metales anteriores, y por orden de concentración decreciente se colocan sucesivamente: las plantas sumergidas, flotantes y helófitos

Figura 3.- Relación entre el contenido en las plantas de Mg y Ca (A), y de Na y K (B) expresados en tantos por ciento del peso seco. Los asteriscos representan a los helófitos, y las cruces a las plantas sumergidas.

Fundación Juan March (Madrid)





Fundación Juan March (Madrid)

con las hojas en parte sumergidas y helófitos de tipo caña. Ello hace pensar que el zinc es un metal cuya asimilación se realiza en el medio acuoso y que hay que revisar la condición de contaminante que con facilidad se le atribuye.

El Cobre

El cobre es mucho menos abundante y no se observa diferencias significativas entre tipos biológicos. Se sugiere que, en su mayor parte, es asimilado en el sedimento.

A diferencia de otros metales el cobre queda muy unido al sedimento y es menos movilizable por las plantas. Su disponibilidad para los vegetales está gobernada por la adsorción a partículas del sedimento. En grandes cantidades, sin embargo, resulta tóxico por desplazar a otros metales transportadores de electrones como el hierro y manganeso. En plantas terrestres las intoxicaciones por cobre se manifiestan como deficiencias de hierro.

El Hierro y el Manganeso

Tanto el hierro como el manganeso son indicadores, en parte, del ambiente reductor en que viven las plantas, pues son asimilados con mayor facilidad en forma reducida (Fe^{2+}, Mn^{2+}). Especialmente, la captación de hierro se ve influida por el pH, el fosfato y el calcio. Y, en general, los metales pesados actúan desplazándolo de los centros activos o quelatos incorporables. De mayor a menor efecto tenemos: Cu, Ni, Co, Zn, Cr, Mn.

En las plantas acuáticas sumergidas tanto las concentraciones de hierro como de manganeso presentan valores medios moderados, aunque pueden alcanzar valores altos (hasta el 0,2 % del peso seco). Dichos valores extremos los encontramos en los vegetales de medios poco oxidantes de lagunas litorales. Esto se puede explicar porque el poder reductor solubiliza estos metales siendo más fácilmente asimilables, y, por otra parte, facilita la precipitación sobre los tejidos donde, debido a la actividad biológica, hay una diferencia de potencial redox.

RELACION ENTRE LA CONCENTRACION DE CATIONES Y LA MODALIDAD DE ASIMILACION

Teniendo en cuenta que los vegetales totalmente sumergidos están más influidos por el agua circundante en la que viven que los helófitos, los cuales tienen partes vegetativas aéreas, el cociente entre la concentración media de cada metal en aquéllos y éstos puede dar una idea de cómo es afectada la concentración del metal por la modalidad de asimilación de la planta.

Fundación Juan March (Madrid)

$$(a) = \frac{\text{Concentración en plantas sumergidas}}{\text{Concentración en plantas con partes aéreas}}$$

Se utilizan los valores promediados para ambos grupos de plantas, y se obtienen los siguientes valores:

Cu(a) = 1,16	Na(a) = 1,75	Mg(a) = 3,15	Fe(a) = 5,10
K (a) = 1,45	Ca(a) = 2,99	Mn(a) = 3,95	Zn(a) = 5,40

El cociente próximo a 1 del cobre indica que apenas hay diferencias entre plantas sumergidas y helófitos. Debe ser un metal poco asequible en el agua, estando posiblemente más relacionado con el sedimento.

Los cocientes en el caso del potasio y en el del sodio son poco importantes, pero por motivos diferentes. La planta tiene para éstos un gran poder regulador, especialmente acusado para el potasio.

Tanto el calcio como el magnesio tienen cocientes importantes, mayor en el magnesio, y pueden reflejar la asimilación de carbono en el agua.

El cociente del manganeso es importante indicando una gran relación con el medio acuático. Sin embargo, por ser más movilizable que el hierro, se encuentra en mayor proporción que éste en los helófitos.

El hierro y el zinc deben estar muy ligados con el metabolismo de las plantas sumergidas. El hierro, principalmente, se relaciona con los potenciales de oxidación-reducción de las partes enterradas o del agua escasamente oxigenada.

El zinc quizá se relaciona con la productividad primaria, y sea captado de forma activa del medio acuoso por las plantas sumergidas. En la figura 4 se relaciona las concentraciones de zinc con las de magnesio.

