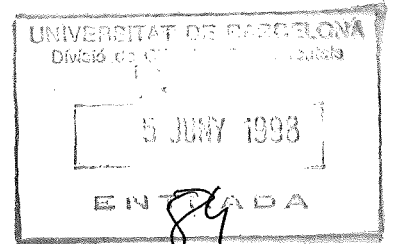


**UNIVERSITAT DE BARCELONA**  
**FACULTAT DE BIOLOGIA**  
**DEPARTAMENT DE BIOLOGIA VEGETAL**  
**UNITAT DE BOTÀNICA**



043/UB/BAR/est

**ESTUDIO FLORÍSTICO Y QUIMIOTAXONÓMICO DE LOS LÍQUENES**  
**SILICÍCOLAS DEL MARESME**

**María de las Mercedes Barbero Castro**

obtienen CALATAYUD & BARRENO (1994), SERIÑA (1990) y MUÑOZ et al. (1992), aunque este último añade atranorina en su composición química.

En nuestros análisis por TLC, en uno de los ejemplares, también detectamos trazas del ác. protocetrárico el cual puede ser bien identificado en el sistema G.

Al igual que ocurre en *Xanthoparmelia somloensis*, la presencia de ác. protocetrárico podría constituir una nueva aportación a la composición química de la especie.

### **Ecología observada:**

Recolectada sobre rocas ácidas, en superficies desde poco inclinadas a verticales, entre los 200 m a 657 m de altitud, indiferente a la orientación; en general, en ambientes bien expuestos y soleados, aunque, también ha sido recolectado en ambientes sombreados a causa de la vegetación superior.

### **Localidades del área de estudio:**

Maresme:

#### **Dosrius:**

- Can Massuet-El Far, Las Viñas, 31TDG5207, 375 m, sobre bloque de granito en una superficie inclinada 80°, orientada al SE, poco iluminada y sombreada debido a la vegetación superior, 28.II.1987, leg. M. Barbero, (Herb.M.B.C. 178).

- Parc Natural del Montnegre i el Corredor: En los alrededores del Santuari del Corredor, 31TDG5708, 657 m, sobre afloramientos de granito: En una superficie inclinada 70°-80°, orientada al E, en ambiente eutrofizado, 8.I.1988, leg. M. Barbero, (Herb. M.B.C. 343, 344) y sobre una superficie inclinada 80°, orientada al S, 8.I.1988, leg. M. Barbero, (Herb. M.B.C. 348, 349).- Nyacapà, 31TDG5408, 500 m, peñón granítico, inclinación 90°, orientación N, 18.II.1990, leg. M. Barbero, (Herb. M.B.C. 580).

**Premià de Dalt**, Cadira del Bisbe, 31TDF49, 200 m, dique de granito meteorizado, inclinación 45°, orientación SE, 18.IV.1986, leg. N. Hladun & X. Llimona, (Herb.M.B.C. 32).

### Otro material estudiado:

#### España:

Prov. Barcelona, l'Anoia, El Bruc, en el camino que conduce a Can Ribera antes de llegar a la riera de Pierola, 31TCG9704, 500 m, sobre esquistos, en una superficie inclinada 45°, soleada y orientada hacia el S, 27.IV.1993, leg. M. Barbero, (Herb. M.B.C. C-63).

Prov. Girona, Alt Empordà: Port de la Selva, La Vall de Santa Creu, 31TEG18, 9.VII.1969, leg. X. Llimona, det. Clauzade & X. Llimona, (BCC-Lich. 200).- Castelló d'Empuries, les Torruelles, 31TEG18, 0-100 m, sobre rocas graníticas con musgo, 10.X.1981, leg. N. Hladun & A. Gómez-Bolea, (BCC-Lich. 8895).

### *Xanthoparmelia verrucigera* (Nyl.) Hale

(= *Parmelia verrucigera* Nyl., *P. lusitana* Nyl., *X. lusitana* (Nyl.) Krog)

Talo foliáceo, bien adherido al substrato, que forma rosetas de hasta 5 cm de diámetro. Lóbulos de 1-2.5 mm de anchura, divididos irregularmente, contiguos o imbricados, bien aplicados, marginados por una estrecha franja de color pardo oscuro. Cara superior del talo de color verde amarillento, hacia el centro mate y fisurada; hacia los lóbulos, lisa y brillante; isidiada. Isidios muy polimórficos, pustuliformes, largamente cilíndricos o ramificados con aspecto coraloide; al principio del mismo color que la cara superior del talo, después adquieren una tonalidad pardusca; se concentran, principalmente, en la zona central del talo, siendo menos frecuentes en la superficie de los lóbulos. Cara inferior del talo de color negro, caracterizada por una franja de menos de 1 mm de anchura de color pardo oscuro. Rizinas simples, del mismo color que la cara inferior, presentes o no en el área marginal de los lóbulos. Apotecios no vistos. Picnidios de color negro, hundidos en el talo. Picnidiósporas incoloras, bifusiformes, de 0.75-1  $\mu\text{m}$  de anchura y de 5-7  $\mu\text{m}$  de longitud.

**Reacciones de coloración:** Talo K+ amarillo, C-, KC-, P-. Medula K+ amarillo, después naranja, C-, KC-, P+ naranja-rojizo.

## Análisis químicos:

### - TLC:

Los ejemplares considerados contienen las siguientes sustancias liquénicas: ác. constíctico, ác. estíctico, ác. criptostíctico, ác. hipostíctico, ác. úsnico y la sustancia sin identificar denominada como "lusitana" (Rf A = 26/ 27, 59; B = 16/ 29.4, 64.7; C = 17.5/ 20.7, 52).

### Pliegos testigo:

Herb.M.B.C. 100, 268, s/n Bruc: ác. constíctico, ác. criptostíctico, ác. estíctico, hipostíctico, ác. úsnico y la sustancia desconocida, lusitana.

BCC-Lich. 200: ác. constíctico, ác. estíctico, ác. úsnico y la sustancia desconocida, lusitana.

## Observaciones:

KROG (1987), observa que *X. conspersa* se caracteriza por presentar en el talo, como sustancias mayoritarias, los ácidos estíctico, norstíctico y úsnico, mientras que *X. lusitana*, difiere de la especie anterior por substituir el ác. norstíctico por una o dos sustancias desconocidas con valores de Rf, en HEF, intermedios entre los ác. estíctico y norstíctico. Ambas especies no presentan diferencias morfológicas sino, únicamente, químicas que estarían correlacionadas con diferencias altitudinales, (KROG, 1987). Estos resultados son similares a los obtenidos por RICO (1989) y SERIÑA (1990) en el análisis del ejemplar (288/1 Rico).

Posteriormente, HALE (1990) estudia el tipo de *P. verrucigera*, la sinonimiza con *P. lusitana* y establece una nueva combinación, denominando a la especie como *Xanthoparmelia verrucigera*. No obstante indica que el tipo de *P. verrucigera*, es muy reducido, con algún isidio globoso, aparentemente mal formados, raramente observados en otros ejemplares que contienen la sustancia lusitana. El tipo de *P. lusitana*, presenta isidios normalmente cilíndricos. Sin embargo, establece la sinonimia por la presencia de una sustancia desconocida, denominada como lusitana.

HALE (1990) caracteriza químicamente a *Xanthoparmelia verrucigera* por la presencia de los ácidos estíctico, constíctico, criptostíctico, menegaciaico y úsnico y la sustancia desconocida que, por el momento, se denomina como lusitana. La presencia del ác. estíctico, de la sustancia desconocida, lusitana, y la ausencia del ác. norstíctico

constituye la principal diferencia con *X. conspersa*.

El contenido químico indicado por HALE (1990) es similar al obtenido por CALATAYUD & BARRENO (1994) y MUÑOZ et al. (1992), aunque el primero substituye el ác. menegaciaico por el ác. hipocostístico y el segundo por el ác. hipostístico. Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por MUÑOZ et al. (1992).

#### **Ecología observada:**

Recolectada sobre substrato ácido, en altitudes situadas entre el nivel del mar y los 350 m, siempre en superficies bien expuestas. Esta especie comparte el mismo hábitat que *X. tinctina* y *X. protomatrae*.

#### **Localidades del área de estudio:**

Maresme:

**Dosrius**, Can Massuet-El Far, Curva de los Franceses, 31TDG5106, 350 m, en el talud que limita la carretera, sobre un afloramiento de granito, en una superficie horizontal, expuesta y sombreada, orientada al W, 18.X.1987, leg. M. Barbero, (Herb.M.B.C. 268).

**Cabrils**, Montcabrer, 31TDF4897, 165 m, afloramiento granítico en un pinar de *Pinus pinea*, sobre una superficie inclinada 10°-20°, orientada al SW, 18.VI.1986, leg. X. Llimona & N. Hladun, (Herb.M.B.C. 100).

#### **Otro material estudiado:**

España:

Prov. Barcelona, l'Anoia, El Bruc, en el camino que conduce a Can Ribera antes de llegar a la riera de Pierola, 31TCG9704, 500 m, sobre esquistos, en un ambiente bien expuesto y soleado, leg. M. Barbero, (Herb. M.B.C. s/n Bruc).

Prov. Girona, Alt Empordà, Port de la Selva, La Vall de Santa Creu, 31TEG18, 9.VII.1969, leg. X. Llimona, det. Clauzade & X. Llimona, (BCC-Lich. 200).

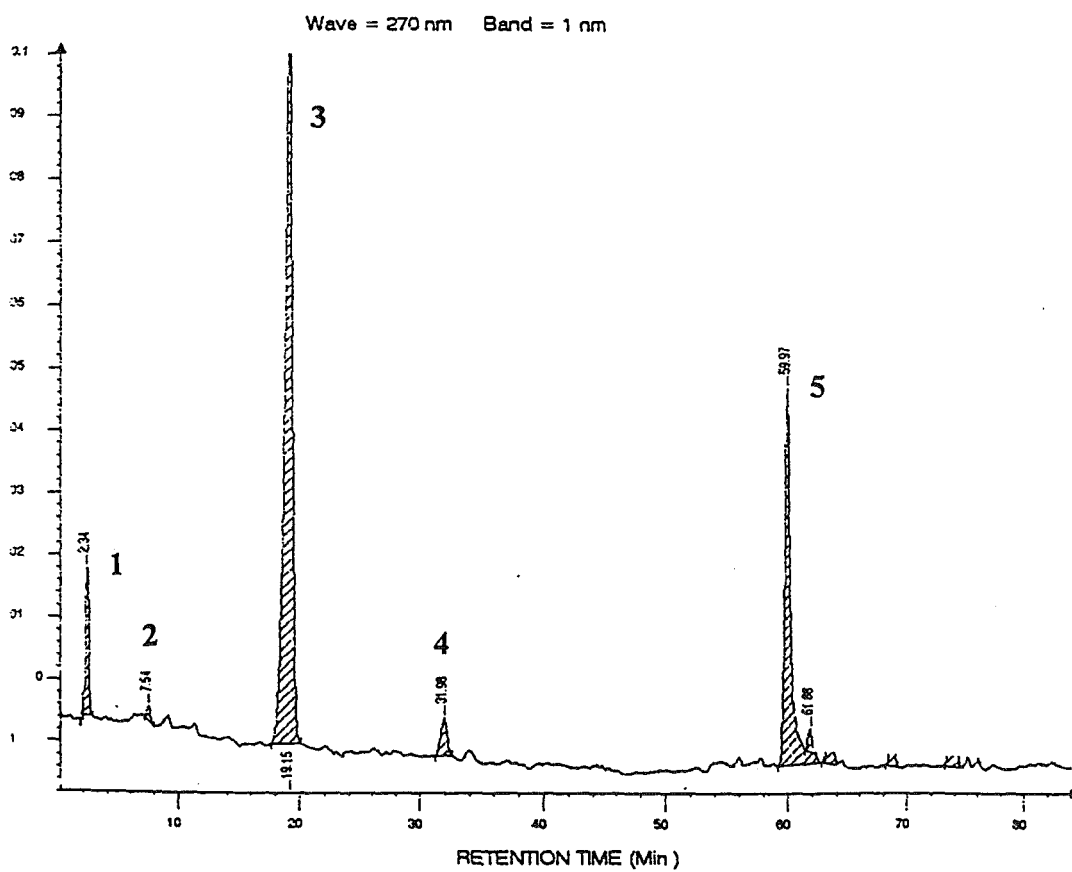


Fig. 59.1.- Cromatograma (HPLC) de fragmento de talo de *Xanthoparmelia tinctoria* (Herb.M.B.C.178), 1- acetona, 2- s.n.i. (tR 7.54), 3- ác. salacínico (tR 19.15), 4- ác. norstictico (tR 31.98), 5- ác. úsnico (tR 59.97).

**60.- XANTHORIA** (Fr.) Th. Fr.

CLAUZADE & ROUX, 1985; PURVIS et al., 1992.

***Xanthoria parietina*** (L.) Th. Fr.

Es característico su talo foliáceo, en forma de rosetas, de color anaranjado amarillento o verdoso, en las formas sombreadas. La parte central del talo está formado por lóbulos más o menos aplanados y lisos. Presenta abundantes apotecios lecanorinos, desde sésiles hasta cortamente estipitados, al principio con el disco cóncavo, después plano, rodeado por un margen talino, del mismo color que el talo, entero, delgado, que puede llegar a desaparecer en los apotecios más maduros.

**Reacciones de coloración:** Talo y epihimeno K+ púrpura.

**Ecología observada:**

Recolectada sobre rocas ácidas, a 375 y 700 m de altitud, sobre superficies de orientación e inclinación variables.

Esta especie es frecuente y abundante en el área de estudio, por lo que el número de localidades aquí citadas sólo constituye un testimonio de su presencia.

**Localidades del área de estudio:**

Maresme:

**Dosrius**, Can Massuet-El Far, 31TDG5207, 375 m: Las Viñas, sobre granito, en una superficie subhorizontal, orientada al S, 14.II.1987, leg. M. Barbero, (Herb. M.B.C. 157, 158, 163). Turó del Sol, sobre granito firme, en superficies desde horizontales hasta verticales, bien expuestas, orientadas desde el E hasta el S, leg. M. Barbero, (Herb. M.B.C. s/n).

**Sant Iscle de Vallalta**, Parc Natural del Montnegre i el Corredor, Font del Montnegre, 31TDG6412, 700 m, sobre esquistos moderadamente inclinados, orientados al S, 2.I.1990, leg. M. Barbero, (Herb. M.B.C. 548).

## V.4.- Balance y comentarios de los resultados florísticos y quimiotaxonómicos

### V. 4.1.- Resultados florísticos

Con los ejemplares recolectados en la zona estudiada se ha constituido un herbario integrado por unos 900 pliegos, que quedará depositado en el herbario BCC-Lichenotheca.

Se ha confeccionado un catálogo florístico de los líquenes silicícolas de la comarca del Maresme, identificando un total de 136 especies, incluidas en 60 géneros diferentes.

Desde el punto de vista sistemático, estas especies se agrupan, excepto dos de situación incierta, en 10 órdenes, 28 familias y 58 géneros. El orden mejor representado es *Lecanorales*, con 17 familias, 43 géneros y 100 especies.

De los resultados de este estudio, algunos de los cuales ya han sido publicados durante la elaboración de esta tesis, es de interés resaltar que:

- Se describe una especie: *Neofuscelia halei*, como nueva para la ciencia.
- Una especie es nueva cita para el hemisferio norte: *Diploschistes gyrophoricus*, antes sólo conocida de Australia y Nueva Zelanda.
- Dos especies son nueva cita para España: *Buellia caldesiana* (citada en Francia e Italia) y *Micarea lithinella*.
- Cuatro especies constituyen nueva cita para Cataluña: *Carbonea latypizodes*, *Hypotrachyna britannica* (= *Parmelia revoluta* var. *britannica*), *Lecidea plana* y *Pertusaria digrediens*.
- Entre las especies identificadas que, según nuestros datos, han sido poco citadas en España (3 citas o menos), caben destacar: *Amandinea lecideina*, *Buellia chlorophaea*, *B. tirolensis*, *Cladonia rei*, *Lecania atrynoides*, *Lecanora pseudistera* y *Rimelia reticulata*.

En referencia a *Lecanora pseudistera*, como ya comentamos en el capítulo de "Resultados químicos", sólo se conocen dos citas en España (prov. Girona), bajo los nombres de *Lecanora atrofusca* B. de Lesd. ex Maheu & Werner y *Lecanora atrofusca* var. *coalescens* Maheu & Werner.

Se transfiere *Parmelia britannica* al género *Hypotrachyna*, pero sin llegar a establecer, por el momento, la nueva combinación, pues opinamos que es necesario



estudiar otros ejemplares adicionales de esta especie, al menos el material tipo. Pero, parece claro que *P. britannica* debe ser transferida, al igual que lo ha sido *P. revoluta*, al género *Hypotrachyna* (HALE, 1975).

Respecto al espectro fisionómico de la flora, los talos son en un 60.3% de las especies crustáceos, 20.6% foliáceos, 8.1% compuestos, 5.9% escuamulosos, 4% fruticulosos, 1.5% leprarioides y 0.7% filamentosos.

En cuanto al tipo de hábitat, queremos indicar que, de las 136 especies identificadas, 120 han sido recolectadas sobre rocas ácidas, 11 sobre suelos o taludes de granito meteorizado (*sauló*, en el país) y 5 son liquenícolas.

Entre las especies saxícolas, podemos destacar, sobre rocas graníticas, la presencia de diferentes especies consideradas propias de substratos carbonatados: *Candelariella aurella*, *Clauzadea monticola*, *Fulgensia subbracteata*, *Protoblastenia rupestris* y *Sarcogyne regularis*.

En algún caso, también es posible localizar sobre estos substratos rocosos alguna especie típicamente epifítica: *Evernia prunastri* y *Teloschistes chrysophthalmus*.

Las especies liquenícolas están representadas por: *Acarospora microcarpa*, *Caloplaca grimmiae*, *Buellia badia* (facultativa), *Diploschistes muscorum* y *Rinodina insularis*. Entre estas especies, podemos destacar que *Acarospora microcarpa* se desarrolla en nuestra zona sobre *Diploschistes gyrophoricus*, un líquen que constituye un nuevo huésped para esta especie.

#### V.4.2.- Resultados químicos

Los datos químicos que quedan reflejados en este trabajo proceden de un amplio estudio, que se fundamenta en la realización de aproximadamente 161 análisis por HPLC, con los correspondientes espectros de absorción para cada pico cromatográfico, 45 espectros de masas y más de 368 análisis por TLC. Estos análisis se han realizado sobre un total de aproximadamente 189 taxones y nos han permitido identificar alrededor de 150 metabolitos secundarios. Muchas de estas sustancias han quedado caracterizadas, además de por sus R<sub>f</sub>, por sus tiempos de retención (t<sub>R</sub>), por sus índices de retención (RI), por sus espectros de absorción y por sus espectros de masas.

De los 189 taxones analizados, se recogen en este trabajo los datos químicos pertenecientes a 107 especies, 15 de las cuales no pertenecen al área de estudio y se han

utilizado como control.

En estas 107 especies, se han identificado 101 metabolitos secundarios a partir del análisis de 525 pliegos de herbario por TLC monodimensional, 10 pliegos por TLC bidimensional y 82 pliegos por HPLC, lo que nos han permitido obtener 80 espectros de absorción y 17 espectros de masas.

A continuación, pasamos a resumir la relación de las sustancias identificadas, con mención de los taxones en las que las hemos encontrado. Incluimos después la clasificación de tales sustancias, atendiendo a su estructura química y a su origen biosintético. Posteriormente, indicamos los datos propios que constituyen nuevas aportaciones y concluimos el capítulo con diversos comentarios acerca de algunos de los resultados obtenidos.

#### **V.4.2.1.- Relación entre las sustancias identificadas y los taxones citados en este trabajo en los que han sido encontradas**

Con objeto de facilitar la consulta de este trabajo, damos a continuación una lista de las sustancias que se han identificado y la relación de los taxones en que han sido detectadas.

