

# Dinàmica de les variables físiques i químiques dels gorgs finals del Torrent de Pareis (NW de Mallorca, Illes Balears)

Rafel BARCELÓ, Josep Lluís MORENO i  
Francesc ROSSELLÓ

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Barceló, R., Moreno, J.Ll. i Rosselló, F. 2000. Dinàmica de les variables físiques i químiques dels gorgs finals del Torrent de Pareis (NW de Mallorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 43: 121-129. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

S'ha estudiat la dinàmica de variació de diferents paràmetres físics i químics de l'aigua de les basses situades a la desembocadura del Torrent de Pareis (NW de Mallorca, Mediterrani occidental). Es posa de manifest una diferència en els valors d'aquestes variables entre els gorgs localitzats prop de la mar i els més allunyats, així com en la seva dinàmica de variació durant els successius processos d'omplida i dessecació. Paral·lelament s'ha constatat una heterogènia distribució de les algues i macròfits aquàtics en funció de les diferents condicions físico-químiques de l'aigua.

**Paraules clau:** torrent, gorgs, dessecació, salinitat, reserva alcalina, macròfits aquàtics.

DYNAMICS OF PHYSICAL AND CHEMICAL VARIABLES OF THE FINAL POTS OF TORRENT DE PAREIS (NW MALLORCA, BALEARIC ISLANDS). It has been studied the dynamics of different physical and chemical parameters variation of the water of the pots located in the mouth of Torrent de Pareis (NW Mallorca, Western Mediterranean). It makes evident a difference on the values of these variables between the pots located near sea and the most distant, as well as in its dynamic of variation during the processes with filled and desiccated. Also it has been verified a heterogeneous distribution of the algae and aquatic plants in function of the different physical and chemical conditions of the water.

**Keywords:** torrent, pots, dessication, salinity, alkalinity, aquatic plants.

Rafel BARCELÓ, Seminari Ciències Naturals Col·legi Montision, Camí de Son Rapinya 10, 07013 Palma de Mallorca (Balears); Josep Lluís MORENO, Manuel Azaña 28 àtic, 07006 Palma de Mallorca (Balears); Francesc ROSSELLÓ, Carrer de Sa Lluna 115, Sóller (Balears).

Recepció del manuscrit: 3-oct-00; revisió acceptada: 15-des-00.

## Introducció

Els cursos de torrent estan caracteritzats per la presència de zones on l'aigua s'estanca i queda embassada durant llargs períodes de l'any. Aquests indrets (gorgs) estan sotmesos a dos processos antagònics que fan variar el volum d'aigua embassada i determinen la seva dinàmica tan des del punt de vista fisico-químic com biològic. Aquests processos són, per una banda, les ocasionals precipitacions que omplen i renoven l'aigua embassada, i per altra, el procés continu d'evaporació que seca els gorgs i els buida totalment als mesos d'estiu, exceptuant determinades zones on, per la seva situació geogràfica o per l'orografia del terreny, es mantenen plens tot l'any.

La variació del volum d'aigua du també associat un canvi en la concentració dels distints ions dissolts, que és major a mesura que va avançant el procés evaporatiu. Durant aquest procés de dessecació els gorgs es van independitzant uns dels altres assolint concentracions salines diferents. Les qualitats minerals de les aigües vénen determinades bàsicament pels ions majoritaris, que són els cations calci, magnesi, sodi i potassi i els anions carbonat, bicarbonat, sulfat i clorur. L'origen d'aquest residu mineral és el rentat del substrat per l'aigua d'escorrentia i pels propis aportes de la precipitació, així com l'efecte de la maresia (aerosol marí) i la possible infiltració d'aigua marina que aporta gran quantitat de clorur als gorgs propers a la costa.

En aquest context es situa la desembocadura del Torrent de Pareis, lloc on s'ha desenvolupat aquest estudi. En ell es pretén dur a terme una primera aproximació al coneixement de la dinàmica de variació dels paràmetres fisico-químics de les diferents basses d'aigua al llarg dels processos de precipitació i evaporació. També s'efectua una breu descripció i quantificació de les diferents algues i

macròfits que viuen als gorgs, així com de la seva distribució heterogènia en funció dels paràmetres fisico-químics.