En las plantas flotantes, los metales se encuentran en concentraciones intermedias entre las de los helófitos y las de las plantas sumergidas. Cabe indicar un especial enriquecimiento de Fe y Zn por parte de las flotantes, lo que sugiere que la pretendida independencia del agua no es tan acusada como puede creerse.

Las plantas flotantes son más parecidas a las sumergidas en los metales hierro y zinc, y más parecidas a los helófitos en calcio, magnesio, manganeso, siendo los otros poco significativos.

Los valores de los cocientes para cada uno de los metales, utilizando los valores medios, son:

$$(b) = \frac{\text{Concentración en plantas sumergidas}}{\text{Concentración en plantas flotantes}}$$

Fundación Juan March (Madrid)

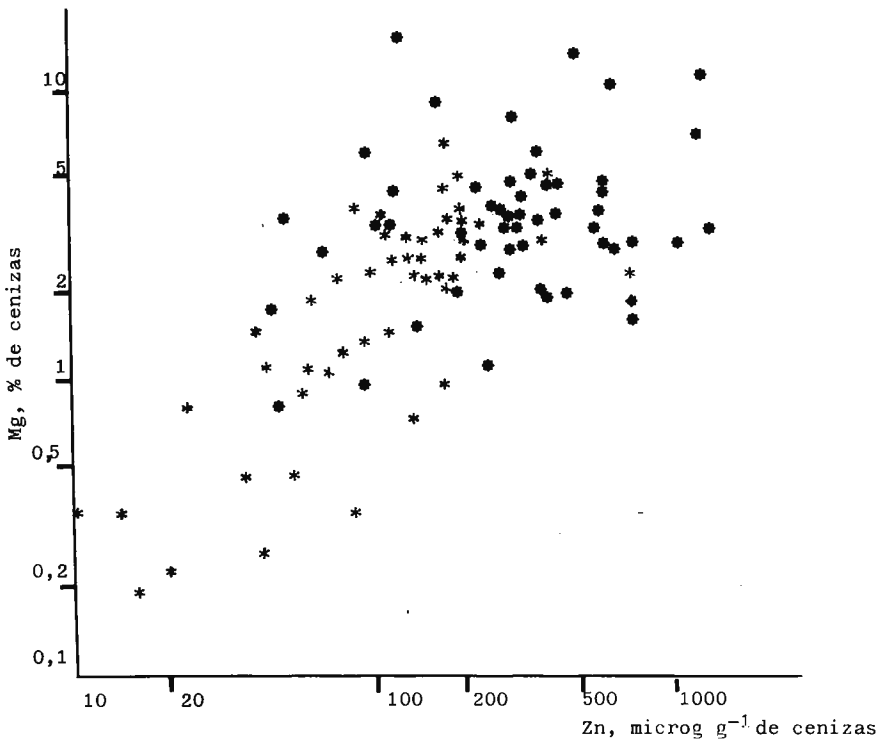


Figura 4.- Relación entre el contenido en las plantas de Mg (ordenadas) expresado en tantos por ciento de cenizas y de Zn (abcisas) expresado en ppm o microg/g de cenizas. Se observa que la mayoría de las plantas sumergidas se distribuyen entre los 200-1000 ppm de zinc, y para los helófitos, entre 10-200 ppm.

Fundación Juan March (Madrid)

Tabla III.- Concentraciones de Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn y Cu de P. pectinatus, Ruppia, Phragmites australis y Typha.

Se indica igualmente los valores globales para las plantas sumergidas, plantas con hojas flotantes y helófitos, así como los valores de la F de Fischer-Snedecor resultantes del análisis de la varianza entre parejas para los distintos cationes.

valores medios,	% peso seco				microg g^{-1} peso seco			
	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Zn	Cu
P. pectinatus	5,42	0,619	1,21	1,95	333	307	41	6,7
Ruppia	2,56	0,632	2,85	2,44	802	1080	100	13,6
F^1	$7,30^{+}$	$0,006^{++}$	$25,6^{+}$	$2,04^{++}$	$12,5^{+}$	$1,21^{++}$	$6,62^{+}$	$4,52^{+}$
Typha	1,88	0,318	1,16	1,56	177	135	14	10,7
Phragmites	0,42	0,099	0,44	0,716	147	46	7	9
F^1	$55,5^{+}$	$12,2^{+}$	$25,6^{+}$	$7,62^{+}$	$0,14^{++}$	$14,9^{+}$	$4,2^{+}$	$0,61^{++}$
Helófitos	1,37	0,220	0,89	1,64	143	126	14	8
Sumergidas	4,10	0,694	1,56	2,38	729	501	74	9
F^2	$42,1^{+}$	$44,8^{+}$	$15,4^{+}$	$10,6^{+}$	$43,7^{+}$	$10,4^{+}$	$39,5^{+}$	$0,94^{++}$
Flotantes (N=7)	1,79	0,320	1,52	1,84	446	189	38	9