En esta relación de taxones, incluimos no solamente los que pertenecen al apartado del catálogo florístico, que incluye tanto los líquenes silicícolas de la comarca del Maresme como la de los taxones relacionados con los géneros que hemos estudiado, sino también los que aparecen citados en el apartado de material y métodos.

Las especies que se citan únicamente en el apartado de material y métodos y que no vienen incluidas en el catálogo florístico, están señaladas con un asterisco (\*).

También, en este listado, indicamos mediante la letra M, situada a continuación de cada especie, las sustancias liquénicas que, del conjunto de las identificadas, se encuentran en mayor concentración y que han sido claramente detectadas bien por TLC o por HPLC.

Para finalizar, queremos recordar que esta información queda recogida en los comentarios que vamos realizando para cada uno de los taxones que se han estudiado a lo largo de este trabajo, tanto los incluidos en el apartado del catálogo florístico como los que aparecen en el de material y métodos.

Una vez realizadas estas observaciones, pasamos a ofrecer la relación de las

substancias que hemos identificado en cada uno de los taxones que se citan en este trabajo:

Alectorónico, ác.: *Neofuscelia glabrans*, *N. halei* (M), *Ochrolechia parella* (M), *Tephromela atra*.

Artotelina: *Buellia caldesiana* (M), *Lecidella viridans* (M).

Asemona: *Lecidella asema*.

Atranorina: *Buellia caldesiana* (M), *B. saxorum* (M), *B. spuria*, *B. stellulata* (M), *Carbonea latypizodes* (M), *Cladonia chlorophaea*, *C. merochlorophaea* var. *novochlorophaea* (M), *C. rangiformis* (M), *C. rei*, *Evernia prunastri* (M), *Flavoparmelia caperata*, \**Hafellia leptoclinoides* (M), *Hypogymnia physodes* (M), *Hypotrachyna britannica* (M), *Lecanora campestris* (M), *L. gangaleoides* (M), *L. pseudistera* (M), *L. rupicola* (M), *Lecidella asema*, *L. carpathica*, *L. viridans*, *Lepraria nivalis*, *Neofuscelia delisei*, *N. glabrans*, *N. halei*, *N. pulla*, *N. verruculifera*, *Parmelia sulcata* (M), *P. saxatilis* (M), *Parmelina tiliacea* (M), *Parmotrema chinense* (M), *P. crinitum* (M), *P. ultralucens* (M), *Pertusaria amara* var. *flotowiana*, *P. coccodes* var. *petraea*, *P. digrediens*, *P. excludens*, *P. pseudocorallina*, *Physcia caesia* (M), \**Platismatia glauca* (M), *Punctelia borrieri* (M), *P. subrudecta* (M), *Rimelia reticulata* (M), *Rinodina occulta* (M), *Tephromela atra*.

Calicina: *Candelariella vitellina* (M).

Caperático, ác.: *Flavoparmelia caperata*.

Cloroatranorina: *Buellia caldesiana*, *B. stellulata*, *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Neofuscelia delisei*, *N. glabrans*, *N. halei*, *N. pulla*, *Parmelia sulcata*, *Parmelia saxatilis*.

$\alpha$ -colatólico, ác.: *Neofuscelia glabrans*, *N. halei*, *Tephromela atra* (M).

Confluéntico, ác.: *Buellia stellulata*, *Porpidia speirea*.

Confumarprotocetrárico, ác.: *Cladonia cervicornis*, *C. chlorophaea*, *C. cryptochlorophaea*, *C. fimbriata*, *C. foliacea*, *C. furcata*, *C. merochlorophaea* var. *novochlorophaea*, *C. rei*, *Flavoparmelia caperata*.

Connorstíctico, ác.: *Aspicilia caesiocinerea*, *A. cupreoglauca*, *A. intermutans*, *Buellia aethalea*, *B. sequax*, *B. spuria*, *Parmotrema crinitum*, *Pertusaria chiodectonoides*, *P. coccodes* var. *petraea*, *P. excludens*, *P. pseudocorallina*, \**Pleurosticta acetabulum*, *Ramalina subfarinacea*.

Consalacínico, ác.: *Flavoparmelia soredians*, *Hypotrachyna caraccensis*, *Parmelia saxatilis*, *Parmotrema ultralucens* (M), *Rimelia reticulata*, *Pertusaria excludens*, *Xanthoparmelia somloensis*, *X. tinctina*.

Constíctico, ác.: *Aspicilia caesiocinerea*, *B. spuria*, *Dimelaena oreina*, *Lepraria nivalis*, \**Lobaria pulmonaria* (M), *Parmotrema chinense* (M), *P. crinitum*, *Pertusaria chiodectonoides*, *P. rupicola*, *Porpidia macrocarpa*, *Rhizocarpon obscuratum*, *Xanthoparmelia verrucigera*.

Convirénsico, ác.: *Pertusaria digrediens*.

Criptoclorofeico, ác.: *Cladonia cryptochlorophaea* (M).

Criptostíctico, ác.: *Aspicilia caesiocinerea*, *Buellia spuria*, *Dimelaena oreina*, *Lepraria nivalis*, \**Lobaria pulmonaria* (M), *Parmotrema chinense*, *P. crinitum*, *Pertusaria chiodectonoides*, *P. rupicola*, *Porpidia crustulata*, *P. macrocarpa*, *P. speirea*, *Rhizocarpon obscuratum*, *R. polycarpum*, *Xanthoparmelia verrucigera*.

4-O-Desmetildivaricático, ác.: *Neofuscelia luteonotata*, *N. pulla*, *N. verruculifera*.

4-O-Desmetilplanaico, ác.: *Ledicea plana*.

2'-*O*-Desmetilpsorómico, ác.: *Cladonia macrophylla*, *Rhizocarpon tinei*.

2,7-Dicloroliqexantona: *Lecanora dispersa* (M).

4,5-Dicloronorliqexantona, ác.: *Lecidella viridans*.

2,7-Dicloro-3-*O*-metilnorliqexantona: *Lecanora dispersa*.

Diploicina: *Lecidella carpathica* (M).

Diplosquistésico, ác.: *Diploschistes interpediens* (M), *D. muscorum* (M), *D. scruposus* (M), *D. actinostomus* (M).

Divaricático, ác.: *Neofuscelia delisei*, *N. luteonotata*, *N. pulla*, *N. verruculifera* (M), *Ramalina requienii* (M).

Esquirina (= rodofiscina): *Lecanora gangaleoides*, *Melanelia glabratula* (M).

Estenospórico, ác.: *Neofuscelia delisei*, *N. luteonotata*, *N. pulla*, *N. verruculifera*.

Estíctico, ác.: *Aspicilia caesiocinerea*, *B. spuria*, *B. tirolensis*, *Dimelaena oreina*, *Lepraria nivalis*, \**Lobaria pulmonaria* (M), *Parmotrema chinense* (M), *P. crinitum* (M), *Pertusaria chiodectonoides* (M), *P. excludens*, *P. rupicola* (M), *Porpidia crustulata* (M), *P. macrocarpa* (M), *P. speirea*, *Rhizocarpon obscuratum*, *R. polycarpum*, *Xanthoparmelia verrucigera* (M).

Evérnico, ác.: *Evernia prunastri* (M).

Fisodálico, ác.: *Hypogymnia physodes* (M).

Fisódico, ác.: *Hypogymnia physodes* (M).

Fumarprotocetrárico, ác.: *Cladonia cervicornis* (M), *C. chlorophaea* (M), *C. cryptochlorophaea*, *C. fimbriata* (M), *C. foliacea* (M), *C. furcata* (M), *C. merochlorophaea* var. *novochlorophaea* (M), *C. rangiformis*, *C. rei* (M), *Flavoparmelia caperata*, *Lepraria nivalis*, *Xanthoparmelia protomatrae* (M).

Galbínico, ác.: *Flavoparmelia soledians*, *Hypotrachyna caraccensis* (M), *Parmelia saxatilis*.

Gangaleoidina: *Lecanora gangaleoides* (M).

Giroforato de metilo: *Peltigera horizontalis* (M).

Girofórico, ác.: *Buellia saxorum* (M), *Diploschistes gyrophoricus*, *Hypotrachyna britannica* (M), *Lasallia pustulata*, *L. brigantium* (M), *L. pennsylvanica* (M), *Lecidea fuscoatra* (M), *Neofuscelia delisei*, *N. glabrans*, *N. halei*, *N. luteonotata*, *N. pulla*, *N. verruculifera*, *Ochrolechia parella* (M), *Pertusaria digrediens*, *P. excludens*, *P. rupicola*, *\*Placynthiella icmalea* (M), *Protoparmelia psarophana* (M), *Punctelia borreri* (M), *\*Rinodina aspersa* (M), *Rhizocarpon obscuratum*, *R. polycarpum*, *Trapelia coarctata* (M), *T. involuta* (M).

Glomélico, ác.: *Neofuscelia delisei* (M), *N. loxodella* (M).

Glomeliférico, ác.: *Neofuscelia delisei* (M), *N. loxodella* (M).

Hiperhomosequicaico, ác.: *Cladonia rei*.

Hiposalacínico, ác.: *Buellia sequax*, *Pertusaria excludens*.

Hipostíctico, ác.: *Buellia sequax*, *B. spuria*, *Dimelaena oreina*, *Parmotrema chinense*, *P. crinitum*, *Xanthoparmelia verrucigera*.

Homosequicaico, ác.: *Cladonia merochlorophaea* var. *novochlorophaea*, *C. rei* (M).

Hopano-7β, 22-diol: *Peltigera horizontalis*.

Lecanorato de orcinilo: *Ochrolechia parella*, *Punctelia borrieri* (M).

Lecanórico, ác.: *Buellia saxorum*, *Diploschistes gyrophoricus*, *D. interpediens* (M), *D. muscorum* (M), *D. scruposus* (M), *D. actinostomus* (M), *Hypotrachyna britannica*, *Lasallia pustulata*, *L. brigantium*, *L. pennsylvanica*, *Lecidea fuscoatra*, *Melanelia glabrata* (M), *Neofuscelia delisei*, *N. glabrans*, *N. halei*, *N. loxodella*, *N. luteonotata*, *N. pulla*, *N. verruculifera*, *Ochrolechia parella*, *Parmelina tiliacea* (M), *\*Placynthiella icmalea*, *Punctelia borrieri*, *P. subrudecta* (M), *\*Rinodina aspersa*, *Rhizocarpon obscuratum*, *R. polycarpum*, *Trapelia coarctata*, *T. involuta*.

Leoidina: *Lecanora gangaleoides*.

Liquexantona: *Parmotrema ultraluscens* (M).

Lobárico, ác.: *Protoparmelia psarophana* (M).

Loxodélico, ác.: *Neofuscelia delisei*, *N. loxodella* (M).

Malonilprotocetrárico, ác.: *Cladonia furcata*.

Menegaciaico, ác.: *Dimelaena oreina*, *Parmotrema chinense*, *P. crinitum*, *Pertusaria chiodectonoides*.

5-O-Metilhiáscico, ác.: *Hypotrachyna britannica*, *L. pennsylvanica*, *\*Placynthiella icmalea*, *\*Rinodina aspersa*, *Trapelia coarctata*, *T. involuta*.

2'-O-Metilhiperlatólico, ác.: *Lecanora pseudistera*.

2'-O-Metilisohiperlatólico, ác.: *Lecanora pseudistera*.

2'-O-Metilmicrofilínico, ác.: *Buellia stellulata*, *Porpidia speirea*.

4'-O-Metilnorsequicaico, ác.: *Cladonia rei*.

2'-O-Metilperlatólico, ác.: *Buellia stellulata* (M), *Carbonea latypizodes* (M), *Lecanora pseudistera* (M), *Porpidia speirea* (M).

2'-O-Metilsuperlatólico, ác.: *Lecanora pseudistera*.

Murólico (complejo del ác. murólico): *Lecanora muralis*.

Norgangaleoidina: *Lecanora gangaleoides*.

Norringifórmico, ác.: *Cladonia rangiformis*.

Norstictico, ác.: *Acarospora subrufula* (M), *Aspicilia caesiocinerea*, *A. cupreoglauca* (M), *A. intermutans* (M), *Buellia aethalea* (M), *B. sequax*, *B. spuria*, *B. tirolensis*, *Dimelaena oreina*, *Hypotrachyna caraccensis* (M), *\*Lobaria pulmonaria* (M), *Lepraria nivalis*, *Parmotrema chinense*, *P. crinitum*, *Pertusaria amara* var. *flotowiana*, *P. chiodectonoides*, *P. coccodes* var. *petraea* (M), *P. digrediens*, *P. excludens* (M), *P. pseudocorallina* (M), *P. rupicola*, *\*Pleurosticta acetabulum* (M), *Porpidia macrocarpa*, *Ramalina subfarinacea* (M), *Rhizocarpon obscuratum*, *R. polycarpum*, *Xanthoparmelia somloensis*, *X. tinctina*.

Orselínico, ác.: *Buellia saxorum*, *Diploschistes gyrophoricus*, *D. interpediens*, *D. muscorum*, *D. scruposus*, *D. actinostomus*, *Hypotrachyna britannica*, *Lasallia pustulata*, *L. brigantium*, *L. pennsylvanica*, *Lecidea fuscoatra*, *Melanelia glabratula*, *Neofuscelia glabrans*, *N. pulla*, *N. verruculifera*, *Punctelia borreri*, *P. subrudecta*, *\*Rinodina aspersa*, *Trapelia coarctata*, *T. involuta*.

Ovoico, ác.: *\*Lasallia pennsylvanica* (M), *\*Rinodina aspersa*.



Oxifisódico, ác.: *Hypogymnia physodes* (M).

Oxostenóspórico, ác.: *Neofuscelia delisei*, *N. luteonotata*, *N. pulla*, *N. verruculifera*.

Paludósico, ác.: *Cladonia cryptochlorophaea*.

Pannarina: *Lecanora dispersa*.

Perlatólico, ác.: *Cladonia mediterranea* (M), *Neofuscelia delisei*, *N. pulla*.

Picrolíquénico, ác.: *Pertusaria amara* var. *flotowiana* (M).

Pinástrico, ác.: *Chrysothrix candelaris* (M).

Placodiólico, ác.: *Hafellia leptoclinoides* (M), *Leprocaulon microscopicum* (M).

Protocetrárico, ác.: *Cladonia cervicornis*, *C. chlorophaea*, *C. cryptochlorophaea*, *C. fimbriata*, *C. foliacea*, *C. furcata*, *C. merochlorophaea* var. *novochlorophaea*, *C. rei*, *Flavoparmelia caperata* (M), *F. soledians*, *Hypogymnia physodes*, *Lepraria nivalis*, *Parmelia saxatilis*, *Parmotrema ultralucens*, *Rimelia reticulata*, *Pertusaria amara* var. *flotowiana* (M), *P. coccodes* var. *petraea*, *P. digrediens* (M), *P. excludens*, *P. pseudocorallina*, *P. rupicola*, *Xanthoparmelia protomatrae*, *X. somloensis*, *X. tinctina*.

Pseudoplacodiólico, ác.: *Leprocaulon microscopicum*.

Psorómico, ác.: *Cladonia macrophylla* (M), *Rhizocarpon tinei* (M).

Pulvínico, ác.: *Candelariella vitellina*.

Rangifórmico, ác.: *Cladonia macrophylla*, *C. rangiformis* (M).

Rizocárpico, ác.: *Rhizocarpon tinei* (M).

Roccélico, ác.: *Lecanora rupicola* (M), *Lepraria nivalis*.

Salacínico, ác.: *Flavoparmelia soledians* (M), *Hypotrachyna caraccensis* (M), *Parmelia sulcata* (M), *P. saxatilis* (M), *Parmotrema ultralucens* (M), *Rimelia reticulata* (M), *Pertusaria excludens* (M), *Xanthoparmelia somloensis* (M), *X. tinctina* (M).

Sequicaico, ác.: *Cladonia merochlorophaea* var. *novochlorophaea*, *C. rei*.

Subpicrolíquénico, ác.: *Pertusaria amara* var. *flotowiana*

Sordidona: *Lecanora rupicola* (M).

Tenuiorina: *Peltigera horizontalis* (M).

2,4,5,7-Tetracloro-3-O-metilnorliquesantona: *Lecidella asema*.

Tiofánico, ác.: *Lecanora rupicola* (M), *Lecidella asema* (M), *L. viridans*.

Tiofanínico, ác.: *Pertusaria rupicola* (M).

Turingiona: *Lecidella carpathica*.

Umbilicárico, ác.: *Lasallia pustulata*, *L. brigantium*, *L. pennsylvanica*, *Lecidea fuscoatra*, *\*Rinodina aspersa*, *Trapelia involuta*.

Úsnico, ác.: *Cladonia foliacea* (M), *C. mediterranea* (M), *Dimelaena oreina* (M), *Evernia prunastri*, *Flavoparmelia caperata* (M), *F. soledians* (M), *Hypotrachyna caraccensis* (M), *Lecanora muralis* (M), *Lepraria nivalis*, *Leprocaulon microscopicum* (M), *Neofuscelia delisei*, *N. luteonotata*, *N. pulla*, *N. verruculifera*, *Ramalina requienii* (M), *R. subfarinacea* (M), *Xanthoparmelia protomatrae* (M), *X. somloensis* (M), *X. tinctina* (M), *X. verrucigera* (M).

Variolárico, ác.: *Ochrolechia parella* (M).

Virénsico, ác.: *Pertusaria digrediens*.

Zeorina (= Hopano-6a,22-diol): *Lecanora muralis* (M), *Leprocaulon microscopicum* (M), *Peltigera horizontalis* (M).

Substancias desconocidas que aparecen citadas en la bibliografía con las siguientes denominaciones:

Lusitana (Hale, 1990): *Xanthoparmelia verrucigera* (M).

Lcm-1 (Brodo, 1984): *Lecanora campestris* (M).

Lgr-2 (Brodo, 1984): *Lecanora campestris*.

Pcr-1 (Culberson et al., 1981): *Aspicilia caesiocinerea*, *Dimelaena oreina*, *Parmotrema chinense*, *P. crinitum*, *Pertusaria chiodectonoides*, *Porpidia macrocarpa*, *P. speirea*.

Pcr-2 (Culberson et al., 1981): *Parmotrema chinense*, *P. crinitum*.

Pcr-3 (Culberson et al., 1981): *Parmotrema crinitum*.

SV-1 (Culberson et al., 1981; Gowan, 1989): *Porpidia macrocarpa*.

UV+ (Walter & James, 1985): *Parmotrema crinitum*, *Pertusaria chiodectonoides*.

#### V.4.2.2.- Clasificación de las sustancias liquénicas y su origen biosintético

En este apartado, procedemos a clasificar las sustancias liquénicas identificadas en el presente trabajo, atendiendo a su estructura química y a su origen biosintético. Esta clasificación está basada en los trabajos de CULBERSON & ELIX (1989), ELIX et al.(1984), ELIX (1996) y HALE (1983).

### 1.- RUTA DEL ACETILO-POLIMALONILO

#### 1.1.- Ácidos grasos

Caperático, ác.

Murólico (complejo del ác.)

Norringifórmico, ác.

Rangifórmico, ác.

Roccélico, ác.

## 1.2.- Compuestos aromáticos derivados de policétidos

### 1.2.1.- Compuestos fenólicos mononucleares

Orselínico, ác.

### 1.2.2.- Di y triaril derivados de unidades fenólicas simples

#### 1.2.2.a.- Dépsidos y tridépsidos

##### 1.2.2.a.1.- *Para*-dépsidos del orcinol

Confluéntico, ác.

4-*O*-Desmetildivaricático, ác.

4-*O*-Desmetilplanaico, ác.

Diplosquistésico, ác.

Divaricático, ác.

Estenospórico, ác.