Cal destacar que els resultats d'aquest treball s'obtingueren a l'any 1996, però són plenament vigents en el present, doncs les característiques fisico-químiques i biològiques de l'àrea d'estudi es mantenen inalterades.

## Àrea d'estudi

La zona estudiada es situa a l'extrem NW de l'illa de Mallorca, localitzada a la desembocadura del Torrent de Pareis, molt propera al Port de Sa Calobra (Fig. 1). El torrent es troba excavat sobre les roques calcàries i dolomítiques formades durant el Juràssic Inferior (Lias, 200 M.a.). La formació del torrent s'ha vist condicionada per les successives regressions de la mar Mediterrània durant el Pleistocè i Pliocè així com per un aixecament isostàtic d'aquest sector de la nostra illa (Ginés i Ginés, 1991). El Torrent de Pareis neix a la confluència dels torrents provinents de la vall de Lluc (torrent de Lluc) i de la vall d'Almallutx (torrent des Gorg Blau) que s'uneixen a l'indret anomenat Entreforc per arribar a la mar formant nombrosos gorgs. La superfície que ocupa la conca del Torrent de Pareis és de 46,3 km<sup>2</sup>. Aquesta conca recull un volum d'aigua de entre 900 i 1200 mm anuals.

Les condicions climatològiques de la zona d'estudi es caracteritzen per una precipitació molt elevada (955,1 mm anuals) i una temperatura mitjana anual d'uns 15°C (Guijarro, 1986). El balanç hídric per aquestes característiques es correspon a un règim humit (fórmula de Thornthwaite). Aquest règim és diferent del que es troba a la conca de recepció, on hi ha una precipitació mitjana anual d'uns 1200 mm i una temperatura mitjana anual d'uns 13°C, que defineixen un règim hiperhumit.

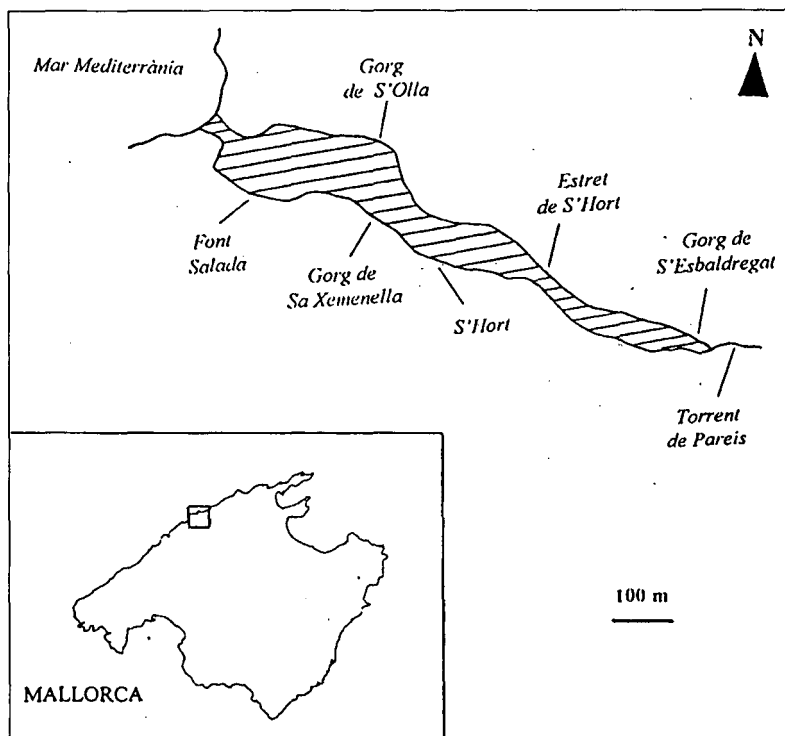


Fig. 1. Situació de la desembocadura del Torrent de Pareis.  
 Fig. 1. Location of the mouth of Torrent de Pareis.

