

ASPECTOS BOTÁNICOS Y LIMNOLÓGICOS DE LA Balsa de Zurbano (Vitoria)



Aspecto de la balsa de Zurbano en el año 1999

Enero 2000

ASPECTOS BOTÁNICOS Y LIMNOLÓGICOS DE LA Balsa DE ZURBANO (VITORIA)

POR

**SANTOS CIRUJANO*, LEOPOLDO MEDINA*, MIRIAM MORENO &
PALMIRA RIOLOBOS****

*** REAL JARDÍN BOTÁNICO DE MADRID, CSIC**

**** CENTRO DE CIENCIAS MEDIOAMBIENTALES DE MADRID, CSIC**

ENERO 2000

Citación bibliográfica: Cirujano, S., L. Medina, M. Moreno & A. Rubio (2000). *Aspectos botánicos y limnológicos de la balsa de Zurbano (Vitoria)*. Centro de Estudios Ambientales, Ingurugiro Galetarako Ikastegia. Vitoria-Gasteiz. Informe inédito.

ÍNDICE

página

INTRODUCCIÓN.....	4
METODOLOGÍA.....	5
LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	5
FÍSICO-QUÍMICA DE LAS AGUAS.....	5
FLORA Y VEGETACIÓN.....	6
CATÁLOGO	6
FLORÍSTICO.....	
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA Balsa DE ZURBANO.....	16
ZONA 1 CANAL DE LA Balsa.....	18
ZONA 2 PRADERA INUNDADA.....	18
ZONA 3 CHARCAS SOMERAS EN LA PRADERA INUNDADA	19
ZONA 4 BARBECHOS INUNDADOS.....	19
ZONA 5 CARRIZALES.....	20
DESCRIPCIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES.....	29
DINAMISMO DE VEGETACIÓN.....	32
CONCLUSIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37

INTRODUCCIÓN

En este trabajo, que recopila los datos obtenidos durante el año 1999, se ha estudiado la flora y la vegetación que ha colonizado la balsa de Zurbano después de su recuperación e inundación en el año 1998.

El diseño y metodología empleada en este estudio son semejantes a los utilizados en el caso de la balsa de Betoño (CIRUJANO & *al.*, 1998), aunque las características limnológicas y botánicas actuales de la balsa de Zurbano, debido a su reciente creación, sean diferentes.

Con la intención de diseñar un plan de manejo de la balsa se ha realizado una caracterización físico-química básica de las aguas, incidiendo en los parámetros indicadores de eutrofización.

En el catálogo florístico se incluyen las plantas acuáticas y marginales recolectadas en las zonas inundadas, y también otras plantas frecuentes en los pastizales, aunque en este caso son citas meramente testimoniales. La riqueza florística de los bosquetes que rodean la laguna de Zurbano aconseja su estudio detallado, con el fin de conocer exactamente la riqueza botánica de este enclave.

La riqueza florística de Zurbano se ha comparado con otras zonas húmedas semejantes en extensión y en cuanto a sus características limnológicas, lo que nos dan una idea aproximada del potencial botánico del enclave estudiado.

En el mismo apartado botánico se describen las comunidades vegetales más importantes de la balsa relacionándolas con los cinco tipos de hábitats o zonas que hemos reconocido en el humedal. También se indica cual puede ser el dinamismo y evolución de las formaciones vegetales en los próximos años.

El estudio concluye con algunas indicaciones sobre la gestión y con el correspondiente apartado de referencias bibliográficas.

METODOLOGÍA

Los datos que se refieren a la físico-química del agua se obtuvieron a partir de las muestras de agua recogidas a comienzos del mes de junio, y en la última semana de julio de 1999, aunque en este último muestreo solamente se analizaron los parámetros indicadores de niveles de eutrofia. Los análisis de agua fueron realizados en el Centro de Ciencias Medioambientales, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas. El estudio botánico, que comprende la herborización y la toma de inventarios para caracterizar la vegetación, se realizó en mayo, julio y setiembre del mismo año. Los materiales recolectados fueron prensados, determinados e incluidos en el Herbario General del Jardín Botánico de Madrid (MA), que también pertenece al Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Las tomas de agua se realizaron en el mismo punto, situado en las inmediaciones de la caseta de observación, en las proximidades del canal de la Balsa central (punto 1, fig. 1). Las herborizaciones incluyeron la exploración de la superficie inundada y las recolecciones de material en los diferentes tipos de ambientes reconocidos en las 24,55 ha inundadas que tenía la balsa de Zurbano en la época en la que se realizó el estudio.

FÍSICO-QUÍMICA DE LAS AGUAS

Las aguas embalsadas en la balsa de Zurbano son, desde el punto de vista físico-químico, muy semejantes a las de la balsa de Betoño, como es lógico pensar debido a su proximidad.

La salinidad de las aguas de Zurbano varió muy poco, y estuvo comprendida entre 606 (V-1999) y 660 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (VII-1999), aunque puede llegar a tener hasta 820 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (SET MEDIO AMBIENTE, 1998; 1999). En cualquier caso, quedan incluidas en el límite inferior del tipo subsalino (MONTES & MARTINO, 1987) (tabla1).

En lo que se refiere al tipo iónico, son bicarbonatado (clorurado)(sulfatado) - cálcico (sódico), con claro dominio de los bicarbonatos sobre cloruros y sulfatos, que no llegan al 25%, y del calcio sobre el sodio, que tampoco alcanza este porcentaje, y el magnesio que no sobrepasa el límite del 5% (EUGSTER & HARDIE, 1978) (tabla 2).

En cuanto a los parámetros de contaminación, en este momento la balsa de Zurbano, si tenemos en cuenta la concentración media de fósforo total obtenida en los dos análisis efectuados en 1999 (0,7944 mg P/I), es una zona húmeda eutrófica, pero muy cerca de ser hipereutrófica, ya que el límite inferior

de las aguas estancadas hipereutróficas se establece en 0,084 mg P/l (ÁLVAREZ COBELAS & al., 1991).(tabla 1).

La presencia de concentraciones apreciables de amonio puede sugerir cierta contaminación orgánica, pero también pudiera deberse a la descomposición de la vegetación, ya que el ión amonio constituye una primera etapa del ciclo del nitrógeno por transformación de la urea, pero también procede de la disolución de amoniaco o compuestos nitrogenados en fase de descomposición de los vertidos.

El agua con un contenido reducido de amoniaco no es perjudicial para usos agrícolas, pues se transforma en nitratos, pero si es perjudicial para los peces.

Los nitritos y nitratos constituyen una segunda y tercera etapa del ciclo del nitrógeno, al que se llega por la acción de las bacterias aerobias. Las elevadas concentraciones de nitratos encontradas, sobre todo en el mes de julio, son lógicas si tenemos en cuenta el uso agrícola que tuvo, hasta hace poco tiempo, la balsa de Zurbano.

Si consideramos unos valores indicativos de contaminación para las aguas naturales de 0,05 mg/l de nitritos; 0,5 mg/l de nitratos; 0,2 mg/l de amonio; y 1,15 mg/l de fósforo total; habrá que concluir que las aguas de Zurbano están contaminadas esencialmente por las actividades agrícolas.

Dado que la balsa está sometida a un proceso continuo de lavado, debería observarse la evolución de estos parámetros de contaminación durante los próximos años.

FLORA Y VEGETACIÓN

CATÁLOGO FLORÍSTICO

Se incluyen en el presente catálogo las plantas acuáticas (plantas acuáticas en sentido estricto, y las plantas emergentes que viven enraizadas en suelos inundados durante largos períodos de tiempo), que fueron herborizadas en la balsa de Zurbano en junio, julio y setiembre de 1999. También se han incluido otras plantas que, aunque no son acuáticas, se han encontrado entre las formaciones estudiadas. En este caso el catálogo es meramente indicativo de la gran diversidad botánica que existe en los bosquetes, praderas y pastizales que rodean este humedal. El catálogo incluye algas (esencialmente carófitos) y fanerógamas, en este caso los táxones reconocidos quedan incluidos en sus correspondientes familias que han sido ordenadas alfabéticamente. En total se citan 80 táxones, que corresponden a, 10 algas (8 carófitos), 2 pteridófitos y 68 angiospermas. Estas últimas están representadas por 30 familias y 49 géneros.