Evérnico, ác.

Glomélico, ác.

Glomeliférico, ác.

Lecanórico, ác.

Loxodélico, ác.

2'-*O*-Metilhiperlatólico, ác.

2'-*O*-Metilsohiperlatólico, ác.

2'-*O*-Metilmicrofilínico, ác.

2'-*O*-Metilperlatólico, ác.

2'-*O*-Metilsuperlatólico, ác.

Oxostenospórico, ác.

Perlatólico, ác.

##### 1.2.2.a.2.- *Para*-dépsidos del $\beta$ -orcinol

Atranorina

Cloroatranorina

##### 1.2.2.a.3.- *Meta*-dépsidos del orcinol

Criptoclorofeico, ác.

Hiperhomosequicaico, ác.

Homosequicaico, ác.

4'-*O*-Metilnorsequicaico, ác.

Paludósico, ác.

Sequicaico, ác.

#### 1.2.2.a.4.- Tridépsidos

Girofórico, ác.

Giroforato de metilo

Lecanorato de orcinilo

5-*O*-Metilhiáscico, ác.

Ovoico, ác.

Tenuiorina

Umbilicárico, ác.

#### 1.2.2.b.- Depsidonas

##### 1.2.2.b.1.- Depsidonas del orcinol

Alectorónico, ác.

$\alpha$ -colatólico, ác.

Diploicina

Fisódico, ác.

Gangaleoidina

Leoidina

Lobárico, ác.

Norgangaleoidina

Oxifisódico, ác.

Variolárico, ác.

##### 1.2.2.b.2.- Depsidonas del $\beta$ -orcinol

Confumarprotocetrárico, ác.

Constíctico, ác.

Connorstíctico, ác.

Consalacínico, ác.

Convirénsico, ác.

Criptostíctico, ác.

2'-*O*-Desmetilpsorómico, ác.

Estíctico, ác.

Fisodálico, ác.

Fumarprotocetrárico, ác.  
Galbínico, ác.  
Hipostíctico, ác.  
Hiposalacínico, ác.  
Malonilprotocetrárico, ác.  
Menegaciaico, ác.  
Norstíctico, ác.  
Pannarina  
Protocetrárico, ác.  
Psorómico, ác.  
Salacínico, ác.  
Virénsico, ác.

**1.2.2.c.- Depsonas**

Picroliquénico, ác.  
Subpicroliquénico, ác.

**1.2.2.d.- Dibenzofuranos, ác. úsnico y derivados**

Placodiólico, ác.  
Pseudoplacodiólico, ác.  
Úsnico, ác.

**1.2.3.- Bis-antraquinonas**

Esquirina (= rodofiscina)

**1.2.4.- Cromonas**

Sordidona

**1.2.5.- Xantonas**

Artotelina

Asemona

Liquexantona

Tiofánico, ác.

Tiofanínico, ác.

Turingiona

2,4,5,7-Tetracloro-3-*O*-metilnorliquexantona

- 4,5-Dicloronorliquexantona
- 2,7-Dicloroliquexantona
- 2,7-Dicloro-3-*O*-metilnorliquexantona

## 2.- RUTA DEL ACIDO MEVALÓNICO

### 2.1.- Triterpenos

- Hopano-7 $\beta$ -22-diol
- Zeorina
- Lcm-1
- Lgr-2
- SV-1

## 3.- RUTA DEL ACIDO SHIKÍMICO

### 3.1.- Derivados del ác. pulvínico

- Calicina
- Pinástrico, ác.
- Pulvínico, ác.
- Rizocárpico, ác.

### V.4.2.3.- Nuevas aportaciones:

Una parte de los metabolitos mencionados en este trabajo constituyen, de acuerdo con la información de que disponemos, una nueva aportación al conocimiento de la composición química de las especies estudiadas. Los enumeramos a continuación, ordenados según el taxón en el que han sido encontrados por nosotros.

*Aspicilia caesiocinerea*: ác. conorstístico y Pcr-1

*Buellia caldesiana*: cloroatranorina

*Buellia sequax*: ácidos hipostístico e hiposalacínico

*Buellia spuria*: ác. hipostístico

*Buellia stellulata*: ác. 2'-*O*-metilmicrofilínico y cloroatranorina

*Cladonia furcata*: posiblemente, ác. malonilprotocetrárico

*Dimelaena oreina*: ác. hipostístico

*Flavoparmelia soledians*: ác. galbínico

*Hypotrachyna britannica*: ácidos orselínico, lecanórico y 5-*O*-metilhiáscico.

*Lasallia pennsylvanica*: ác. 5-*O*-metilhiáscico

*Lecidea fuscoatra*: ác. umbilicárico

*Leprocaulon microscopicum*: ác. placodiólico y, posiblemente, ác. pseudoplacodiólico

*Neofuscelia delisei*: posiblemente, ác. úsnico

*N. luteonotata*: ác. lecanórico, ác. 4-*O*-desmetildivaricático y, posiblemente, ác. úsnico.

*N. pulla*: ác. orselínico y, posiblemente, ác. úsnico

*N. verruculifera*: ác. 4-*O*-desmetildivaricático, ác. orselínico y, posiblemente, ác. úsnico

*Parmelia saxatilis*: ác. protocetrárico

*Parmotrema ultralucens*: ác. protocetrárico

*Pertusaria chiodectonoides*: ác. conorstictico, ác. menegaciaico, Pcr-1 y s.n.i. UV+.

*P. coccodes*: trazas de ác. protocetrárico

*P. digrediens*: ác. virénsico y convirénsico

*P. excludens*: ác. consalacínico, posiblemente ác. estictico, ác. hiposalacínico y ác. protocetrárico

*P. pseudocorallina*: ác. protocetrárico

*P. rupicola*: ác. protocetrárico, criptostictico y, en dos de los ejemplares, también detectamos ác. girofórico.

*Rimelia reticulata*: ác. protocetrárico

*Rhizocarpon obscuratum*: en uno de los ejemplares que contiene ác. estictico encontramos además los ácidos criptostictico, constictico y norstictico. En otro de los ejemplares que contiene los ácidos estictico y girofórico encontramos además los ácidos constictico, criptostictico y lecanórico.

*Rhizocarpon polycarpum*: girofórico, criptostictico, lecanórico y norstictico.

*Trapelia coarctata*: ác. orselínico y 5-*O*-metilhiáscico

*T. involuta*: ác. orselínico, 5-*O*-metilhiáscico y ác. umbilicárico

*Xanthoparmelia somloensis*: ác. protocetrárico

*X. tinctina*: ác. protocetrárico

Entre las sustancias que no hemos podido identificar, hay algunas que parecen tener interés, por presentarse de manera casi constante en la composición química de las especies estudiadas. Podemos destacar las siguientes, ordenadas también según la especie en que las hemos encontrado.



*Aspicilia caesiocinerea*: una sustancia no identificada que resulta visible, por TLC, cuando la placa se rocía con agua. Por lo tanto, es posible que se trate de un ácido graso. Sus valores de Rf, que pertenecen a las clases 2, 2, 2, no coinciden con los de la aspíclina.

*Ochrolechia parella*: En algunos de los ejemplares de esta especie se detecta una sustancia que se observa bien en el sistema B' y que, sin serlo, puede confundirse con el ác. 5-O-metilhiáscico.

*Pertusaria digrediens*: cinco sustancias no identificadas, que designamos con las letras Z e Y, en la cromatografía monodimensional y con las letras S, T y V, en la cromatografía bidimensional.

*Pertusaria excludens*: cinco sustancias no identificadas, que designamos con las letras a,b,c, en la cromatografía monodimensional y con las letras d, e, en la cromatografía bidimensional.

*Xanthoparmelia protomatrae*: una sustancia no identificada, que desarrolla un color amarillo al ser revelada con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, que no se observa a UV 254, y caracterizada por los siguientes Rf: A= 34/28,63; B= 2/31,72; C=23/21,59).

#### V.4.2.4.- Comentarios acerca de algunos de los resultados obtenidos:

En este apartado, intentamos justificar algunas de las aportaciones acerca de la detección de nuevas sustancias que se han citado en el apartado anterior, a la vez que consideramos otros resultados que nosotros hemos obtenido:

- Según SCHEIDEGGER (1993), *Buellia sequax* se caracteriza por no presentar sustancias líquénicas o bien por contener los ácidos norstictico y connorstictico. En este trabajo se han analizado diez ejemplares por TLC. En tres de ellos no se detectan sustancias líquénicas, en tres se detecta el ác. norstictico, en uno los ácidos connorstictico y norstictico, en dos los ácidos hipostictico e hiposalacínico y en uno de los ejemplares, revisado por el Dr. Scheidegger, se detectan los ácidos norstictico, hipostictico e hiposalacínico. Debido a que los ácidos hipostictico e hiposalacínico forman parte de la lista de compuestos relacionados con el ác. norstictico (ELIX et al., 1987) es posible que ambas sustancias formen parte de la composición química de esta especie.

- Cuando SCHEIDEGGER (1988) consideraba a *Buellia lactea* y *B. spuria* como

especies independientes, químicamente se caracterizaban, por TLC, por presentar la siguiente composición en sustancias liquénicas: *B. lactea*, atranorina y ácido norstictico; *B. spuria*, atranorina, ácido norstictico, ácido estictico y sustancias relacionadas.

En el concepto actual de SCHEIDEGGER (1993) de *B. spuria* esta especie se caracteriza químicamente, por TLC, por presentar atranorina, cloroatranorina, ácido norstictico, ácido connorstictico, ácido estictico con ácido criptostictico, ácido constictico y ácido menegaciaico.

En nuestros análisis por TLC, de los 23 ejemplares analizados, 22 se caracterizan por presentar atranorina y el ácido norstictico acompañado por el ácido connorstictico y solamente en un ejemplar se obtienen atranorina, ácido estictico acompañado por el ácido criptostictico, ácido constictico, ácido norstictico y bajas concentraciones de ácido hipostictico.

Como se observa, en nuestros análisis químicos, no hemos podido constatar la presencia del ácido menegaciaico, sin embargo sí que hemos detectado pequeñas concentraciones de ácido hipostictico. Este ácido, de acuerdo con la información de que disponemos, como ya hemos indicado anteriormente, constituye una nueva aportación al contenido químico de esta especie.

Por consiguiente, en nuestra opinión, y siguiendo el criterio de SCHEIDEGGER (1993), es posible que exista la presencia de dos grupos de poblaciones diferenciadas por su composición química. Del resultado de nuestro estudio, basado en 23 ejemplares, un primer grupo se caracteriza por la presencia de atranorina y el ácido norstictico, como sustancias mayoritarias, acompañadas por el ácido connorstictico. El segundo grupo se caracteriza por la presencia de atranorina, y el ácido estictico, como mayoritarios, acompañados por los ácidos criptostictico, constictico, norstictico e hipostictico.

- Según la bibliografía consultada, el ácido galbínico no forma parte de la composición química de *Flavoparmelia soledians*, pese a lo cual pudimos comprobar la presencia de este ácido al realizar co-cromatografías con extractos acetónicos de *Hypotrachyna caraccensis*. Este hallazgo es especialmente verosímil por el hecho de que el ácido galbínico forma parte del grupo de compuestos relacionados con el ácido salacínico (ELIX et al., 1987), una de las sustancias mayoritarias en *F. soledians*.

- En *Lecanora campestris*, sobre la base de la morfología externa del margen de los

apotecios y a sus reacciones de coloración, hemos observado dos grupos de ejemplares:  
a: ejemplares que presentan margen talino blanquecino y unas reacciones de coloración en el córtex del anfitecio K- y HNO<sub>3</sub>-.

b: ejemplares que presentan un margen talino ligeramente negruzco y unas reacciones de coloración K+ y HNO<sub>3</sub>+ rosa.

Hemos observado, analizándolos por TLC, que ambos grupos de ejemplares presentan una misma composición química de sustancias liquénicas.

- En *Lasallia pennsylvanica*, las sustancias identificadas coinciden con las indicadas por POSNER et al. (1991), con la excepción de nuestra detección de los ácidos orselínico y el ácido 5-*O*-metilhiáscico en lugar del ácido hiáscico. Hemos podido demostrar la presencia de este ácido al realizar co-cromatografías con ejemplares de *Rinodina aspersa* y *Placynthiella icmalea*. Para la identificación del ácido hiáscico, POSNER et al. (op. cit.) utilizan *Cetrelia delisei*. Inicialmente, nosotros también hemos utilizado como control del ácido hiáscico, extractos acetónicos de *Cetrelia delisei* (BCC-Lich. 4057), pese a lo cual, en nuestros cromatogramas nunca pudimos detectar el ác. hiáscico, sino el 5-*O*-metilhiáscico. Es por ello que hemos decidido no incluir *Cetrelia delisei* en la lista de las especies que hemos utilizado como control, y que aparece recogida en el apartado de material y métodos.

- En *Lecidea fuscoatra* detectamos el ácido umbilicárico, además de los ácidos girofórico y lecanórico. Aunque el ácido umbilicárico no está mencionado explícitamente en la bibliografía consultada, HERTEL (1995) indica que las sustancias detectadas en esta especie pertenecen al síndrome del ácido girofórico, al que pertenece el ácido umbilicárico.

- En *Leprocaulon microscopicum*, además de zeorina y ácido úsnico, detectamos el ácido placodiólico y posiblemente el ácido pseudoplacodiólico. Estos dos últimos ácidos, según nuestros datos, constituirían una nueva aportación. El ác. placodiólico fue identificado mediante una co-cromatografía con un extracto acetónico de *Hafellia leptoclinoides*, mientras que el ácido pseudoplacodiólico ha sido caracterizado por sus correspondientes valores de R<sub>f</sub>. La presencia de estos dos ácidos no debe de extrañarnos ya que forman parte del conjunto de compuestos relacionados con el ácido úsnico (ELIX et al., 1987).

- Respecto al género *Neofuscelia*, en el apartado 30.2.1 se exponen los resultados y

discusión de los datos obtenidos a partir de las especies estudiadas del género. Asimismo, en el apartado 30.2.2, se propone un modelo secuencial para la formación de las sustancias liquénicas detectadas en las especies estudiadas del género.

- De acuerdo con la bibliografía consultada, en *Rhizocarpon obscuratum* se citan tres tipos de contenido químico del talo. Uno sin sustancias liquénicas (TIMDAL & HOLTAN-HARTWIG, 1988), otro con los ácidos estíctico y girofórico (RUNEMARK, 1956) y un tercero con ácido estíctico (FEUERER, 1991). De los dos ejemplares cromatografiados por nosotros, uno presenta ác. estíctico como sustancia mayoritaria, acompañado por los ácidos constíctico, criptostíctico y norstíctico. El otro ejemplar pertenece al quimiotipo del ác. estíctico y girofórico en donde, además de estas sustancias, también se detectan bajas concentraciones de los ácidos criptostíctico, constíctico y lecanórico.

- Del mismo modo, TIMDAL & HOLTAN-HARTWIG (1988) distingue en *R. polycarpum* dos quimiotipos, uno sin sustancias liquénicas y otro con ácido estíctico. En el ejemplar analizado por nosotros, además del ácido estíctico detectamos los ácidos girofórico, criptostíctico, lecanórico y norstíctico, si bien sólo los dos primeros son compuestos mayoritarios. Debido al escaso tamaño de los talos recolectados, sólo hemos podido realizar un análisis por TLC, por lo que este resultado no nos permite llegar a ninguna conclusión pero, sí a la siguiente observación: esta combinación química de sustancias liquénicas (estíctico, girofórico y norstíctico) también la podemos encontrar formando parte de la composición química de otras especies del género (ver TIMDAL & HOLTAN-HARTWIG, 1988), por lo que es posible que pudiera existir un tercer quimiotipo de la especie, que aún no se ha encontrado.

- En *Trapelia coarctata* y *T. involuta*, además de los ácidos girofórico y lecanórico, ya mencionados en la bibliografía consultada, hemos identificado los ácidos orselínico y 5-O-metilhiáscico y, en *T. involuta*, además, el ácido umbilicárico. Para la detección de estos ácidos se realizaron co-cromatografías con *Rinodina aspersa*. Estos dos nuevos ácidos detectados forman parte de las sustancias relacionadas con el ácido girofórico.

- Tal como se ha expuesto anteriormente, la presencia del ácido protocetrárico constituye, según nuestros datos, una nueva aportación a la composición química de algunas especies que pertenecen a los géneros *Pertusaria* (*P. coccodes*, *P. excludens*, *P. pseudocorallina*, *P. rupicola*), *Xanthoparmelia* (*X. somloensis*, *X. tinctina*) y a

*Parmelia saxatilis*, *Parmotrema ultralucens* y *Rimelia reticulata*. Según la bibliografía consultada, el ácido protocetrárico no parece formar parte de la composición química de estas especies. Además, las especies mencionadas se caracterizan por presentar como sustancias mayoritarias el ácido norstictico o el ácido salacínico. En el caso de la coexistencia de ambos ácidos, como ocurre en *X. tinctina* y *X. somloensis*, puede ocurrir que la presencia del ácido norstictico sea sólo ocasional (HALE, 1990), o que coexista con el ácido salacínico (CALATAYUD et al., 1994; MUÑOZ et al., 1992; RICO & MANRIQUE, 1988; SERIÑA, 1990). De todos modos, HALE (1990) encuentra varias especies del género *Xanthoparmelia* en donde los ácidos norstictico y salacínico coexisten a igual concentración. En nuestros resultados, existen especies tales como *P. excludens*, *X. tinctina* y *X. somloensis*, en donde coexisten ambos ácidos, norstictico y salacínico.

En nuestra opinión, la presencia del ácido protocetrárico no debe sorprendernos, y creemos que esta aportación es válida por las siguientes razones:

- CULBERSON et al. (1981), afirma que la presencia de los ácidos salacínico y protocetrárico ya ha sido observada en otros géneros, sin hacer mención de los mismos.

- Del mismo modo, también ha sido observada la coexistencia de los ácidos norstictico y protocetrárico en especies del género *Pertusaria* (HANKO, 1983).

- HALE (1990) observa en una especie del continente africano (Lesotho), *Xanthoparmelia mapholanengensis*, una combinación única, en donde encuentra los tres ácidos, salacínico, protocetrárico y norstictico, además de otras sustancias.

- Por último, los ácidos protocetrárico, norstictico y salacínico son depsidonas de la serie del  $\beta$ -orcíno que comparten la misma unidad fenólica que constituye el anillo A, diferenciándose entre ellos por la unidad fenólica que constituye su anillo B. Por lo tanto, se trata de sustancias biogenéticamente relacionadas. En esta misma línea, ARROYO (1991) explica la presencia de estos tres ácidos, coexistiendo o no, en algunas especies del género *Ramalina* tales como, en *R. siliquosa* (quimiotipo 2) y en el complejo de *Ramalina farinacea* - *R. subfarinacea*.

- En algunos de los ejemplares analizados de *Pertusaria amara* y *P. digrediens*, hemos detectado la presencia del ácido norstictico. Según la bibliografía consultada, estas especies se caracterizan por la presencia de los ácidos protocetrárico y pricoliquénico,

para la primera y del ácido protocetrárico para la segunda. Dado que esta presencia sólo ha sido detectada en una pequeña parte de los especímenes analizados, parece lógico pensar que se trata de una contaminación de la muestra. Sin embargo, siempre teniendo en cuenta esta posibilidad, los fragmentos de talo cromatografiados han sido meticulosamente separados de los ejemplares con la ayuda de unas pinzas y siempre bajo la lupa binocular. Es cierto, que según la bibliografía disponible, el ác. norstíctico no forma parte de la composición química de estas especies. Sin embargo, también es cierto que existen especies dentro del género, en donde se combinan la presencia de los ácidos norstíctico, protocetrárico y picroliquénico. Así ocurre en *Pertusaria teneriffensis* (HANKO, 1983). Además, ambos ácidos son depsidonas de la serie de  $\beta$ -orcinol, y comparten la misma estructura química del anillo A, ya que son sustancias relacionadas biogenéticamente.