## Metodologia

Els mostretjos en varen realitzar el 21 de març, 30 d'abril i 10 de juny de 1996, entre les 9,30 h i les 15,30 h. L'ordre de localització de les estacions va des de el Gorg de S'Esbaldragat (estació 1), el més allunyat de la mar, fins el darrer gorg format a la desembocadura del torrent (estació 9), el més proper. Les estacions es varen ubicar als punts de màxima fondària. On la fondària excedia de 3 metres es varen establir dues estacions, una en superfície i l'altre en el fons (estacions 2 i 7).

Les mostres d'aigua superficial es recolliren amb una ampolla de plàstic d'un

litre i les de fondària amb una ampolla llastrada que s'obria en el fons. Les mostres destinades a la valoració de l'oxigen es recollien amb flascons Winkler. La temperatura i el pH es mesuraren *in situ* amb un termòmetre Crison T-637 i un pH-metre Crison 503. La conductivitat era determinada al laboratori amb un conductímetre Crison 522 i referida a la temperatura de 20 °C. L'alcalinitat total realitzada sobre mostres no filtrades, clorur i oxigen es determinaren seguint els mètodes habituals (Wattenberg, Knudsen i Winkler respectivament).

## Resultats i discussió

L'oscil·lació del nivell d'aigua dels gorgs fou bastant elevada, variant el volum i la morfologia de les basses, que en alguns casos quedaren comunicades degut a les elevades precipitacions: 263,6 mm en el mes d'abril (Institut Nacional de Meteorologia, 1996). Així, el segon dia de mostratge el nivell d'aigua era superior al primer, produint-se a més a més entrada d'aigua dolça a l'estació 4 (E4) i a la Font

Salada. L'evolució de les basses es pot veure a la Fig. 2.

### a) Temperatura

Aquest paràmetre, que influeix sobre la conductivitat i la concentració d'oxigen dissolt dins l'aigua, presenta una clara heterogeneïtat horitzontal (arribant fins a diferències de 7 °C en els mostres del mes de març) tendent a augmentar a mesura que es consideren els gorgs més propers a la mar, que són els més exposats a la radiació solar (Fig. 3). Això queda especialment reflectit a partir de l'estació 3 on, a més a més, hi ha una entrada d'aigua marina en fondària. Entre aquesta estació i l'estació 4 es dona un gran augment de la temperatura el 10/6/96 (5°C), degut al menor volum d'aigua de l'estació 4 i a la seva major exposició al sol.

Les mostres de fondària solen presentar una temperatura inferior a les de superfície degut a la atenuació de la radiació incident per la columna d'aigua (estació 2 al darrer dia i estació 7 sempre). Paral·lelament es dona un augment de la temperatura al llarg del temps a totes les estacions degut a l'entrada de l'estació càlida. Aquesta tendència no es dona per a les estacions 8 i 9 del 30/4/96 degut a l'entrada d'aigua continental més freda provinent de la Font Salada.

