



**Universitat de les  
Illes Balears**

Facultat de Ciències

**Memòria del Treball de Fi de Grau**

## Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

Maria de la Pau Crespí Mas

**Grau de Biologia**

Any acadèmic 2018-19

Treball tutelat per Llorenç Gil i Vives  
Departament de Biologia

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:

Macròfit, Albufera, PCA, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*, *Ruppia marítima*, salinització, fisicoquímica de l'aigua.



## **ÍNDEX:**

<b>Abstract.....</b>	<b>2</b>
<b>Resum.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Introducció.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Objectius.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Materials i mètodes.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Àrea d'estudi.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Punts i període de mostreig.....</b>	<b>8</b>
<b>3.3. Mostreig de camp.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Resultats.....</b>	<b>11</b>
<b>4.1. Característiques fisicoquímiques de l'aigua.....</b>	<b>11</b>
<b>4.2. Anàlisi de macròfits i comunitat de ribera.....</b>	<b>14</b>
<b>4.3. Anàlisi de la vegetació acompanyant.....</b>	<b>17</b>
<b>4.4. Anàlisi de components principals.....</b>	<b>19</b>
<b>4.5. Descripció general de les espècies i rangs de tolerància.....</b>	<b>20</b>
<b>5. Conclusió i discussió.....</b>	<b>24</b>
<b>Agraïments.....</b>	<b>27</b>
<b>Referències.....</b>	<b>27</b>

## Abstract:

S'Albufera de Mallorca is the most extensive wetland of the Balearic Islands, a border system that provides an unique habitat to most of the species of flora and fauna that lives there. Among them, stand out the macrophytes, important bioindicators of the water's status. The aim of these study is to analyze the macrophyte population that exists actually in the Natural Park, as well as the tolerance range to some physicochemical parameters that influence on their distribution. Observed macrophytic spermathophytes are *Ruppia marítima*, *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Lemna minor* and *Ceratophyllum demersum* in 2018. Many species that were in the Park are absent now. In addition, the abundance of them have also decreased because of their high suscebility to the ambiental fluctuations. From here, are necessary more studies to determine the reasons for these changes and learn more about its distribution and presence in s'Albufera.

## Resum:

S' Albufera de Mallorca és la zona humida més extensa de Balears, un sistema frontera que propicia un hàbitat únic per a la flora i la fauna que s'hi troba. D'entre aquestes espècies, destaquen els macròfits, importants bioindicators de l'estat de les aigües que juguen un paper clau dins l'ecosistema. Aquest estudi pretén fer una anàlisi sobre la població de macròfits actualment a s'Albufera, així com el rang de tolerància als diferents paràmetres que hi influeixen en la distribució. La població de macròfits espermatòfits observada a s'Albufera es redueix a *Ruppia marítima*, *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Lemna minor* i *Ceratophyllum demersum* al 2018, amb absència de nombrosos taxons presents anteriorment. D'altra banda, l'abundància d'aquests també s'ha vist notablement reduïda, ja que són en la seva majoria, espècies molt susceptibles als canvis del medi. A partir d'aquí, són necessaris estudis més intensius per determinar exactament els motius d'aquests canvis i conèixer millor la seva distribució.

## 1. Introducció.

S'Albufera de Mallorca és un sistema aquàtic costaner sotmès tant a la dinàmica climatològica i mareal pròpia del Mediterrani occidental com a la influència d'una petita conca insular. Per aquesta raó representa un sistema frontera entre aigües dolces i salades. L'estudi del concepte de sistema frontera és bàsic per aprofundir en l'estudi ecològic d'aquesta zona (Martínez-Taberner, 1988).

Les zones de transició entre dos sistemes diferents s'anomenen fronteres (Clements, 1920). La persistència de fronteres a diferents escales espaciotemporals permet diferenciar individus, poblacions, espècies i comunitats. Els ecotons són transicions entre comunitats diferents al llarg de canvis en els gradients ambientals compostes per fronteres més o menys conspíqües (Agnew et al., 1992; Hansen i DiCstri, 1992).

L'intercanvi d'espècies entre comunitats veïnes i la seva presència en ecotons suggereix que tenen valor com a reservoris de diversitat al llarg de gradients ecològics (Schilthuizen, 2000). Són a més, considerats molt sensibles als canvis ambientals.

Als estuaris i aiguamolls de les zones amb fortes oscil·lacions mareals es donen processos de mescla d'aigües i reorganització contínua de material (Ohtake et al., 1984). Per contra, al Mediterrani la mescla està més sotmesa a la climatologia local on la reestructuració dels materials no és tan intensa i la diversificació es fa més potent. D'aquesta manera, conformen un sistema frontera dràstic per la periodicitat dels processos fisicoclimatològics.

En aquest sentit, les albuferes s'han de considerar ecològicament com a sistemes frontera que en funció del temps, energia externa i intercanvi que provoquen els organismes, es van suavitzant. S'Albufera de Mallorca a principis del segle XX era un exemple de frontera madura amb capacitat de suavitzar el gradient entre aigua dolça i salada però actualment aquesta suavització es veu gairebé eliminada obtenint com a resultat un gradient dràstic (Martínez-Taberner i Pericàs, 1988). En fronteres dràstiques, l'intercanvi es realitza en forma de detritus (anisotropisme), en fronteres més suaus com les madures, l'intercanvi pot arribar a ser equilibrat (isotropisme)(Margalef, 1983).

Aquests sistemes aquàtics costaners es caracteritzen per una elevada productivitat que ve donada per l'elevada quantitat de nutrients que són arreplegats en el rentat de la conca i la imprevisibilitat de fenòmens catastròfics que mantenen el sistema en un nivell baix de maduresa (Martínez-Taberner, 1988).

Tenint en compte aquesta informació, se considera s'Albufera de Mallorca com un sistema anisotròpic amb períodes de forta salinització (Martínez-Taberner et al., 1985), en els quals la majoria d'estanys i la majoria de les aigües transcorren sense cap divagació cap al mar (Martínez-Taberner, 1988).

La rellevància ecològica de les zones aquàtiques litorals és notòria. Es coneix el paper en la protecció d'espècies i vida silvestre abundant que s'hi refugia o s'hi alimenta però a més, consten de més beneficis. Estabilitzen el subministrament d'aigua, mitigant inundacions i sequeres, protegeixen les costes i recarreguen aqüífers subterranis (Mitsch i Gosselink,

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

2015). Proporcionen hàbitats únics per a una àmplia varietat de flora i fauna i, a nivell mundial alguns han estat descrits com a embornals de carboni importants.

Mitsch i Gosselink (2015) van fer una remodelació de diverses avaluacions de serveis ecosistèmics que els va dur a què les zones humides com els pantans, planes al·luvials i estuaris costaners són ecosistemes considerablement més valuosos que els rius, llacs o boscs (Taula 1).

Ecosystem	1997 estimate unit value (US\$ ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )	2011 estimate unit value (US\$ ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )
Estuaries	31,509	28,916
Inland swamps/ floodplains	27,021	25,681
Tidal marshes/ mangroves	13,786	193,843
Lakes/rivers	11,727	12,512
Forests	1338	3800
Grasslands	321	4166

*Data sources:* 2011 estimates are from Costanza et al. (2014); 1997 estimates are from Costanza et al. (1997), but revised to 2007US\$.

Taula 1. Comparació dels valors dels ecosistemes seleccionats al 1997 i revisats al 2011, com s'indica a Mitsch i Gosselink (2015). Tots els nombres estan normalitzats a 2007 US\$.

#### *Els macròfits aquàtics.*

Els macròfits aquàtics són organismes vegetals que habiten a l'aigua, visibles a ull nuu o bé que fan formacions que també ho són (Holmes i Whitton, 1977). El terme macròfit aquàtic, hidròfit o planta aquàtica en sentit estricte fa referència a plantes que completen el cicle biològic quan totes les seves parts es troben submergides o surant a la superfície de l'aigua (Cirujano et al., 2014).

Però, també es consideren les plantes que habiten a les voreres de llacs, basses, rius o canals així com les que viuen en aquests ambients conservant part de la seva estructura vegetativa fora de l'aigua, anomenades helòfits (com a representats més coneguts, espècies del gènere *Typha*, *Eleocharis*, *Juncus*, *Scirpus*, *Schoenoplectus*, *Carex* o *Phragmites australis*. Per acabar, en trobem amb els higròfits o plantes de vorera, les quals viuen associades a medis entollats, sòls humits i que toleren certa inundació com diverses espècies del gènere *Apium*, *Epilobium*, *Ranunculus* o *Cyperus*, i *Arundo donax* o *Rorippa nasturtium-aquaticum* (Cirujano et al., 2014).

En el grup de macròfits aquàtics s'hi inclouen briòfits, cormòfits, algues filamentoses i caròfits, els quals es veuen afectats per molts factors físics, químics i biòtics.

Els macròfits s'estableixen a partir de llavors, propàguls vegetatius o expansió de poblacions veïnes per la qual cosa es veuen determinats per la velocitat del corrent d'aigua per assentar-se a un lloc determinat (Bowden et al., 2017). L'efecte de la llum sobre la distribució i abundància de macròfits és molt important (Kern-Hansen et al., 1980; Carr et al., 1997; Haury i Aïdara, 1999; White i Hendricks, 2000). En corrents profundes o tèrboles, la llum tendeix a limitar el creixement de macròfits. Els canvis estacionals en la biomassa de

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

macròfits en els corrents temperats s'associen també a una combinació de canvis de llum i temperatura entre l'estiu i l'hivern (Champion i Tanner, 2000; Riis et al., 2003).

Les administracions de diversos països utilitzen protocols basats en les propietats bioindicadores per seguir els processos dinàmics que ocorren a l'ecosistema aquàtic d'estudi (eutrofització, salinització, etc). A causa de les modificacions que han experimentat aquests medis durant el darrer segle com a conseqüència de l'activitat humana han aparegut senyals que ens adverteixen dels canvis (Murillo et al., 2010).

#### *Rellevància ecològica dels macròfits.*

La presència de macròfits ajuda a la creació de microhàbitats per a determinats organismes (Carpenter i Lodge, 1986). Alhora, gràcies al creixement de macròfits hi ha disponibilitat de nutrients per als organismes consumidors (Massanés, 1999) i, regulen la concentració de substàncies dissoltes a l'aigua i sediment de manera que propicien la retenció de matèria en suspensió; tot millorant la qualitat de les aigües (Carignan i Kalff, 1980).

Les comunitats de macròfits poden assolir valors molt alts de producció i/o de biomassa (Valiela, 1995), i per tant la seva presència afecta de manera decisiva els cicles de nutrients, les xarxes tròfiques i els balanços d'oxigen, entre d'altres aspectes importants de la dinàmica ecològica i biogeoquímica del sistema.

Actuen com el major embornal de nutrients (Carpenter i Lathrop, 1999) i refugi per al zooplàncton, que a la vegada prevé l'acumulació de biomassa d'algues i transfereix eficientment els nutrients a nivells tròfics superiors (Carpenter i Lathrop, 1999). Als macròfits també se'ls atribueix la capacitat de produir substàncies alel·lopàtiques contra el fitoplàncton (relacionat amb nombrosos estudis amb els problemes d'eutrofització) i redueixen l'acció del vent en la suspensió dels sediments del fons (Carpenter i Lathrop, 1999). A més, els macròfits permeten que es doni el clima de llum òptim per al desenvolupament d'altres macròfits (Gulati et al., 2008).