1: g.d.l. = 1, 25 +, para E = 0,05 diferencia significativa
2: g.d.l. = 1, 96 ++, para E = 0,05 diferencia no significativa

FUNDACION JUAN MARCH EX-LIBRIS

Fundación Juan March (Madrid)

$$(c) = \frac{\text{Concentración en plantas flotantes}}{\text{Concentración en plantas con partes aéreas}}$$

Cu(b) = 1,05	Na(b) = 1,06	Mg(b) = 2,17	Fe(b) = 1,63
K (b) = 1,28	Ca(b) = 2,28	Mn(b) = 2,64	Zn(b) = 1,97
Cu(c) = 1,09	Na(c) = 1,70	Mg(c) = 1,45	Fe(c) = 3,12
K (c) = 1,12	Ca(c) = 1,31	Mn(c) = 1,49	Zn(b) = 2,80

Es de observar por los datos que se observan en las tablas II y III que los helófitos parecidos a Typha, con hojas basales sumergidas 1/4 de su longitud y de estructura acintada, muestran caracteres más acuáticos que los helófitos de tipo caña como Phragmites o Scirpus lacustris. Es interesante hacer notar que entre Ruppia y Potamogeton pectinatus, ambos macrófitos de morfología parecida que viven en aguas químicamente muy distintas, existen diferencias significativas en calcio, sodio, hierro y zinc, que podríamos relacionar con: fuente de carbono, salinidad del medio, potencial redox y productividad.

En cambio, Typha y Phragmites, helófitos de estructura muy dispar muestran diferencias significativas en todos los metales excepto cobre. Se puede atribuir quizás al tipo de morfología, a una mayor productividad de Typha o, sencillamente, a la mayor proporción de tejidos lignificados y silicificados de Phragmites.

Fundación Juan March (Madrid)

RESUMEN

Se estudia la distribución de las plantas acuáticas en cierto número de lagunas de España oriental en función de los principales factores ecológicos. La observación de la vegetación a lo largo del año ha permitido fijar especial atención al significado de la forma biológica y su importancia fisiológica. Los vegetales acuáticos están fuertemente influídos por la composición química del agua en que viven, y especialmente los sumergidos que dependen de la asimilación del carbono inorgánico disuelto en el agua. Son factores importantes la alcalinidad, el sulfato y el pH. Los cloruros tienen menor papel selectivo. Las plantas de aguas bastante mineralizadas pueden soportar una gran variación de los factores químicos, aunque cada especie tiene preferencia para un tipo de agua determinada. Un aspecto muy interesante y cuyo estudio debe ampliarse es el significado del contenido elemental de las plantas acuáticas. Se manifiesta:
A) La amplitud ecológica de una especie viene expresada por su poder regulador que se observa al comparar las concentraciones de los elementos en el agua y en los tejidos de la planta. B) Los tipos biológicos tradicionales tienen también una expresión fisiológica manifiesta en la concentración de elementos, es decir, en la capacidad y tipo de regulación. C) Las diferencias entre unos y otros tipos se relaciona de manera importante con la fuente de carbono inorgánico que utiliza la planta (CO_2 disuelto, HCO_3, o CO_2 atmosférico). D) Los metales Zn y Cu alcanzan en las plantas una concentración relativamente poco importante y apenas pueden considerarse contaminantes.

SUMMARY.- DISTRIBUTION OF MACROPHYTES IN THE FRESH AND BRACKISH WATERS OF E AND NE SPAIN SPECIALLY IN DEPENDENCE OF THE CHEMICAL ENVIRONMENT.