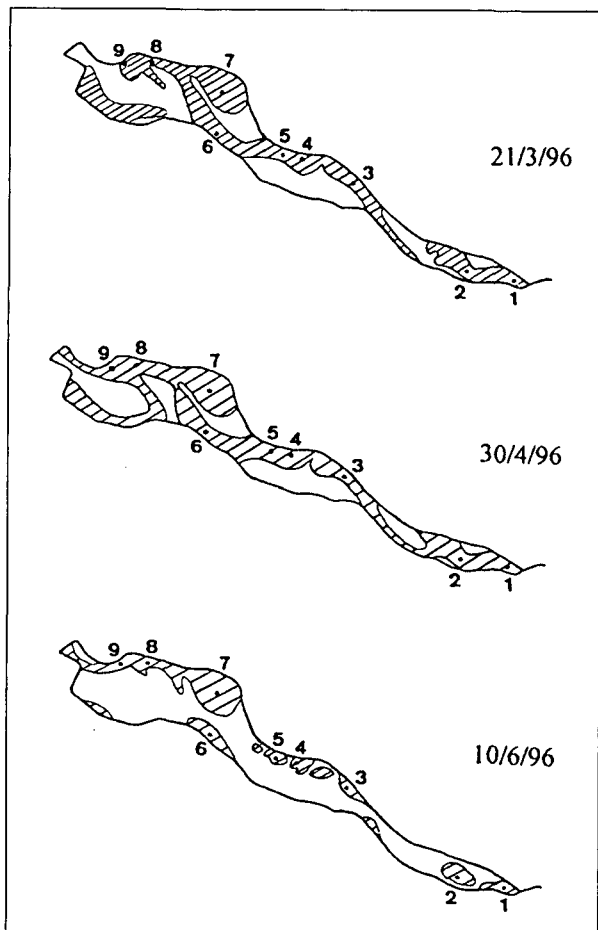


Fig. 2. Ubicació de les estacions de mostratge i evolució de la superfície inundada (àrea ratllada).  
 Fig. 2. Location of the sampling stations and evolution of the flooded area (stippled area).

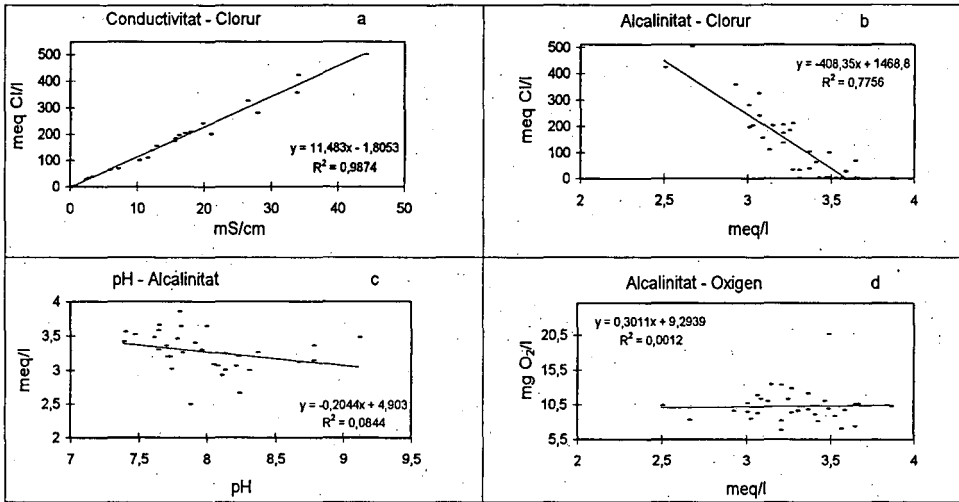


Fig. 3. Relació entre: a) conductivitat i clorur, b) alcalinitat i clorur, c) pH i alcalinitat, d) alcalinitat i oxigen.

Fig 3. Relationships between: a) conductivity and chloride , b) alkalinity and chloride, c) pH and alkalinity, d) alcalinity and oxygen.

b) Conductivitat

La conductivitat de les aigües epicontinental, a partir de la qual es pot avaluar la seva càrrega salina total, ve condicionada per la concentració dels ions principals, que són calci, magnesi, sodi, potassi, carbonat, sulfat i clorur.

Els valors obtinguts mostren gran variació, amb una marcada diferència entre les dues primeres estacions i les restants. Les dues primeres presenten una conductivitat mitjana de 0,45 mS/cm (Taula 1) que es correspon amb aigües dolces dures (Margalef, 1983), mentre que les restants, que reben la influència de l'aigua marina, amb 16 mS/cm, es defineixen com aigües salobreses.