#### *Els macròfits de s'Albufera.*

Les característiques de l'aigua i macròfits de s'Albufera van ser estudiats per Martínez-Taberner (1988). En el present treball, exposava tres composicions principals d'espècies distribuïdes segons les característiques de l'aigua de la zona.

El primer grup estava compost per espècies amb tendència a zones salines, als indrets de major evaporació de s'Albufera, els quals corresponien a zones baixes. Dins el grup inclogué *Ruppia cirrhosa* i *Ruppia marítima*.

El segon grup, per espècies de caràcter eurioic i que distribuïen principalment per la zona central del llac, entre les quals es troben *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton crispus*, *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus trichophyllus*, *Zannichellia pedunculata* i *Najas marina*.

Per acabar, trobem el grup que tendeix a habitar a zones poc salines i amb un elevat contingut en nitrogen (corresponents a la part més alta de s'Albufera) conformat per les següents espècies de macròfits submergits: *Callitriche stagnalis*, *Lemna gibba*, *Ricciella fluitans*, *Ceratophyllum demersum*, *Cerathophyllum submersum*.

També s'ha documentat l'aparició d'espècies com *Ceratophyllum submersum* i *Zannichellia pedunculata* com a fanerògames. Actualment es consideren desaparegudes les espècies *Myriophyllum verticillatum*, *Nymphaea alba* i *Trapa natans* que s'associa a què la disposició geometritzada dels corrents desfavoreix les espècies d'ambients lenítics i afavoreix les adaptades a medis lòtics.

Cal destacar, l'absència d'estudis d'aquest caire a una zona tant rellevant dins l'illa de Mallorca com és s'Albufera, i per això mateix el treball de Martínez-Taberner (1988) n'és el precedent més complet i recent del què es pot trobar constància.

## 2. Objectius.

Atesa la duració de les sortides de camp i l'estació en què s'han dut a terme (estiu) s'han escollit 37 punts per realitzar un mostreig a gran escala dels macròfits de s'Albufera per a una posterior comparació de la seva distribució segons els paràmetres fisicoquímics i observar si aquesta ha variat. En aquests sentit doncs, els objectius d'aquest treball són els següents:

- 1) Identificar les espècies macrofítiques presents actualment al Parc Natural de l'Albufera de Mallorca visibles a simple vista, per tal de determinar si la presència d'aquestes ha variat al llarg dels anys.
- 2) Analitzar la distribució de macròfits segons el seu rang de tolerància i comparar si ha canviat respecte la de 1988.
- 3) Establir quins són els paràmetres que influeixen principalment en la distribució dels macròfits al Parc Natural de l'Albufera.

## 3. Material i mètodes.



Figura 1. Esquema de treball (elaboració pròpia).



Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

### **3.1. Àrea d'estudi.**

S'Albufera de Mallorca està situada al Nord-Est de l'illa a les coordenades UTM següents: EE-060060, EE-120020, EE-080020 i EE- 100100. Té una extensió de 1.646,48 hectàrees (ha), està situada a la zona NE de l'illa de Mallorca i en termes municipals comprèn els municipis de Sa Pobla, Muro i Alcúdia (Figura 2).

Compta amb un gran nombre de figures de protecció. Per una banda a nivell internacional, forma part de la llista de la Convenció sobre Aiguamolls d'Importància Internacional (Convenció RAMSAR) des de 1987. A nivell comunitari està considerada Zona Europea de Protecció Especial d'Ocells (ZEPA) i Reserva Biogenètica del Consell d'Europa. A més, a nivell local està declarada com ANEI per la Llei 1/1991 del Parlament de les Illes Balears i Parc Natural per Decret de la CAIB del 28.2.88.

El Parc constitueix la principal zona humida de l'illa, altament sedimentada amb zones d'aigua dolça separada del mar per una barra de dunes que suporta matollar. És un aiguamoll natural amb aigua de diferents característiques, ja que té aigua d'escorrentia superficial, d'ullals (aigua subterrània) o del mar. A més, consta d'una xarxa d'antics dics de reg i canals bordejats per una interessant vegetació.

Cal destacar, que s'Albufera és una àrea internacionalment important i coneguda per ser una valuosa zona de reproducció, hibernació i lloc de pas d' un gran nombre d'aus aquàtiques.

La qualitat de l'aigua de s'Albufera es veu molt afectada per diversos factors, principalment per l'agricultura, ja que es troba molt a prop de zones de cultiu intensiu. L'arribada de nutrients provinents d'aigües urbanes insuficientment depurades o l'arribada de fertilitzants provinents de l'activitat agrícola propera afecten la qualitat de l'aigua. Aquesta pèrdua de qualitat ambiental repercuteix en el funcionament de l'ecosistema, canvia les condicions ambientals i condiciona la presència i abundància de les espècies que hi viuen.

Tant les activitats relacionades amb l'agricultura com amb el turisme, extreuen aigua dels pous i l'aqüífer subjacent a aquesta, la qual cosa provoca intrusió salina i, torrents com el de Sant Miquel i el de Muro aboquen aigües mal depurades.

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

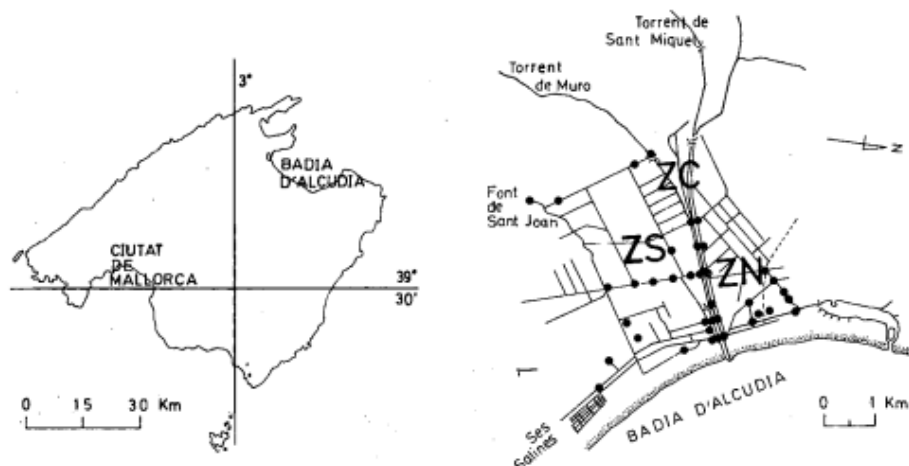


Figura 2. Localització de s'Albufera d'Alcúdia (Mallorca).

### 3.2. Punts i període de mostreig.

S'han escollit 37 estacions de mostreig dins s'Albufera, de manera que representin el màxim nombre de perturbacions possible dins l'àrea. El període de mostreig ha estat durant l'estiu del 2018, amb una freqüència de visites d'una cada més, compreses des del mes de juny a setembre.

Cada punt de mostreig s'ha visitat una vegada, encara que hi ha punts que s'han visitat dues vegades, com pot observar-se a la Taula 2.

A la Taula 2 es mostren les coordenades UTM de cada punt que s'ha visitat i analitzat, a més de les observacions adients i la data en què s'ha visitat.

Per a una millor comprensió de la distribució dels punts de mostreig dins el Parc Natural de s'Albufera, es mostren els punts ubicats al mapa així com la porció de territori de la zona que està considerada Parc Natural (Figura 3).

### 3.3. Mostreig de camp.

Les sortides de camp s'han centrat en dues parts i a tots els punts de mostreig s'ha seguit el mateix mètode.

En primer lloc, s'ha realitzat la mesura in situ dels següents paràmetres fisicoquímics de l'aigua de cada estació en qüestió: temperatura (°C), pressió de la columna d'aigua (mmHg), sòlids totals dissolts (TDS), conductivitat i salinitat, pH, potencial d'oxidoreducció (pHmV) i oxigen dissolt (DO% i DO mg/l). La mesura s'ha dut a terme mitjançant l'ús d'un multiparamètric (HI 9828).

En segon lloc, s'ha procedit a l'anàlisi de vegetació aquàtica. S'ha realitzat una descripció de l'hàbitat on se situa cada zona de mostreig, se n'ha elaborat una llista de les espècies presents a cada quadrícula, relacionades d'alguna manera amb l'ambient aquàtic o salí, entre elles la majoria helòfits o higròfits. Quant als macròfits aquàtics, s'ha passat a

## Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

determinar els vasculars, deixant de banda la determinació d'altres grups com briòfits o algues verdes. De les darreres s'ha apuntat la presència per tenir informació addicional).

La determinació s'ha dut a terme segons la Clau analítica de Flora Vascular de les Illes Balears (Gil i Llorens, 2017). S'ha pres una fotografia de totes les espècies observades i, les que no s'han pogut determinar a ull nuu, s'han identificat amb l'ajuda d'una lupa al laboratori de la UIB. A cada aturada s'apunta si s'han observat macròfits o no. Si se n'han trobat, s'apunta l'espècie o espècies trobades i la cobertura d'aquestes respecte al total de sòl observat.

L'ús de les botes d'aigua i calçons impermeables o neoprè és imprescindible per fer un mostreig correcte dels macròfits de la zona.

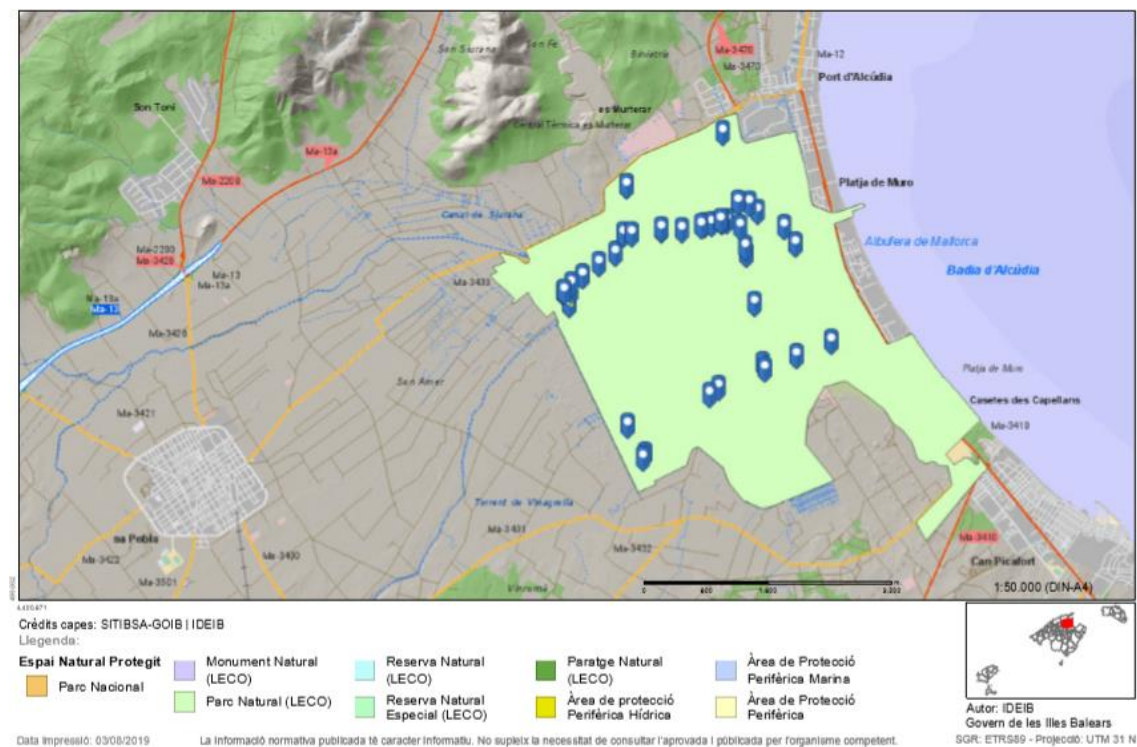


Figura 3. Ubicació dels punts de mostreig dins el marc del Parc Natural de s'Albufera. Font: IDEIB.