Distribution of aquatic macrophytes has been studied in a large number of water bodies in East Spain, and has been related to chemical factors. Plants are strongly influenced by the chemical composition of water, and asimilation in submersed plants depends on availabilities or the forms of inorganic carbon disolved in water. Sulfate, alcalinity and pH are important. Chlorides ranges second. Plants from highly mineralized waters can resist a wider range of variation of the different chemical factors, although each species shows a preference for the quality of water. Consideration of the chemical composition of plants provides important hints that are in need of further investigation. Among them are:
A) Ecological amplitude of certain species can be related to their ability of regulation as is expressed by the relative concentration of selected elements in water and in the plant tissues. B) Traditional biological forms find also a physiologica expression in the mineral content of the plant, that is, in its ability and form of regulation. C) Differences among biological forms are related mostly with the source of inorganic carbon that the plant can use (disolved CO_2 and HCO_3, atmosferic CO_2). D) Plants contain relatively small amounts of zinc and copper. Zinc seems to have a major biological role. Copper, also important as a micronutrient, is found in smaller amounts in water plants.

Fundación Juan March (Madrid)

BIBLIOGRAFIA

ALLEN, H.L., 1971: Prymary productivity, chemo-organotrophy and nutritional interactions of epiphitic algae and bacteria on macrophytes in the littoral of a lake. Ecol. Monogr., 41: 97-127

ALLEN, S.H., 1974: Chemical Analysis of ecological materials. Blackwell.

ALLSOP, A., 1965: Land and water forms: physiological aspects. Encyclopaedia of plant Physiology. Springer Verlag XV, 1: 1236-1255.

ALONSO, M., M. COMELLAS y R. MARGALEF- MIR, 1980: Nuevas citas para España de Althenia filiformis Petit. Lagascalia 9 (2): 220-223

BERNATOWITZ, S. y J.ZACHWIEJA, 1966: Types of littoral found in lakes of the Mazurian Suwalki lands. Ekol. Pol. Ser. A, 14: 519-545.

BJORK, S., 1967: Ecological investigations of Phragmites communis. Studies in theoretic and applied limnology. Folia Limnol. Scan., 14: 248 pág.

BOLÒS, O de, y F. MASCLANS, 1955: La vegetación de los arrozales en la región mediterránea. Collectanea Botanica, 6 (3): 415-434.

BOYD, C.E., 1970: Chemical analyses of some vascular plants. Arch. Hydrobiol., 67: 78-85.

--, 1972: A bibliography of interest in the utilization of aquatic plants. Econ Bot., 26: 74-84.

--, 1974: Utilization of aquatic plants: Aquatic vegetation and its use and control. DS Mitchell, Paris UNESCO.

BRADSHAW, A.D., 1965: Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. Adv. Gen., 13.

BRYANT, C.B., 1970: Aquatic weed harvesting- effect and costs . Hyacinth Control. 8 (2).

CAINES, L.A., 1965: The phosphorus content of some aquatic macrophytes with special reference to seasonal fluctuations and applications of phosphate fertilizer. Hydrobiologia, 25: 289-301.

CAMPAS, Ll. y JM VILASECA, 1979: Els llacs pirinecs. Quad. Ecol. Apli., 4: 25-36.

CAMPS, J., I. GONZALVO, J. GUELL, P. LOPEZ, A. TEJERO, X. TOLDRA, F.VALLESPINOS y M. VICENS, 1976: El lago de Montcortés, descripción de un ciclo anual Oecologia aquatica, 2: 99-110.

CIRUJANO, S., 1980: Las lagunas manchegas y su vegetación. I. Anales Jard. Bot. Madrid, 37 (1): 155-192.

COMIN, AF. y X. FERRER, 1979; Les llacunes litorals. Quad. Ecol. Apl., 4: 51-68.

COOK, CDK., 1966: A monographic study of Ranunculus subgenus Batrachium. Mitt. Bot. München. 5: 47-237.

CORILLION, R., 1961: Les végétations précoces de Charophycées d'Espagne merisionale et du Marroc Occidental. Rev. Gen. Bot., 68:317-331.

--, 1962: Nouvelle contribution á l'étude des Charophycées de la Peninsulc Iberique et du Marroc Occidental. Bull. Soc. Sc. Bret., 37: 1-2.

Fundación Juan March (Madrid)

CORILLION, R., 1957: Les Charophycées de la France et d'Europe Occidentale. Bull. Soc. Sc. Bret., 32: 1-499.

--, 1975: Flore des Charophytes du Massif Armoricain et des contrées voisines d'Europe Occidentale. Flore et Végétation du Massif Armoricain. T. IV

COSTE, H., 1900-1906: Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des Contrées limitrophes. Vols. 1-3. Paris.

COWGILL, U.M., 1974: The hydrogeochemistry of Lyndsey Pond. II. The Chemical composition of the aquatic macrophytes. Arch. Hydrobiol. Suppl. 45: 1-119.