- Tal como hemos indicado en el apartado anterior, *Pertusaria digrediens*, según los datos bibliográficos de que disponemos, se caracteriza por la presencia del ácido protocetrárico. Sin embargo, nosotros hemos podido confirmar, además, la presencia de los ácidos convirénsico y virénsico gracias, a la colaboración de los Drs. Archer y Elix.

- En el caso de *Pertusaria chiodectonoides*, caracterizada por los ácidos constíctico, criptostíctico, estíctico y norstíctico, mediante la co-cromatografía con los extractos acetónicos de *Parmotrema crinitum* y *Pleurosticta acetabulum*, hemos podido demostrar la presencia de los ácidos connorstíctico y menegaciaico y las sustancias Pcr-1 y UV+, en las que no se había reparado hasta el momento.

- En *Pertusaria rupicola*, además del ácido protocetrárico, ya indicado anteriormente, detectamos también el ácido criptostíctico y, en dos de los ejemplares analizados, el ácido girofórico. Estas tres sustancias, según la bibliografía, no forman parte de la composición química de esta especie, que se caracteriza por la presencia de los ácidos estíctico, norstíctico, tiofanínico y una xantona (HANKO, 1983). La detección del ácido protocetrárico ya la hemos intentado justificar anteriormente. La presencia del ácido criptostíctico no debe de extrañarnos, porque forma parte de las sustancias que caracterizan el complejo del ácido estíctico. Respecto al ácido girofórico, es posible que pudiera tratarse de una contaminación de la muestra. Sin embargo, *P. rupicola*, según HANKO (op. cit.), pertenece al quimiotipo 3, caracterizado por la presencia del ácido

tiofanínico. Dentro de este quimiotipo existen subtipos que combinan el ácido tiofanínico con el ác. girofórico.

- El estudio quimiotaxonómico nos ha ayudado en la identificación de diversas especies de los géneros *Aspicilia*, *Buellia*, *Cladonia*, *Diploschistes*, *Lecanora*, *Lecidea*, *Lecidella*, *Lepraria*, *Neofuscelia*, *Peltigera*, *Pertusaria*, *Ochrolechia*, *Porpidia*, *Punctelia*, *Ramalina*, *Rinodina*, *Rhizocarpon* y *Xanthoparmelia*.

- Este estudio, también ha sido fundamental en la diferenciación de especies muy próximas entre sí, tales como: *Cladonia chlorophaea* y *C. cryptochlorophaea*, *C. furcata* y *C. rangiformis*, *Pertusaria amara* var. *flotowiana* y *P. digrediens*, *Neofuscelia pulla*, *N. glabrans* y *N. delisei* pero, sobre todo, nos ha permitido distinguir *Diploschistes gyrophoricus* de *D. euganeus* y *Lecanora campestris* de *L. pseudistera*.

- Gracias al estudio quimiotaxonómico, hemos podido identificar *Diploschistes gyrophoricus*, con lo que su área de distribución se extiende al hemisferio norte. Inicialmente, esta especie había sido identificada como *D. euganeus*, por sus características morfológicas y reacciones de color. Sin embargo, un análisis cuidadoso por TLC nos permitió detectar bajas concentraciones de los ácidos girofórico y lecanórico. Con ello, y una vez consultado al Dr. Lumbsch, ha sido posible identificar esta especie.

De la misma manera, gracias a los análisis químicos, hemos detectado la presencia de *Lecanora pseudistera* que, inicialmente, habíamos confundido con *L. campestris*. En nuestra opinión, es posible que, en España, muchos de los ejemplares citados bajo el nombre de *L. campestris* corresponden en realidad a *L. pseudistera*, ya que ambas especies son muy próximas morfológicamente. Mientras que *L. campestris* es una especie ampliamente citada en España, de *L. pseudistera* tan sólo, según nuestros datos se conocen 4 localidades, dos para Portugal (BOOM, v.d.d. & GIRALT, 1996) y dos en Cataluña (LUMBSCH, 1994) bajo las denominaciones de *L. atrofusca* y *L. atrofusca* var. *coalescens*.

## VI.- APROXIMACIÓN A LA VEGETACIÓN LIQUÉNICA

Aún siendo la orientación básica de nuestro trabajo, florística y quimiotaxonómica, intentaremos situar, dentro de los esquemas sintaxonómicos en los que se ordena la tipificación de las comunidades silicícolas mediterráneas, las poblaciones liquénicas que hemos observado en el área de estudio. Nos basamos en los datos del catálogo y en nuestras observaciones de campo. La aproximación es sólo general, ya que disponemos de muy pocos inventarios.

Para ello hemos tenido en cuenta los trabajos de EGEA & LLIMONA (1987, 1991), WIRTH (1980), GARCÍA-ROWE (1985) y HLADUN (1985)

### VI.1.- Comunidades saxícolas

#### VI.1.1.- Comunidades ombrófobas

Son aquellas que se desarrollan fuera del alcance de las gotas de lluvia y, por tanto, se desarrollan ya sea en paredes verticales o superverticales, en concavidades de las rocas o en pequeñas cuevas. A este grupo de comunidades pertenecen algunas de las especies recolectadas por nosotros tales como *Lepraria nivalis* y *Leprocaulon microscopicum*. Sin embargo, es frecuente observar también a estas especies creciendo en ambientes más expuestos, junto con diversos taxones del género *Cladonia*, como *Cladonia rei*, *C. chlorophaea*, *C. cryptochlorophaea*, etc...

#### VI.1.2.- Comunidades ombrófilas

Se incluye aquí la vegetación liquénica saxícola, acidófila, de superficies expuestas a las lluvias, tanto de lugares soleados como no soleados, nunca sumergidos y en condiciones de iluminación alta o media. Estas comunidades pueden ser incluidas en la Clase *Rhizocarpetea geographici*.

Entre los taxones característicos de la Clase *Rhizocarpetea geographici* encontramos, en nuestra área de estudio, pequeños talos de *Rhizocarpon tinei* (del grupo *R. geographicum*), *Dimelaena oreina*, *Tephromela atra*, *Candelariella vitellina*, etc. Dentro de esta clase, reconocemos los órdenes *Aspicilietalia gibbosae* y *Rhizocarpetalia obscurati*.

En nuestra área de estudio, caracterizada por temperaturas moderadas, sobre



superficies de inclinación y orientación variables, encontramos una vegetación caracterizada por la presencia de *Aspicilia intermutans*, *A. hoffmannii*, *A. cupreoglauca*, *A. caesiocinerea*, *Neofuscelia pulla*, *N. glabrans*, *N. luteonotata*, *N. delisei*, las especies isidiadas *N. verruculifera* y *N. halei*, *Caloplaca crenularia*, *Diploschistes scruposus*, *D. interpediens*, *D. muscorum*, *Lecanora campestris*, *Lecanora rupicola*, *Lecidella carpathica*, que pertenecen al orden *Aspicilietalia gibbosae*.

En nuestro territorio, las comunidades que pertenecen a este orden pueden ser incluidas en dos subórdenes: S.O. *Parmelienalia conspersae* y S.O. *Pertusarienalia leucosorae*.

En el primer suborden (*Parmelietalia conspersae*), se incluyen las comunidades que colonizan superficies inclinadas al S y al E, o superficies poco inclinadas, subhorizontales, a las que pronto llega el sol de la mañana, donde se desarrollan especies muy resistentes a la aridez y a la desecación, bastante exigentes en sales minerales. En el segundo suborden (*Pertusarienalia leucosorae*), se incluyen comunidades que se desarrollan sobre superficies muy inclinadas o verticales y hasta algo subverticales, encaradas al N o al NW, de forma que reciben poca o ninguna insolación y conservan largo tiempo, a lo largo de la mañana, la humedad nocturna.

Entre las especies características de las comunidades del S.O. *Parmelienalia conspersae*, en nuestro territorio, aparecen *Xanthoparmelia verrucigera* (en lugar de *X. conspersa*), las especies isidiadas *Neofuscelia verruculifera* y *N. halei*, *Buellia sequax* (en lugar de *B. punctata*) *Polysporina simplex*, *Rinodina gennarii*, *Caloplaca vitellinula*, *Caloplaca subpallida*, *Lecanora muralis*, *Lecidea fuscoatra* y *Xanthoria parietina* (en lugar de *X. aureola*).

Dentro de este suborden, encontramos las alianzas *Caloplacion irrubescentis* y *Parmelion conspersae*.

La alianza *Caloplacion irrubescentis* incluye comunidades mediterráneas de líquenes termófilos, xerófilos y heliófilos, cuya característica más notable es su eutrofilia muy acusada, ligada, ya sea a la poca inclinación del substrato, ya sea a su porosidad, al escaso lavado por la lluvia, a la acumulación de agua o polvo rico en nutrientes, a la frecuentación por las aves o a la proximidad del mar (que suele comportar un aporte mayor de sales minerales, derivadas de la proximidad del mar, de la frecuentación humana o de las deposiciones de las aves). Las comunidades que

responden a estas condiciones presentan especies muy euroicas, aunque caracterizadas por su termofilia y acusada nitrofilia. Prefieren superficies poco inclinadas, desde muy expuestas hasta más o menos protegidas y aparecen entre los 4 a 900 m de altitud. En nuestra área de estudio, y en localidades próximas a la costa, hemos observado la presencia de *Caloplaca irrubescens*, *Caloplaca aetnensis*, *Caloplaca crenularia*, *Caloplaca ligustica*, *Toninia aromatica* y *Solenopsora holophaea*, especies que pertenecen ya sea a la asociación *Solenopsoro-Diploicium subcanescentis* o bien la comunidad de *Caloplaca irrubescens*. Sin embargo, ninguna de estas comunidades está bien representada en nuestro territorio ya que, por un lado, las especies mencionadas han sido recolectadas de manera dispersa, en las diversas localidades y, por otro lado, algunas de estas especies han sido recolectadas junto o cercanas a otras especies como *Gyalecta shisticola*, *Acrocordia macrospora*, *Caloplaca flavovirescens*, *Scoliciosporum umbrinum*, *Acarospora subrufula*, *A. microcarpa*, *Diploschistes gyrophoricus*, etc., que pertenecen a otras comunidades.

La alianza *Parmelion conspersae* incluye comunidades que se desarrollan sobre superficies rocosas duras o alteradas, poco inclinadas, de lugares soleados, pero con temperaturas invernales no demasiado bajas. En esta alianza, podemos distinguir dos comunidades la de *Parmelia conspersa*, y la de *Lecanora rupicola*.

La comunidad de *Parmelia conspersa* es propia de rocas próximas al suelo, poco inclinadas, en lugares soleados y nitrificados. En ella encontramos *X. verrucigera* (en lugar de *X. conspersa*), *Neofuscelia pulla*, *N. verruculifera*, *Lecanora muralis*, *Lecidea fuscoatra*, *Aspicilia intermutans*, *A. hoffmannii*, *A. caesiocinerea*, *A. cupreoglauca*, *Lecidella carpathica*, *Lecanora campestris*, *Candelariella vitellina*, acompañadas por *Parmelina tiliacea*, *Lecanora dispersa*, *Diploschistes scruposus*, *D. interpediens*, *D. muscorum* y *Catillaria chalybeia*.

La comunidad de *Lecanora rupicola* es propia de piedras y pequeños bloques aislados, en lugares alterados, nitrificados, sobre superficies más o menos inclinadas, con bajo recubrimiento, y un número de especies relativamente elevado. Entre las especies propias de esta comunidad encontramos, *Lecanora rupicola*, junto con *Neofuscelia luteonotata*, *Rhizocarpon tinei*, *Pertusaria digrediens*, *Xanthoparmelia tinctina*, etc.

En la zona estudiada, las especies que caracterizan el S.O. *Pertusarienalia*

*leucosorae* son *Pertusaria digrediens* (en lugar de *P. leucosora*), *Pertusaria pseudocorallina*, *Lecanora gangaleoides*, *Lecidella asema*, *Scoliciosporum umbrinum*, *Protoparmelia psarophana*, *Ramalina requienii* y *Parmelina tiliacea*.

En este S.O. *Pertusarienalia leucosorae*, se reconocen dos alianzas, *Lecanorion montagnei*, con la comunidad de *Aspicilia intermutans* y *Diploschistes actinostomus*, y *Pertusarion leucosorae*, con la asociación *Pertusarietum rupicolae*.

La comunidad de *Aspicilia intermutans* y *Diploschistes actinostomus*, aparece en superficies más bien poco inclinadas, en lugares poco o nada soleados, en las colinas próximas a la costa, a una altitud comprendida entre los 200 y 1200 m, con óptimos entre los 400 y 600 m. Entre las especies características de esta comunidad aparecen, en nuestra zona de estudio, *Aspicilia intermutans* y *Diploschistes gyrophoricus* (en lugar de *D. actinostomus*), junto con *Caloplaca crenularia*, *Lecidella asema*, *Scoliciosporum umbrinum*, *Pertusaria pseudocorallina*, *Neofuscelia pulla*, *N. glabrans*, *Aspicilia hoffmannii*, *Lecidella carpathica*, *Lecanora campestris*, *Lecanora rupicola*, *Candelariella vitellina*, *Tephromela atra*, *Caloplaca irrubescens*, *Caloplaca aetnensis*, *Xanthoparmelia tinctina*, *Neofuscelia verruculifera* y *Acarospora microcarpa*.

En lugares relativamente cálidos, sobre superficies inclinadas o subverticales orientadas al N, al W o al E se desarrolla una asociación típicamente mediterránea, el *Pertusarietum rupicolae*. Entre las especies que lo caracterizan hemos encontrado *Pertusaria rupicola*, *P. amara*, *P. excludens* y *P. pseudocorallina*.

También, en nuestra zona de estudio, encontramos especies de la asociación *Lecideetum crustulatae*, que pertenece al *O. Rhizocarpetalia obscurati*, propia de pequeñas piedras, que apenas sobresalen del suelo o que se encuentran sobre los taludes, en los lugares húmedos y umbrios. Esta asociación, está caracterizada, entre otras, por la presencia de *Porpidia crustulata*, *Rhizocarpon obscuratum*, *Lecidea fuscoatra* y *Trapelia coarctata*. Junto a estas especies, a nosotros, también nos aparecen *Trapelia involuta*, *Chrysothrix candelaris*, *Porpidia macrocarpa* y *P. speirea*.

## VI.2.- Comunidades terrícolas

En las zonas más húmedas, en la base y grietas de las rocas, taludes de granito meteorizado o bien sobre el suelo, generalmente asociados a musgos, encontramos los talos foliáceos de *Peltigera horizontalis* y *P. praetextata*, así como los talos compuestos

de *Cladonia chlorophaea*, *C. cryptochlorophaea*, *C. merochlorophaea*, *C. fimbriata*, *C. rei*, *C. rangiformis*, *C. furcata*, *C. mediterranea*, *C. rei* y *C. foliacea*, muchas veces acompañadas por talos de *Lepraria* y *Leprocaulon microscopicum*. Los datos de que disponemos no son suficientes para relacionar las comunidades de suelos y de taludes con las alianzas que se han descrito hasta ahora. No obstante, pueden relacionarse con las dos alianzas *Cladonion sylvaticae* y *Cladonion nylanderi*.

### VI.3.- Esquema sintaxonómico de las comunidades tratadas

#### Cl. *Leprarietea chlorinae* Wirth ex Wirth 1980

O. *Leprarietalia chlorinae* Hadač in Klika et Hadač 1944

Al. *Leprarion chlorinae* Smarda & Hadač in Klika et Hadač 1944

Comunidad de *Lepraria nivalis*

#### Cl. *Rhizocarpetalia geographicis* Mattick 1951 em. Wirth 1980

O. *Rhizocarpetalia obscurati* Wirth ex Wirth 1980

Al. *Lecideion tumidae* Wirth ex Wirth 1980

As. *Lecideetum crustulatae* Klement 1950

O. *Aspicilietalia gibbosae* Wirth em. Llimona et Egea 1987

SO. *Parmelienalia conspersae* Llimona et Egea 1987

Al. *Caloplacion irrubescentis* Llimona et Egea 1987

As. *Solenoporo-Diploicietum subcanescens* Egea et Llimona 1987

As. *Parmelietum tinctinae* Egea et Llimona 1987

Al. *Parmelion conspersae* Hadač 1944 em. Egea et Llimona 1987

Comunidad de *Parmelia conspersa*

Comunidad de *Lecanora rupicola*

SO. *Pertusarienalia leucosorae* Egea et Llimona 1987

Al. *Pertusarion leucosorae* Egea et Llimona 1987

Comunidad de de *Aspicilia intermutans* y *Diploschistes actinostomus*

As. *Pertusarietum rupicolae* Wirth et Llimona 1975

As. *Pertusarietum rupestris* Egea et Llimona 1987

## II.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

A continuación se resumen brevemente las conclusiones que se derivan de los resultados obtenidos y anteriormente expuestos:

### LORA

Con los ejemplares recolectados en la zona estudiada se ha realizado un herbario integrado por unos 900 pliegos, que queda depositado en el herbario BCC-Lichenotheca (BCC-Lich.).

Se ha confeccionado un catálogo florístico de los líquenes silicícolas de la comarca del Maresme, identificando un total de 136 especies, incluidas en 60 géneros diferentes.

Desde el punto de vista sistemático, estas especies se agrupan, excepto dos de situación incierta, en 10 órdenes, 28 familias y 58 géneros. El orden mejor representado es *Lecanorales* con 17 familias, 43 géneros y 100 especies.

De los resultados de este estudio, es de interés resaltar que:

Se describe una especie: *Neofuscelia halei*, como nueva para la ciencia.

Una especie es nueva cita para el hemisferio norte: *Diploschistes gyrophoricus*.

Dos especies son nueva cita para España: *Buellia caldesiana* y *Micarea lithinella*.

Cuatro especies son adiciones al catálogo de Cataluña: *Carbonea latypizodes*, *Hypotrachyna britannica*, *Lecidea plana* y *Pertusaria digrediens*.

Entre las especies identificadas que, según nuestros datos, han sido escasamente citadas en España (3 citas o menos), cabe destacar: *Amandinea lecideina*, *Buellia chlorophaea*, *B. tirolensis*, *Cladonia rei*, *Lecania atrynoides*, *Lecanora pseudistera* y *Timelia reticulata*.

Por otra parte y desde el punto de vista del espectro fisionómico de la flora, los líquenes son en un 60.3% de las especies crustáceos, 20.6 % foliáceos, 8.1 % compuestos, 7.9% escuamulosos, 4% fruticulosos, 1.5% son leprariodes y 0.7 % filamentosos.

En cuanto al tipo de hábitat, podemos indicar que, de las 136 especies identificadas, 120 han sido recolectadas sobre rocas ácidas, 11 sobre suelos o taludes de granito meteorizado y 5 son liquenícolas.

Entre las especies saxícolas, se puede destacar, sobre rocas graníticas, la

presencia de diferentes especies consideradas propias de substratos carbonatados: *Candelariella aurella*, *Clauzadea monticola*, *Fulgensia subbracteata*, *Protoblastenia rupestris* y *Sarcogyne regularis*. Mientras que, las especies liquenícolas están representadas por: *Acarospora microcarpa*, *Caloplaca grimmiae*, *Buellia badia* (facultativa), *Diploschistes muscorum* y *Rinodina insularis*. Entre estas especies, podemos destacar que *Acarospora microcarpa* se desarrolla en nuestra zona sobre *Diploschistes gyrophoricus*, un líquen que constituye un nuevo huésped para esta especie.

## QUÍMICA

Los datos químicos que quedan reflejados en este trabajo, proceden de un estudio exhaustivo que se fundamenta en la realización aproximadamente de 161 análisis por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), con los correspondientes espectros de absorción en el UV-visible para cada pico cromatográfico. Además, se han realizado 45 espectros por espectrometría de masas. Asimismo, se han desarrollado más de 368 análisis por cromatografía en capa fina (TLC). Estos análisis se han realizado sobre un total de 189 taxones y nos han permitido identificar alrededor de 150 metabolitos secundarios.