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

Punt	UTM E	UTM N	Data	Observació
2	0508740	4405392	23/06	Gran Canal
3	0508747	4405386	23/06	Canal del Sol
4	0508990	4405324	23/06	Canal Siurana
5	0508965	4405636	23/06	Camí dels Senyals
6	0509107	4405620	23/06	Sa Siurana
7	0507968	4405286	23/06	Cruïlla Siurana/ Canal Loco
8	0507588	4405228	23/06	Sa Siurana
9	0506711	4404478	23/06	Bassa Son Carbonell
11	0506946	4404683	23/06	Canal Gran (Abans Pont Son Carbonell)
12	0508621	4405361	21/07	Gran Canal – COFIB
13	0508527	4405344	13/08	Gran Canal – COFIB
14	0508752	4405389	13/08	Gran Canal- COFIB
15	0508813	4405403	13/08	Gran Canal- COFIB
1B	0509050	4405047	13/08	Pont Vell (Canal Pujol)
2B	0508762	4406534	21/07	Es Colombars (Canal de'n Ferragut)
3B	0508234	4405280	21/07 i 23/06	Canal del Sol
4B	0509212	4405522	21/07	Presa ( Gran Canal)
5B	0507966	4405281	21/07	Torre Malecò Siurana (T. Sant Miquel)
6B	0506783	4404311	21/07	Camí dels Polls
7B	0507487	4405222	21/07	Torrent de Sant Miquel
8B	0507730	4402328	21/07	Font de Sant Joan
9B	0507763	4402375	23/06	Font Sant Joan
1C	0509712	4403654	13/08 i 09/09	Camí d'en Pep1
2C	0507518	4405852	13/08	Canal Loco
3C	0509566	4405321	13/08 i 09/09	Camí de Ses Punttes 1
4C	0507518	4405852	13/08 i 09/09	Canal de'n Ferragut
5C	0508718	4403233	13/08	S' Amarador
6C	0510175	4403838	13/08 i 09/09	Camí de Ses Punttes
7C	0509286	4403539	13/08 i 09/09	Camí de'n Pep2 (Perpendicular)
8C	0506697	4404464	13/08	Torrent de Muro (Prop Bassa S. Carbonell)
9C	0507529	4402753	21/07 i 13/08	Camí des Polls II
11C	0507160	4404842	21/07	Canal del Sol
2D	0509072	4404959	09/09	Perpendicular Camí d'en Pep2
5D	0509305	4403480	09/09	Camí d'en Pep3
8D	0508589	4403148	09/09	S'Amarador (Bassa)
9D	0509174	4404325	09/09	Perpendicular Camí d'en Pep2
11D	0509706	4405089	09/09	Camí de ses Putnes 2

Taula 2. Coordenades UTM dels punts de mostreig, data i nom comú de la zona on es situa.

## 4. Resultats.

### 4.1. Característiques fisicoquímiques de l'aigua.

Les dades dels paràmetres fisicoquímics que es mostren corresponen a temperatura (Gràfic 1), pressió de la columna d'aigua (Gràfic 2), OD% (Gràfic 3), TDS (Gràfic 4), conductivitat (Gràfic 5), pH (Gràfic 6) i ORP(Gràfic 7). S'ha obviat el gràfic referent a salinitat per considerar-se que les mesures són proporcionals a conductivitat. La taula completa amb els valors obtinguts a totes les estacions pot observar-se a l'Annex 1.

En el cas de les estacions visitades dues vegades, i per tant, amb dos valors diferents dels paràmetres fisicoquímics de l'aigua, s'indica de la següent manera; per exemple l'estació 6C es mostra com a 6C i 6C2. En el cas de l'estació 11C, s'ha mostregat a les dues bandes del canal, per la qual cosa s'indica com 11C-2.

A tots els gràfics les estacions es mostren en el mateix ordre: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 12, 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B, 9B, 1C, 2C, 3C, 3Cs, 4C, 4C2, 5C, 6C, 6C2, 7C, 7C2, 8C, 8C2, 9C, 9C2, 11C, 11C2, 1D, 2D, 5D, 8D, 9D, 11D, 11D2.

La temperatura de l'aigua de cada zona de mostreig varia entre els 18°C als 28°C. L'estació 2B és on l'aigua està a més temperatura (27.97°C), seguida de les estacions 7B, 2C, 4C2, 3C, 4, 6, 5, 15 i 14, totes amb temperatures superiors als 25°C. Els punts on l'aigua està a una temperatura inferior als 20°C són els següents: 9, 8B, 9B, 8C, 8C2, 9C i 9C2. Tots els altres punts estan a temperatures entre els 20°C i 25°C. A la resta de punts l'aigua està entre els 20°C i 25°C de temperatura (Gràfic 1).

L'oxigen dissolt a l'aigua pot donar-se per difusió de l'aire de l'entorn, l'airejament de l'aigua i com a producte de la fotosíntesi. Els punts amb menor percentatge d'oxigen dissolt són el 2B, 3C2, amb un 1% i 3,7% respectivament i el 6C i 7C amb valors nuls. Tot i això, l'estació 9C i 8B estan sobresaturades d'oxigen, mentre que les estacions 2, 14, 15, 9, 1B, 9B i 8C tenen un percentatge superior al 80%, seguides per la 3,4,5,6,7,8,9, 11,12 amb concentracions superiors 50% d'oxigen dissolt (Gràfic 3).

Els TDS ens indiquen la quantitat d'elements que té l'aigua en dissolució i suspensió. Entre ells les substàncies dissoltes com els minerals com calci, magnesi, potassi, sodi, així com els carbonats, els nitrats, bicarbonats, clorurs i sulfats. La concentració de TDS és molt gran en tots els casos (Gràfic 4). La concentració més elevada es troba a les zones 11 i 4C2 amb més de 15000ppm, i és també molt alta a les zones 4, 5, 6, 7, 8 on la concentració és superior a les 10000ppm i a les estacions 2, 3, 9, 9B, 2C i 11C-2 on és més elevada de 5000 ppm. No obstant, la concentració de TDS a les altres estacions varia de les 1443ppm (8B) als 4728ppm(11C).

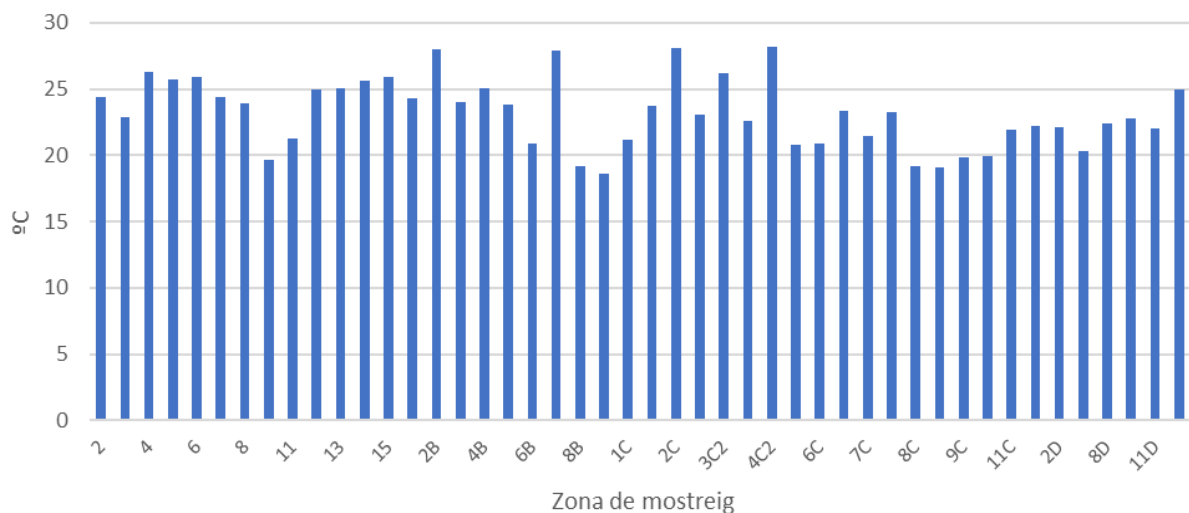
Al gràfic 5 s'expressa la concentració total de sals solubles a l'aigua. La que té més concentració és la de l'estació 4C2 i 2B amb concentracions superiors a 35,00 mS/cm.

## Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

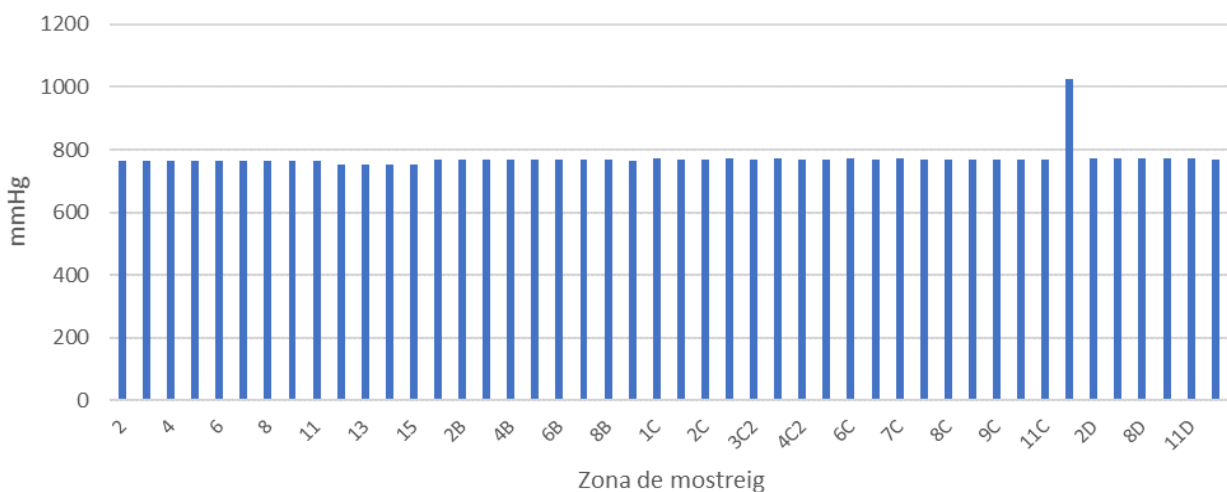
Seguida per les estacions 4,5,6,7,8,11 i 2C amb concentracions superiors a 10 ms/cm. Tanmateix, els punts amb conductivitats més baixes són el 3, 9, 1B, 6B, 8B, 1C, 1C2, 3C i 3C2, 4C, 5C, 6C, 8C, 9C, 9C2, 2D, 5D, 9D, 11D i 11D2 totes amb una concentració inferior a 5 mS/cm.

L'aigua de totes les estacions és bàsica, en tots els casos el pH és superior a 7 (Gràfic 6). Les estacions amb un pH més bàsic són 15, 7B, 2C, 3C, 3C2 i 5D amb pH superior a 8. I les zones amb pH més neutre són 8C, 9C i 8B amb pH que oscil·len entre 7,2 i 7,4. Els pH de les altres estacions van des de 7,4 a 8.