CURTIS, T.J., 1959: The vegetation of Wisconsin. Madison.

EMPAIN, A., 1976: Les bryophytes aquatiques utilisés comme traceurs de la contamination en métaux lourds des eaux douces. Mém. Soc. roy. Bot. Belg., 7: 141-156.

FERRER, X. y F.A. COMIN, 1979: Distribució i ecologia dels macròfits submergits del delta de l'Ebre. Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 44 (Sec. Bot., 3): 111-117.

GERTRUDE, M. Th., 1937: Action du milieu extérieur sur le métabolisme végétal. VIII. Métabolisme et morphogénèse en milieu aquatique. Rev. Gen. Bot., 49.

GESSNER,F., 1952: Der Druck in siner Bedeutung für das Waschtum submerser Wasserpflanzen. Planta, 40: 391-397.

--, 1955: Hydrobotanik. I. Energiehaushalt. Berlin.

--, 1959: Hydrobotanik. II. Stoffaushalt. Berlin.

GOLTERMAN, H.L., R.S. CLYMO y M.A.M. OHNSTAD, 1978: Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. 2nd Ed.,London.

GRØNTVERD, J., 1958: Underwater macrovegetation in shallow coastal waters. J. Cons. Internt. pour l'explota. Mer., 24, 1.

HAMMAN, A. 1956: Assimilationszahlen submerser Phanerogamen und ihre Beziehung zur Kohlensäureversorgung. Schwiz Zeit. Hydrobiologie, 19, 2.

HARTOG, C. den, S. SEGAL, 1964: A new classification of the waterplant communities. Acta Bot. Neerl., 13 (3): 367-393.

HEJNY, S., 1960: Oekologische Charakteristik der Wasser- und Sumpflanzen in den Slowakische Tiefebenen (Donau und Theissgebeit), Bratislava. Verlag der Slowakischen Akademie der Wissenschaften.

HUTCHINSON, G.E., 1975: A Treatise on Limnology. III. Limnological Botany. New Haven. Wiley Interscience.

IVERSEN, J. y S. OLSEN, 1946: Die Verbreitung den Wasserpflanzen in Relation zur Chemie der Wassers. Bot. Tidskr., 46: 136-145.

KRAUSCH, HD., 1964: Die Pflanzengesellschafaten der Stechlingsee-Gebites. I. Die Gessellschaften der offenen Wassers. Limnologica, 2: 145-203.

KRAUSE, W., 1969: Zur Charceenvegetation der Oberrheinebene. Arch. Hydrobiol. Suppl., 35: 202-253.

LITTLE, ECS., 1979: Handbook of utilization of aquatic plants. A review of World literature. FAO Fisheries Tech. Paper nº 187.

LOLLAR, A.Q., DG. COLLEMAN y CE BOYD, 1971: Carnivorous pathway of phosphorus uptake by Utricularia inflata. Arch. Hydrobiol., 69 (3): 400-404.

Fundación Juan March (Madrid)

LOWENHAUPT, B., 1956: Active cation transport in submersed aquatic plants. I. Effect of light upon the absortion and excretion of calcium by Potamogeton crispus L. leves. US Atomic Energy Comission.

LOHAMAR, G., 1938: Wasserchemie und höhere Vegetation scgweidischer Seen. Sym. Bot. Sve. Upsal., 3: 1- 252.

--, 1965: The vegetation of Swedish lakes. Acta Phytogeo. Suec., 50: 28-47.

MARGALEF, R., 1946: Materiales para el estudio del lago de Banyoles. Publi. Inst. Biol. Apli., 1: 2.

--, 1950: Datos para la hidrobiología del estanque de Montcortés (Provincia de Lérida). Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 48.

MARGALEF, R., D. PLANAS, J. ARMENGOL, N. PRAT, A. GUISET, J. TOJA, M. ESTRADA, 1976: Limnología de los embalses españoles. Dirección general de Obras Hidráulicas. MOP. Publicación nº 123. Madrid.

MARISTO, L., 1941: Die Seetypen Finnalns auf Floristischer und vegetationsphysiognomischer Grunlage. Suom. Eläin-ja Kasvitiet (Ann. Bot. Soc. Bot. Zoo. Vanamo), 15 (15) 314 págs.