Aquest paràmetre manté una relació directa molt elevada amb la concentració de clorur (Fig. 4a), posant de manifest la gran influència de l'aigua marina. D'aquesta generalització cal excloure les mostres de les dues primeres estacions, que

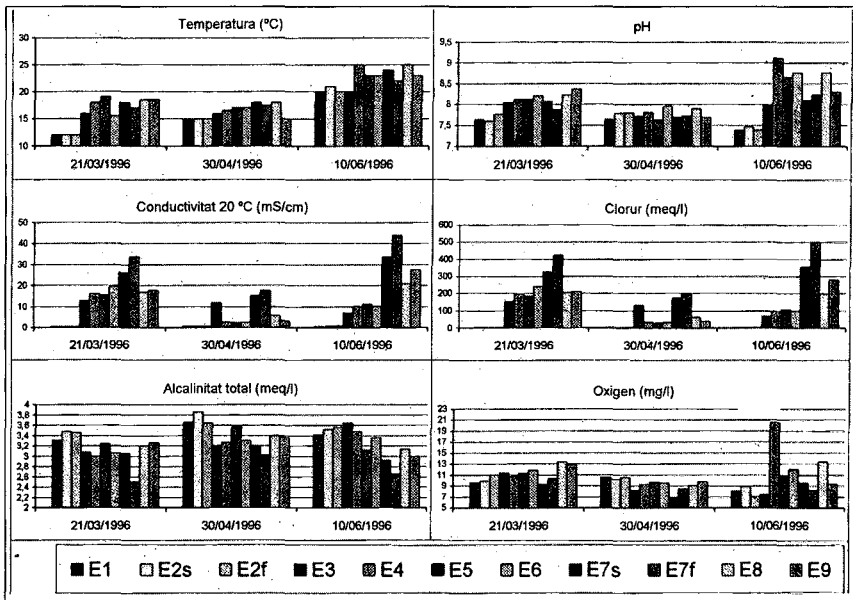
corresponen a aigua epicontinental sense cap relació amb l'aigua salada, presentant concentracions de clorur sensiblement inferiors a la resta d'estacions i on la conductivitat ve totalment condicionada pels carbonats i bicarbonats. Pel mateix motiu també s'aprecia una relació inversa entre l'alcalinitat i la conductivitat.

Les entrades puntuals d'aigua marina a les estacions 3 i 7f (la conductivitat de l'estació 7f el 10/6/96 és pràcticament igual a la de l'aigua de la mar: 44 mS/cm) expliquen l'important augment de la conductivitat en aquests punts, a la vegada que torna disminuir a les estacions 8 i 9 degut a l'efecte de dilució per l'entrada d'aigua epicontinental des de la Font Salada i des dels gorgs anteriors, mantenint-se aïllada l'estació 7. És de destacar la gran diferència entre l'estació 7 i l'estació 7f del 10/6/96, on és possible la formació d'una quimioclina (zona de fort gradient en la concentració). Les elevades precipitacions

**Taula 1.** Valors màxims, mínims, mitjanes i desviacions estàndard de cada un dels paràmetres estudiats per cada grup d'estacions.

*Table 1. Maximum, minimum, mean values and standard deviation of the studied parameters for each group of stations.*

	n	Mínim	Màxim	Mitjana	DS
<b>E1-E9:</b>					
Temp.(°C)	33	12	25	18,25	3,58
pH	33	7,38	9,11	7,99	0,41
Cond. 20 °C (mS/cm)	33	0,34	44	11,75	11,6
Clorur (meq/l)	33	2,13	500,67	133,12	134,03
Alc. total (meq/l)	33	2,5	3,86	3,27	0,29
Oxigen (mg/l)	33	6,82	20,58	10,28	2,48
% sat. oxigen	33	74,95	250,97	111,24	32,55
<b>E1-E2f:</b>					
Temp.(°C)	9	12	21	16,17	3,67
pH	9	7,38	7,8	7,61	0,17
Cond. 20 °C (mS/cm)	9	0,39	0,58	0,45	0,063
Clorur (meq/l)	9	2,13	4	2,78	0,59
Alc. total (meq/l)	9	3,3	3,86	3,54	0,16
Oxigen (mg/l)	9	7,05	11,01	9,54	1,31
% sat. oxigen	9	76,63	104,12	94,79	9,23



**Fig. 4.** Evolució temporal i espacial dels paràmetres: temperatura (°C), pH, conductivitat (mS/cm), clorur (meq/l), alcalinitat total (meq/l) i oxigen (mg/l).