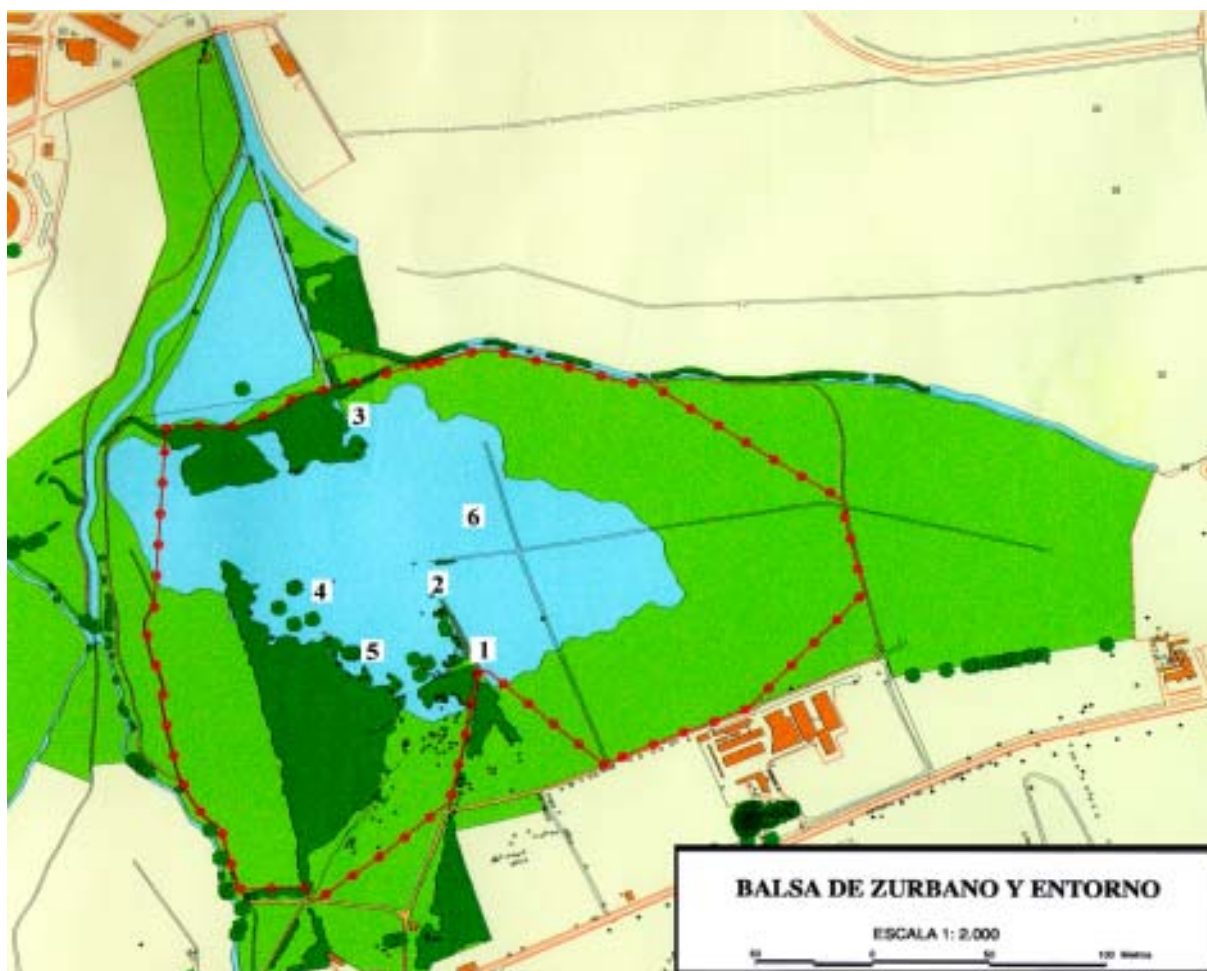


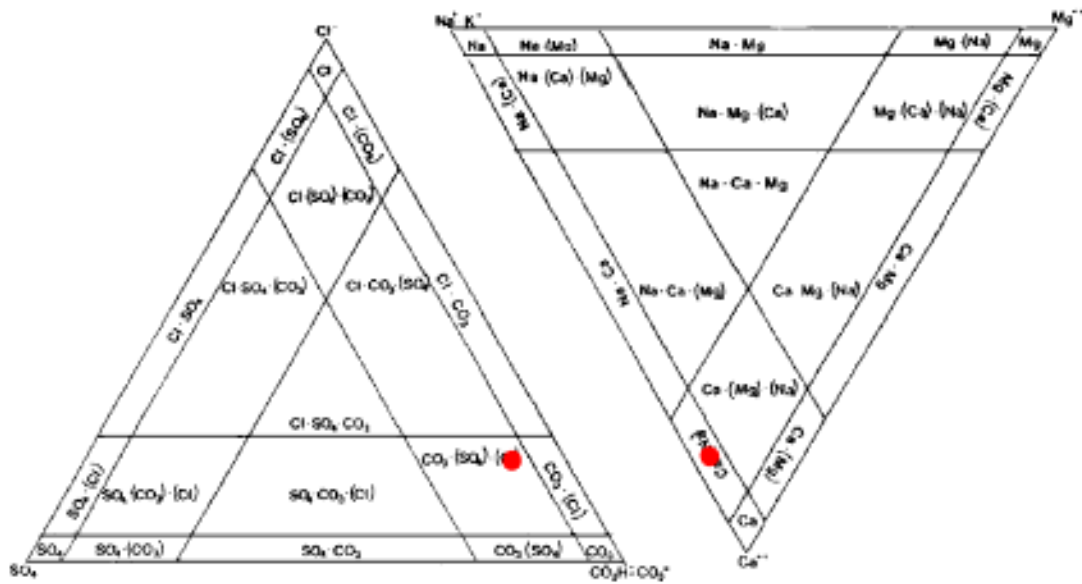
Fig. 1. Localización de los enclaves elegidos para caracterizar los diferentes tipos de vegetación acuática de la balsa de Zurbano.

Tabla 1. Características físico-químicas y parámetros de eutrofización del agua medidos en la balsa de Zurbano en junio y julio de 1999.

	4-VI-1999	27-VII-1999
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	606	659
pH	7,47	7,16
Sales totales	529,5	
Residuo seco 110°C (mg/l)	501	554
Bicarbonatos (mg/l)	295,5	----
Carbonatos (mg/l)	0	----
Cloruros (mg/l)	56,23	----
Sulfatos (mg/l)	25,71	----
Sodio (mg/l)	18,38	----
Potasio (mg/l)	3,57	----
Calcio (mg/l)	126,4	----
Magnesio (mg/l)	2,92	----
Sílice (mg/l)	13,84	----
Nitritos (mg/l)	0,0217	0,032
Nitratos (mg/l)	0,6228	8,319
Amonio (mg/l)	1,0582	1,91
Ortofosfatos (mg/l)	0,0962	0,075
Fósforo total (mg P/l)	0,7175	0,8713
Materia orgánica al permanganato (mg O_2/l)	32,32	46,46

Tabla 2. Concentraciones de los iones mayoritarios (expresadas en meq/l) y porcentajes relativos utilizados para definir el tipo iónico de la balsa de Zurbano.

	4-VI-1999	
	meq/l	% meq/l
Bicarbonatos	4,81	69,46
Carbonatos	0	0
Cloruros	1,58	22,81
Sulfatos	0,53	7,73
Sodio	0,80	10,73
Potasio	0,09	1,22
Calcio	6,32	84,83
Magnesio	0,24	3,22



Aniones

Cationes

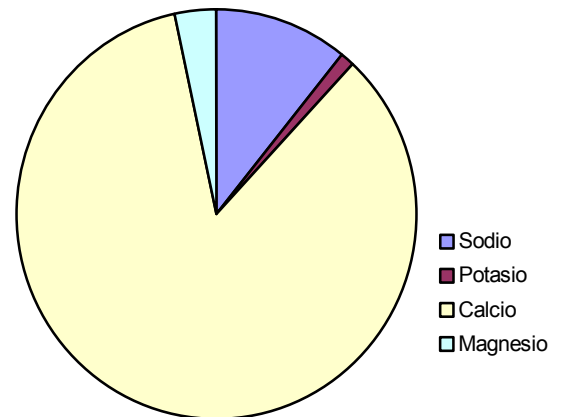
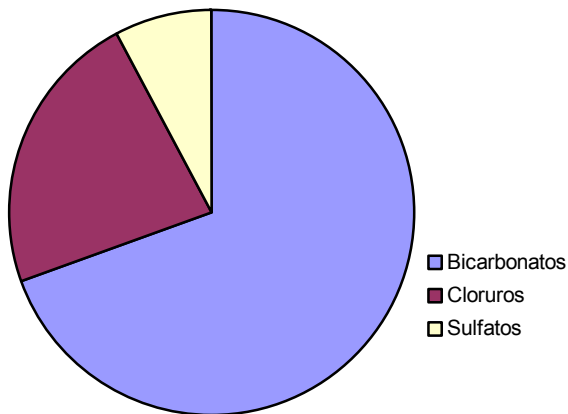


Figura 2. Representación en diagramas triangulares del tipo iónico de las aguas de la balsa de Zurbano, basada en los porcentajes relativos de los distintos iones (expresados en meq/l) obtenidos en el muestreo del año 1999 (tabla 2).