McROBBIE, E.A.C., 1970: The active transport of ions in plant cells. Q. Rev. Biophys. 3

MIRACLE, MR, 1976: Distribución en el espacio y en el tiempo de las especies de zooplancton del lago de Bañolas. Monografías ICONA, 5: 3-106.

--, 1978: Composición específica de las comunidades zooplanctónicas de 153 lagos del Pirineo y su interés biogeográfico. Oecologia aquatica, 3: 167-191.

MISRA, R.D., 1938: Edaphic factors in the distribution of aquatic plants in the English lakes. J. Ecol., 26: 412-451

OBERDORFER, E., 1957: Süddeutsche Pflanzengessellschaften. Planzensoziologie, 10, xiii, 1-564.

OKLAND, S., 1944: Macrovegetation and ecological factors in two Norwegian lakes. Norw. J. Bot., 21: 137-159.

OLSEN, S., 1944: Danish Charophyta, chorological, ecological and biological investigations. K. Danske Vidensk Selsk. Biol. Skr., 3.

PLANAS, M.D., 1973: Composición, ciclo y productividad del fitoplancton del lago de Bañolas. Oecologia aquatica, 1: 3-106.

RAVEN, J.A., 1970: Exogenous inorganic carbon sources in plant photosynthesis. Biol. Rev., 45: 167-221.

REYES P., E., 1910: Las Carófitas de España. Madrid. 280 págs.

RIEMER, D.N. y T.J.TOTH, 1968: A survey of chemical composition of aquatic plants in New Jersey. N.J. Agr. Exp. Sta. Agri. Envir. Scie., Rutgers Univ., bull 820.

RIVAS-MARTINEZ, S., 1975: Datos ecológicos sobre la vegetación acuática continental. Inst. Bot. Cavanilles, 32 (1): 199-205.

SAND-JENSEN, K., 1978: Metabolic adaptations and vertical zonation of Littorella uniflora (L.) Asch. and Isoetes lacustris L. Aquatic Botany, 4: 1-10.

SAUER, F., 1937: Die Makrophytenvegetation ostholsteinischer Seen und Teiche. Arch. Hydrobiol. Supp., 6: 431-592.

Fundación Juan March (Madrid)

SCHIEMER, F., M. PROSPER, 1976: Distribution and biomass of submersed macrophytes in Neusiedlersee. Aquatic Bot., 2: 289-307.

SCHWOERBEL, J., 1968: Untersuchung über die Rolle submersen Wasserpflanzen bei der Eliminierung von Phosphaten. Münchener Beiträge, 5 (2).

SCULTHHORPE, C.D., 1967: The biology of aquatic vascular plants.

SEDDON, B., 1972: Aquatic macrophytes as limnological indicators. Freshwater Biol., 2: 107-130.

SØNDERAARD, M., K. SAND-JENSEN, 1979: Carbon uptake by leaves and roots of Littorella uniflora (L.) Asch. Aquatic Botany, 6: 1-12.

SØRENSON, H., 1948: Studies on the ecology of Danish water- and bog-mosses. Dank. Bot. Ark., 12 (10): 48 págs.

SPENCE, D.H.N y J. CHRYSTALL, 1970: Photosynthesis and zonation of freshwater macrophites. I. Depth distribution and shade tolerance. New Phytol., 6: 205-215.

STEEMAN NIELSEN, E., 1944: Dependence of freshwater plants on quantity of carbon dioxide and hydrogen ion concentration illustrated through experimental investigations. Dansk. Bot. Ark., 11 (8): 1-25

TUTIN, TG., et al., 1964-1976: Flora Europaea. Vols. 1-5. Cambridge.

VERHOEVEN, J.T.A., 1975: Ruppia-communities in the Camargue, France. Distribution and structure in relation to salinity and salinity fluctuations. Aquatic Botany, 1: 217-241.

--, 1979: The ecology of Ruppia-dominated communities in Western Europe.I. Distribution of Ruppia representatives in relation to their autoecology. Aquatic Botany, 6: 197-268.

VILASECA, JM., 1978: Fitoplancton de los lagos pirenaicos. Tesina inédita. Univ. de Barcelona.

VITT, D.F. y SLACK, N., 1975: An analysis of the vegetation of Sphagnum dominated kettle-hole bogs in relation to environmental factors. Can. J. Bot. 53: 332-359.

WESTLAKE, D.F., 1975: Prymary production of freshwater macrophytes. Photosynthesis and productivity in different environments. International Biological Programe, V. 3.