El potencial redox ens indica la capacitat que té una solució d'absorbir o expel·lir sals diluïdes. En tots els casos el potencial d'oxidoreducció (Gràfic 7) és negatiu i, per tant ens trobem en condicions reductores. En les zones on és més negatiu és a 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,15,9B,3C i 3C2 amb valors que superen els -40 mV. Els punts en què és menys negatiu, és a les estacions 6B, 8B, 6C, 7C, 7C2, 8C, 9C amb valors menors o propers als -20mV.

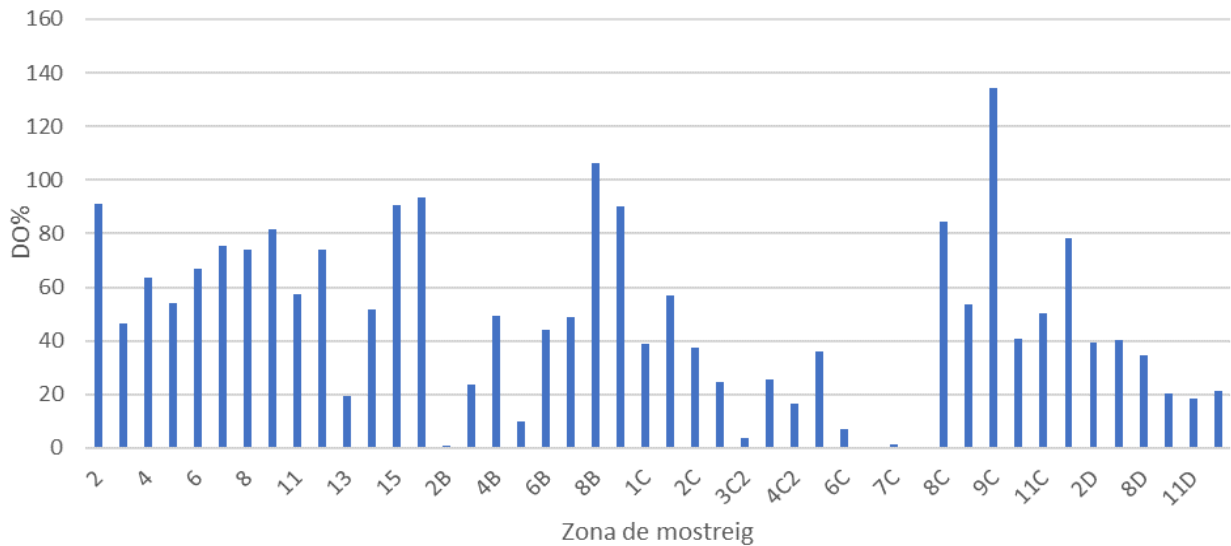


Gràfic 1. Temperatura de l'aigua a cada zona de mostreig.

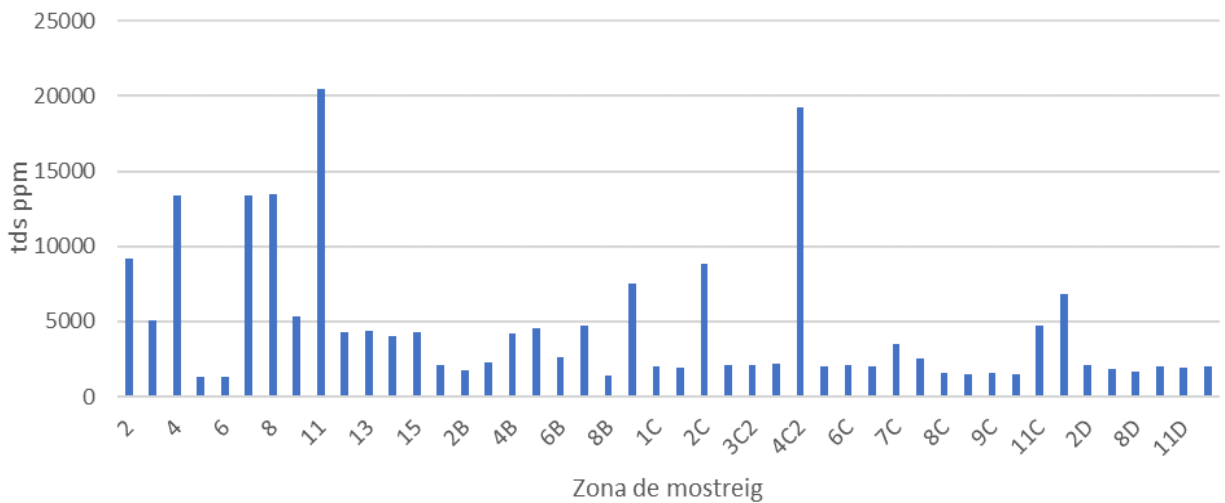


Gràfic 2: Pressió (mmHg) de la columna d'aigua de cada zona.

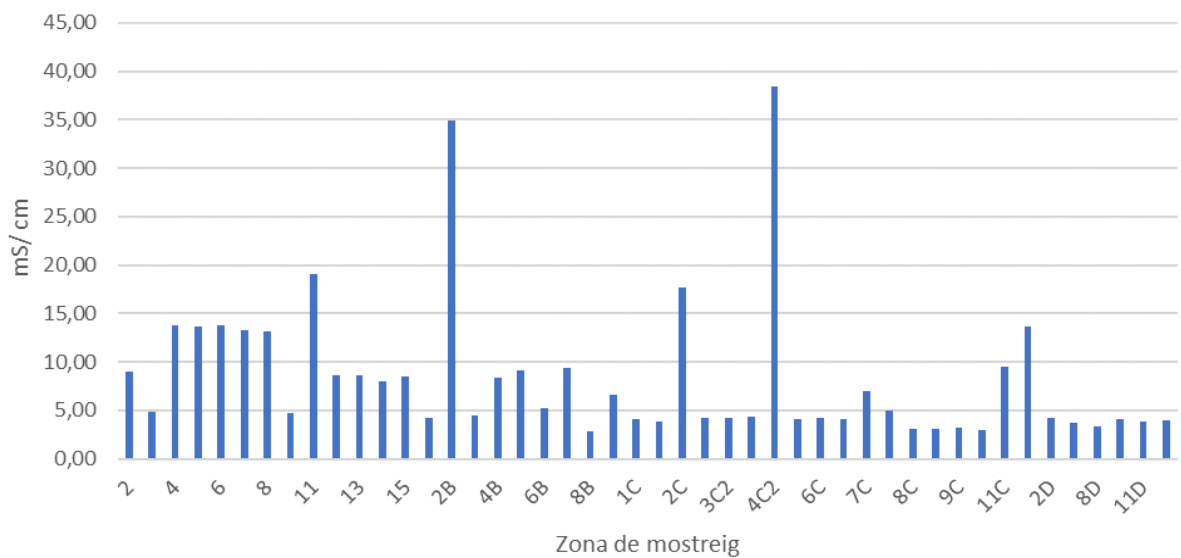
Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.



Gràfic 3: Oxigen dissolt de cada zona en DO%.

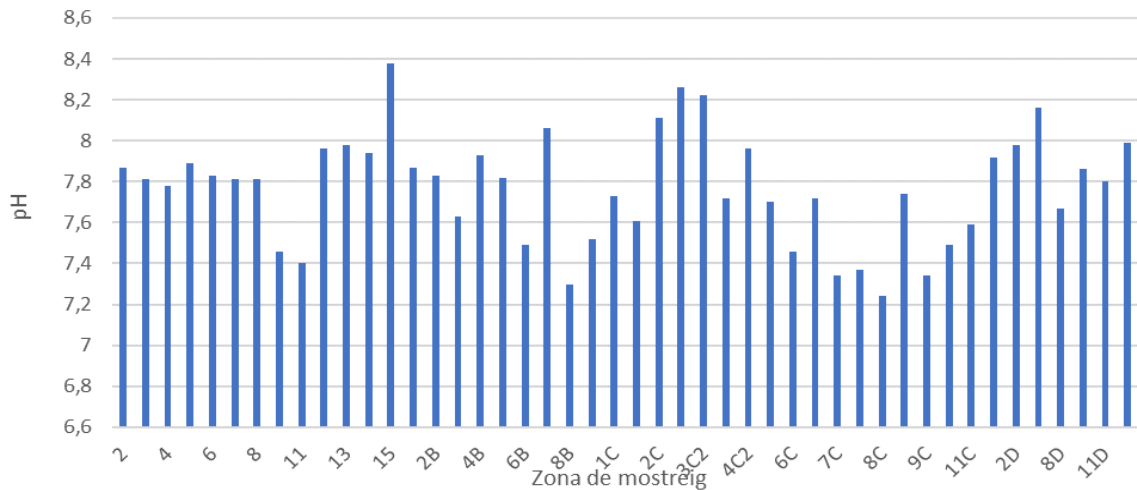


Gràfic 4. Sòlids totals dissolts (TDS) en ppm de cada zona.

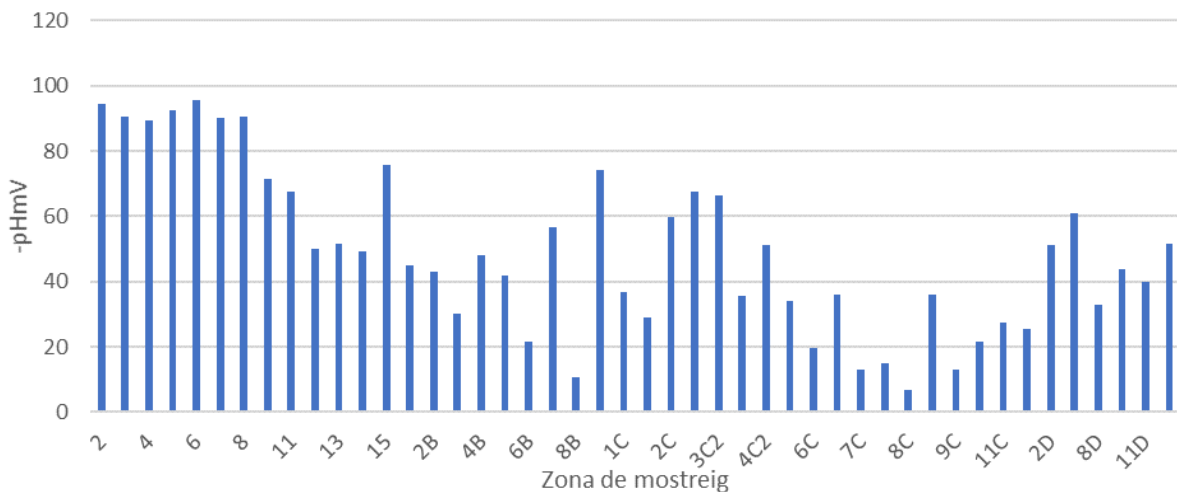


Gràfic 5. Conductivitat elèctrica de l'aigua de cada zona de mostreig en mS/cm.

## Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.



Gràfic 6. pH de l'aigua de cada zona de mostreig.



Gràfic 7. Potencial d'oxidoreducció (ORP) en pHmV de l'aigua de cada zona de mostreig.

### 4.2. Anàlisi de macròfits i comunitat de ribera.

En aquest apartat es procedeix a mostrar els macròfits que s'han trobat a cada punt visitat, la cobertura corresponent d'aquests i per acabar, la vegetació de ribera que s'hi associa.