El número total de macrófitos acuáticos identificados en 1999 fue 13, que corresponden a 9 especies (tabla 3), y el número de plantas emergentes o helófitos, estimado según el criterio de Cirujano & al. (1992), fue 18 (tabla 4).

ALGAS

Cladophoraceae

Cladophora sp.

Zygnemataceae

Spirogyra sp.

Characeae

Chara fragilis Desv.

Chara hispida L.

Chara hispida var. *major* (Hartm.) R. D. Wood

Chara hispida f. *polyacantha* (A. Braun) R. D. Wood

Chara vulgaris L. var. *vulgaris*

Chara vulgaris var. *contraria* (A. Braun ex Kütz.) J. A. Moore

Chara vulgaris var. *longibracteata* (Kütz.) J. Groves & Bullock-Webster

Tolypella glomerata (Desv.) Leonhardi

PTERIDÓFITOS

Equisetaceae

Equisetum palustre L.

Equisetum telmateia Ehrh.

ANGIOSPERMAS

Aceraceae

Acer campestre L.

Alismataceae

Alisma lanceolatum With.

Baldellia ranunculoides (L.) Parl.

Apiaceae

Apium nodiflorum (L.) Lag.

Oenanthe fistulosa L.

Oenanthe lachenalii C.C. Gmelin

Asteraceae

Anthemis cotula L.
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh
Senecio gallicus Chaix

Callitrichaceae

Callitriche sp.

Caprifoliaceae

Sambucus ebulus L.
Sambucus nigra L.

Caryophyllaceae

Lychnis flos-cuculi L.

Cornaceae

Cornus sanguinea L.

Cyperaceae

Carex divisa Hudson
Carex hirta L.
Carex leporina L.
Carex riparia Curtis
Cyperus eragrostis Lam.
Eleocharis palustris (L.) Roemer & Schultes
Scirpus lacustris L. subsp. *tabernaemontani* (C.C. Gmelin) Syme
Scirpus setaceus L.

Convolvulaceae

Calystegia sepium (L.) R. Br.

Cruciferae

Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Hayek
Sinapis arvensis L. subsp. *arvensis*
Sisymbrella aspera (L.) Spach subsp. *aspera*

Gramineae

Agrostis castellana Boiss. & Reuter
Elymus repens (L.) Gould
Glyceria fluitans (L.) R. Br.
Phragmites australis (Cav.) Trin. Ex Steudel

Iridaceae

Iris pseudacorus L.

Juncaceae

Juncus articulatus L.

Juncus bufonius L.
Juncus effusus L.
Juncus gerardi Loisel.

Labiatae

Lycopus europaeus L.
Mentha aquatica L.
Teucrium scordium L.

Lemnaceae

Lemna minor L.

Lythraceae

Lythrum hyssopifolia L.
Lythrum salicaria L.

Malvaceae

Althaea officinalis L.

Oleaceae

Fraxinus angustifolia Valh.

Onagraceae

Epilobium hirsutum L.
Epilobium tetragonum L. subsp. *tetragonum*

Plantaginaceae

Plantago major L.

Polygonaceae

Polygonum amphibium L.
Polygonum lapathifolium L.
Rumex crispus L.
Rumex conglomeratus Murray

Potamogetonaceae

Potamogeton pectinatus L.

Primulaceae

Lysimachia vulgaris L.
Samolus valerandi L.

Ranunculaceae

Aconitum napellus L.
Ranunculus aquatilis L. (*)
Ranunculus flammula var. *serratus* DC.
Ranunculus ophioglossifolius Vill.
Ranunculus sardus Crantz

Ranunculus tuberosus Lapeyr.
Thalictrum flavum L. subsp. *flavum*

(*) a este táxon asimilamos los ejemplares recolectados en las charcas someras, aunque somos conscientes de que sus características morfológicas son intermedias entre *Ranunculus peltatus* y *R. aquatilis* (AIZPURU & al., 1999).

Rubiaceae

Galium palustre L.

Salicaceae

Salix atrocinerea Brot.

Scrophulariaceae

Scrophularia balbisii Hornem

Veronica anagallis-aquatica L.

Veronica beccabunga L.

Sparganiaceae

Sparganium erectum L. subsp. *neglectum* (Beeby) Schinz & Thell.

Typhaceae

Typha domingensis (Pers.) Steudel

Typha latifolia L.

Para estimar la riqueza botánica actual de la balsa de Zurbano y compararla con otros enclaves semejantes hemos recurrido a tres índices simples calculados al dividir en número de plantas (especies) por la superficie en hectáreas. Estos índices son RF_m , para los macrófitos acuáticos; RF_h , para las plantas emergentes, y RF_T , para el total de las plantas acuáticas (macrófitos acuáticos y emergentes).

En la tabla 4 se resume la flora acuática y marginal de los tres humedales estudiados, Zurbano, Betoño y Valdemudo (Palencia), y en la tabla 5 quedan reflejados los valores de RF obtenidos. La balsa de Valdemudo se ha elegido como referencia debido a que sus características morfométricas, hidrológicas y extensión son semejantes a la balsa de Zurbano. Además, la laguna de Valdemudo es una laguna consolidada y bien conservada (CIRUJANO & SANTIAGO, 2000), lo que nos permite utilizarla como patrón de medida en lo que se refiere a la riqueza florística. También hemos incluido la balsa de Betoño, que corresponde a un estado más evolucionado que Zurbano.

Tabla 3. Comparación de la flora acuática de la balsa de Zurbano (Vitoria), la balsa de Betoño (Vitoria) (Cirujano & al., 1998), y la laguna de Valdemudo (Palencia) (Cirujano & Santiago, 2000).

	Zurbano	Betoño	Valdemudo
Plantas acuáticas			
<i>Chara aspera</i>			●
<i>Chara fragilis</i>	●		●
<i>Chara hispida</i>	●		●
<i>Chara hispida</i> var. <i>major</i>	●		●
<i>Chara hispida</i> var. <i>polyacantha</i>	●		
<i>Chara vulgaris</i>	●	●	●
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>contraria</i>	●		
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>longibracteata</i>	●	●	●
<i>Nitella mucronata</i>			●
<i>Tolypella glomerata</i>	●	●	●
<i>Nitella translucens</i>			●
<i>Hippuris vulgaris</i>			●
<i>Callitriche obtusangula</i>		●	
<i>Callitriche</i> sp.	●		
<i>Groenlandia densa</i>		●	
<i>Lemna minor</i>	●	●	
<i>Myriophyllum spicatum</i>			●
<i>Myriophyllum verticillatum</i>			●
<i>Polygonum amphibium</i>	●	●	●
<i>Potamogeton coloratus</i>		●	
<i>Potamogeton gramineus</i>			●
<i>Potamogeton natans</i>			●
<i>Potamogeton pectinatus</i>	●		
<i>Ranunculus aquatilis</i>	●		
<i>Ranunculus trichophyllus</i>		●	●
<i>Utricularia australis</i>			●
<i>Zannichellia peltata</i>		●	●
Nº total de táxones	13	10	18
Nº total de especies	9	9	16

Tabla 4. Comparación de la flora acuática de la balsa de Zurbano (Vitoria), la balsa de Betoño (Vitoria) (Cirujano & al., 1998), y la laguna de Valdemudo (Palencia) (Cirujano & Santiago, 2000)(Continuación).

	Zurbano	Betoño	Valdemudo
Plantas emergentes o helófitos			
<i>Alisma lanceolatum</i>	●	●	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>		●	
<i>Apium nodiflorum</i>	●		
<i>Baldellia ranunculoides</i>	●		●
<i>Carex acutiformis</i>			●
<i>Carex pseudocyperus</i>			●
<i>Carex riparia</i>	●	●	●
<i>Damosonium polyspermum</i>			●
<i>Eleocharis palustris</i>	●	●	●
<i>Eleocharis uniglumis</i>			●
<i>Glyceria declinata</i>		●	
<i>Glyceria fluitans</i>	●		●
<i>Lycopus europaeus</i>	●		●
<i>Lythrum salicaria</i>	●		●
<i>Oenanthe fistulosa</i>	●		●
<i>Phragmites australis</i>	●	●	●
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	●		
<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>lacustris</i>		●	●
<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>tabernaemontani</i>	●	●	
<i>Scirpus maritimus</i>			●
<i>Scirpus setaceus</i>	●		
<i>Sparganium erectum</i> subsp. <i>neglectum</i>	●	●	●
<i>Typha domingensis</i>	●		●
<i>Typha latifolia</i>	●	●	●
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	●	●	●
<i>Veronica beccabunga</i>	●	●	●
Nº total de táxones	18	12	19
Nº total de especies	18	11	19

Tabla 5. Comparación de la riqueza botánica encontrada en la balsa de Zurbano (Vitoria), en la balsa de Betoño (Vitoria) (Cirujano & al., 1998), y en la laguna de Valdemudo (Palencia) (Cirujano & Santiago, 2000). Se consideran exclusivamente las especies.