De los 189 taxones analizados, se recogen en este trabajo los datos químicos pertenecientes a 107 especies, 15 de las cuales no proceden del área de estudio y se han utilizado como control. Se ha aplicado al conjunto de estas 107 especies la técnica de TLC monodimensional (a 525 ejemplares), de TLC bidimensional (a 10 ejemplares) y de HPLC (a 82 ejemplares), lo que ha permitido obtener 80 espectros de absorción y 17 espectros de masas. Se han identificado 101 metabolitos secundarios. De los 101 metabolitos secundarios, 96 los hemos ubicado en sus correspondientes vías metabólicas. De entre ellos, 87 sustancias pertenecen a la vía metabólica del acetilopolimalonilo, 5 a la vía metabólica del ácido mevalónico y 4 a la vía metabólica del ácido shikímico.

Como resultado de nuestros análisis, se han identificado nuevas sustancias en 31 especies, incrementando en éstas el número de metabolitos secundarios conocidos. Entre las nuevas sustancias identificadas, resaltamos las siguientes:

- Los ácidos connorstético y menegaciaico y las sustancias Pcr-1 y UV+ en

*Pertusaria chiodectonoides*.

- Los ácidos convirésico y virésico en *Pertusaria digrediens*.
- El ácido galbínico en *Flavoparmelia soledians*.
- El ácido hipostáltico en *Buellia spuria* y *Dimelaena oreina*.
- Los ácidos lecanórico y 5-O-metilhiáscico en *Hypotrachyna britannica*.
- El ácido 5-O-metilhiáscico en *Lasallia pennsylvanica*, en lugar del ácido hiáscico.
- El ácido 5-O-metilhiáscico en *Trapelia coarctata* y en *T. involuta*, además en esta última especie, también se detecta el ácido umbilicárico.
- El ácido 2'-O-metilmicrofilínico en *Buellia stellulata*.
- El ácido placodiólico, y posiblemente el ác. pseudoplacodiólico, en *Leprocaulon microscopicum*.
- El ácido protocetrárico, si bien a bajas concentraciones, en algunas especies de los géneros *Pertusaria* (*P. coccodes*, *P. excludens*, *P. pseudocorallina*, *P. rupicola*), *Xanthoparmelia* (*X. somloensis*, *X. tinctina*) y en *Parmelia saxatilis*, *Parmotrema ultralucens* y *Rimelia reticulata*.
- El ácido umbilicárico en *Lecidea fuscoatra*.

Además, como resultado de estos análisis, hemos observado la posible existencia, en *Buellia spuria*, de dos grupos de poblaciones diferenciadas por su composición química. Un primer grupo se caracteriza por la presencia de atranorina y norstáltico, como sustancias mayoritarias, acompañadas por el ácido connorstáltico. El segundo grupo se caracteriza por la presencia de atranorina y el ácido estáltico, como mayoritarios, acompañados por los ácidos criptostáltico, constáltico, norstáltico e hipostáltico.

Los análisis químicos nos han permitido diferenciar especies muy próximas desde el punto de vista morfológico. De entre éstas, es de interés resaltar los casos correspondientes a:

- *Diploschistes euganeus* y *D. gyrophoricus*, sin sustancias liquénicas la primera y con los ácidos girofórico y lecanórico la segunda, si bien a muy bajas concentraciones.
- *Lecanora campestris* y *Lecanora pseudistera*, con atranorina y los triterpenos Lgr-2 y Lcm-1 la primera, y atranorina y las sustancias que pertenecen al complejo del ácido, 2'-O-metilperlatólico, la segunda.

Los análisis químicos, aplicados al estudio de algunas especies del género

*Neofuscelia* nos han permitido:

- Detectar la presencia constante del ácido girofórico, una sustancia dada como accesoria.
- Comprobar la presencia de bajas concentraciones de atranorina, cloroatranorina y posiblemente el ácido úsnico.
- Detectar bajas concentraciones del ácido 4-*O*-desmetildivarcático en *Neofuscelia luteonotata* y *N. verruculifera*.
- Detectar la similitud química existente entre: *N. luteonotata*, *N. pulla* y *N. verruculifera*; *N. delisei* y *N. loxodella*; *N. glabrans* y *N. halei*.
- Estas similitudes químicas observadas, nos ha conducido a proponer un modelo biosecuencial, que nos informe sobre las relaciones biogenéticas que existen entre las sustancias líquénicas detectadas en las especies estudiadas. A su vez, este modelo nos ha permitido proponer unas posibles relaciones evolutivas entre las especies estudiadas, que a continuación pasamos a resumir:

Todas las sustancias líquénicas detectadas pertenecen a la ruta del acetilopolimalonilo. Se identifican 9 *para*-dépsidos (ác. divarcático, ác. 4-*O*-desmetildivarcático, ác. estenosporico, ác. gloméllico, ác. glomeliférico, ác. lecanórico, ác. loxodélico, ác. perlatólico y ác. oxostenosporico), un tridépsido (ác. girofórico) y dos depsidonas (ác. alectorónico y ác. -colatólico) de la serie del orcinol, 2 *para*-dépsidos de la serie del  $\beta$ -orcinol (atranorina y cloroatranorina) y los ácidos orselínico y úsnico.

De entre estas sustancias líquénicas, las que caracterizarían químicamente a las especies del género *Neofuscelia* serían los *para*-dépsidos y depsidonas de la serie del orcinol. Quedan, por lo tanto, excluidos los ácidos girofórico, lecanórico, orselínico, úsnico y la atranorina y cloroatranorina.

Si se tiene en cuenta que las depsidonas proceden de los dépsidos y que además existe una tendencia evolutiva hacia la reducción del número de átomos de carbono, de las cadenas laterales de los anillos A y B que constituyen las sustancias líquénicas, observamos que:

En principio, las especies pertenecientes al quimiosíndrome más primitivo serían *N. glabrans* y *N. halei* por contener las depsidonas ác. alectorónico y ác.  $\alpha$ -colatólico, los dos compuestos químicos con el mayor número de átomos de carbono en las cadenas



laterales.

El resto de las especies estudiadas, *N. delisei*, *N. pulla*, *N. verruculifera* y *N. luteonotata*, se caracterizan por presentar dépsidos de la serie del orcinol. Estas sustancias liquénicas, se originan a partir de unidades fenólicas que derivan de los precursores P-C<sub>5</sub>H<sub>11</sub> y P-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>. Algunos de estos dépsidos están constituidos exclusivamente por unidades fenólicas que derivan del precursor P-C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>, otros del precursor P-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> y otros de una combinación de unidades que derivan de ambos precursores. Si tenemos en cuenta la longitud de las cadenas laterales de estas unidades fenolcarboxílicas, de todas estas sustancias, la más primitiva sería el ác. 4-*O*-metilolivetórico (7<sup>o</sup>m-5) mientras que la más evolucionada sería el ác. 4-*O*-desmetildivaricático (3-3).

Así pues, atendiendo al origen de las unidades fenólicas y, por tanto, a la longitud de sus cadenas laterales, observamos que, *N. delisei* podría ser la especie con el quimiosíndrome más primitivo, por detectarse en ella un mayor número de sustancias liquénicas formadas por unidades fenólicas, que derivan exclusivamente del precursor P-C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>, los ácidos 4-*O*-metilolivetórico (7<sup>o</sup>m-5), perlatólico (5m-5) y anziaico (5-5).

A continuación vendrían *N. pulla*, *N. verruculifera* y *N. luteonotata*. Las tres especies presentan una gran similitud química. Sus sustancias liquénicas, excepto una raza química de *N. pulla*, que presenta ác. perlatólico, están constituidas por unidades fenólicas que derivan exclusivamente del precursor P-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> o bien de los P-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> y P-C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>. Además, en estas tres especies se detecta, en ocasiones, el ác. 4-*O*-desmetildivaricático.

En *N. pulla*, la raza o población química con ác. divaricático (3m-3) sería más evolucionada que la que presenta ác. estenospórico (3m-5) y ésta a su vez que la que presenta ác. perlatólico (5m-5), ya que se constata la tendencia a la reducción del número de átomos de carbono de las cadenas laterales. Lo mismo ocurre en *N. verruculifera*, especie par de *N. pulla* y en *N. luteonotata*. Las razas o poblaciones químicas con ác. divaricático serían más evolucionadas que las que presentan ác. estenospórico.

En líneas generales, en las cuatro especies, *N. delisei*, *N. luteonotata*, *N. pulla* y *N. verruculifera*, se observa una tendencia hacia la formación de sustancias

liquénicas cuyas unidades fenólicas derivan exclusivamente del precursor P-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>. Es decir, se observa una tendencia hacia la formación de sustancias liquénicas cuyas unidades fenólicas presenten cortas cadenas laterales, que culmina con la formación del ác. 4-*O*-desmetildivaricático.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

- ARCHER, W.A., 1992. Cladoniaceae. *Flora of Australia*, 54: 107-152.
- ARCHER, A.W., 1993: A chemical and morphological arrangement of the lichen genus *Pertusaria*. *Bibl. Lichenol.*, 53: 1-17.
- ARROYO, R., 1991: *El género Ramalina Ach. en la Península Ibérica: química, quimiotaxonomía, morfología, anatomía y distribución*. Tesis Doctoral. Inédita. Universidad Complutense de Madrid. 369 pp.
- ARROYO, R. & MANRIQUE, E., 1988: Estudios químicos en *Ramalina farinacea* (L.) Ach. del centro de España. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 45 (1): 53-59.
- BALLESTEROS, E., 1982: Primer intento de tipificación de la vegetación marina y litoral sobre sustrato rocoso de la Costa Brava. *Oecologia aquatica*, 6: 163-173.
- BATLLE, A., COROMINAS, J. & LÓPEZ, J.A., 1987: Las aguas subterráneas de la comarca barcelonesa del Maresme. Evolución y estado actual. *Bol. Geol. y Min.*, XCVIII (3): 376-391.
- BELLEMÈRE, A., HAFELLNER, J. & LETROUIT-GALINOU, M.A., 1986: Ultrastructure et mode de déhiscence des asques chez les lichens des genres *Teloschistes* et *Apatoplaca* (Teloschistaceae). *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.*, 7(3): 189-208.
- BECH, J., 1982: El factor climático en la edafogénesis del Maresme. *Rev. Geogr.*, XI (1-2): 37-61.
- BOISSIÈRE, J.C., 1991: Chromatographie des substances lichéniques: notions de base (1). *Bull. Ass. Fr. Lichénol.*, 16 (1): 11-20.
- BOLÒS, A. de & BOLÒS, O. de, 1950: La vegetación de las comarcas barcelonesas. *Inst. Esp. Est. Mediter.* Barcelona. 574 pp.
- BOLÒS, O. de, 1962: *El paisaje vegetal barcelonés*. Fac. Fil. Letr. Univ. Barcelona. Barcelona. 192 pp.
- BOLÒS, O. de & VIGO, J., 1984: *Flora dels Països Catalans*, vol. I. Ed. Barcino. Barcelona. 736 pp.
- BOOM, P.P.G. VAN DEN, 1992: The saxicolous species of the lichen genus *Lecania* in The Netherlands, Belgium and Luxemburg. *Nova Hedwigia*, 54: 229-254.

- BOOM, P.P.G. VAN DEN & GIRALT, M., 1996: Contribution to the flora of Portugal, lichens and lichenicolous fungi I. *Nova Hedwigia*, 63: 145-172.
- BOQUERAS, M., 1993: *Flora i vegetació del líquens epifítics de les Terres Meridionals de Catalunya*. Tesi Doctoral. Inèdita. Universitat de Barcelona. 459 pp.
- BRODO, I. M., 1984: The North American species of the *Lecanora subfusca* group. *Beih. Nova Hedwigia*, 79: 63-185.
- BURGAZ, A.R. & AHTI, T., 1992: Contribution to the study of genera *Cladina* and *Cladonia* in Spain. I. *Nova Hedwigia*, 55: 37-53.
- BURGAZ, A.R. & AHTI, T., 1994: Contribution to the study of the genera *Cladina* and *Cladonia* in Spain. II. *Nova Hedwigia*, 59: 399-440.
- CALATAYUD, V. & BARRENO, E., 1994: Contribution to the lichen floristics of eastern Spain. I. Silicicolous lichens and their lichenicolous fungi of Serra d'Espadà (Castelló). *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.*, 15(1): 23-41.
- CLAUZADE, G. & ROUX, C., 1981: Les *Acarospora* de l'Europe Occidentale et de la région Méditerranéenne. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 41: 41-93.
- CLAUZADE G. & ROUX, C., 1985: Likenoj de okcidenta Eùropo, illustrita determinlibro. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, nouv. sér., num. spéc. 7: 1-893. (Supplements 1987, 1989).
- COPPINS, B.J. & JAMES, P.W., 1984: New or interesting British lichens V. *Lichenologist*, 16: 241-264.
- CULBERSON, C.F., 1969: *Chemical and botanical guide to lichen products*. Univ. North Carolina Press, Chapel Hill.
- CULBERSON, C.F., 1970: Supplement to chemical and botanical guide to lichen products. *Bryologist*, 73: 177-377.
- CULBERSON, C.F., 1972a: High-speed liquid chromatography of lichen extracts. *Bryologist*, 75: 54-62.
- CULBERSON, C.F., 1972b: Improved conditions and new data for the identification of lichen products by a standardized thin-layer chromatographic method. *J. Chromatogr.*, 72: 113-125.
- CULBERSON, C.F., 1974: Conditions for the use of Merck silica gel 60 F<sub>254</sub> plates in the standardized thin layer chromatographic technique for lichen products. *J. Chromatogr.*, 97: 107-108.

- CULBERSON, C.F. & AHMADJIAN, V., 1980: Artificial reestablishment of lichens.  
 II. Secondary products of resynthesized *Cladonia cristatella* and *Lecanora chrysoleuca*. *Mycologia*, 72 (1): 90-109.
- CULBERSON, C.F. & AMMANN, K., 1979: Standardmethode zur Dünnschichtchromatographie von Flechtensubstanzen. *Herzogia*, 5: 1-24.
- CULBERSON, C.F. & CULBERSON, W.L., 1976: Chemosyndromic variation in lichens. *Systematic Botany*, 1: 325-339.
- CULBERSON, C.F. & ELIX, J.A., 1989: Lichen substances. In: Dey PM. Harborne JB (eds) *Methods in plant biochemistry*, vol. 1. Academic Press, London, pp 509-535.
- CULBERSON, C.F. & JOHNSON, A., 1976: A standardized two-dimensional thin-layer chromatographic method for lichen products. *J. Chromatogr.*, 128: 253-259.
- CULBERSON, C.F. & JOHNSON, A., 1982: Substitution of methyl tert.-butyl ether for diethyl ether in the standardized thin-layer chromatographic method for lichen products. *J. Chromatogr.*, 238: 483-487.
- CULBERSON, C.F. & KRISTINSSON, H., 1970: A standardized method for the identification of lichen products. *J. Chromatogr.*, 46: 85-93.
- CULBERSON, C.F., CULBERSON, W.L. & ESSLINGER, T.L., 1977: Chemosyndromic variation in the *Parmelia pulla* group.- *Bryologist*, 80: 125-135.
- CULBERSON, C.F., CULBERSON, W. L. & JOHNSON, A., 1977: Second supplement to " *Chemical and botanical guide to lichen products*".- *Am. Bryol. Lichenol. Soc., Missouri Bot. Garden, St. Louis*.
- CULBERSON, C.F., CULBERSON, W.L. & JOHNSON, A., 1981: A standardized TLC analysis of  $\beta$ -orcinol depsidones. *Bryologist*, 84: 16-29.
- CULBERSON, C.F., CULBERSON, W. L. & JOHNSON, A., 1985: Orcinol-type depsides and depsidones in the lichens of the *Cladonia chlorophaea* group (Ascomycotina, Cladoniaceae). *Bryologist*, 88(4): 380-387.

- CULBERSON, C.F., CULBERSON, W.L., GOWAN, S. & JOHNSON, A., 1987: New depsides from lichens: microchemical methodologies applied to the study of new natural products discovered in herbarium specimens. *Amer. J. Bot.*, 74 (3): 403-414.
- CULBERSON, C.F., HALE, M.E., TØNSBERG, T. & JOHNSON, A., 1984: New depsides from the lichens *Dimelaena oreina* and *Fuscidea viridis*. *Mycologia*, 76(1): 148-160.
- CULBERSON, W.L. & CULBERSON, C.F., 1978: *Cetrelia cetrarioides* and *C. monachorum* (Parmeliaceae) in the New World. *Bryologist*, 81(4): 517-523.
- DE LEÓN, A., ARRIBA, A. & DE LA PLAZA, C., 1989: *Caracterización agroclimática de la provincia de Barcelona*. Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid.
- DIBBEN, M.J., 1980: The chemosystematics of the lichen genus *Pertusaria* in North America north of Mexico. *Publs. Biol. Geol. Milwaukee Publ. Mus.*, 5: 1-162.
- EGEA, J.M., 1984: Contribución al conocimiento del género *Caloplaca* Th. Fr. en España: especies saxícolas. *Collect. Bot.*, 15: 173-204.
- EGEA, J.M., 1989b: Los géneros *Heppia* y *Peltula* (Líquenes) en Europa Occidental y Norte de África. *Bibl. Lichenol.*, 31: 1-122.
- EGEA, J.M. & LLIMONA, X., 1987: Las comunidades de líquenes de las rocas silíceas no volcánicas del SE de España. *Acta Botanica Barcinonensia*, 36: 3-123.
- EGEA, J.M. & LLIMONA, X., 1991: Phytogeography of silicicolous lichens in Mediterranean Europe and NW Africa. *Botanica Chronika*, 10: 179-198.
- ELIX, J.A., 1993: Progress in the generic delimitation of *Parmelia* sensu lato (Lichens Ascomycotina: Parmeliaceae) and a synoptic key to the Parmeliaceae. *Bryologist*, 96(3): 359-383.
- ELIX, J.A., 1994: *Flora of Australia*. Lichens-Lecanorales 2, Parmeliaceae. Vol. 55. Australian Biological Resources Study, Canberra.
- ELIX, J.A., 1996: Biochemistry and secondary metabolites. In: NASH, T.H. (ed.): *Lichen biology*. Cambridge, University Press.

- ELIX, J.A., CALANASAN, C.A. & ARCHER, A.W., 1991: Subpicrolichenic acid and superpicrolichenic acid, two new depsones from *Pertusaria* lichens. *Aust. J. Chem.*, 44: 1487-1493.
- ELIX, J.A., JOHNSTON, J. & PARKER, J.L., 1987: *A catalogue of standardized thin layer chromatographic data and biosynthetic relationships for lichen substances*. Canberra.
- ELIX, J.A., WHITTON, A.A. & SARGENT, M.V., 1984 : Recent progress in the chemistry of lichen substances. *Fortschr. Chem. Org. Naturst.*, 45: 103-234.
- ELIX, J.A.; BARBERO, M.; GIRALT, M.; LUMBSCH, H.T. & McCAFFERY, L.F., 1995: 2"-O-Methylgyrophoric acid, a new tridepside. *Aust. J. Chem.*, 48: 1761-1765.
- ENRIQUE, P., 1985: *La asociación plutónica tardiherciniana del Macizo del Montnegre, Catalánides Septentrionales (Barcelona)*. Tesis doctoral, 2 volúmenes. Inédita. Universitat de Barcelona.
- ERIKSSON, O.E. & HAWKSWORTH, D.L., 1993: Outline of the Ascomycetes. *Systema Ascomycetum*, 12: 51-257.
- ERIKSSON, O.E. & WINKA, K., 1997: Supraordinal taxa of Ascomycota. *Myconet*, 1: 1-16.
- ESNAULT, J., 1985: *Le genre Aspicilia Mass. (Lichens) en Algérie: Etude des caractères taxonomiques et de leur variabilité*. Laboratoire de Botanique L. Daniel. Université de Rennes I. 258 pp.
- ESSLINGER, T.L., 1977: A chemosystematic review of the brown *Parmeliae*. *Journ. Hattori Bot. Lab.*, 42 (1): 1-211.
- ESSLINGER, T.L., 1978: A new status for the brown *Parmeliae*. *Mycotaxon*, 7: 45- 54.
- ESSLINGER, T.L., 1978: Studies in the lichen family Physciaceae. II: the genus *Phaeophyscia* in North America. *Mycotaxon*, 7 (2): 283-320.
- ESSLINGER, T.L., BARBERO, M. & LLIMONA, X., 1993: *Neofuscelia halei* sp. nov. (Lichen-forming Ascomycota) from Spain and the Canary Islands. *Bryologist*, 96 (3): 355-358.