*Fig. 4. Temporal and spatial evolution of temperature (°C), pH, conductivity (mS/cm), chloride (meq/l), total alkalinity (meq/l) and oxygen (mg/l).*

abans del segon dia de mostreig expliquen la disminució de la conductivitat el 30/4/96 per totes les estacions (amb una entrada d'aigua dolça des d'una font a l'estació 4) excepte per les dues primeres, on la conductivitat, condicionada pels bicarbonats, augmenta probablement pels aports de la pluja i els rentat del substrat calcari. Aquest darrer efecte també queda de manifest en l'augment de l'alcalinitat. Degut al rentat dels clorurs, en el darrer dia de mostreig la conductivitat de les estacions 3, 4, 5 i 6 és menor que la del 21/3/96 tot i que els gorgs presentaven un volum d'aigua molt inferior i era d'esperar una concentració salina superior.

#### c) Clorur

La seva dinàmica està forçament lligada a la de la conductivitat, a la qual condiciona d'una manera molt forta. Els valors més baixos es troben a les dues primeres estacions, a partir de les quals augmenten considerablement en fer-se més forta la influència marina. Donat que en aquestes darreres estacions el contingut en carbonats és menor, el clorur manté una relació inversa amb l'alcalinitat (Fig. 4b).

Aquests valors, a l'igual que els de la conductivitat, indiquen aigües dolces pels gorgs més allunyats de la mar (0,01 g/l) i aigües salobroses mesohalines amb un contingut mitjà de sals (6,45 g/l) pels gorgs més pròxims (Margalef, 1983).

#### d) Alcalinitat i pH

Aquests dos paràmetres s'han de considerar d'una manera conjunta donada la seva estreta relació. Les seves dinàmiques es condicionen mútuament, però amb una relació que depèn de la reserva alcalina de l'aigua considerada. A més a més depenen d'altres factors físico-químics del medi i de l'activitat respiratòria i fotosintètica dels organismes presents (Wetzel, 1981).

Les dues primeres estacions mantenen sempre una alcalinitat lleugerament superior, doncs es tracta d'aigua epicontinental sense

mescla que conserva una major concentració de carbonats i bicarbonats. Això fa que, com s'ha dit abans, l'alcalinitat mantingui una relació inversa amb la conductivitat i, per tant, també amb el clorur. Lògicament les mesures més baixes es donaren a 7f, on s'assoliren valors pràcticament iguals als de l'aigua marina (2,8 meq/l aproximada-ment). En general, el pH augmenta cap a les estacions més properes a la mar, apropant-se als seus valors. És de destacar l'elevat pH de l'estació 4 el 10/6/96 (9,11 meq/l), ocasionat per l'elevada activitat fotosintètica, que també fa que en aquesta estació es trobi la major concentració d'oxigen dissolt. L'elevada reserva alcalina del medi provoca que l'alcalinitat en aquest punt es mantingui elevada a pesar de la gran activitat fotosintetitzadora dels organismes presents.

La relació inversa que presenten l'alcalinitat i el pH (Fig. 4c) també s'explica per l'elevada reserva alcalina existent i per l'activitat fotosintètica dels vegetals, els quals quan extreuen  $\text{CO}_2$  fan disminuir la concentració de protons del medi (elevant el pH) a la vegada que consumeixen els carbonats i els bicarbonats fent baixar l'alcalinitat (Mas i Moyà, 1992). Aquesta hipòtesi es reforça amb la relació directa, encara que no significativa, entre l'alcalinitat i la concentració d'oxigen.

#### e) Oxigen

Com els altres gasos la seva solubilitat està condicionada per la temperatura i la salinitat de l'aigua. Així, el contingut d'oxigen en el medi disminueix a mesura que la temperatura i salinitat augmenten. L'activitat biòtica (fotosíntesi i respiració) és un altre factor que modifica la seva concentració dins l'aigua, ja que l'extreu o l'aporta depenent de cada comunitat i circumstància.