	Zurbano	Betoño	Valdemudo
Superficie (ha)	24,55	30	29,35
Nº total de plantas acuáticas	9	9	16
Nº total de plantas emergentes o helófitos	18	11	19
Nº total de plantas	27	20	35
RF _m	0,36	0,3	0,54
RF _h	0,73	0,36	0,64
RF _T	1,09	0,66	1,19

La flora y la vegetación acuáticas de la balsa de Zurbano es la típica de los humedales de reciente creación. Amplias zonas sin vegetación emergente en las que comienza la colonización de los macrófitos acuáticos, en forma de rodales o manchas. Esta colonización es más aparente en las zonas de barbecho o en los terrenos removidos, ya que en ellos no existe cubierta vegetal que impida la germinación y enraizado de los propágulos.

Al comparar la flora acuática de las tres lagunas elegidas (tabla 5) observamos que pese a su reciente inundación la balsa de Zurbano tiene una riqueza florística superior a la de la balsa de Betoño. Este hecho está relacionado con la mayor superficie de aguas libres que tiene Zurbano en comparación con Betoño.

Por otro lado, la balsa de Zurbano tiene una riqueza florística muy semejante a la encontrada en Valdemudo. Esto parece indicar que la riqueza actual de la balsa de Zurbano no aumentará mucho más con el diseño actual. Otra cosa es que se realicen obras que contribuyan a diversificar el número de hábitats, como pueden ser charcones de aguas más profundas.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA BALSA DE ZURBANO

Para el estudio botánico de la balsa de Zurbano se han considerado los siguientes tipos principales de hábitats o ambientes (fig. 3):

- Zona 1. Canal de la Balsa
- Zona 2. Pradera inundada
- Zona 3. Charcas someras en la pradera inundada
- Zona 4. Barbechos inundados
- Zona 5. Carrizales

Fig. 3. Delimitación de los tipos principales de hábitats o ambientes definidos en la balsa de Zurbano: Zona 1. Canal de la Balsa; Zona 2. Pradera inundada; Zona 3. Charcas someras en la pradera inundada; Zona 4. Barbechos inundados; Zona 5. Carrizales.

ZONA 1. CANAL DE LA BALSA

El canal de la Balsa cruza la balsa de Zurbano en dirección SE-NW, y tiene importancia en la gestión de la laguna porque esta zanja aporta y exporta agua del humedal.

Hemos considerado este hábitat ya que en el canal se localizan algunas plantas y formaciones vegetales que no hemos encontrado en otras zonas de la balsa.

La vegetación acuática y marginal del canal está constituida por formaciones de lentejas de agua, *Lemna minor* (Comunidad de *Lemna minor*), situadas principalmente en la entrada del canal (fig.4 y 5); formaciones de *Callitriche* sp., situadas al final del canal (fig.4 y 5); formaciones marginales de berros, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, y apio bastardo, *Apium nodiflorum* (Asociación *Glycerio declinatae-Apietum nodiflori*); y formaciones de *Sparganium erectum* subsp. *neglectum*, *Typha latifolia*, *Typha domingensis*, *Scirpus lacustris*, y *Glyceria fluitans* (Asociaciones *Typho-Phragmitetum australis* y *Glycerio-Sparganietum neglecti*).

Desde el punto de vista de la calidad del agua es interesante resaltar la presencia de las formaciones de *Lemna minor* que nos indican la existencia de unos niveles elevados de nutrientes, esencialmente fósforo, que llegan o se concentran en el canal, lo que parece indicar una cierta contaminación orgánica.

ZONA 2. PRADERA INUNDADA

Esta zona tiene una fisonomía particular ya que por un lado la existencia de una pradera que cubría el suelo con anterioridad a la inundación, solo ha permitido que los carófitos enraícen en las zonas removidas, como la situada frente al observatorio. En las zonas en las que la permanencia y profundidad del agua es más acentuada comienzan a surgir poblaciones de *Polygonum amphibium* (Comunidad de *Polygonum amphibium*). Por otro lado, los elementos de la pradera que toleran cierta inundación como el lirio amarillo, *Iris pseudacorus*, han experimentado un notable desarrollo en unión con otras plantas propias de suelos encharcados, como es *Carex riparia* (Asociación *Lythro-Caricetum ripariae*).

El aspecto general actual de este tipo de ambiente es el de una pradera dominada por los lirios amarillos y por las formaciones de carex, entre las que se encuentran otras plantas como *Althaea officinalis*, *Lytrum salicaria*, *Juncus articulatus*, *Lycopus europaeus*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Oenanthe lachenalii*, etc. En los claros más o menos amplios donde se han instalado pequeñas poblaciones del polígono acuático (fig. 6 y 7). Las formaciones de carófitos son muy escasas y localizadas.

Un aspecto importante de esta zona es la existencia de compactas formaciones de algas filamentosas (*Cladophora* sp. y *Spirogyra* sp.) en las proximidades del punto 2 (fig. 1 y 6). La presencia de estas algas o babazón pone también de manifiesto unos niveles altos de nutrientes. Siempre que encontramos proliferaciones importantes de estas algas podemos asegurar que las aguas son bastante eútrofas. Una de las diferencias que existen entre una zona húmeda con un contenido adecuado de nutrientes y una zona húmeda eutrofizada es que en la primera el desarrollo de los carófitos es importante y en la segunda estos carófitos han sido sustituidos total o parcialmente por las algas filamentosas.

ZONA 3. CHARCAS SOMERAS EN LA PRADERA INUNDADA

Hemos incluido este tipo de ecosistema como independiente ya que la diversidad botánica de estas charcas estacionales es muy elevada, aunque tienen escasa entidad en el paisaje, y constituyen un tipo de hábitat muy interesante.

En una de estas charcas, próxima a la fresneda (fig. 8 y 9) se identificaron 5 macrófitos acuáticos (*Chara hispida*, *Chara vulgaris*, *Tolypella glomerata*, *Ranunculus aquatilis*, *Lemna minor*) y 8 helófitos (*Alisma lanceolatum*, *Baldellia ranunculoides*, *Veronica beccabunga*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Glyceria fluitans*, *Eleocharis palustris*, *Oenanthe fistulosa*, *Lycopus europaeus*), lo que supone el 38,4% de los táxones y el 55,5% de las especies referidos a macrófitos acuáticos, y el 44,4% de los táxones y especies referidos a helófitos.

En cuanto a las comunidades vegetales identificadas en esta charca incluimos las formaciones pioneras de *Tolypella glomerata* (Asociación *Tolypelletum glomeratae*), las formaciones de *Chara vulgaris* (Asociación *Charetum vulgaris*), y las formaciones emergentes de *Eleocharis palustris* (Asociación *Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris*).

Si aplicáramos a esta charca los índices de riqueza florística, y si tenemos en cuenta que la superficie de la charca es de unos 16 m² (0,0016 ha), tendríamos unos valores de $RF_m = 3.125$; $RF_h = 5.000$ y $RF_T = 8.125$.

Estos valores confirman la importancia que tienen estas charcas estacionales en el mantenimiento de la diversidad botánica, y lo aconsejable que es tenerlas bien conservadas, e incluso crear otras nuevas con características morfológicas semejantes a la estudiada.

ZONA 4. BARBECHOS INUNDADOS

En esta zona se incluyen todos los terrenos situados al Este del canal de la Balsa. Corresponde a un barbecho de antiguos cultivos de mostaza inundados en el que todavía pueden reconocerse los surcos.

El aspecto general de esta zona está definido por las poblaciones de *Rumex crispus*, *Rumex conglomeratus* y *Elymus repens*, aunque esta última es más abundante en los suelos menos encharcados. Dispersos por toda la zona quedan abundantes restos de mostaza, *Sinapis arvensis*, testigos del antiguo aprovechamiento agrícola del terreno (fig. 10 y 11).

A pesar de que el encharcamiento de esta zona ha sido muy reciente, la ausencia de un pastizal que cubriera el suelo ha permitido la colonización inicial de los suelos desnudos por las plantas acuáticas. La vegetación acuática está caracterizada por formaciones pioneras de carófitos, esencialmente *Chara vulgaris* y sus variedades (Asociación *Charetum vulgaris*) que forman praderitas discontinuas (fig. 10), por lo general cubiertas por algas filamentosas. Algunos ejemplares de *Polygonum amphibium* y *Potamogeton pectinatus* completan el elenco de los macrófitos acuáticos.