- ESTAÑ, T., 1981: *Identificación y análisis de las substancias liquénicas de las especies del sureste de España*. Tesis de Licenciatura. Inédita. Universidad de Murcia. 141 pp.
- FEUERER, T., 1991: Revision der europäischen Arten der Flechtengattung *Rhizocarpon* mit nichtgelbem Lager und vielzelligen Sporen. *Bibl. Lichenol.*, 39: 3-218.
- FOLCH i GUILLÈN, R., 1981: *La vegetació dels Països Catalans*. Ed. Ketres. Barcelona. 226 pp.
- FOLCH i GUILLÈN, R. & MASALLES, R., 1979: El paisaje vegetal de la comarca de Barcelona y entorno inmediato. In: CAMARASA et al.: *El patrimonio natural de la comarca de Barcelona. Medidas necesarias para su protección y conservación. Los recursos renovables terrestres*. Cooperación metropolitana de Barcelona.
- FOLCH i GUILLÈN, R., FRANQUESA, T. & CAMARASA, J.M., 1984. *Vegetació*. In: R. FOLCH dir.: *Història natural dels Països Catalans*. Vol. 7. Enciclopèdia Catalana, S.A. Barcelona.
- GARCÍA-ROWE, J., 1985: *Flora y vegetación de los líquenes silicícolas del SW de España*. Tesis Doctoral. Inédita. Universidad de Murcia.
- GEYER, M., 1985: *Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie (HPLC) von Flechten-Sekundärstoffen*. Diss. Univ. Essen. Essen, 233 pp.
- GIRALT, M. & BARBERO, M., 1995: The saxicolous species of the genus *Rinodina* in the Iberian Peninsula containing atranorin, pannarin or gyrophoric acid. *Mycotaxon*, 56: 45-80.
- GIRALT, M. & LLIMONA, X., 1997: The saxicolous species of the genera *Rinodina* and *Rinodinella* lacking spot test reactions in the Iberian Peninsula. *Mycotaxon*, 62: 175-224.
- GIRALT, M. & MAYRHOFER, H., 1995: Some corticolous and lignicolous species of the genus *Rinodina* (lichenized Ascomycetes, Physciaceae) lacking secondary lichen compounds and vegetative propagules in Southern Europe and adjacent regions. *Bibl. Lichenol.*, 57: 127-160.



- GOFFINET, B. & HASTINGS, R.I., 1994: The lichen genus *Peltigera* (lichenized Ascomycetes) in Alberta. Provincial Museum of Alberta, Natural History. Occasional Paper No. 21, pp. i-vi, 1-54.
- GÓMEZ-ORTIZ, A., MATEU, J. & FERNANDEZ, P., 1985: *El Maresme: geografia i recursos didàctics*. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona (EU).
- GOWAN, S.P., 1989: The lichen genus *Porpidia* (Porpidiaceae) in North America. *Bryologist*, 92 (1): 25-59.
- GOWAN, S.P., & AHTI, T., 1993: Status of the lichen genus *Porpidia* in eastern Fennoscandia. *Ann. Bot. Fennici*, 30: 53-75.
- GOWARD, T., GOFFINET, B. & VITIKAINEN, O., 1995: Synopsis of the genus *Peltigera* (lichenized Ascomycetes) in British Columbia, with a key to the North American species. *Can. J. Bot.*, 73: 91-111.
- GUTIÉRREZ, J., 1992: *Les rieradas del Maresme: Problemàtica de la interacció entre els medis natural y antròpic com a pas previ per a l'ordenació de l'espai torrencial*. Tesi de Llicenciatura. Inèdita. Universitat de Barcelona.
- HAFELLNER, J., 1984: Studien in Richtung einer natürlicheren Gliederung der Sammelfamilien Lecanoraceae und Lecideaceae. *Beih. Nova Hedwigia*, 79: 241-371.
- HALE, M.E., 1975: A revision of the lichen genus *Hypotrachyna* (Parmeliaceae) in Tropical America. *Smithsonian Contr. Bot.*, 25: 1-73.
- HALE, M.E., 1976: A monograph of the lichen genus *Pseudoparmelia* Lyngby (Parmeliaceae). *Smithsonian Contr. Bot.*, 31: 1-62.
- HALE, M.E., 1976: A monograph of the lichen genus *Parmelina* Hale (Parmeliaceae). *Smithsonian Contr. Bot.*, 33: 1-60.
- HALE, M.E., 1983: *The biology of lichens*. 3rd edn., Edward Arnold, London. 190 pp.
- HALE, M.E., 1986: *Flavoparmelia*, a new genus in the lichen family Parmeliaceae (Ascomycotina). *Mycotaxon*, 25: 603-605.
- HALE, M.E., 1987: A monograph of the lichen genus *Parmelia* Acharius sensu stricto (Ascomycotina: Parmeliaceae). *Smithsonian Contr. Bot.*, 66: 1-55.

- HALE, M.E., 1990: A synopsis of the lichen genus *Xanthoparmelia* (Vainio) Hale (Ascomycotina, Parmeliaceae). *Smithsonian Contr. Bot.*, 74: 1-250.
- HANKO, B., 1983: Die chemotypen der Flechtengattung *Pertusaria* in Europa. *Bibl. Lichenol.*, 19: 1-297.
- HANKO, B., LEUCKERT, C. & AHTI, T., 1986 ("1985"). Beiträge zur Chemotaxonomie der Gattung *Ochrolechia* (Lichenes) in Europa. *Nova Hedwigia*, 42: 165-199.
- HAWKSWORTH, D.L., 1974: *Mycologist's handbook*. CAB, Kew, Surrey, England.
- HAWKSWORTH, D.L., KIRK, P.M., SUTTON, B.C., PEGLER, D.N., 1995: *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi*. Eighth edition. xii + 616 pp. International Mycological Institute.
- HERTEL, H., 1975: Beiträge zur Kenntnis der Flechtenfamilie Lecideaceae VI. *Herzogia*, 3: 365-406.
- HERTEL, H., 1977: Gesteinsbewohnende Arten der Sammelgattung *Lecidea* (Lichenes) aus Zentral-, Ost-, und Südasien. *Eine erste Übersicht.- Khumbu Himal, Ergebn. Forsch. Untern. Nepal Himalaya*, 6: 145-378.
- HERTEL, H., 1995: Schlüssel für die Arten der Flechtenfamilie *Lecideaceae* in Europa. *Bibl. Lichenol.*, 58: 137-180.
- HERTEL, H. & KNOPH, J. G., 1984: *Porpidia albocaerulescens*, eine weit verbreitete, doch in Europa seltene und vielfach verkannte Krustenflechte. *Mitt. Bot. Staatssamml. München*, 20: 467-488.
- HERTEL, H. & LEUCKERT, C., 1969: Über Flechtenstoffe und Systematik einiger Arten der Gattungen *Lecidea*, *Placopsis* und *Trapelia* mit C+ rot reagierendem Thallus. *Willdenowia*, 5: 369-383.
- HLADUN, N.L., 1985: Aportació a la flora, morfologia y vegetació dels líquens de la part alta del Montseny. *Arxius Secc. Ci. Inst. Estud. Catalanas*, 80: 1-205.
- HONEGGER, R., 1978: The ascus apex in lichenized fungi I. The *Lecanora*, *Peltigera*- and *Teloschistes* types. *Lichenologist*, 10: 47-67.
- HONEGGER, R., 1980: The ascus apex in lichenized fungi II. The *Rhizocarpon* type. *Lichenologist*, 12(2): 157-172.
- HONEGGER, R., 1982: The ascus apex in lichenized fungi III. The *Pertusaria* type. *Lichenologist*, 14(3): 205-217.

- HUOVINEN, H. & AHTI, T., 1982: Biosequential patterns for the formation of depsides, depsidones and dibenzofurans in the genus *Cladonia* (lichen-forming ascomycetes). *Ann. Bot. Fennici*, 19: 225-234.
- HUOVINEN, K. & AHTI, T., 1986: The composition and contents of aromatic lichen substances in the genus *Cladina*. *Ann. Bot. Fennici*, 23: 93-106.
- HUOVINEN, K. & AHTI, T., 1988: The composition and contents of aromatic lichen substances in *Cladonia* section *Perviae*. *Ann. Bot. Fennici*, 25: 371-383.
- HUOVINEN, K., AHTI, T. & STENROOS, S., 1989: The composition and contents of aromatic lichen substances in *Cladonia* section *Heiopodium* and subsection *Foliosae*. *Ann. Bot. Fennici*, 26: 297-306.
- HUOVINEN, K., AHTI, T. & STENROOS, S., 1990: The composition and contents of aromatic lichen substances in *Cladonia* section *Cladonia* and group *Furcatae*. *Bibl. Lichenol.*, 38: 209-241.
- HUOVINEN, K., HILTUNEN, R. & VON SCHANTZ, M., 1985: A high performance liquid chromatographic method for analysis of lichen compounds from the genera *Cladina* and *Cladonia*. *Acta Pharm. Fenn.*, 94: 99-112.
- IGME, 1977: Mapa geológico de España 1/50.000. Hoja número 394 (38-15), Calella.
- IGME, 1984: Mapa geológico de España 1/200.000. Hoja número 35 (10-4), Barcelona.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA, 1993: Mapa geológico de España 1/50.000. Hoja número 393 (37-15), Mataró.
- INOUE, M., 1983: Japanese species of *Huilia* (Lichenes). *Journ. Jap. Bot.*, 58 (4): 113-128.
- INOUE, M., 1983: Japanese species of *Huilia* (Lichenes). *Journ. Jap. Bot.*, 58 (6): 161-173.
- INOUE, M., 1983: Japanese species of *Huilia* (Lichenes). *Journ. Jap. Bot.*, 58 (8): 225-236.
- KNOPH, J.-G., 1990: Untersuchungen an gesteinsbewohnenden xanthonhaltigen Sippen der Flechtengattung *Lecidella* (Lecanoraceae, Lecanorales) unter besonderer Berücksichtigung von außereuropäischen Proben exklusive Amerika. *Bibl. Lichenol.*, 36: 1-183.

- KNOPH, J.-G. & LEUCKERT, C., 1994: Chemotaxonomic studies in the saxicolous species of the lichen genus *Lecidella* (Lecanorales, Lecanoraceae) in America. *Nova Hedwigia*, 59: 455-508.
- KNOPH, J.-G. & SHRÜFER, K., 1993: Die Flechte *Porpidia albocaerulescens* in Europa. *Bryonora*, 11: 1-11.
- KROG, H., 1982: *Punctelia*, a new lichen genus in the Parmeliaceae. *Nord. J. Bot.*, 2: 287-292.
- KROG, H., 1987: On *Parmelia protomatrae* (*Xanthoparmelia*), an overlooked lichen species in Europe. *Norw. J. Bot.*, 25: 51-54.
- KROG, H., 1987: Altitudinal zonation of tropical lichens. *Bibl. Lichenol.*, 25: 379-384.
- KÜMMERLING, H., 1991: Zur Kenntnis der Flechtenflora am Hohen Meissner und in seinem Vorland (Hessen) unter besonderer Berücksichtigung chemischer Merkmale. *Bibl. Lichenol.*, 41: 1-315.
- LAPRAZ, G., 1971: Carte phytosociologique du massif du Montnegre. *Act. Geobot. Barc.*, 6. Barcelona.
- LEUCKERT, C., 1984: Die identifizierung von Flechtenstoffen im Rahmen Chemotaxonomischer Routineanalysen. *Nova Hedwigia*, 79: 839-869.
- LEUCKERT, C. & KNOPH, J.-G., 1992: European taxa of saxicolous *Lecidella* containing chloroxantones: Identification of patterns using thin layer chromatography. *Lichenologist*, 24 (4): 383-397.
- LEUCKERT, C. & KNOPH, J.-G., 1993: Secondary compounds as taxonomic characters in the genus *Lecidella* (Lecanoraceae, Lecanorales). *Bibl. Lichenol.*, 53 (Festschrift Huneck): 161-171.
- LEUCKERT, C. & POELT, J., 1989: Studien über die *Lecanora rupicola* - Gruppe in Europa (Lecanoraceae). *Nova Hedwigia*, 49: 121-167.
- LEUCKERT, C., KÜMMERLING, H. & WIRTH, V., 1995: Chemotaxonomy of *Lepraria* Ach. and *Leproloma* Nyl. ex Crombie, with particular reference to Central Europe. *Bibl. Lichenol.*, 58: 245-259.
- LEUCKERT, C., SUDASZEWSKI, U. & HERTEL, H., 1975: Chemische Rassen bei *Dimelaena oreina* (Ach.) Norm. unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Mitteleuropa (Lichenes, Physciaceae). *Bot. Jahrb. Syst.*, 96: 238-255.

- LLIMONA, X., 1995: Contribució a l'estudi de la biodiversitat de la Península del Cap de Creus i Serra de Verdera. II. Els líquens. In: Masdevall, J.M. et al. dirs.: "La Península del Cap de Creus i la Serra de Verdera. Inst. d'Estudis Empordanesos. Figueres. pp. 79-86.
- LLIMONA, X. & EGEA, J.M., 1984: La vegetación liquénica saxícola de los volcanes del Mar Menor (Murcia, SE de España). *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 51 (Sect. Bot., 5): 77-99.
- LÓPEZ REDONDO, F., 1988: *Aportaciones al conocimiento fitoquímico de Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf en España*. Universidad Complutense de Madrid. Memoria de Licenciatura. Inédita, 159 pp.
- LUMBSCH, H. T., 1989: Die holarktischen Vertreter der Flechtengattung *Diploschistes* (Thelotremataceae). *Journ. Hattori Bot. Lab.*, 66: 133-196.
- LUMBSCH, H.T., 1994: Die *Lecanora subfusca*-Gruppe in Australasien. *Journ. Hattori Bot. Lab.*, 77: 1-175.
- LUMBSCH, H.T. & ELIX, J.A., 1989: Taxonomy of some *Diploschistes* spp. (lichenized ascomycetes, *Thelotremataceae*) containing gyrophoric acid. *Pl. Syst. Evol.*, 167: 195-199.
- LUMBSCH, H.T. & FEIGE, G.B., 1994: Comments on the exsiccata "Lecanoroid Lichens II. *Mycotaxon*, 52: 429-442.
- MANRIQUE, E., 1989: Aplicación de técnicas analíticas e interpretación de las variaciones químicas en líquenes. *An. Jard. Bot. Madrid*, 46 (1): 249-257.
- MANRIQUE, E. & CRESPO, A., 1983: Sobre *Melanelia acetabulum* (Neck.) Essl. en la Península Ibérica: caracterización química y distribución. *Lazaroa*, (5): 269-275.
- MANRIQUE, E. & DÍAZ-GUERRA, D., 1984: Sobre la variabilidad de metabolitos secundarios en táxones liquénicos españoles. I. *An. Biol. Secc. Espec.*, 1: 249-252.
- MANRIQUE, E. & GARCÍA-SANCHO, L., 1987: Ecological discrimination of *Hypogymnia atrofusca* and *H. intestiniformis* in Sistema Central (Spain). Progress and Problems in the Lichenology in the Eighties. *Bibl. Lichenol.*, 25: 433-441.

- MANRIQUE, E., BALAGUER, L. & VALLADARES, F., 1985: Substancias liquénicas en táxones de la provincia de Madrid II. *Hypogymnia* gr. *intestiniformis*. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 42(1): 81-85.
- MARTINEZ, I. & BURGAZ, A. R., 1993: Estudio del género *Peltigera* en España Peninsular. I. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.*, 14: 341-352.
- MAYRHOFER, H., 1982: Ascosporen und evolution der Flechtenfamilie Physciaceae. *Journ. Hattori. Bot. Lab.*, 52: 313-321.
- MAYRHOFER, H., MATZER, M., WIPPEL, A. & ELIX, J.A., 1996: The genus *Dimelaena* (Lichenized Ascomycetes, Physciaceae) in the Southern Hemisphere. *Mycotaxon*, 58: 293-311.
- MAYRHOFER, M., 1988: Studien über die saxicolen Arten der Flechtengattung *Lecania* in Europa II. *Lecania* s. str. *Bibl. Lichenol.*, 28: 1-133.
- MOBERG, R., 1977: The lichen genus *Physcia* and allied genera in Fennoscandia. *Symb. Bot. Ups.*, 22 (1): 1-108.
- MONSERRAT, P., 1968: *Flora de la Cordillera Litoral Catalana (porción comprendida entre los ríos Besós y Tordera)*. Edición de la Caja de Ahorros de Mataró. Mataró.
- MUÑOZ, A., CALATAYUD, V., ATIENZA, V., BARRENO, E. & RICO, V.J., 1992: Lichen substances content of some species of *Parmelia* Ach. (lichenes) from eastern Spain. *Studia Geobotanica*, 12: 75-82.
- NIMIS, P.L., 1993: *The lichens of Italy*. Monografia XII. Museo Regionale di Scienze Naturali. Torino. 897 pp.
- NIMIS, P.L. & POELT, J., 1987: The lichens and lichenicolous fungi of Sardinia (Italy). *Studia Geobotanica*, 7: 1-269.
- OZENDA, P. & CLAUZADE, G., 1970: *Les lichens. Etude biologique et flore illustrée*. 801 pp. Paris: Masson & Cie.
- PAUS, S. & DANIELS, F., 1993: Chemical and ecological studies in the *Cladonia subulata* complex in Northern Germany (Cladoniaceae, lichenised Ascomycotina). *Bibl. Lichenol.*, 53: 191-199.
- POELT, J., 1969: *Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten*. Verlag J. Cramer, Lhere. 757 pp.

- POELT, J., 1988: *Rhizocarpon* Ram. em. Th. Fr. subgen. *Rhizocarpon* in Europe. *Artic and Alpine Research*, 20 (3): 292-298.
- POELT, J. & GRUBE, M., 1992: Beiträge zur Kenntnis der Flechtenflora des Himalaya V. Die Gattung *Protoparmelia* Choisy. *Nova Hedwigia*, 55: 381-395.
- POELT, J. & LEUCKERT, C., 1993: Substitution and Supplementary addition of secondary products in the evolution of lichenized Ascomycotina. *Bibl. Lichenol.*, 53: 201-215.
- POELT, J. & LEUCKERT, C., 1995: Die Arten der *Lecanora dispersa*-Gruppe (Lichenes, Lecanoraceae) auf kalkreichen Gesteinen im Bereich der Ostalpen- Eine Vorstudie. *Bibl. Lichenol.*, 58: 289-333.
- POELT, J. & VĚZDA, A., 1977: Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. Ergänzungsheft I. *Bibl. Lichenol.*, 9: 1-258.
- POELT, J. & VĚZDA, A., 1981: Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. Ergänzungsheft II. *Bibl. Lichenol.*, 16: 1-390.
- POSNER, B., FEIGE, G.B. & LEUCKERT, Ch., 1991: Beiträge zur chemie der Flechtengattung *Lasallia* Mérat. *Zeitschrift für Naturforschung*, 46c: 19-27.
- PURVIS, O.W., COPPINS, B.J., HAWKSWORTH, D.L., JAMES, P.W. & MOORE, D.M., 1992: *The lichen flora of Great Britain and Ireland*. Natural History Museum Publications in association with The British Lichen Society. London. 710 pp.
- PURVIS, O.W., COPPINS, B.J., HAWKSWORTH, D.L., JAMES, P.W., 1993: Checklist of lichens of Great Britain and Ireland. *Bull. Br. Lich. Soc.*, 72 (Suppl.): 1-75.
- RANDLANE, T. & SAAG, A., 1991: Chemical and morphological variation in the genus *Cetrelia* in the Soviet Union.- *Lichenologist*, 23(2): 113-126.
- RAMBOLD, G., 1989: A monograph of the saxicolous lecideoid lichens of Australia (excl. Tasmania). *Bibl. lichenol.*, 34: 1-345.
- RAMBOLD, G. & TRIEBEL, D., 1992: The inter-lecanoralean associations. *Bibl. Lichenol.*, 48: 1-201.
- RAMBOLD, G., MAYRHOFER, H. & MATZER, M., 1994: On the ascus types in the *Physciaceae* (Lecanorales). *Pl. Syst. Evol.*, 192: 31-40.