En aquest cas oxigen i temperatura es relacionen d'una manera directa en el primer i tercer dia de mostreig, probablement degut a l'activitat fotosintètica dels

vegetals que aporten oxigen a l'aigua independentment de la solubilitat que implicaria la temperatura existent. En el segon dia, havent-se produït un rentat dels gorgs i una eliminació d'abundant massa vegetal, si que mantenen una relació directa, no condicionada per l'activitat biòtica. Cal destacar l'elevada concentració d'oxigen mesurada a l'estació 4 el 10/6/96 (20,58 mg/l), degut a l'acció del gran nombre d'organismes vegetals. Aquest elevat valor i donat que la temperatura de l'aigua d'aquest dia era molt alta (25 °C), la saturació d'oxigen va ser del 251% (sobresaturació).

Més difícil d'explicar és la relació directe que existeix entre alcalinitat i oxigen, encara que no és significativa (Fig. 4d). Aquest fet pot estar relacionat amb la naturalesa carbonatada de la zona d'estudi que aporta continuament carbonats al medi fent que es mantingui el nivell d'alcalinitat, encara que per l'acció dels organismes fotosintètics sembla que aquesta hauria de ser menor.

#### f) Organismes

Els resultats mostren una distribució diferenciada dels vegetals que s'adapta a les distintes característiques de cada estació. Així, a les estacions 1 i 2 (aigua epicontinental sense influència marina) s'hi troben predominantment: *Chara* sp. adaptada a una alcalinitat d'uns 6 meq/l, un pH entre 7 i 8,5 i una concentració de clorur de fins 125 meq/l (Martínez *et al.*, 1995); *Fontinalis* sp. i *Potamogeton* sp., freqüents a ambients amb alcalinitat de 5,5 meq/l, pH de 7,5 i concentracions de clorur de fins 80 meq/l.

A les estacions 3-5 es troben espècies indicadores d'aigües salobreses (halòfiles) com són: *Enteromorpha* sp., *Chaetomorpha* sp. i *Cladophora* sp.

A la resta de estacions, situades també a aigües salobreses, es troben les darreres espècies esmentades a més de la presència de *Ruppia* sp. característica d'aigües amb alcalinitats d'uns 3,7 meq/l,

pH de entre 7,6 i 8, conductivitats menors a 40 mS/cm i concentració de clorur d'uns 400 meq/l.

## Conclusions

Els gorgs de la zona estudiada es poden diferenciar en dos grups que presenten dinàmiques clarament distintes. Les dues primeres estacions es corresponen amb gorgs d'aigua epicontinental on la conductivitat està principalment condicionada per l'alcalinitat, la qual suposa pràcticament el 100 % del residu salí. Per altra banda, la resta d'estacions estan ubicades a gorgs que presenten un elevat contingut de clorur, ja sigui per la influència de la proximitat a la mar o bé per la pròpia infiltració d'aigua marina, especialment evident a les estacions 4 i 7f. En aquestes estacions és l'ió clorur el que més condiciona la conductivitat, essent l'alcalinitat lleugerament inferior que a les dues primeres estacions. És possible que l'estació 7 presenti fenòmens de meromixis ectogènica quan el volum és major, sempre i quan la fondària permeti l'existència d'un estrat d'aigua inferior en el que no arriba la mescla vertical. El pH augmenta a mesura que els gorgs es troben més propers a la mar, donat l'elevat pH de l'aigua marina que influeix a les darreres estacions.

Tots els gorgs es troben sotmesos a grans variacions del volum d'aigua degut a la fluctuació de les precipitacions, tret comú en el clima mediterrani, i a l'efecte de l'evaporació que els eixuga progressivament a mesura que s'apropa l'estació seca. És per això que tots els paràmetres físico-químics presenten una variació temporal independentment de la ubicació de les estacions. D'aquesta manera els gorgs, un cop han reduït el seu volum d'aigua evolucionen amb independència uns dels altres, podent-se trobar valors molt diferents entre gorgs relativament propers. Les majors desviacions de les dades obtingudes que presenta el



segon grup d'estacions (Taula 1) indiquen un major grau de fluctuació, posant de manifest que la seva dinàmica es troba molt lligada a les irregulars entrades d'aigua marina.