Dispersas por toda la superficie se encuentran abundantes pies jóvenes de *Typha domingensis* y *Typha latifolia*, que al llegar a las proximidades de los dos canales secundarios que cruzan la zona están acompañados por otros helófitos, entre los que se encuentran, *Alisma lanceolatum*, *Lythrum salicaria*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Samolus valerandi*, *Sparganium erectum* subsp. *neglectum*, etc., y algunos ejemplares de *Salix atrocinerea*.

En los suelos que van quedando secos al retirarse el agua se instalan plantas anuales entre las que mencionamos, por ser más características de este tipo de hábitats, *Lythrum hyssopifolia*, *Polygonum lapathifolium*, *Cyperus eragrostis*, *Juncus bufonius*, *Sisymbrella aspera*, etc.

ZONA 5. CARRIZALES

Esta zona corresponde a un terreno que fue cultivado y posteriormente abandonado, y que en la actualidad está ocupada por un carrizal que se ha extendido gradualmente favorecido por la elevada humedad del suelo. Este carrizal puede tener interés para la avifauna pues constituye un tipo de ambiente diferente a los estudiados (fig. 3).

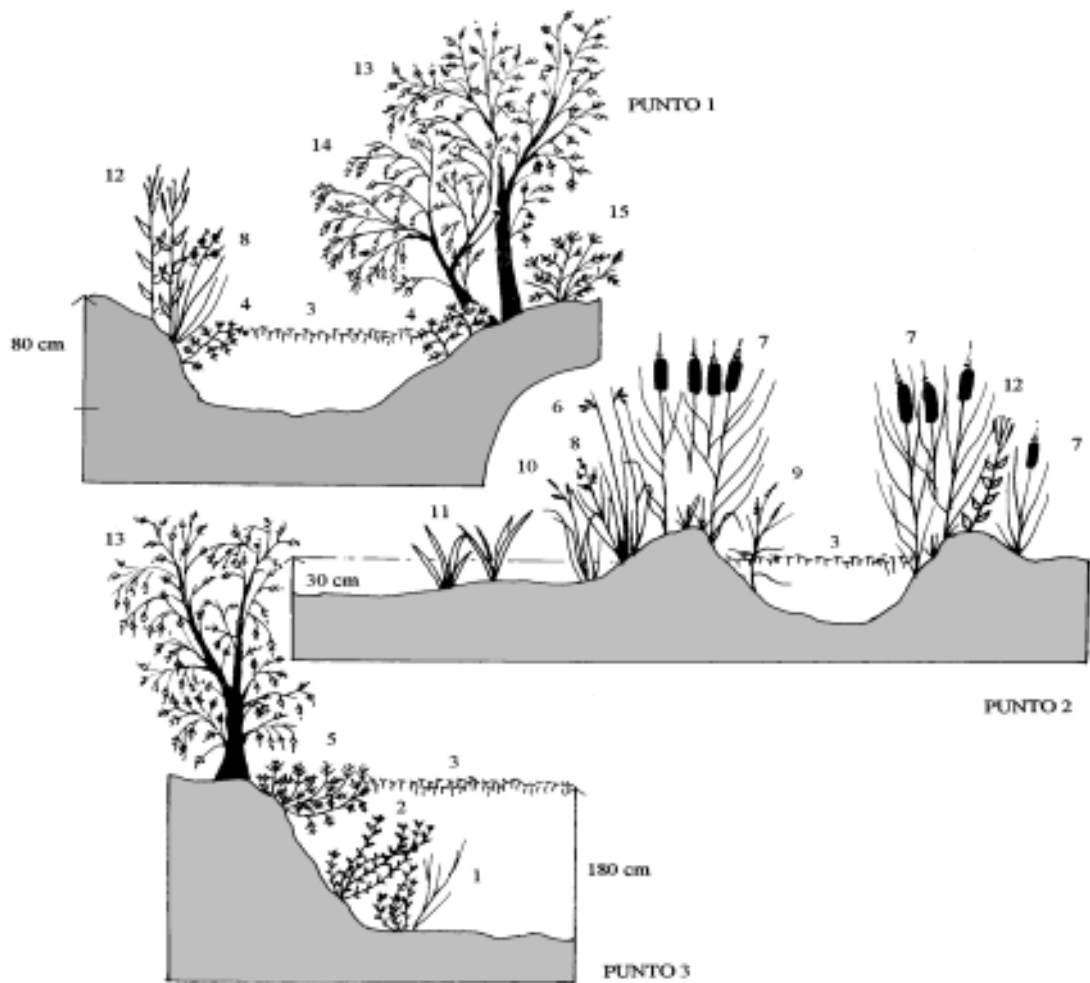


Fig. 4 Esquema de la vegetación asociada al canal de la Balsa, en los puntos 1, 2 y 3 (véase fig. 1). 1, *Potamogeton pectinatus*; 2, *Callitriche* sp.; 3, *Lemna minor*; 4, *Apium nodiflorum*; 5, *Rorippa nasturtium-aquaticum*; 6, *Scirpus lacustris* subsp. *tabernaemontani*; 7, *Typha latifolia*; 8, *Sparganium erectum* subsp. *neglectum*; 9, *Glyceria fluitans*; 10, *Carex riparia*; 11, *Iris pseudacorus*; 12, *Epilobium hirsutum* y *Epilobium tetragonum*; 13, *Fraxinus excelsior*; 14, *Salix atrocinerea*; 15, *Sambucus ebulus*.



Fig. 5. En la parte superior, aspecto de las formaciones de *Lemna minor* en el canal de la Balsa a su entrada a Zurbano, en el punto 1 (véase fig. 1). En la parte inferior, zona final del canal con las formaciones de *Callitriche* sp., en el punto 3 (véase fig. 1).

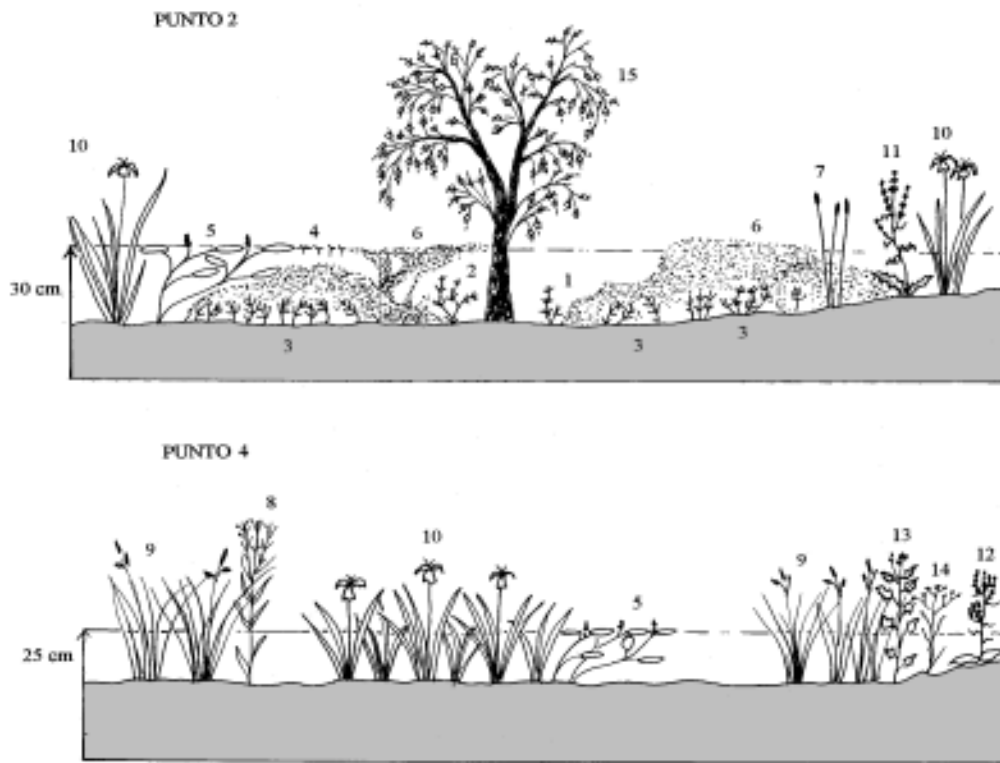


Fig. 6. Esquema de la vegetación asociada a las praderas inundadas en los puntos 2 y 4 (véase fig. 1). 1, *Chara fragilis*; 2, *Chara hispida*; 3, *Chara vulgaris*; 4, *Lemna minor*; 5, *Polygonum amphibium*; 6, *Cladophora* sp. y *Spirogyra* sp.; 7, *Eleocharis palustris*; 8, *Lythrum salicaria*; 9, *Carex riparia*; 10, *Iris pseudacorus*; 11, *Rumex crispus*; 12, *Rumex conglomeratus*; 13, *Althaea officinalis*; 14, *Juncus articulatus*; 15, *Fraxinus excelsior*.