A la Taula 4, es pot observar si s'han observat macròfits a cada estació i quina és cadascuna d'aquestes. A més, trobem també la comunitat de ribera associada a cada ambient. A continuació, s'indica a quina espècie corresponen les abreviacions MiS, PoP, RuM, CeD, LeM, Cl:

- *MiS: Myriophyllum spicatum* (Figura 4).
- *PoP: Potamogeton pectinatus* (Figura 5).
- *RuM: Ruppia marítima* (Figura 6).
- *CeD: Ceratophyllum demersum* (Figura 7).
- *LeM: Lemna minor* (Figura 8).
- *Cl: Clorofícies filamentoses.*



Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.



Figura 4. *Myriophyllum spicatum*.



Figura 5. *Potamogeton pectinatus* (Font: Herbari Virtual del Mediterrani Occidental, UIB).



Figura 6. *Ruppia maritima*.



Figura 7. *Ceratophyllum demersum*.



Figura 8. *Lemna minor*.

L'índex de cobertura dels macròfits de les estacions s'indica a la Taula 3, segons el mètode de Braun Blanquet (1976).

Les estacions mostrejades en dues dates diferents també s'indiquen (Taula 3 i Taula 4) com a separades (ex: 3C i 3C2), i és la segona la mostrejada posteriorment per tal d'indicar si la cobertura de macròfits era la mateixa o no.

Així doncs, s'han observat un total de cinc espècies de macròfits vasculars espermatòfits. De les 37 estacions visitades, a 23 (62,16%) s'hi trobaven macròfits objectiu d'estudi. L'espècie més abundant és *Ceratophyllum demersum* present a 15 de les estacions estudiades, encara que a l'estació 4C sols hi va ser present el segon dia de visita i a les estacions 8C, 11C i 11D se n'hi han trobat els dos cops visitats. La segona espècie més abundant és *Myriophyllum spicatum*, present a 14 estacions (a la 11C a les dues bandes). També s'ha advertit *Potamogeton pectinatus* a les estacions 6, 8, 5B, 8B i 8C, *Ruppia marítima* a l'estació 4, 5 i 7 i, per acabar, *Lemna minor* a les estacions 5B i 9B.

A grans trets, s'han observat dos tipus de comunitat de ribera associades als punts de mostreig; per una banda Typho-Phragmitetum i, per altra Elymo-Juncetum.

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

Cal destacar, que l'índex de cobertura s'ha estimat a simple vista a quadrats d'uns 2m<sup>2</sup> on la vegetació aquàtica es disposava a gran mesura a la perifèria dels canals. La cobertura dels hidròfits en cap cas ha superat el 100% de cobertura, sinó que en la gran majoria dels casos aquesta era menor al 50% (sols en les estacions 3, 9, 3B i 4B l'índex és superior per a *M. spicatum*).

### 4.3. Anàlisi de la vegetació acompanyant.

L'anàlisi de la vegetació acompanyant s'ha dut a terme mitjançant les quadrícules UTM visitades.

A les quadrícules visitades, les espècies presents a la majoria són *Agrostis stolonifera*, *Arundo donax*, *Calystegia sepium*, *Cladium mariscus*, *Euphorbia hirsuta*, *Hordeum marinum*, *Inula crithmoides*, *Juncus acutus*, *Lagurus ovatus*, *Lotus corniculatus*, *Lythrum junceum*, *Phragmites australis subsp. australis*, *Phragmites australis subsp. chrysanthus*, *Picris echioides*, *Plantago coronopus*, *Populus alba*, *Potentilla reptans*, *Pulicaria dysenterica*, *Rubus ulmifolius*, *Scirpus sp.*, *Sonchis maritimus subsp. aqualitis*, *Typha domingensis* i *Ulmus minor*, totes relacionades amb ambients aquàtics o humits, o bé ambients halòfils.

Seguides d'aquestes es troben també, *Centaurium spicatum*, *Trifolium fragiferum*, *Torilis arvenses subsp. neglecta*, *Suaeda spicata*, *Polypogon mospeliensis*, *Plantago lagopus*, *Plantago crassifolia*, *Picris echioides*, *Oenanthe lachenalii*, *Lagurus ovatus*, *Fraxinus angustifolia*, *Euphorbia terracina*, *Dipsacus fullonum*, *Arundo donax*, *Allium triquetrum* majoritàriament i, en menor grau també hi ha *Sonchus asper*, *Scirpus tabernaemontani*, *Scirpus litoralis*, *Sarcocornia fruticosa*, *Samolua valerandi*, *Ranunculus trilobus*, *Melilotus messanensis*, *Mentha pulegium*, *Hainardia cylindrica*, *Geranium dissectum*, *Coronopus squamatus*, *Conium maculatum*, *Carex extensa*, *Brachypodium sylvaticum*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Apium nodiflorum* i *Apium graveolens*.

Només en unes poques quadrícules, s'ha observat *Typha latifolia*, *Tamarix boveana*, *Spergularia rubra*, *Solanum dulcamara*, *Scirpus maritimus*, *Schoenus nigricans*, *Rumex conglomeratus*, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Ranunculus ficaria*, *Polypogon subspathaceus*, *Polypogon maritimus*, *Polygonum arenastrum*, *Poa trivialis*, *Paspalum paspalodes*, *Parapholis pycnantha*, *Parapholis incurva*, *Orchis palustris*, *Ophrys apifera*, *Narcissus tazetta*, *Juncus subulatus*, *Juncus maritimus*, *Frankenia sp.*, *Epilobium hirsutum*, *Equisetum ramosissimum*, *Cyperus alternifolius subsp. flabelliformis*, *Centaurium grandiflorum*, *Centaurium pulchellum*, *Cakile marítima* i *Alisma lanceolatum*.

La informació de totes les espècies per quadrícula que s'han examinat a s'Albufera pròpies o tolerants d'ambients humits o salins es troben a l'Annex 2. A l'Annex 3, per altra banda, hi ha la informació bibliogràfica de totes les espècies presents a s'Albufera que tenen relació amb aquests ambients en relació a família, gènere, hàbitat i forma vital.

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

Zona	MyS	PoP	RuM	CeD	LeM	Cl.	Comunitat de ribera
2							Typho-Phragmitetum
3							Typho-Phragmitetum
4							Typho-Phragmitetum
5							Typho-Phragmitetum
6							Typho-Phragmitetum
7							Typho-Phragmitetum + vegetació ruderal
8							Elymo-Juncetum + Typho-phragmitetum
9							Elymo-Juncetum
12							Typho-Phragmitetum
13							Typho-Phragmitetum + com. d'Aster
14							Typho-Phragmitetum + com. d'Aster
15							Typho-Phragmitetum
1B							Typho-Phragmitetum
2B							Vegetació ruderal
3B							Typho-Phragmitetum
4B							Typho-Phragmitetum
5B							Typho-Phragmitetum
6B							Typho-Phragmitetum
7B							Typho-Phragmitetum
8B							Typho-Phragmitetum
9B							Vegetació ruderal + <i>Rorippa nasturtium</i>
1C							Typho-Phragmitetum
1C2							Typho-Phragmitetum
2C							Typho-Phragmitetum
3C							Typho-Phragmitetum + Elymo-Juncetum
3C2							Typho-Phragmitetum + Elymo-Juncetum
4C							Elymo-Juncetum + Tamaricetum
4C2							Elymo-Juncetum + Tamaricetum
5C							Typho-Phragmitetum
6C							Typho-Phragmitetum
6C2							Typho-Phragmitetum
7C							Typho-Phragmitetum
7C2							Typho-Phragmitetum
8C							Typho-Phragmitetum + <i>Scirpus</i>
8C2							Typho-Phragmitetum + <i>Scirpus</i>
9C							Typho-Phragmitetum
9C2							Typho-Phragmitetum
11C							Typho-Phragmitetum
11C-2							Typho-Phragmitetum
2D							Typho-Phragmitetum
5D							Typho-Phragmitetum
8D							Typho-Phragmitetum + <i>Scirpetum</i>
9D							Typho-Phragmitetum
11D							Typho-Phragmitetum
11D2							Typho-Phragmitetum

Taula 4. Macròfits trobats a l'Albufera a cada estació i comunitat de ribera associada.

	2	3	4	5	6	7	8	9	1 2	1 3	1 4	1 5	1 B	3 B	4 B	5 B	7 B	8 B	9 B	4 C 2	5 C	8 C	8 C 2	1 1 C	1 1 C - 2	1 1 D	1 1 D 2	
<i>Mi</i> <i>S</i>	1	4				2		4	1	1	2	2		4	4	1	1				2			2	3			
<i>Po</i> <i>P</i>					3		2									1		3				1						
<i>Ru</i> <i>M</i>			3	2		1																						
<i>Ce</i> <i>D</i>	2	4							2	1	2	2	1	2	1	3				3	1	1	2	3		1	2	1
<i>Le</i> <i>M</i>																1				2								

Taula 3. Índex de cobertura segons el mètode Braun Blanquet (1964). Significat del percentatge de cobertura segons el valor → 5: 75-100%// 4: 50-75%// 3:25-50%// 2: 5-25%// 1: <5%// +: <<5.

#### 4.4. Anàlisi de components principals.

L'estudi de components principals ens ha permès realitzar l'anàlisi de la tolerància global de les espècies de macròfits. S'han utilitzat únicament les estacions amb presència de les espècies objectiu d'estudi.

L'anàlisi realitzat a les estacions amb presència de vasculars, proporciona una variància del 29,4% en el primer eix, i una variància del 16,11% en el segon eix. Explicant així el 45,47% de la variància total. Els altres components principals tenien una variància molt petita, per la qual cosa no s'han tingut en compte.

Els principals factors de càrrega del segon eix de les components principals (Gràfic 8) estan relacionats amb el contingut d'oxigen (DO% i DO mg/l) i, en menor mesura per la pressió (P), *Potamogeton pectinatus*, *Lemna minor*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum* i potencial d'oxidoreducció (pHmV).

El primer eix (Gràfic 9) presenta com a factors de càrrega positius els sòlids totals dissolts (TDS), la salinitat i conductivitat (Sal i C), *Ruppia marítima*, el pH i la temperatura.

S'ha de dir que variables com la pressió de la columna d'aigua (P), *Lemna minor* i *Potamogeton pectinatus* no estan molt ben explicades amb aquests components ja que com podem apreciar tenen una contribució baixa (veure llegenda).