WETZEL, R.G., 1964: A comparative study of the primary productivity of the higher aquatic plants, periphyton and phytoplancton in a large shallow lake. Int. Revue ges. Hydrobiol., 49, (1): 1-61.

--, 1964: Primary productivity of aquatic macrophytes. Verh. Inter. Verein. Limnol., 15: 426-436.

--, 1972: The role of carbon in hard-water marl lakes. Nutrirnts and Eutrophication Special Symposia, V I, 84-94.

WETZEL, R.G., P.H. RICH, M.C. MILLER y H.L. ALLEN, 1972: Metabolism of disolved and particulate detrital carbon in a temperate hard-water lake. IBP-UNESCO Symposium on Detritus and its role in aquatic ecosystems. Pallanza. Mem. Inst. Ital. Idrobiol., 29 Suppl.: 185-243.

Fundación Juan March (Madrid)

FUNDACION JUAN MARCH
SERIE UNIVERSITARIA

TITULOS PUBLICADOS

Serie Verde

(Matemáticas, Física, Química, Biología, Medicina)

2 Mulet, A.:
Estudio del control y regulación, mediante un calculador numérico, de una operación de rectificación discontinua.

4 Santluste, J. M.:
Combustión de compuestos oxigenados.

5 Vicent López, J. L.:
Películas ferromagnéticas a baja temperatura.

7 Salvá Lacombe, J. A.:
Mantenimiento del hígado dador in vitro en cirugía experimental.

8 Plá Carrera, J.:
Estructuras algebraicas de los sistemas lógicos deductivos.

11 Drake Moyano, J. M.:
Simulación electrónica del aparato vestibular.

19 Purroy Unanua, A.:
Estudios sobre la hormona Natriurética.

20 Serrano Molina, J. S.:
Análisis de acciones miocárdicas de bloqueantes Beta-adrenérgicos.

22 Pascual Acosta, A.:
Algunos tópicos sobre teoría de la información.

25 I Semana de Biología:
Neurobiología.

26 I Semana de Biología:
Genética.

27 I Semana de Biología:
Genética.

28 Zugasti Arbizu, V.:
Analizador diferencial digital para control en tiempo real.

29 Alonso, J. A.:
Transferencia de carga en aleaciones binarias.

30 Sebastián Franco, J. L.:
Estabilidad de osciladores no sinusoidales en el rango de microondas.

39 Blasco Olcina, J. L.:
Compacidad numerable y pseudocompacidad del producto de dos espacios topológicos.

44 Sánchez Rodríguez, L.:
Estudio de mutantes de saccharomyces cerevisiae.

45 Acha Catalina, J. I.:
Sistema automático para la exploración del campo visual.

47 García-Sancho Martín, F. J.:
Uso del ácido salicílico para la medida del pH intracelular.

48 García García, A.:
Relación entre iones calcio, fármacos ionóforos y liberación de noradrenalina.

49 Trillas, E., y Alsina C.:
Introducción a los espacios métricos generalizados.

50 Pando Ramos, E.:
Síntesis de antibióticos aminoglicosídicos modificados.

51 Orozco, F., y López-Fanjul, C.:
Utilización óptima de las diferencias genéticas entre razas en la mejora.

Fundación Juan March (Madrid)