Fig. 7. En la parte superior superficies libres de vegetación emergente con formaciones de *Polygonum amphibium*, en la zona de pradera inundada del punto 2 (véase fig.1). En la parte inferior formaciones de *Iris pseudacorus* y *Carex riparia*, que constituyen la vegetación dominante de esta zona, en el punto 4 (véase fig.1)

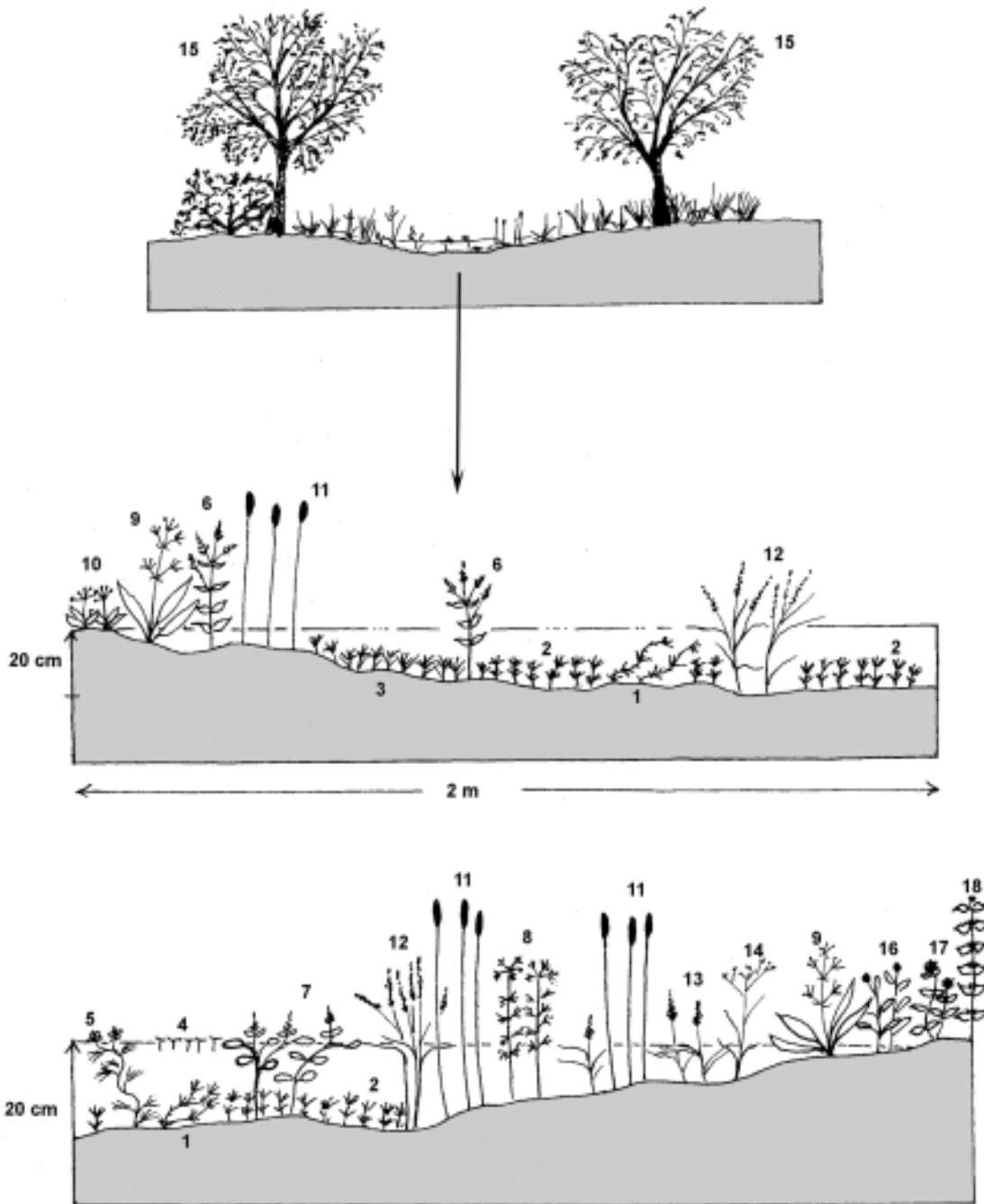


Fig. 8. Esquema de la vegetación asociada a las charcas someras situadas en la pradera inundada, en el punto 5 (véase fig.1). 1, *Chara hispida*; 2, *Chara vulgaris*; 3, *Tolypella glomerata*; 4, *Lemna minor*; 5, *Ranunculus aquatilis*; 6, *Veronica anagallis-aquatica*; 7, *Veronica beccabunga*; 8, *Oenanthe fistulosa*; 9, *Alisma lanceolatum*; 10, *Baldellia ranunculoides*; 11, *Eleocharis palustris*; 12, *Glyceria fluitans*; 13, *Agrostis castellana*; 14, *Juncus articulatus*; 15, *Fraxinus excelsior*; 16, *Ranunculus ophioglossifolius*; 17, *Mentha aquatica*; 18, *Lycopus europaeus*.



Fig. 9. En la parte superior, aspecto general de una charca somera en la fresneda, en el punto 5 (véase fig. 1). En la parte inferior, detalle de la vegetación.

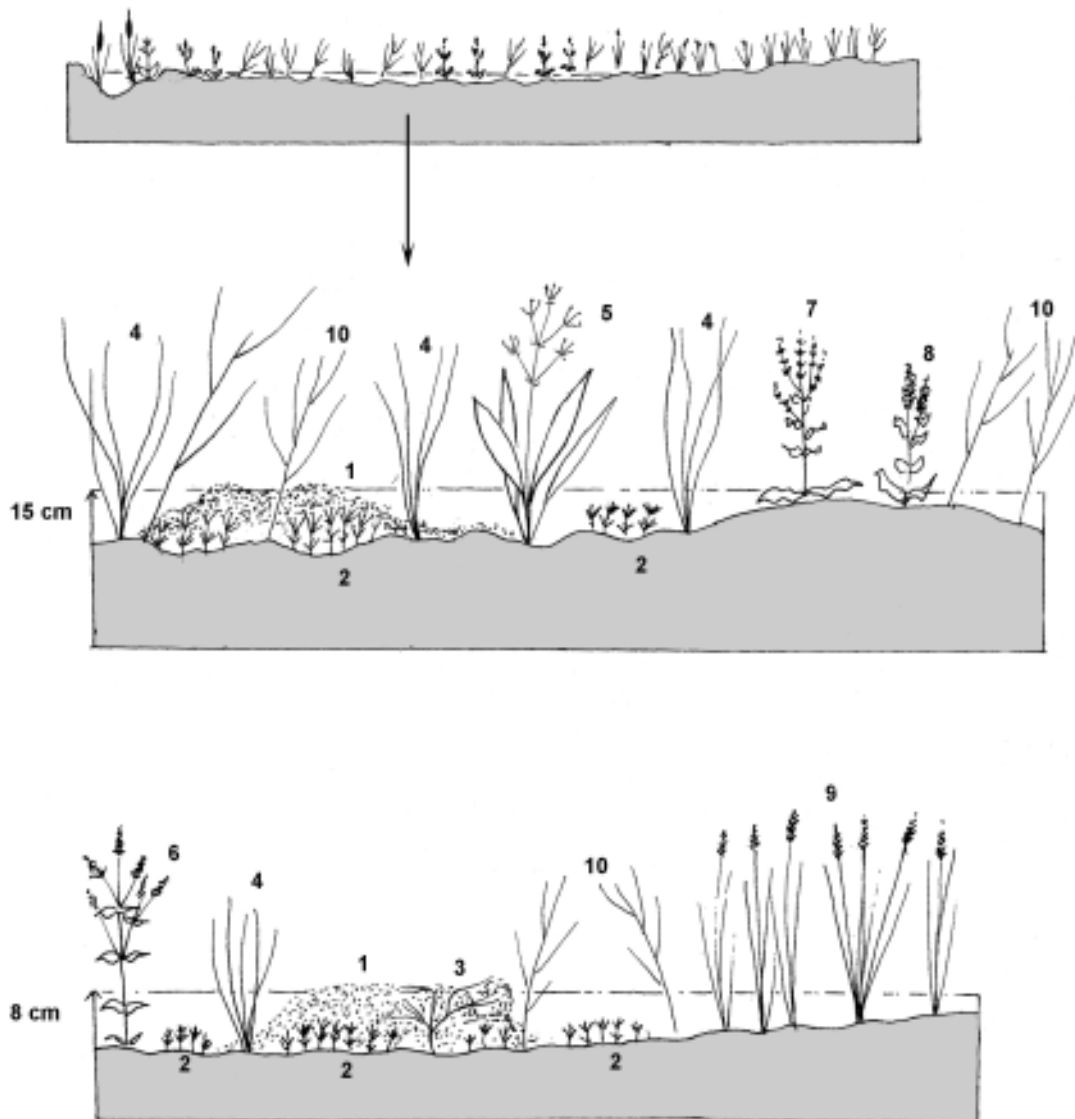


Fig. 10. Esquema de la vegetación asociada a la zona de barbechos inundados, en el punto 6 (véase fig.1). 1, *Cladophora* sp. y *Spirogyra* sp.; 2, *Chara vulgaris*; 3, *Potamogeton pectinatus*; 4, *Typha domingensis* y *Typha latifolia*; 5, *Alisma lanceolatum*; 6, *Veronica anagallis-aquatica*; 7, *Rumex crispus*; 8, *Rumex conglomeratus*; 9, *Elymus repens*; 10, restos de *Sinapis arvensis*.