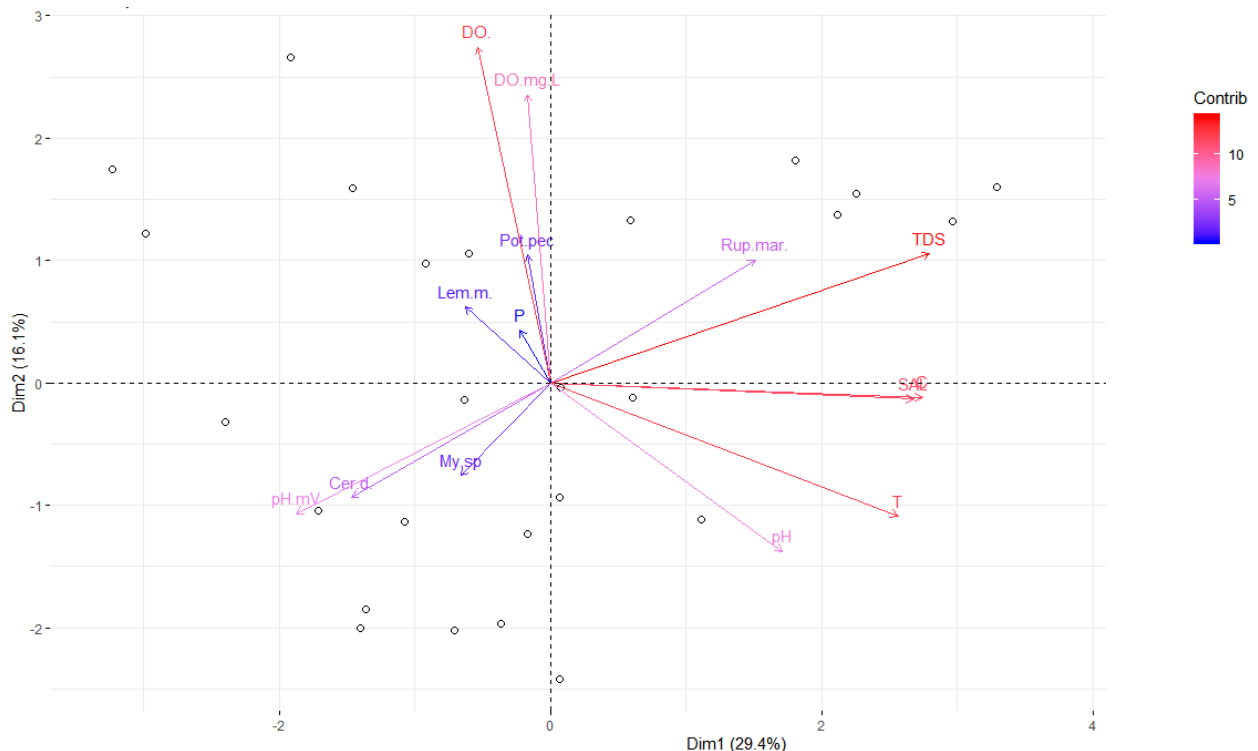
A partir de l'ACP que es mostra al Gràfic 8, es dedueixen una sèrie de característiques respecte a la tendència de distribució de les espècies *Ceratophyllum demersum* que està relacionat inversament amb la salinitat, sòlids totals dissolts i salinitat principalment. Cal esmentar que, *Ruppia marítima* està desplaçada a zones amb altes concentracions de sòlids totals dissolts i salinitat, inversament a *Ceratophyllum demersum*.

## Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

En el cas de *Myriophyllum spicatum* està molt proper a l'eix de coordenades, així com la pressió de la columna d'aigua (P), per la qual cosa es conclou que tenen poc pes. Alhora també pot influir que *Myriophyllum spicatum* sigui una espècie molt euroïca i per tant, poc desplaçada cap a un cert punt.

Quant a *Lemna minor* s'observa que tampoc està molt ben explicada per cap de les dues components principals (podria ser perquè sols s'han trobat a dues estacions) i es conclou que les dades són insuficients per explicar la seva tendència a partir del gràfic.

En el cas de *Potamogeton pectinatus*, veim que té una tendència a zones amb molta concentració d'oxigen dissolt.



Gràfic 8. Components principals del medi on es desenvolupen els macròfits a s'Albufera i la relació amb aquests.

### 4.5. Descripció general de les espècies i rangs de tolerància.

Les espècies de macròfits espermatòfitas observades a s'Albufera el 2018 són angiospermes. Per una banda, s'han observat monocotiledònies com *Lemna minor*, *Ruppia maritima* i *Potamogeton pectinatus*. D'altra banda, dicotiledònies com *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*. A continuació es presenta una descripció de cadascuna de les espècies detectades, segons la seva distribució a s'Albufera i tenint en compte els seus rangs de tolerància als paràmetres que més influeixen en la distribució, visibles al Gràfic 9 (conductivitat), Gràfic 10 (temperatura), Gràfic 11 (% Oxigen Dissolt), Gràfic 12 (Sòlids Totals Dissolts) i al Gràfic 13 (pH).

#### *Myriophyllum spicatum*

Espècie cosmopolita i molt abundant arreu del món. A s'Albufera és una de les més abundants ja que s'ha detectat a 13 de les 37 estacions. Té totes les flors verticil·lades, tret distintiu del seu gènere. Les flors tenen les inflorescències terminals i sobresurten fora de

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

l'aigua, són de segments enters i, aquesta espècie en concret té les fulles totes verticil·lades en verticils de 3-4 i les bràctees florals enteres.

És una espècie clarament eurioica i els seus òptims es mantenen lluny dels extrems quan a la majoria de paràmetres, encara que prefereix zones amb concentracions de sòlids totals dissolts baixes.

#### *Potamogeton pectinatus*

És un gènere cosmopolita, consta de més de 100 espècies encara que a Mallorca se n'han citat 4. Segons Kadono (1982) habita marges amplis i oscil·lants de sal en aigües eutròfiques. En tots els paràmetres estudiats té una tolerància àmplia, encara que prefereix zones d'altres concentracions d'oxigen dissolt i temperatures menors als 26°C.

Fa uns anys es va reportar que estava de decreixença des de l'any 2005 (Riddiford i Ferriz, 2008), cosa que sembla continuar ja que només s'ha trobat a 5 estacions i l'any 1988 era l'espècie més abundant al parc (Martínez, 1988).

#### *Ruppia maritima*

És un gènere cosmopolita com els dos esmentats anteriorment. Està citada a Es Cibollar i Es Colombar (Martínez-Taberner, 1988), actualment no s'ha trobat aquí, sinó que al Canal Loco Na Siurana i al Camí dels Senyals. A dia d'avui es creia que possiblement havia desaparegut (Riddiford i Ferriz, 2008), però s'ha observat a tres estacions.

Les fulles estan proveïdes d'una beina inflada i els fruits estan disposats a l'extrem d'un peduncle llarg. L'estigma és peltat, membranaci i més ample que l'ovari, al contrari que *Ruppia cirrhosa* que el té més estret.

Aquesta espècie presenta, d'una banda, una tendència clara cap a zones d'alta conductivitat i altres concentracions de sòlids totals dissolts i és també, el macròfit amb més preferència per aigües amb temperatures més altes. I de l'altra, es troba a zones amb concentracions properes al 50% d'oxigen dissolt i se situa en un rang molt estret de pH, proper sempre al 7,8.

#### *Ceratophyllum demersum*.

Les espècies d'aquest gènere són cosmopolites. Totes les espècies es presenten de forma totalment submergida i només amb les flors o inflorescències elevades per damunt de l'aigua. El tret principal pel qual es diferencia de *C. submersum* és que té les fulles 1-2 vegades dicòtomes a diferència de les 3-4 de *C. submersum*.

Es pròpia d'aigües dolces encara que suporta rangs de salinitat moderada. Dins s'Albufera és l'espècie que més s'ha observat l'any 2018 (13 de 37 estacions). S'ha detectat al llarg del Canal Gran, al Canal del Sol, Canal Pujol, a s'Amarador, al Torrent de Muro i al Canal d'en Ferragut i a la Font de Sant Joan. Aquesta espècie és de caràcter eurioic, en general, la tenim a les zones amb menor concentració de TDS. Prefereix les aigües amb conductivitats de 8-9mS/cm encara que també es troba a zones de menor concentració en general.

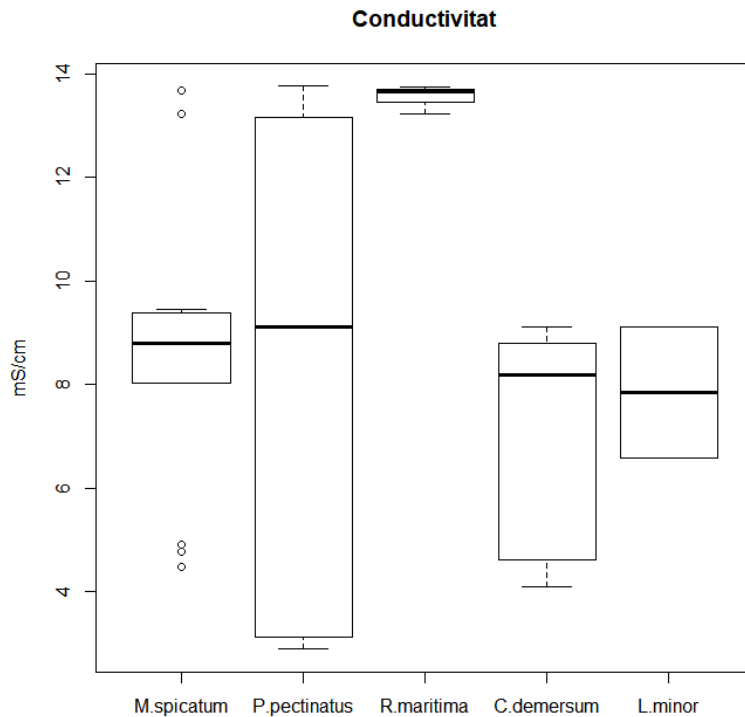
#### *Lemna minor*

El gènere *Lemna* és cosmopolita i actualment són les úniques espècies pleustòniques de s'Albufera (Martínez-Taberner, 1988). Actualment està localitzada a la part alta de s'Albufera (Font de Sant Joan i Torrent de Sant Miquel) en zones d'aigües netes i estancades, en ben poques quantitats ja que només s'ha vist en dues estacions. Es diferencia de les altres espècies del gènere per la nervació. Les làmines estan dotades amb tres nervis i són entre

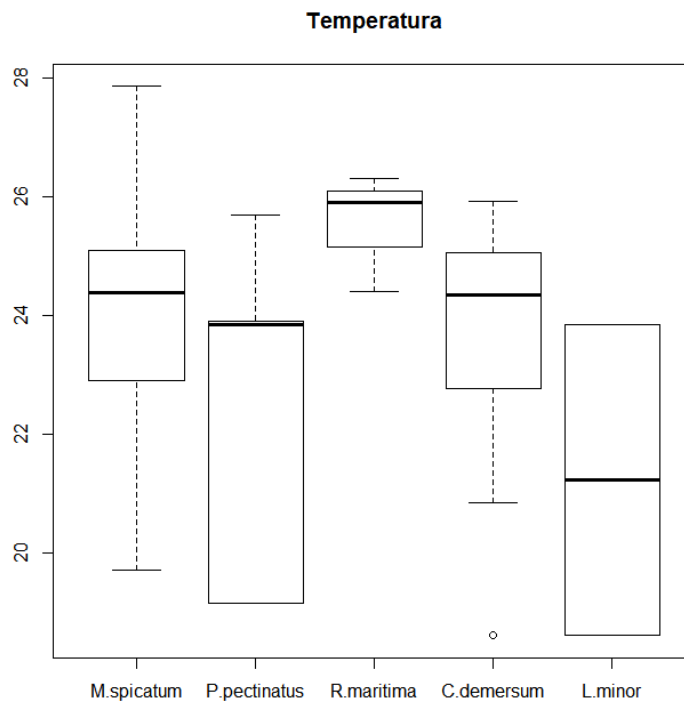
## Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

orbiculars i ovalades, mentre que les de *L. gibba* i *L. minuta* estan dotades de 0 i 1 nervi respectivament.

Les zones on s'ha trobat tenen valors mitjans de conductivitat (7-10mS/cm) i abarquen rangs de temperatura i oxigen dissolt molt llunyans entre si. Quan a TDS el medi contenia una concentració de 4491 i 7491 respectivament i un pH de 7,82 i 7,52.