- RICO, V.J., 1989: *Líquenes de rocas silíceas de los pisos meso y supramediterráneos de la provincia de Madrid (España)*. Tesis Doctoral. Inédita. Universidad Autónoma de Madrid. 489 pp.
- RICO, V.J. & MANRIQUE, E., 1995: Los géneros *Melanelia* Essl. y *Neofuscelia* Essl. (Parmeliaceae, Ascomycotina) en el Centro de España, Península Ibérica. In: DANIELS, F.J.A., SCHULZ, M. & PEINE, J. (eds.). *Flechten Follmann. Contributions to lichenology in honour of Gerhard Follmann*: pp. 301-316. Cologne.
- RICO, V.J., SERIÑA, E. & MANRIQUE, E., 1988: El género *Xanthoparmelia* (Vainio) Hale (Lichenes) en la provincia de Madrid (España).- *Actes Simp. Int. Bot. P. Font i Quer, vol. I*: 213-219. Lleida.
- RUNEMARK, H., 1956: Studies in *Rhizocarpon*. I. Taxonomy of the yellow species in Europe.- *Op. Bot. Soc. bot. Lund.*, 2(1): 1-152.
- SANCHO, L.G. & CRESPO, A., 1987: Consideraciones taxonómicas del género *Protoparmelia* Choisy en el Sistema Central (España). *Act. VI. Simp. Nac. Bot. Cript.*: 441-449.
- SANTANACH, et al., 1986: *Geologia*. In: FOLCH, R., dir.: *Història natural dels Països Catalans*. Vol. 1. Enciclopèdia Catalana, S.A. Barcelona.
- SANTESSON, J., 1969: Chemical studies on lichens. 10. Mass spectrometry of lichens. *Arkiv. Kemi.*, 30: 363-377.
- SANTESSON, R., 1993: *The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway*. SBT-förlaget. Lund, Sweden. 240 pp.
- SCHEIDEGGER, C., 1988: *Beiträge zur einer Revision gesteinsbewohnender Sippen der Flechtengattung Buellia De Not. in Europa*. Bern: Gnägi's Druck-Egge. 120 pp.
- SCHEIDEGGER, C., 1993: A revision of saxicolous species of the genus *Buellia* de Not. and formerly included genera in Europe. *Lichenologist*, 25: 315-364.
- SERIÑA, E., 1990: *Estudio quimiotaxonómico en líquenes de la provincia de Madrid*. Tesis Doctoral. Inédita. Universidad Complutense de Madrid. 237 pp.
- SOLÉ SABARÍS, 1964: *Geología de los alrededores de Barcelona*. Publicaciones de la Dirección General de Enseñanza Media. Madrid. 379 pp.



- SORRIBAS, J., 1991: *Dinámica litoral del Baix Maresme. Procesos de cuantificación*. Tesis de Licenciatura. Universitat de Barcelona.
- STENROOS, S., 1993: Taxonomy and distribution of the lichen family Cladoniaceae in the Antarctic and peri-Antarctic regions. *Crypt. Bot.*, 3: 310-344.
- SWINSCOW, T.D.V. & KROG, H., 1988: *Macrolichens of East Africa*. British Museum (Natural History). London.
- TAVARES, C.N., 1950a: Líquenes da Serra do Gerês. *Port. Acta Biol.*, 3:1-189.
- TAVARES, C.N., 1950b: Líquenes da Serra do Gerês. Catálogo. *Agronomia Lusitana*, 12(1): 124-163. Oeiras.
- TERRADAS, J. & TRILLA, J., 1984: Pla Especial de la Serralada de la Marina (sectors del Montnegre-Corredor). Diputació de Barcelona. Servei de Parcs Naturals.
- TERRÓN, A., 1991: Flora líquénica saxícola acidófila del Macizo de El Teleno (León, NW, de España). Tesis Doctoral. Inédita. Universidad de León. 425 pp.
- THOMSON, J. W., 1967: The lichen genus *Cladonia* in North America. University of Toronto. Canada. 171 pp.
- THOMSON, J.W., 1984: *American Arctic lichens*. Columbia University Press. New York.
- TIMDAL, E., 1991: A monograph of the genus *Toninia* (Lecideaceae, Ascomycetes). *Opera Botanica*, 110: 1-137.
- TIMDAL, E. & HOLTAN-HARTWIG, J., 1988: A preliminary key to *Rhizocarpon* in Scandinavia. *Graphis Scripta*, 2: 41-54.
- TØNSBERG, T., 1992: The sorediate and isidiate, corticolous, crustose lichens in Norway. *Sommerfeltia*, 14: 1-331.
- TORRENTE, P & EGEA, J.M., 1989: La familia *Opegraphaceae* en el área mediterránea de la Península Ibérica y norte de Africa. *Bibl. Lichenol.*, 32: 1-275.
- TORRES, E. & HLADUN, N.L., 1982: Aportació a la flora líquènica del Turó de Sant Mateu (Premià de Dalt-Maresme). *Collect. Bot.*, 13(1): 381-383.
- VĚZDA, A., 1973: *Lichenes Selecti Exsiccati Fasc. XLVII (no. 1151-1175)*. Inst. Bot. Acad. Scien. Czechoslovaca (edit.).

- VITIKAINEN, O., 1994: Taxonomic revision of *Peltigera* (lichenized Ascomycotina) in Europe. *Acta Bot. Fennica*, 152: 1-96.
- WHITE, F.J. & JAMES, P.W., 1985: A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substances. *Brit. Lichen Soc. Bull.*, 57 (Suppl.): 1-41.
- WIRTH, V., 1980: *Flechtenflora*. Stuttgart: Ulmer.
- WIRTH, V., 1995: *Flechtenflora*. 2. Auflage. Stuttgart: Ulmer.
- WIRTH, V., 1994: Checkliste der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands -eine Arbeitshilfe. *Stuttgarter Breit. Naturk.*, Ser. A, 517 (A): 1-63.

**IX.- Anexo I. *Neofuscelia halei* sp. nov. (Lichen forming Ascomycota) from Spain and the Canary Islands**

## *Neofuscelia halei* sp. nov. (Lichen-forming Ascomycota) from Spain and the Canary Islands

THEODORE L. ESSLINGER

Department of Botany, North Dakota State University, Fargo, ND 58105-5517

MERCEDES BARBERO AND XAVIER LLIMONA

Departament de Biologia Vegetal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Avinguda Diagonal 645, 08028 Barcelona, Spain

**Abstract.** *Neofuscelia halei* sp. nov. is described from Spain and the Canary Islands. This species, named in honor of the late Dr. Mason E. Hale, Jr., differs from the related *N. verruculifera* (Nyl.) Essl. primarily by its production of alectoronic and gyrophoric acids as major medullary compounds, rather than divaricatic acid, and by its much more limited geographic distribution.

**NEOFUSCELIA HALEI** Esslinger, Barbero & Llimona  
sp. nov. (FIG. 1-3)

*Neofuscelia verruculiferae* similis sed isidiis densioribus, obscurioribus, minoribus (65-170 versus 100-300  $\mu\text{m}$ ) et thallo acida alectoronica et gyrophorica continente, differt.

Thallus foliose, appressed and moderately adnate, to 6 cm diam. Lobes 0.5-1.5(-2) mm broad, 80-130  $\mu\text{m}$  thick, more or less flat, short and rounded to somewhat elongate, discrete to more or less contiguous. Upper surface olive-brown to somewhat yellowish-brown, sometimes slightly darker on lobe edges; smooth to weakly reticulately ridged near periphery and becoming irregularly wrinkled inward; dull to weakly shiny, some lobe ends becoming weakly pruinose; without soredia or pseudocyphellae, but with a pored epicortex (Fig. 4); sparsely to rather densely isidiate, isidia pustular (Fig. 3, 5), 65-170  $\mu\text{m}$  diam., often somewhat clustered, sometimes resembling soredia when abraded. Lower surface very dark-brown to mostly black, slightly lighter on lobe ends; mostly smooth and dull; moderately rhizinate, rhizines concolorous with lower surface. Apothecia infrequent (seen on 3 specimens), sessile, more or less flat to weakly concave, to 1.8 mm diam.; margin becoming isidiate; hymenium ca. 50  $\mu\text{m}$  thick; spores 8, ellipsoid, ca. 12  $\times$  6  $\mu\text{m}$ . Pycnidia rare; conidia 5-5.5  $\times$  1  $\mu\text{m}$ , bifusiform, mostly slightly unequally so.

Thallus reactions: cortex K-, HNO<sub>3</sub>+ dark blue-green; medulla PD-, K-, C+ rose (sometimes very faint), KC+ rose-red. Constituents: alectoronic acid, gyrophoric acid, lecanoric acid (trace),  $\alpha$ -collatolic acid (+ or -), orsellinic acid (+ or -).

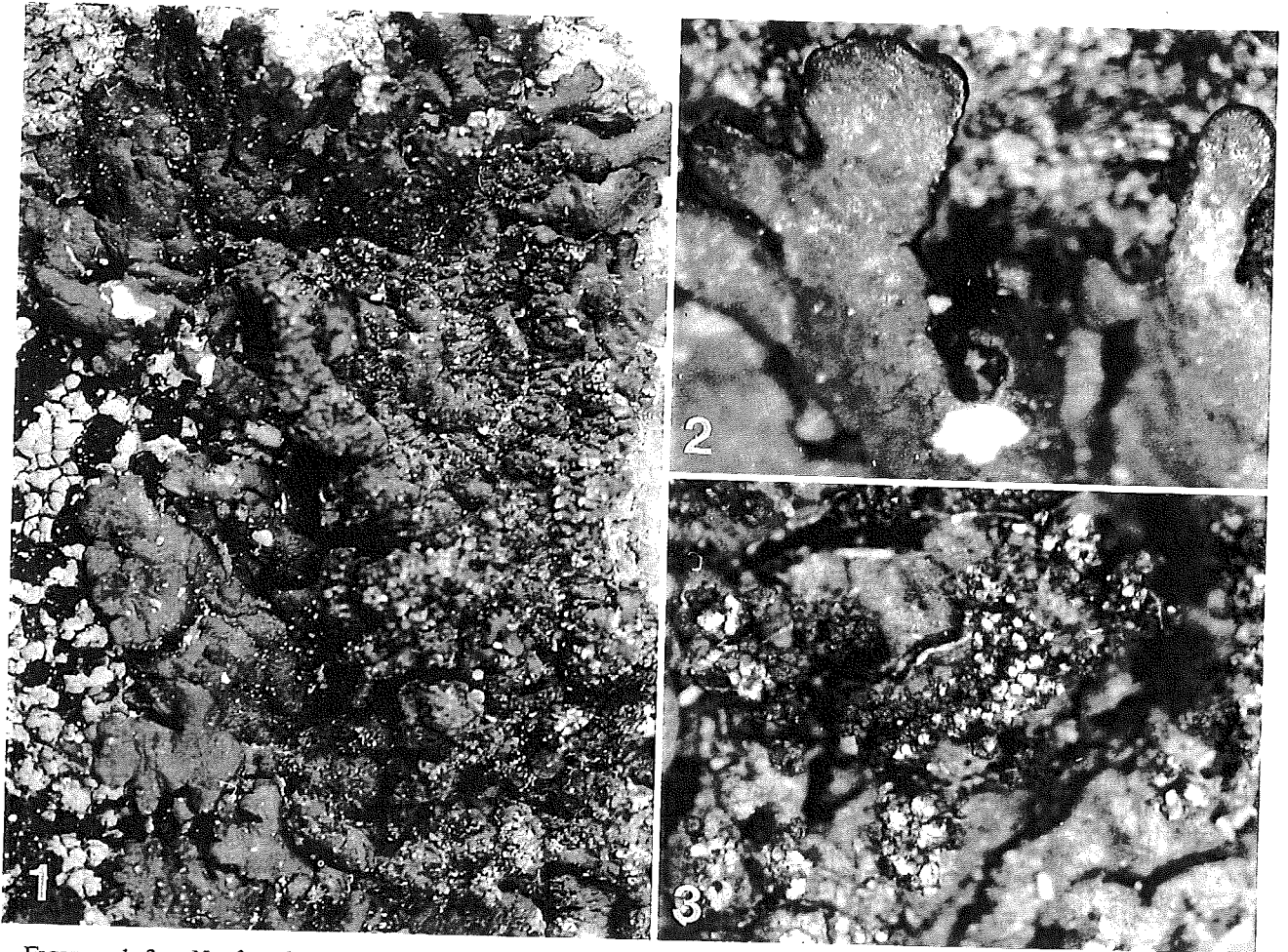
**HOLOTYPE.** SPAIN. CATALONIA. PROV. BARCELONA: El Maresme, Dosrius, Parque Natural del Corredor, along

the way to the farm named Can Miloca, U.T.M. 31TDG50, 500 m alt., on soft weathered granitic blocks, 28.02.1992, Barbero, BCC-Lich. 5561 (BCC).

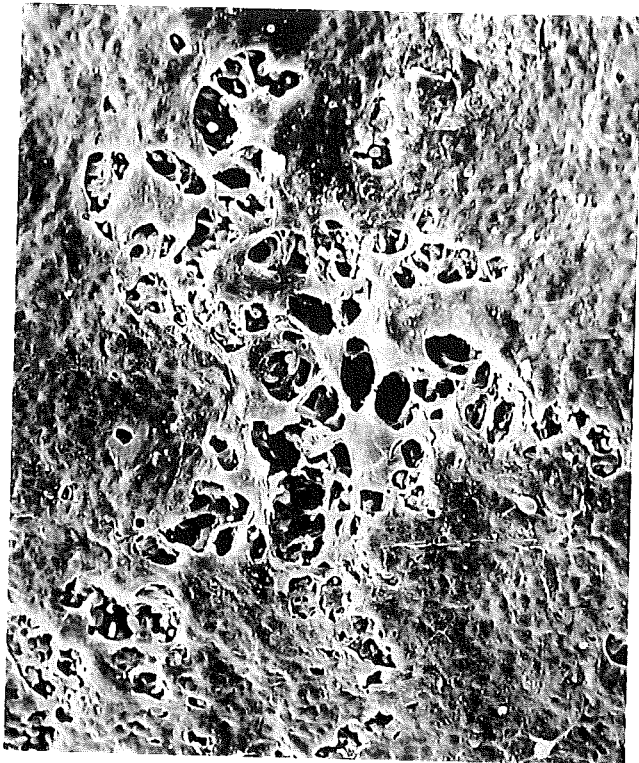
**Other specimens.**—SPAIN. Same locality as the type, 22.07.1990, Barbero, BCC-Lich. 5233 (BCC); 5.10.1991, Barbero, BCC-Lich. 5223 (BCC, Herb. Esslinger), BCC-Lich. 5234, 5235, 5236, 5238 (BCC); 28.02.1992, Barbero, BCC-Lich. 5562 (Herb. Esslinger). CANARY ISLANDS. GRAN CANARIA: the uppermost part of Bco. de Tirajana, near Los Calderos, ca. 2 km NW of San Bartolome, alt. 1,150-1,200 m, Krog & Osthagen 703 (Herb. Esslinger, o); Bco. de Meca, ca. 1 km S of Ayacata, alt. 1,250-1,400 m, Krog & Osthagen 55, 67 (o). GOMERA: Ancon de las Palomas, about 2 km from Equito, alt. 1,050 m, Osthagen 1800, 1805b (o); La Laja, alt. 350-600 m, Dahl, 15.1.1973 (o). LA PALMA: W coast, Tijarafe, alt. 600 m, Krog & Osthagen 496 (o).

*Neofuscelia halei* is common in the vicinity of the type locality in Spain. El Maresme is northeast of Barcelona, along the coast, in the potential vegetation zone of the *Quercetum ilicis galloprovinciale*, partially replaced by *Cistion* bushlands, and not rarely invaded by *Pinus pinea*. The rock substrate is a granitic batholith with more or less weathered surface. The climate in this area is mild, with a mean yearly temperature of 15°C and a mean January temperature of 8-9°C. The average annual precipitation is 70 cm. Of all the localities investigated in this region, only the type locality shows the presence of *N. halei*. In order to better understand the ecology of the new species and provide a view of the associated species, four relevés were made at the type locality, all within 35 m of one another. The results are provided in Table 1. Relevés were made using the sigmatist methodology adapted by Klement (1955) and the "prélèvement partiel" technique of Roux (1990).

The pustular isidia of this species (Fig. 3, 5) seem



FIGURES 1-3. *Neofuscelia halei*. — 1. Part of the holotype, BCC-Lich. 5561 (bcc),  $\times 5$ . — 2. Closeup of peripheral lobes, BCC-Lich. 5223 (Herb. Esslinger),  $\times 25$ . — 3. Closeup of older thallus section with pustular isidia, BCC-Lich. 5223 (Herb. Esslinger),  $\times 25$ .



to relate it most closely to *N. verruculifera* (Nyl.) Essl., from which it is distinguished primarily by its more limited distribution and very distinctive chemistry. Based on the present very limited sample size, *N. halei* also seems to have somewhat smaller thallus and isidia dimensions and slightly larger spores (12 vs. 8–10  $\mu\text{m}$  long). *Neofuscelia glabrans* (Nyl.) Essl. is the only other sympatric species of *Neofuscelia* that is chemically similar. It is a fertile species which, however, varies enough in basic morphology from *N. halei* that they probably cannot be considered members of a primary–secondary species pair. One other isidiate species in this genus, *N. verisidiosa* (Essl.) Essl., also has a similar chemistry, but is clearly distinguished by having non-pustular isidia with a firm cortex (Fig. 6). This latter

←  
FIGURE 4. SEM micrograph of upper surface of *Neofuscelia halei* showing the pored epicortex, BCC-Lich. 5562 (Herb. Esslinger),  $\times 400$ .