Fig. 11. En la parte superior, aspecto general de la zona de barbechos inundados con restos de los cultivos de mostaza, en el punto 6 (véase fig. 1). En la parte inferior, formaciones de *Rumex crispus* y *Rumex conglomeratus*.

DESCRIPCIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES

Aunque las comunidades vegetales acuáticas y emergentes no están todavía bien caracterizadas, las unidades fitosociológicas a las que provisionalmente asignamos los diferentes tipos de formaciones son las siguientes [se indica detrás de las abreviaturas DH: si representan algún tipo de hábitat incluido en la denominada Directiva de Hábitats; EUROPEAN COMISION, 1996; RIVAS MARTÍNEZ & al., 1993). El símbolo (*) indica hábitat prioritario de conservación].

Clase *Charetea fragilis* (Fukarek 1961) Krausch 1964

Formaciones de carófitos (ovas) que crecen en los fondos y orillas de charcas, lagunas, humedales, ríos y arroyos, en aguas estacionales o permanentes, desde dulces hasta hipersalinas.

Orden *Charetalia hispidae* (Sauer 1937) Pietsch 1978

Formaciones que se desarrollan en aguas someras o profundas, estacionales o permanentes, desde dulces hasta salinas, generalmente alcalinas.

Alianza *Charion contrariae-asperae* Pietsch 1987

DH: 214010.

Comunidades propias de aguas desde neutras hasta fuertemente alcalinas, en algunos casos ligeramente salobres, que colonizan ambientes acuáticos estacionales o con aguas poco profundas.

Asociación *Charetum vulgare* Corillion 1957

DH: 214011.

Asociación que se localiza en distintos biotopos, charcas, canales, acequias, arroyos, pionera en las etapas de colonización, y que suele tener un desarrollo rápido, de manera que puede cubrir amplias superficies en los primeros años de su asentamiento.

Asociación *Tolypelletum glomeratae* Corillion 1957

Formaciones precoces, que se suelen desarrollarse a comienzos de la primavera, y que se sitúan en aguas muy someras, claras, alcalinas y desprovistas de otros hidrófitos.

Clase *Lemnetea minoris* W. Koch & Tüxen in Tüxen 1955

Comunidades de lentejas de agua y otras plantas flotantes que se desarrollan por lo general en aguas ricas en nutrientes, especialmente en fosfatos, en canales, arroyos, ríos, balsas, lagunas y charcas. Su presencia suele ser indicadora de contaminación por vertidos urbanos o agrícolas.

Orden *Lemnetalia minoris* W. Koch & Tüxen in Tüxen 1955
La misma caracterización que para la clase.

Alianza *Lemnion minoris* W. Koch & Tüxen in Tüxen 1955
DH: 215010.

Comunidades de lentejas de agua que flotan en la superficie (acropoleustófitos), en zonas estancadas o en remansos de cursos de agua. Por lo general en aguas contaminadas con residuos orgánicos o agrícolas.

Comunidad de *Lemna minor*

Formaciones monoespecíficas de lenteja de agua, *Lemna minor*, que se desarrollan en aguas ricas en nutrientes.

Clase *Potametea* R. Tüxen & Preising 1942

Vegetación enraizada, de aguas dulces o mineralizadas, constituida por diversos tipos de macrófitos acuáticos que colonizan las aguas permanentes y profundas o las estacionales y someras de ríos, arroyos, lagunas y charcas. Los diferentes órdenes y alianzas de esta clase están basados fundamentalmente en la naturaleza de las aguas (eutrofia, físico-química, profundidad, permanencia, intensidad de la corriente, etc.)

Alianza *Nymphaeion albae* (Oberdorfer 1957) Neuhäusl 1959
DH: 215040.

Comunidades de plantas acuáticas enraizadas, por lo general de gran tamaño, que viven en aguas remansadas, permanentes y dulces.

Comunidad de *Polygonum amphibium*

Formaciones monoespecíficas de *Polygonum amphibium*, que suelen instalarse en embalses, balsas y charcas de aguas permanentes, con cierto contenido en nutrientes, y que representan una fase inicial de la colonización de los medios acuáticos.

Clase *Phragmiti-Magnocaricetea* Klika in Klika & Novak 1941
(Phragmitetea R. Tx. & Preising 1942)

Vegetación acuática de zonas higróturbosas, oligo-meso-eútrofas, formada por helófitos erguidos o decumbentes, de talla aparente, que se desarrolla en márgenes de ríos, lagunas y cursos de agua más o menos permanentes.

Orden *Phragmitetalia* W. Koch 1926 em. Pignatti 1953

Comunidades de grandes helófitos rizomatosos (cañaverales, espadañales, masegales, etc.) propias de márgenes de ríos o lagunas de aguas desde dulces a ligeramente salinas, temporales o permanentes.

Alianza *Phragmition communis (australis)* W. Koch 1926
La misma caracterización que para el Orden.

Asociación *Typho-Phragmitetum australis* (Tüxen & Preising 1942) Rivas Martínez & al. 1991 (*Scirpo lacustris-Phragmitetum mediterraneum* R. Tüxen & Preising 1942)

Asociación ampliamente difundida, que constituye los clásicos espadañales o carrizales que de un modo exuberante se desarrollan sobre suelos hidromorfos en márgenes de lagunas, lagunazos, embalses y depresiones inundadas, en los que son predominantes los fenómenos de sedimentación.

Alianza *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926.

DH: (*) 621010.

Asociaciones de cárices sobre suelos inundados o encharcados de forma prolongada, que forman macollas en márgenes de aguas corrientes o estancadas.

Asociación *Lythro salicariae-Caricetum ripariae* Cirujano, inéd.

Asociación dominada por las macollas de *Carex riparia*, que se desarrolla en bordes de ríos y lagunas, y en balsas y depresiones inundadas con aguas carbonatadas.

Orden *Nasturtio-Glycerietalia* Pignatti 1953.

Comunidades de helófitos de talla elevada o media, erguidos o decumbentes, donde suelen ser comunes las gramíneas de hojas flotantes del género *Glyceria*.

Alianza *Glycerio-Sparganion* Br.-Bl. & Sissingh in Boer. 1942.

Asociaciones de helófitos de talla media o elevada, propias de aguas con niveles variables, fluyentes o estancadas.

Asociación *Glycerio declinatae-Eleocharidetum palustris* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez & al. 1980 (*Glycerio declinatae-Antinorietum agrostideae* (Rivas-Goday) Molina 1996).

Asociación helofítica, de aguas dulces, en la que son comunes el junquillo, *Eleocharis palustris*, y las gramíneas de hojas flotantes. Se desarrolla en remansos de ríos y en lagunazos y charcones con aguas estacionales.

Asociación *Glycerio declinatae-Apietum nodiflori* Mollina Abril 1996.

Asociación constituida básicamente por helófitos de hojas carnositas, que se desarrolla en surgencias, arroyos y ríos con estiaje acusado.

Asociación *Glycerio plicatae-Sparganietum neglecti* W. Koch 1926.

Asociación pionera que coloniza inicialmente zanjas, cubetas poco profundas y arroyos con suelos subacuáticos lodosos y calizos.

DINAMISMO DE VEGETACIÓN

La flora y la vegetación acuática y emergente actual de la balsa de Zurbano es la propia de una zona húmeda de reciente creación, en la que los distintos tipos de formaciones vegetales comienzan a instalarse. Aparecen en las primeras fases de colonización una serie de plantas que poco a poco irán cubriendo, en competencia con otras, la superficie de la laguna hasta ocupar las zonas más adecuadas a su crecimiento, de acuerdo con las características ecológicas imperantes. En esta fase inicial tenemos, por tanto, facies o retazos de vegetación, que vienen a representar lo que en el futuro, cuando las condiciones ecológicas sean más estables, serán asociaciones vegetales bien establecidas con sus correspondientes especies características y diferenciales.