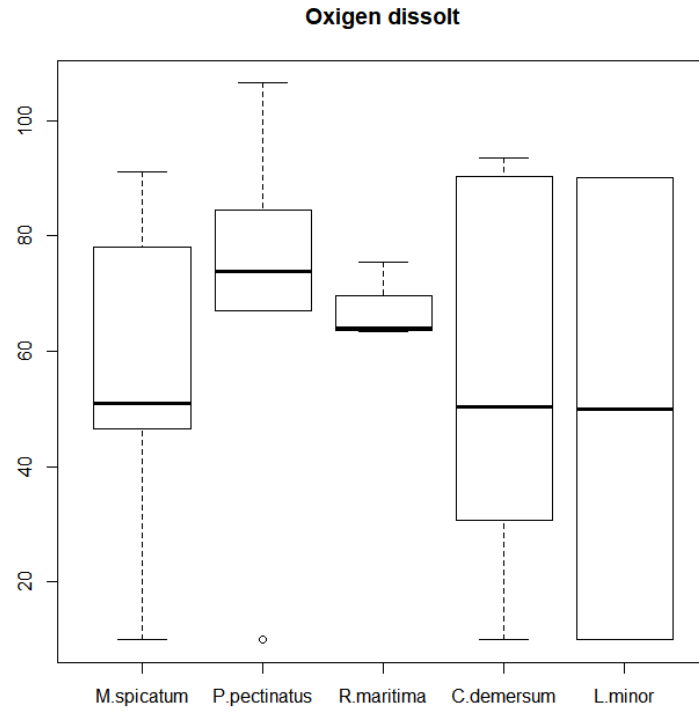


Gràfic 9. Representació de la tolerància de les espècies en referència a la conductivitat. Es presenta la mitjana, l'error de la mitjana i els valors màxim i mínim.

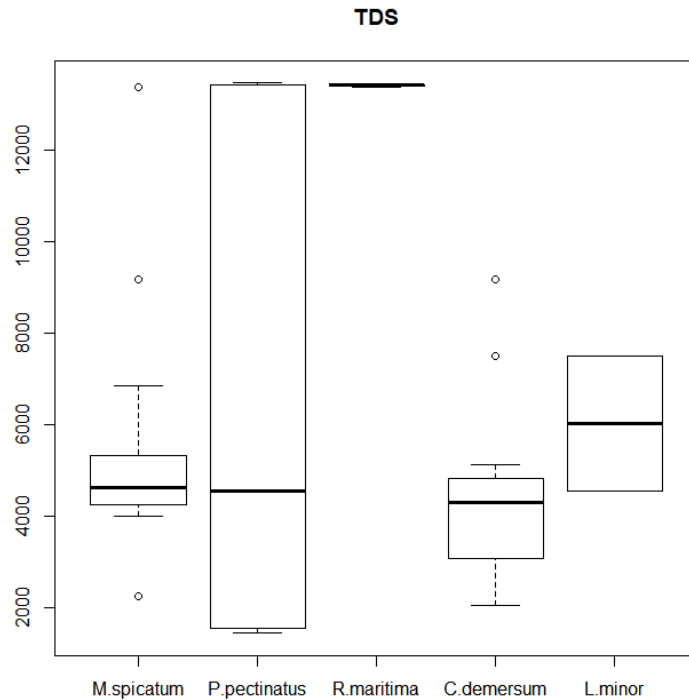


Gràfic 10. Representació de la tolerància de les espècies en referència a la temperatura. Es presenta la mitjana, l'error de la mitjana i els valors màxim i mínim.

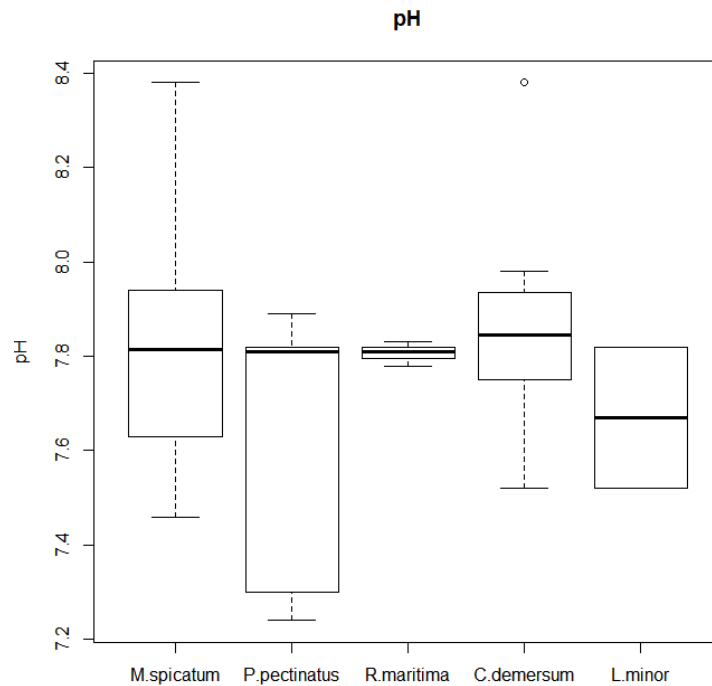




Gràfic 11. Representació de la tolerància de les espècies en referència a l'oxigen dissolt. Es presenta la mitjana, l'error de la mitjana i els valors màxim i mínim.



Gràfic 12. Representació de la tolerància de les espècies en referència als TDS (sòlids totals dissolts). Es presenta la mitjana, l'error de la mitjana i els valors màxim i mínim.



Gràfic 13. Representació de la tolerància de les espècies en referència al pH. Es presenta la mitjana, l'error de la mitjana i els valors màxim i mínim.

## 5. Conclusió i discussió.

S'han trobat cinc espècies de macròfits vasculars espermatòfits l'any 2018 a s'Albufera enfront a les 13 reportades per Martínez-Taberner(1988). A la zona no s'ha observat *Callitriche stagnalis*, *Lemna gibba*, *Najas marina*, *Potamogeton crispus*, *Ranunculus trichophyllus*, *Ceratophyllum submersum*, *Ruppia cirrhosa* ni *Zannichella pedunculata*; Així mateix tampoc, s'ha trobat constància de l'aparició de cap espècie nova. Les espècies més abundants són *Myriophyllum spicatum* i *Ceratophyllum demersum* presents en el 40,5% i 35,14% dels casos respectivament. *Potamogeton pectinatus* s'ha localitzat a cinc de les estacions observades. La població de *Lemna minor* és també molt reduïda, ja que només s'ha descobert en dues estacions. Cal destacar, que *Ruppia maritima* segons Riddiford i Ferriz (2008) estava potencialment desapareguda a s'Albufera, però s'ha detectat a tres de les estacions mostrejades.

*Ceratophyllum demersum* s'ha observat al Canal Siurana, Canal d'en Ferragut, Torrent de Sant Miquel a la Torre Malecó Siurana, al llarg del Gran Canal, al Pont Vell del Canal Pujol i a la Font de Sant Joan, coincidint amb Martínez-Taberner (1988) amb tot, llevat que els seus inventaris també inclouen el Pont de Son Carbonell al Canal del Sol i no contempnen el Canal Pujol (estació 1B). Com hem vist els seus òptims estan allunyats dels extrems encara que prefereix indrets amb salinitats baixes (Gràfic 5) i baixa concentració de TDS (Gràfic 4). *Myriophyllum verticillatum* igualment, s'ha observat al llarg del Gran Canal i al Torrent de Sant Miquel, de la mateixa manera que al cas de Martínez-Taberner (1988) és una espècie capaç de colonitzar diferents indrets i molt variats encara que els seus òptims se situen en valors intermedis.

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

La presència de *P. pectinatus* s'ha vist notablement reduïda respecte a l'any 1988 ja que era l'espècie més abundant a s'Albufera segons Martínez-Taberner(1988). Com indicava Martínez-Taberner (1988) és una espècie de tolerància àmplia i els seus òptims es presenten a la zona mitjana dels espectres de cada paràmetre, encara que solament amb quatre exemplars no podem dir que tinguem nivells significatius clars sobre cap paràmetre. És una espècie molt ben adaptada que abunda a la zona de corrents (Martínez-Taberner, 1988).

En el nostre cas, les aigües visitades eren d'ambients lenítics, o amb poca escorrentia com és el cas de la Font de Sant Joan (on l'aigua era tranquil·la), a diferència de la zona de comportes de la presa del Gran Canal (4B) on tampoc s'ha observat l'espècie. Hi pot influir l'època de l'any, seca, poc plujosa i poc vent que fa que les aigües i corrents siguin més estancades. Als inventaris de Martínez-Taberner (1988) l'espècie és present al Canal del Sol, Torrent de Sant Miquel i Sa Siurana, i al Canal d'en Pujol. Al 2018, s'ha observat a Na Siurana, a la Torre Malecó Siurana del Torrent de Sant Miquel i a la Font de Sant Joan, indret en el qual no es va detectar al 1988. Fa 10 anys (Riddiford i Férriz,, 2008) ja va advertir-se del declivi de la població i a més, que era susceptible al pastoreig de les carpes, les quals són abundants a s'Albufera i han proliferat anys descontroladament, per la qual cosa també pot haver afectat la disminució de la població.

Quant a *Ruppia marítima*, s'ha detectat a zones en què els valors de TDS i conductivitat eren els més alts amb un òptim de temperatura més elevat que en els altres casos. Cal destacar que en els estudis de Martínez (1988), l'òptim de pH de l'espècie es situava entorn a pH 8, mentre que al 2018 s'ha observat només a zones amb un pH de 7,8. Per altra banda, els valors de conductivitat oscil·laven d'un mínim de 18 mS/cm a màxims de 55 mS/cm, amb òptims propers als 35 mS/cm. En aquest cas, els valors han oscil·lat de 13,23 mS/cm a 13,75 mS/cm per tant, un mínim molt inferior al de fa 30 anys. Per altra, Martínez-Taberner (1988) sols va observar la planta a dos indrets. A Es Colombar, que coincideix amb l'estació 2B i a l'Estany del Salicorniar el qual no s'ha visitat. A l'estació 2B no s'ha observat cap macròfit, està a prop d'un salobrar i té els valors més alts de conductivitat de totes les estacions (Gràfic 5) així com la temperatura (Gràfic 1). També ho posa de manifest la presència del tamarell (*Tamarix gallica*) o *Plantago crassifolia*, propis de sòls salins. Així doncs, veim com la tolerància de la planta quant a salinitat s'ha desplaçat cap a sòls menys salins, encara que ho segueixen essent.

La planta *Lemna minor* s'ha trobat a la Font de Sant Joan, on l'aigua és molt neta i poc salada (Gràfic 5 i 4), i la concentració d'oxigen dissolt és alta (Gràfic 3), per contra a l'estació 5B els valors minven notablement a tots els paràmetres (veure Gràfics 9, 10, 11, 12 i 13). Les poblacions d'aquesta espècie són molt reduïdes, per la qual cosa no es pot arribar a una idea clara sobre els seus paràmetres de distribució seguint aquest estudi.