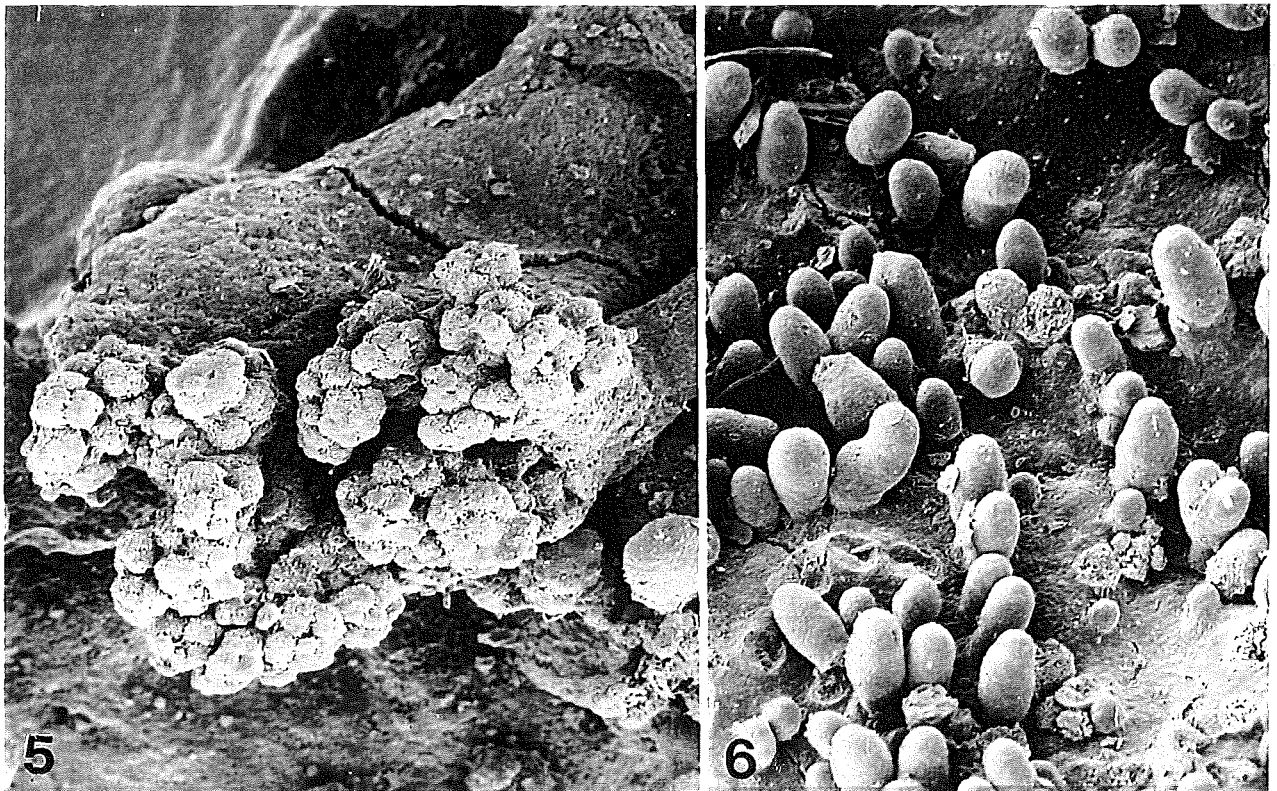
TABLE 1. Results of four relevés made in Spain in the vicinity of the type locality of *Neofuscelia halei*. The first index number indicates the total coverage of the species (+: present; 1: < 5%; 2: 6–25%; 3: 26–50%; 4: 51–75%; 5: 75–100%); the second index number has been modified to express the predominant size of the patches of each species, corresponding to individual or confluent thalli without distinction (1: small, dispersed thalli less than 1 mm in diameter; 2: 15–30 mm; 3: 30–60 mm; 4: 60–120 mm; 5: > 120 mm in diameter). f = Fertile thalli; s = sterile thalli; + = very small, rare thalli. Taxa are arranged in approximate descending order of their dominance in the area.

Relevé	1	2	3	4
Altitude (m.s.m.)	500	500	500	500
Surface (dm <sup>2</sup> )	50	40	60	18
Exposure	South	South	South	South
Inclination	70°	75°	75°	60°
Coverage (%)	95	70	60	95
Number of species	19	16	16	11
<i>Neofuscelia halei</i>	2.2s	2.2s	1.2s	3.3f
<i>Neofuscelia glabrans</i>	2.3f	2.2f	3.3f	2.2f
<i>Carbonea lacteola</i>		1.2f	1.2f	4.3f
<i>Diploschistes euganeus</i>	+ .2f	+ .2f		2.2f
<i>Pertusaria amara</i> var. <i>flotowiana</i>	3.4s	3.2s	3.2s	
<i>Lecidella carpathica</i>	2.3f	3.3f	2.3f	
<i>Lecanora gangaleoides</i>	2.2f		+ .2f	
<i>Ochrolechia parella</i> subsp. <i>parella</i>	2.3f		1.2f	
<i>Pertusaria pseudocorallina</i>	1.3s	+ .2s		+ s
<i>Candelariella vitellina</i>	1.1f	1.1f	2.2f	2.1f
<i>Catillaria chalybeia</i>	1.1f	+ .2f	1.1f	
<i>Lecanora campestris</i> subsp. <i>campestris</i>		1.3f	+ .2f	
<i>Caloplaca crenularia</i>	1.2f	1.2f		
<i>Lecidella viridans</i>	1.2f	2.3f		
<i>Lecidea fuscoatra</i> var. <i>grisella</i>	1.2s	+ s		
<i>Rhizocarpon geographicum</i> subsp. <i>tinei</i>	2.1f		+ s	+ s
<i>Rhizocarpon polycarpum</i>	1.1f			
<i>Aspicilia intermutans</i>		+ .2f	3.4f	
<i>Polysporina simplex</i> var. <i>simplex</i>			2.1f	1.1f
<i>Neofuscelia pulla</i>				2.2f
<i>Buellia lactea</i>	1.3f			
<i>Buellia occulta</i>	1.1f			
<i>Lecidella subincongrua</i> var. <i>elaeochromoides</i>	+ .2f			
<i>Tephromela atra</i>	+ f			
<i>Caloplaca subpallida</i>		+ f		
<i>Caloplaca ligustica</i>		+ f		
<i>Physcia semipinnata</i>			1.1s	
<i>Acarospora impressula</i>				1.1f
<i>Lecidea sarcogynoides</i>				+ f
<i>Thermutis velutina</i>			+ s	
<i>Caloplaca grimmiae</i>			+ f	
Cyanobacteria	2.2	3.2	3.3	2.2
<i>Grimmia pulvinata</i>		2.3	2.3	

species is presently known only from the southern hemisphere (Esslinger 1977).

All of the cited specimens were analyzed by TLC, using essentially the standardized techniques first outlined by Culberson and Kristinsson (1970) and later modified by Culberson (1972, 1974) and Culberson and Johnson (1982). In addition, two specimens were tested using HPLC. Reverse phase HPLC was carried out using the methodology of Huovinen et al. (1985), with only minor modifications. Gyrophoric and alectoronic acids are the two major

chemical components, and lecanoric acid occurs as a minor or trace compound; these three substances were consistently present and detectable by TLC. Orsellinic and  $\alpha$ -collatolic acids were not consistently detected, which may be accounted for by the fact that they occur in very low, trace amounts. A trace of atranorin and chloroatranorin was detected in one specimen (BCC-Lich. 5234) by HPLC, although it is difficult to be certain that this was not caused by a contaminant.



FIGURES 5–6. SEM micrographs of *Neofuscelia*. — 5. Pustular isidia of *N. halei*, BCC-Lich. 5562 (Herb. Esslinger),  $\times 94$ . — 6. Corticate isidia of *N. verisidiosa*, Child 658 (Herb. Esslinger),  $\times 94$ .

#### ACKNOWLEDGMENTS

The first author thanks Dr. Hildur Krog of Oslo for the loan of a set of brown Parmeliaceae from the Canary Islands. The second and third authors gratefully acknowledge support from the Dirección General de Investigación Científica y Técnica (Project PB 89/0518).

#### LITERATURE CITED

- CULBERSON, C. F. 1972. Improved conditions and new data for the identification of lichen products by a standardized thin-layer chromatographic method. *Journal of Chromatography* 72: 113–125.
- . 1974. Conditions for the use of Merck silica gel 60 F<sub>254</sub> plates in the standardized thin-layer chromatographic technique for lichen products. *Journal of Chromatography* 97: 107–108.
- & A. JOHNSON. 1982. Substitution of methyl *tert*-butyl ether for diethyl ether in the standardized thin-layer chromatographic method for lichen products. *Journal of Chromatography* 238: 483–487.
- & H. KRISTINSSON. 1970. A standardized method for the identification of lichen products. *Journal of Chromatography* 46: 85–93.
- ESSLINGER, T. L. 1977. A chemosystematic revision of the brown *Parmeliae*. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 42: 1–211.
- HUOVINEN, K., R. HILTUNEN & M. VON SCHANTZ. 1985. A high performance liquid chromatographic method for the analysis of lichen compounds from the genera *Cladonia* and *Cladonia*. *Acta Pharmaceutica Fennica* 9: 99–112.
- KLEMENT, O. 1955. *Prodromus der mitteleuropäischen Flechtengesellschaften*. *Feddes Repertorium* 135: 5–194.
- ROUX, C. 1990. Échantillonnage de la végétation lichénique et approche critique des méthodes de relevé. *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie* 11: 95–108.

## X.- ÍNDICE DE GÉNEROS Y ESPECIES

Las especies estudiadas se indican en letra cursiva y los géneros en mayúsculas. El resto de nombres corresponden a sinónimos.

### ACAROSPORA 79

*Acarospora microcarpa* 79

*Acarospora subrufula* 80

### ACROCORDIA 82

*Acrocordia macrospora* 82

### AMANDINEA 83

*Amandinea lecideina* 83

### ASPICILIA 85

*Aspicilia caesiocinerea* 85

*Aspicilia contorta* ssp. *hoffmanniana* 87

*Aspicilia cupreoglauca* 90

*Aspicilia hoffmannii* 87

*Aspicilia intermutans* 91

### BUELLIA 100

*Buellia abstracta* 109

*Buellia aethalea* 100

*Buellia badia* 102

*Buellia buellioides* 120

*Buellia caldesiana* 104

*Buellia caloplacivora* 109

*Buellia candidula* 118

*Buellia chlorophaea* 106

*Buellia italica* 114

*Buellia lactea* 114

*Buellia saxorum* 106

*Buellia sequax* 109

*Buellia sororia* 100

*Buellia spuria* 114

*Buellia stellulata* 118

*Buellia tirolensis* 120

### CALOPLACA 138

*Caloplaca aetnensis* 138

*Caloplaca arenaria* 139

*Caloplaca congregiens* 143

*Caloplaca conversa* 140

*Caloplaca crenularia* 141

*Caloplaca festiva* 141

*Caloplaca flavorubescens* 142

*Caloplaca flavovirescens* 142

*Caloplaca grimmiae* 143

*Caloplaca irrubescens* 144

*Caloplaca lamprocheila* 139

*Caloplaca ligustica* 145

*Caloplaca lithophila* 146

*Caloplaca pyrithromoides* 145

*Caloplaca subpallida* 147

*Caloplaca vitellinula* 148

### CANDELARIELLA 170

*Candelariella aurella* 170

*Candelariella vitellina* 171

### CARBONEA 173

*Carbonea latypizodes* 173

### CATILLARIA 177

*Catillaria chalybeia* 177



- CHRYSOTHRIX** 179  
*Chrysothrix candelaris* 179  
**CLADINA** 191  
*Cladina mediterranea* 191  
**CLADONIA** 180  
*Cladonia cervicornis* 180  
*Cladonia chlorophaea* 181  
*Cladonia cryptochlorophaea* 185  
*Cladonia fimbriata* 185  
*Cladonia foliacea* 187  
*Cladonia furcata* 188  
*Cladonia macaronesica* 191  
*Cladonia macrophylla* 200  
*Cladonia mediterranea* 191  
*Cladonia merochlorophaea* var.  
*novochlorophaea* 191  
*Cladonia rangiformis* 192  
*Cladonia rei* 195  
**CLAUZADEA** 215  
*Clauzadea monticola* 215  
**DIMELAENA** 216  
*Dimelaena oreina* 216  
**DIPLOSCHISTES** 219  
*Diploschistes actinostomus* 226  
*Diploschistes badius* 219  
*Diploschistes euganeus* 221  
*Diploschistes gyrophoricus* 219  
*Diploschistes interpediens* 223  
*Diploschistes muscorum* 224  
*Diploschistes scruposus* 225  
*Diploschistes sticticus* 219  
**EVERNIA** 232  
*Evernia prunastri* 232  
**FLAVOPARMELIA** 236  
*Flavoparmelia caperata* 236  
*Flavoparmelia soledians* 239  
**FULGENSIA** 244  
*Fulgensia subbracteata* 244  
**GYALECTA** 245  
*Gyalecta schisticola* 245  
**HAFELLIA** 70  
*Hafellia leptoclinoides* 70  
**HYPOGYMNIA** 246  
*Hypogymnia physodes* 246  
**HYPOTRACHYNA** 248  
*Hypotrachyna britannica* 248  
*Hypotrachyna caraccensis* 249  
**LASALLIA** 250  
*Lasallia brigantium* 251  
*Lasallia pennsylvanica* 251  
*Lasallia pustulata* 250  
**LECANIA** 252  
*Lecania atrynoides* 252  
*Lecania rabenhorstii* 253  
**LECANORA** 256  
*Lecanora campestris* 256  
*Lecanora dispersa* 258  
*Lecanora gangaleoides* 261  
*Lecanora muralis* 264  
*Lecanora pseudistera* 265  
*Lecanora rupicola* 267  
**LECIDEA** 269  
*Lecidea fuscoatra* 269  
*Lecidea plana* 271

*Lecidea sarcogynoides* 273  
**LECIDELLA** 275  
*Lecidella asema* 275  
*Lecidella carpathica* 277  
*Lecidella lacteola* 173  
*Lecidella subincongrua* 275  
*Lecidella viridans* 279  
**LEPRARIA** 288  
*Lepraria nivalis* 288  
**LEPROCAULON** 290  
*Leprocaulon microscopicum* 290  
**LOBARIA** 70  
*Lobaria pulmonaria* 70  
**MELANELIA** 292  
*Melanelia glabratula* 292  
**MICAREA** 297  
*Micarea lithinella* 297  
**NEOFUSCELIA** 298  
*Neofuscelia delisei* 300  
*Neofuscelia glabrans* 302  
*Neofuscelia halei* 308  
*Neofuscelia loxodella* 309  
*Neofuscelia luteonotata* 310  
*Neofuscelia pulla* 314  
*Neofuscelia verruculifera* 320  
**OCHROLECHIA** 373  
*Ochrolechia parella* 373  
**OPEGRAPHA** 375  
*Opegrapha lutulenta* 375  
*Opegrapha subelevata* 375  
**PARMELIA** 379  
*Parmelia borrieri* 461  
*Parmelia britannica* 248  
*Parmelia caperata* 236  
*Parmelia coniocarpa* 390  
*Parmelia delisei* 300  
*Parmelia glabrans* 302  
*Parmelia glabratula* 292  
*Parmelia loxodella* 309  
*Parmelia lusitana* 510  
*Parmelia luteonotata* 310  
*Parmelia perlata* 390  
*Parmelia protomatrae* 504  
*Parmelia pulla* 314  
*Parmelia reticulata* 475  
*Parmelia revoluta* var. *britannica* 248  
*Parmelia saxatilis* 380  
*Parmelia somloensis* 506  
*Parmelia soledians* 239  
*Parmelia subrudecta* 462  
*Parmelia sulcata* 379  
*Parmelia taractica* 506  
*Parmelia tiliacea* 389  
*Parmelia tinctoria* 507  
*Parmelia verrucigera* 510  
*Parmelia verruculifera* 320  
**PARMELINA** 389  
*Parmelina tiliacea* 389  
**PARMOTREMA** 390  
*Parmotrema chinense* 390  
*Parmotrema crinitum* 392  
*Parmotrema reticulatum* 475  
*Parmotrema ultralucens* 392  
**PELTIGERA** 393

- Peltigera horizontalis* 393  
*Peltigera praetextata* 394  
**PELTULA** 398  
*Peltula euploca* 398  
**PERTUSARIA** 399  
*Pertusaria amara* var. *flotowiana* 399  
*Pertusaria chiodectonoides* 400  
*Pertusaria coccodes* var. *petraea* 403  
*Pertusaria digrediens* 404  
*Pertusaria excludens* 408  
*Pertusaria pseudocorallina* 412  
*Pertusaria rupicola* 414  
**PHAEOPHYSCIA** 437  
*Phaeophyscia cernohorskyi* 437  
**PHYSCIA** 438  
*Physcia adscendens* 438  
*Physcia caesia* 439  
*Physcia dubia* 440  
**PLACYNTHIELLA** 70  
*Placynthiella icmalea* 70  
**PLATISMATIA** 70  
*Platismatia glauca* 70  
**PLEUROSTICTA** 70  
*Pleurosticta acetabulum* 70  
**POLYSPORINA** 441  
*Polysporina simplex* f. *simplex* 441  
**PORPIDIA** 443  
*Porpidia crustulata* 443  
*Porpidia macrocarpa* 444  
*Porpidia speirea* 448  
**PROTOBLASTENIA** 458  
*Protoblastenia rupestris* 458  
**PROTOPARMELIA** 459  
*Protoparmelia psarophana* 459  
**PSEUDOPARMELIA** 236  
*Pseudoparmelia caperata* 236  
*Pseudoparmelia soledians* 239  
**PUNCTELIA** 461  
*Punctelia borreri* 461  
*Punctelia subrudecta* 462  
**RAMALINA** 464  
*Ramalina requienii* 464  
*Ramalina subfarinacea* 464  
**RHIZOCARPON** 466  
*Rhizocarpon obscuratum* 466  
*Rhizocarpon polycarpum* 468  
*Rhizocarpon tinei* ssp. *tinei* 470  
**RIMELIA** 475  
*Rimelia reticulata* 475  
**RINODINA** 476  
*Rinodina aspersa* 70  
*Rinodina gennari* 476  
*Rinodina lecideina* 83  
*Rinodina insularis* 477  
*Rinodina occulta* 477  
**SARCOGYNE** 479  
*Sarcogyne clavus* 479  
*Sarcogyne regularis* cf. var. *intermedia* 479  
*Sarcogyne regularis* cf. var. *macroloma* 480  
**SCOLICIOSPORUM** 482  
*Scoliciosporum umbrinum* 482  
**SOLENOPSISORA** 483

*Solenopsora holophaea* 483  
STEREOCAULON 290  
*Stereocaulon microscopicum* 290  
TELOSCHISTES 485  
*Teloschistes chrysophthalmus* 485  
TEPHROMELA 487  
*Tephromela atra* 487  
THERMUTIS 491  
*Thermutis velutina* 491  
TONINIA 492  
*Toninia aromatica* 492  
*Toninia cinereovirens* 492  
*Toninia squalida* 493  
TRAPELIA 496  
*Trapelia coarctata* 496  
*Trapelia involuta* 497  
VERRUCARIA 503  
*Verrucaria macrostoma* 503  
XANTHOPARMELIA 504  
*Xanthoparmelia lusitana* 510  
*Xanthoparmelia protomatrae* 504  
*Xanthoparmelia somloensis* 506  
*Xanthoparmelia taractica* 506  
*Xanthoparmelia tinctina* 507  
*Xanthoparmelia verrucigera* 510  
XANTHORIA 514  
*Xanthoria parietina* 514

UNIVERSITAT DE BARCELONA  
FACULTAT DE CIÈNCIES

Amid data 27 de juliol de 1978 s'ha procedit  
a la lectura del TÍTOL  
d'Es/No Maria de los Mercades BARBERO CASTRO  
davant el Títol i ha obtingut la  
qualificació de excel·lent "cum laude" per unanimitat

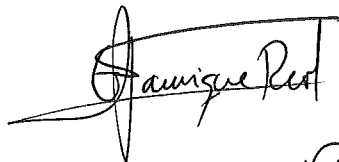
PRESTANT

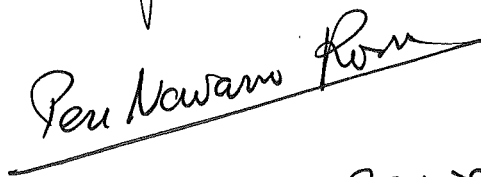
  
Josep M. Egea Ferrnandez

  
Josep Giral

VOCALS

  
Antoni Gomis

  
Jaume Puig

  
PERE NAVARRO ROSINES