Lo mismo ocurre con las comunidades anuales que se instalan cuando se retira el agua. Por el momento no existe una comunidad definida, y sí una serie de plantas propias de este tipo de ambiente que corresponde a suelos temporalmente inundados.

La comunidad sumergida más frecuente está caracterizada por *Chara vulgaris* y sus distintas variedades. Esta comunidad (*Charetum vulgaris*) se localiza principalmente en los suelos inundados, faltos de vegetación, y constituye una etapa inicial de la colonización vegetal por plantas acuáticas.

Otra planta relativamente frecuente en Zurbano y también característica de humedales recientes es el *Polygonum amphibium*. En este caso la forma acuática está asociada a los ambientes sometidos a periodos de inundación prolongados, y es de suponer que si las características hídricas de la laguna no cambian estas formaciones tendrán mayor desarrollo.

La pradera que cubría la mitad occidental de la balsa de Zurbano (zona 2, fig. 3), ha evolucionado al estar sometida a un periodo de inundación más prolongados, de manera que en esta fase inicial han sido *Iris pseudacorus* y *Carex riparia* las plantas favorecidas. Si los periodos de inundación se mantienen o aumentan durante los próximos años, es previsible que esta zona se cubra por formaciones compactas de *Carex riparia*, como ha sucedido en la vecina balsa de Betoño. En este caso las formaciones de *Iris pseudacorus* se retirarán hacia el exterior de la superficie inundada, y las poblaciones de *Polygonum amphibium* ampliarán su área de distribución.

Distinta evolución parece que se producirá en la zona oriental que corresponde a los barbechos inundados (zona 4, fig. 3). En este caso es probable que sean las formaciones de eneas, fundamentalmente *Typha domingensis*, las que colonicen el terreno, al menos en las superficies que soportan una mayor inundación.

También es previsible que en los próximos años se consoliden los pastizales anuales en los terrenos temporalmente inundados, secos durante el verano.

La gran carga de nutrientes que en la actualidad existe en la balsa es normal si tenemos en cuenta el uso agrícola que ha tenido la cubeta. En este sentido hay que tener en cuenta que la elevada pluviosidad es un factor positivo en la eliminación parcial de estos nutrientes, sobre todo si la balsa se gestiona de forma que exporte el mayor volumen de agua posible. Este lavado natural debería reducir poco a poco la presencia de nutrientes. Ya hemos indicado que las lentejas de agua (fig. 12) y las algas filamentosas (fig. 13) son indicadores de altos niveles de fósforo y nitrógeno.

Por otro lado, hay que ser conscientes de que el agua que entra por el canal de la Balsa también influye sobre la calidad del agua embalsada en Zurbano. Si el agua que entra por este canal está contaminada la eliminación de nutrientes se verá ralentizada.

Otro aspecto a tener en cuenta es el de las poblaciones de ciervos (fig. 13). Es aparente en estas primeras fases el control que estos animales ejercen sobre las incipientes poblaciones de eneas. Durante los próximos años podrá comprobarse la intensidad de este control que es beneficioso para mantener espacios libres de vegetación emergente. Pero también hay que tener en cuenta que si la población de ciervos aumenta de forma descontrolada es presumible que la eutrofización del sistema también se incremente.



Fig. 12. Aspecto del canal de la Balsa en el punto 2 (véase fig 1). Las lentejas de agua son indicadores de altos niveles de nutrientes.



Fig. 13. En la parte superior, aspecto de las formaciones de algas filamentosas en las inmediaciones del punto 2 (véase fig. 1), que cubren las praderas sumergidas de carófitos. En la parte inferior se observa la gran biomasa vegetal que originan estas algas filamentosas, que son indicadoras de la eutrofización del agua.



Fig. 14. Aspecto general de la zona de barbechos inundados. Los ciervos controlan el desarrollo de las formaciones de eneas al comerse las hojas de los ejemplares jóvenes.

CONCLUSIONES

La balsa de Zurbano es una zona húmeda eutrófica, pero muy cerca de ser hipereutrófica. Esto es normal si tenemos en cuenta el uso agrícola que han tenido hasta hace poco tiempo los terrenos ahora inundados.

Dado que la balsa está sometida a un proceso continuo de lavado, debería observarse la evolución de alguno de los parámetros de contaminación durante los próximos años. En este sentido sería adecuado analizar en 3 o 4 puntos (entrada del canal de la Balsa, en uno o dos puntos de la balsa de Zurbano y a la salida de la Balsa), y en las mismas épocas del año (un análisis en primavera, otro en verano, por ejemplo), dos o tres parámetros de contaminación (Fósforo total, Nitratos, D.Q.O.). De este modo se tendrá una idea aproximada de la evolución de la eutrofización.

En este sentido la gestión hídrica de la laguna debería contemplar la posibilidad de lavar la cubeta durante el mayor periodo de tiempo posible, favoreciendo la exportación de nutrientes disueltos.

La flora y la vegetación acuática y emergente actual de la balsa de Zurbano es la propia de una zona húmeda de reciente creación, en la que los distintos tipos de formaciones vegetales comienzan a instalarse. De acuerdo con las condiciones hídricas que se mantengan en la balsa (esencialmente la duración de los periodos de inundación), se producirá la evolución de la vegetación emergente.

Al tratarse de una zona húmeda muy joven lo más adecuado, en nuestra opinión, es dejar que el ecosistema madure de forma natural antes de realizar cualquier tipo de actuación. De esta forma el aspecto general del humedal se adaptará a las condiciones ambientales existentes.

El desarrollo de las praderas subacuáticas de carófito es una señal de que las zonas húmedas están bien conservadas. La eutrofización incide negativamente sobre estas praderas, por lo que el seguimiento del desarrollo de estas praderas puede darnos una visión bastante exacta de como se encuentra el humedal.

La población de ciervos realiza un control de la vegetación emergente, pero esencialmente de las formaciones de eneas. Durante los próximos años podrá comprobarse la intensidad de este control, que es beneficioso para mantener espacios libres de vegetación emergente, que son colonizados por los macrófitos acuáticos.

En uno o dos años sería adecuado realizar una cartografía detallada de la vegetación emergente y de la vegetación acuática, y plantearse si es adecuado algún tipo de manejo para acrecentar los valores naturales de Zurbano.

BIBLIOGRAFÍA

AIZPURU, I., C. ASEGUINOLAZA, P.M. URIBE-ECHEVARRIA, P. URRUTIA & I. ZORRAKIN. 1999. Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y territorios limítrofes. Gobierno Vasco, Vitoria.

ÁLVAREZ COBELAS, M., P. MUÑOZ RUIZ & A. RUBIO OLMO. 1991. La eutrofización de las aguas continentales españolas. Henkel Ibérica, Barcelona.

CIRUJANO, S., M. VELAYOS, F. CASTILLA & M. GIL. 1992. Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles (Península Ibérica y las Islas Baleares). ICONA, Madrid.

CIRUJANO, S., A. ARAGONÉS, M. MORENO, M. ÁLVAREZ COBELAS & A. RUBIO. 1998. Aspectos botánicos y limnológicos de la balsa de Betoño (Vitoria). Centro de Estudios Ambientales. Informe inédito.

CIRUJANO, S. & F. SANTIAGO. 2000. Caracterización botánica de la laguna de Valdemudo (Becerril de Campos, Palencia). Anales Jard. Bot. Madrid 57: 441-444.

EUROPEAN COMMISSION, 1996. Interpretation Manual of European Union Habitats, Versión EUR 15. Environment, Nuclear Security and Civil Protection.

EUGSTER, H. P. & L. A. HARDIE. 1978. Saline lakes. In A. Lerman (ed.). Lakes, Chemistry, Geology, Physics.: 237-293. Springer-Verlag, New York.

MONTES, C. & P. MARTINO. 1987. Las lagunas salinas españolas, en Bases Científicas para la protección de los humedales en España: 95-145. Real Acad. Ci. Exact. Madrid.

RIVAS MARTÍNEZ, S., A. ASENSI, M. COSTA, F. FERNÁNDEZ, L. LLORENS, R. MASALLES, J. MOLERO, A. PENAS & P. L. PÉREZ DE PAZ. 1993. El proyecto de cartografía e inventariación de los tipos de hábitats de la Directiva 92/43/CEE en España. Colloques phytosociol. 22: 611-661.

SET MEDIO AMBIENTE. 1998. Seguimiento de la calidad de las aguas superficiales de la zona de Salburúa. Abril 1998. Informe inéd. CEA.

SET MEDIO AMBIENTE. 1998. Seguimiento de la calidad de las aguas superficiales de la zona de Salburúa. Mayo 1999. Informe inéd. CEA.

SET MEDIO AMBIENTE. 1998. Seguimiento de la calidad de las aguas superficiales de la zona de Salburúa. Junio 1999. Informe inéd. CEA.