52 Gallego Fernández, A.:
Adaptación visual.

55 Castellet Solanas, M.:
Una contribución al estudio de las teorías de cohomología generalizadas.

56 Sánchez Lazo, P.:
Fructosa 1,6 Bisfosfatasa de hígado de conejo: modificación por proteasas lisosomales.

57 Carrasco Llamas, L.:
Estudios sobre la expresión genética de virus animales.

59 Afonso Rodríguez, C. N.:
Efectos magneto-ópticos de simetría par en metales ferromagnéticos.

63 Vidal Costa, F.:
A la escucha de los sonidos cerca de $T\lambda$ en el 4_{He} líquido.

65 Andréu Morales, J. M.:
Una proteína asociada a membrana y sus subunidades.

66 Blázquez Fernández, E.:
Desarrollo ontogénico de los receptores de membrana para Insulina y glucagón.

69 Vallejo Vicente, M.:
Razas vacunas autóctonas en vías de extinción.

76 Martín Pérez, R. C.:
Estudio de la susceptibilidad magnetoeléctrica en el Cr_2O_3 policristalino.

80 Guerra Suárez, M.ª D.:
Reacción de Amidas con compuestos organoalumínicos.

82 Lamas de León, L.:
Mecanismo de las reacciones de iodación y acoplamiento en el tiroides.

84 Repollés Moliner, J.:
Nitrosación de aminas secundarias como factor de carcinogénesis ambiental.

86 II Semana de Biología:
Flora y fauna acuáticas.

87 II Semana de Biología:
Botánica.

88 II Semana de Biología:
Zoología.

89 II Semana de Biología:
Zoología.

91 Viéitez Martín, J. M.:
Ecología comparada de dos playas de las Rías de Pontevedra y Vigo.

92 Cortijo Mérida, M., y García Blanco, F.:
Estudios estructurales de la glucógeno fosforilasa b.

93 Aguilar Benítez de Lugo, E.:
Regulación de la secreción de LH y prolactina en cuadros anovulatorios experimentales.

95 Bueno de las Heras, J. L.:
Empleo de polielectrolitos para la floculación de suspensiones de partículas de carbón.

96 Núñez Alvarez, C., y Ballester Pérez, A.:
Lixiviación del cinabrio mediante el empleo de agentes complejantes.

101 Fernández de Heredia, C.:
Regulación de la expresión genética a nivel de transcripción durante la diferenciación de Artemia salina.

103 Guix Pericas, M.:
Estudio morfométrico, óptico y ultraestructural de los inmunocitos en la enfermedad celíaca.

105 Llobera i Sande, M.:
Gluconeogénesis «in vivo» en ratas sometidas a distintos estados tiroideos.

106 Usón Finkenzeller, J. M.:
Estudio clásico de las correcciones radiactivas en el átomo de hidrógeno.

107 Galián Jiménez, R.:
Teoría de la dimensión.

111 Obregón Perea, J. M.ª:
Detección precoz del hipotiroidismo congénito.

Fundación Juan March (Madrid)

115 Cacicedo Egües, L.:
Mecanismos moleculares de acción de hormonas tiroideas sobre la regulación de la hormona tirótropa.

121 Rodríguez García, R.:
Caracterización de lisozimas de diferentes especies.

122 Carravedo Fantova, M.:
Introducción a las Orquídeas Españolas.

125 Martínez-Almoyna Rullán, C.:
Contribución al estudio de la Manometría Ano-rectal en niños normales y con alteraciones de la continencia anal.

127 Marro, J.:
Dinámica de transiciones de fase: Teoría y simulación numérica de la evolución temporal de aleaciones metálicas enfriadas rápidamente.

129 Gracia García, M.:
Estudio de cerámicas de interés arqueológico por espectroscopia Mössbauer.

131 García Sevilla, J. A.:
Receptores opiáceos, endorfinas y regulación de la síntesis de monoaminas en el sistema nervioso central.

132 Rodríguez de Bodas, A.:
Aplicación de la espectroscopía de RPE al estudio conformacional del ribosoma y el tRNA.

136 Aragón Reyes, J. J.:
Interacción del Ciclo de los Purín Nucleótidos con el Ciclo del Acido Cítrico en Músculo Esquelético de Rata durante el Ejercicio.

139 Genís Gálvez, J. M.:
Estudio citológico de la retina del camaleón.

140 Segura Cámara, P. M.:
Las sales de tiazolio ancladas a soporte polimérico insoluble como catalizadores en química orgánica.

141 Vicent López, J. L.:
Efectos anómalos de transporte eléctrico en conductores a baja temperatura.

143 Nieto Vesperinas, M.:
Técnicas de prolongación analítica en el problema de reconstrucción del objeto en óptica.

145 Arias Pérez, J.:
Encefalopatía portosistémica experimental.

147 Palanca Soler, A.:
Aspectos Faunísticos y Ecológicos de Carábidos Altoaragoneses.

150 Vioque Cubero, B.:
Estudio de procesos bioquímicos implicados en la abscisión de la aceituna.

151 González López, J.:
La verdadera morfología y fisiología de Azotobacter: células germinales.

152 Calle García, C.:
Papel modulador de los glucocorticoides en la población de receptores para insulina y glucagón.

154 Alberdi Alonso, M.ª T.:
Paleoecología del yacimiento del Neógeno continental de Los Valles de Fuentidueña (Segovia).

156 Gella Tomás, F. J.:
Estudio de la fosforilasa kinasa de hígado y leucocitos: purificación, características y regulación de su actividad.

Fundación Juan March (Madrid)

Fundación Juan March (Madrid)

Fundación Juan March (Madrid)