Per altra banda, la diferent distribució d'algues i macròfits també posa en evidència les distintes dinàmiques que es donen a cada grup de gorgs, on es presenten organismes adaptats a les condicions concretes de cada grup de gorgs. Així, *Potamogeton* sp., que té preferència per alcalinitats elevades, només apareix d'una manera significativa en el primer grup, on també es troben *Fontinalis* sp. i *Chara* sp. En el segon grup es troben vegetals halòfils com *Enteromorpha* sp., *Cladophora* sp. i *Chaetomorpha* sp. A les estacions 6-9 apareix *Ruppia* sp., gènere adaptat a aigües salobreses i relativament calmades. Un tret prou significatiu de la naturalesa halòfila dels darrers gorgs és la presència a l'estació 6 de nombrosos exemplars del mol·lusc marí *Mytilus edulis galloprovincialis*.

## Agraïments

Volem agrair al Dr. Gabriel Moyà i al Dr. Antoni Martínez el seu ajut en la planificació d'aquest estudi així com en la identificació de les distintes algues i macròfits aquàtics. També agraïm a Joan Adrover, Ivan Ramos i Joan Roca la seva orientació en el coneixement de l'ecosistema estudiat.

## Bibliografia

- Blas, L. 1978. *Guia ecológica de Baleares*. Incafo. Madrid. 205 pp.
- Bonafè, F. 1977. *Flora de Mallorca* 1. Ed. Moll. Palma de Mallorca. 363 pp.
- Cook, C.D.K. 1974. *Water Plants of the world*. Junk, W. De Hage. 561 pp.
- García, J. 1967. *Rutas escondidas de Mallorca*. El autor. Palma de Mallorca.
- Ginés, A. i Ginés, J. 1991. *III Jornades de Camp de Geografia Física*. Dept. Ciències de la Terra. Univ. de les Illes Balears.
- Guijarro, J.A. 1986. *Contribución a la climatología de Baleares*. Tesi Doctoral. Univ. de les Illes Balears. Palma de Mallorca. 282 pp.
- Instituto Nacional de Meteorología. 1995-1996. *Boletines del Centro Meteorológico de Baleares*. Palma de Mallorca.
- Llimona, X. 1988. *Història Natural dels Països Catalans. Plantes Inferiors* 4. Ed. Enciclopèdia Catalana S.A. Barcelona.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona. 915 pp.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- Martínez, A. i Rita, J. 1990. *Distribución de los macrófitos acuáticos en relación a la físico-química del agua en la Albufera de Mallorca*. II Jornades de Medi Ambient. Llibre de resums. Univ de les Illes Balears. Palma. 163-164.
- Martínez, A., Moyà, G., Forteza V., Rita, J. i Pericàs, J. 1995. *La vegetació aquàtica submergida de S'Albufera de Mallorca*. S'Albufera de Mallorca. Ed. Moll. Palma de Mallorca. 97-111.
- Mas, J. i Moyà, G. 1992. Dinámica de las variables físicas y químicas durante el proceso de desecación de una laguna litoral (Salobrar de Campos, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35: 111-125.
- Masalles, R. 1988. *Història Natural dels Països Catalans. Plantes superiors*. Vol 6. Ed. Enciclopèdia Catalana S.A. Barcelona.
- Mascaró, J. 1967. *Corpus de Toponimia de Mallorca*. Ed. Gráficas Miramar. Palma de Mallorca.
- Parenzan, P. 1974. *Carta delle conchiglie del Mediterraneo. Vol II. Bivalvi. Prima e Seconda Parti*. Bios Taras. Tarento.
- Strasburguer, E. 1990. *Tratado de Botánica*. Ed. Omega. Barcelona. 1099 pp.
- Wetzel, R. G. 1981. *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona. 679 pp.