La cobertura de macròfits a s'Albufera és baixa en tots els casos, puix que en cap cas supera el 80% de cobertura. Aquest paràmetre no pot ser comparat amb estudis anteriors, atès que l'estiu del 2018 es mostrejaren a simple vista quadrats de 2m<sup>2</sup> a punts concrets, mentre que Martínez-Taberner (1988) procedí a l'elaboració d'una sèrie d'inventaris al llarg de les estacions, cobrint així la major part possible dels canals. De totes maneres, les espècies més abundants foren *Potamogeton pectinatus*, *Miriophyllum spicatum*, *Najas Marina* i *Ceratophyllum demersum*, per ordre de més a menys abundància. En aquest sentit la

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

situació crítica de *Najas marina* ja va ser reportada fa uns anys (Riddiford i Ferriz, 2008), ja que sols es va observar al 2008 i al 2005 al Canal Pujol. S'Albufera era l'únic indret de Balears on es podia observar.

Barceló i Mayol (1980) va descriure des d'un principi la vegetació típica dels canals, llacunes naturals i cultius d'arròs entre els quals hi ha *P.crispus*, *P.coloratus* i abundant *Zannichellia palustris* i *Myriophyllum sp* respatllant la població de *L. minor*. Les llacunes poc profundes d'aigua dolça creades per al pastoreig estaven dominades per *Z.pedunculata*, *M.spicatum* i *N.marina* (Veraart et al., 2004). Actualment l'única d'aquestes espècies que podem considerar típica és *M.spicatum*, sense trobar constància de les altres espècies esmentades.

Així doncs, la composició de macròfits aquàtics espermatòfits ha canviat substancialment en 29 anys. Hi ha indicis que la raó és l'increment de la salinitat, l'abstracció d'aigua provinent de l'agricultura, l'increment d'eutrofització i altres contaminants així com les fluctuacions hidrològiques.

Segons Martínez-Taberner (1988) existeix un gradient molt marcat, que és més positiu com més a prop hi ha la línia de costa, on es fa visible la influència de l'ambient marí, doncs els valors com més a prop de la costa, més semblants són als de l'aigua de mar. Ha estat impossible la identificació d'estratificació en quant a temperatura o altres paràmetres atesa la distribució dels punts de mostreig. No obstant això, ho podem constatar perquè els valors més baixos de conductivitat/ salinitat/ temperatura són a la Font de Sant Joan (part alta de s'Albufera), mentre que aquells que tenen valors més grans corresponen al Canal d'en Ferragut.

La causa d'això podria ser l'eutrofització i salinització de les aigües. Amb les dades obtingudes a l'estudi, és impossible evidenciar-ho per les poques cobertures i dades poblacionals de les espècies, emperò els valors són similars als obtinguts per Martínez-Taberner (1988). No obstant, per a *C. demersum* trobem òptims propers a 9, tot i que als estudis de Martínez-Taberner(1988), els òptims són propers a 6, de manera que l'espècie ocupa amb més tendència zones amb majors valors de conductivitat.

Maties Rebassa (2015) conclou que s'Albufera està experimentant un fort procés d'eutrofització i salinització. En aquest sentit, Rebassa (2015) ho evidencia reportant un augment de la població d'ocells propis d'ambients salins i un decreixement dels que no toleren aquestes condicions.

Altrament, l'abundant presència a s'Albufera d'helòfits o higròfits propis d'ambients salins o indicadors de condicions semblants també ho evidencia, perquè aquesta ha anat en augment al llarg dels anys. Per exemple, a Es Rotlos s'ha passat de ser un canyissar a una llacuna oberta rodejada per *Tamarix sp.*, un clar indicador d'intrusió salina (Riddiford i Ferriz, 2008). Així mateix, a l'Annex 2 també es pot observar la presència a s'Albufera d'espècies d'ambients salins a zones altes de s'Albufera com *Melilotus messanensis*, *Parapholis pycnantha*, *Polypogon maritimus*, *Scirpus litoralis*, *Spergularia diandra*, *Spergularia rubra*, *Trifolium fragiferum*, *Frankenia laevis*, *Frankenia pulverulenta*, *Arthrocnemum macrostacyum*, *Centaurium sp.*, *Scirpus maritimus*, *Sarcocornia fruticosa*, *Atriplex protata*, *Aster tripolium*, etc.

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

Els macròfits submergits són espècies molt sensibles als canvis en la dinàmica de l'aigua. A s'Albufera, a més de fer front a l'augment de salinització també han de fer front a les variacions estacionals, períodes de sequera, inundacions, etc. que fan difícil que les poblacions siguin estables durant molt de temps. Així doncs sols les espècies amb uns nivells més amplis de tolerància són les que tenen tendència a sobreviure.

En conseqüència serien necessaris estudis posteriors, tenint en compte que és imprescindible augmentar l'esforç de mostreig per arribar a unes conclusions més significatives respecte al tema i tenir un control tant de la població com dels paràmetres que la influeixen satisfactoris.

## Agraïments

Gràcies al meu tutor, el Dr. Llorenç Gil per l'ajuda, consells i guia. Gràcies també al Dr. Samuel Pinya i Victòria Tomàs per acompanyar-nos durant les sortides de camp i ajudar amb tot el que ha estat possible.

## Referències

- Agnew, A. D. Q., Holland, M. M., Risser, P. G., i Naiman, R. J. (1992). Ecotones: The Role of Landscape Boundaries in the Management and Restoration of Changing Environments. *The Journal of Ecology*, 80(2), 371.
- Barceló, B. i Mayol, J. (1980). Estudio Ecológico de la Albufera de Mallorca: (Alcúdia, Muro, Sa Pobla). Departament de Geografia de la Universitat de les Illes Balears.
- Braun-Blanquet, J. (1979) *Fitosociología. Base para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid, Blume, 820.
- Bowden, W. B., Glime, J. M., i Riis, T. (2017). Macrophytes and Bryophytes. In *Methods in Stream Ecology: Third Edition* (Vol. 1, pp. 243–271). Elsevier Inc.
- Carr, G. M., Duthie, H. C., i Taylor, W. D. (1997). Models of aquatic plant productivity: A review of the factors that influence growth. *Aquatic Botany*, 59(3-4), 195-215.
- Carignan, R., i Kalff, J. (1980). Phosphorus sources for aquatic weeds: water or sediment?. *Science*, 207(4434), 287-289.
- Carpenter, S. R., i Lodge, D. M. (1986). Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. *Aquatic Botany*, 26(C), 341–370.
- Carpenter, S. R., i Lathrop, R. C. (1999). Lake restoration: capabilities and needs. In *The Ecological Bases for Lake and Reservoir Management* (pp. 19-28) Dordrecht, Netherlands: Springer.

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

Champion, P. D., i Tanner, C. C. (2000). Seasonality of macrophytes and interaction with flow in a New Zealand lowland stream. *Hydrobiologia*, 441(1), 1–12.

Cirujano, S., Molina, A. M., i Murillo, P. G. (2014). *Flora acuática española: hidrófitos vasculares*. Real Jardín Botánico, CSIC.

Clements, F. E. (1920). Adaptation and mutation as a result of fire. *Carnegie Inst., Yearbook*19, 1920, 348-349.

Gil, L., i Llorens, L. (2018). *Flora vascular de les Illes Balears: clau analítica*. Universitat de les Illes Balears.

Gulati, R. D., Pires, L. M. D., i Van Donk, E. (2008). Lake restoration studies: Failures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures. *Limnologica*, 38(3-4), 233-247.

Hansen, A. J., i DiCatri, F. (2012). Landscape Boundaries: Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows. *Quantitative Methods for Studying Landscape Boundaries* (Vol. 92, p. 452). New York: Springer Science and Business Media.

Haury, J., i Aïdara, L. G. (1999). Macrophyte cover and standing crop in the River Scorff and its tributaries (Brittany, northwestern France): Scale, patterns and process. *Hydrobiologia*, 415, 109–115.

Herbari Virtual del Mediterrani Occidental. Universitat de les Illes Balears. 2019, [en línia]. Àrea de Botànica, Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears. Recuperat de: <http://herbarivirtual.uib.es/ca/general/720/especie/potamogeton-pectinatus-l->

Holmes N. T. H., i Whitton, B. A. (1977). The macrophytic vegetation of the River Tees in 1975: observed and predicted changes. *Freshwater Biology*, 7(1): 43-60.

Kadono, Y. (1982) Occurrence of macrophytes in relation to pH, alkalinity, Ca<sup>++</sup>, Cl<sup>-</sup> and conductivity. *Jap. Journal of Ecology*, 32(1), 39-44.

Kern-Hansen, U., Holm, T. F., Madsen, B. L., Thyssen, N., i Mikkelsen, J. (1980). Vedligeholdelse af vandløb. *Miljøprojekter, Miljøstyrelsen, Copenhagen*, 30.

Margalef, R. (1983). *Limnología* (Vol. 1009). Barcelona: Omega.

Martínez-Taberner, A., Moyà, G., i Ramón, G. (1985). Aportación al conocimiento de la mineralización de las aguas de la Albufera de Alcúdia (Mallorca). Intento de clasificación. *Bolletí de La Societat d'Història Natural de Les Balears*, (29), 87–108.

Martínez-Taberner, A. (1988). *Característiques limnològiques de S'Albufera de Mallorca* (PhD thesis). University of the Balearic Islands, Palma de Mallorca.

Els macròfits de l'Albufera de Mallorca.

Martínez-Taberner, A., i Pericàs, J. (1988). Notes florístiques : Les Characeae de l'Albufera de Mallorca. *Bolletí de La Societat d'Història Natural de Les Balears*, 32, 145–150.

Massanés, R. (1999). *Corredors blaus i verds: manual de restauració de riberes fluvials* (Vol. 3). Fundació Ferrer i Guàrdia, Avinyó, Barcelona.

Mitsch, W. J., Bernal, B., i Hernandez, M. E. (2015). Ecosystem services of wetlands. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, 11(1), 1-4.

Murillo, P. G., Zamudio, R. F., i Bracamonte, S. C. (2010). *Habitantes del agua: macrófitos*. Agencia Andaluza del Agua.

Ohtake, H. (1984). The role of tides in removing phosphorus from lake Nakanoumi, a coastal lagoon in Japan. *Arch. Hydrobiol.*, 99, 443-462.

Rebassa, M. (2015). S'Albufera, efectes de 27 anys de gestió i canvi. L'exemple de les aus aquàtiques. *Monografies de la Societat de Historia Natural de les Balears*, 2015.January(20), 345-354.

Riddiford, N. J., i Ferriz, I. (2009). Submerged macrophytes and aquatic invertebrates of s'Albufera. *TAIB Project S'Albufera: A Mediterranean model for the study of biodiversity and environmental change. The Albufera International Biodiversity Project Annual Report, 2008*, 73-137.

Riis, T., Biggs, B. J., i Flanagan, M. (2003). Seasonal changes in macrophyte biomass in South Island lowland streams, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 37(2), 381–388.

Schilthuizen, M. (2000). Ecotone: Speciation-prone. *Trends in Ecology & Evolution*. 15(4), 130-131.

Valiela, I. (1995). *Marine ecological processes* (Vol. 686). New York: Springer.

Veraart, J. A., de Groot, R.S., Perelló, G., Riddiford, N. J., i Roijackers, R. (2004). Selection of (bio) indicators to assess effects of freshwater use in wetlands: a case study of s'Albufera de Mallorca, Spain. *Regional Environmental Change*, 4(2-3), 107-117.

White, D. S., i Hendricks, S. P. (2000). Lotic Macrophytes and Surface–Subsurface Exchange Processes. In *Streams and Ground Waters* (pp. 363–379). Academic Press.