

EL POBLAMENT MICROFAUNÍSTIC DELS MEDIS ÀRIDS MEDITERRANIS

Enric Gadea *

Rebut: maig 1978

SUMMARY

The microfaunistic population of the Mediterranean arid environments

In this paper some aspects of the microfaunistic population of the arid biotopes of Western Mediterranean countries are exposed. The desert milieu, the steppoidean lands and the dry moss habitats are specially treated. Special references concern the Iberian peninsula and North Africa.

In the desertic ambients the soil life in Saharian lands is studied, and its population referred to Bacteria, Fungi, Algae and hydrophilic elements of microfauna: Thecamoebians, Ciliates, Rotifers, Tardigrada and Nematoda. Among these, specially notable are **Rhabditis producta**, **Helichothylenchus africanus**, **Plectus granulatus** and **Acrobeloides butschlii**.

In the steppoidean milieu the littoral plains of Morocco and the Ebro basin in Spain principally are studied in the same way. Special reference to gypsum soils and salt water habitats are given. Among the Nematoda are typical **Eudorylaimus carteri**, **Mesodorylaimus bastiani**, **Plectus cirratus**, **P. parietinus**, **Tylenchus (F.) filiformis**, **Rhabditis pelloi** and **Acrobeloides emarginatus**.

The dry moss habitats of Central and SW counties of Iberian peninsula, including also the calcareous rocks. The microfauna is more rich and the dominant forms among the Nematoda are **Eudorylaimus carteri**, **Plectus cirratus** and **Tylenchus (F.) filiformis**, followed by **Rhabdolaimus terrestris**, **Mesodorylaimus bastiani**, **Wilsonema auriculatum**, **Teratocephalus crassidens**, **Ditylenchus intermedius**, **Acrobeloides emarginatus** and **Cephalobus nanus**.

The desert and dry milieus are not uninhabited places; the microfaunistic population in arid environments is important and very significative.

INTRODUCCIÓ

El terme «àrid» és relatiu i hom l'empra, en sentit ampli, per indicar el medi terrestre on l'evaporació supera la precipitació.

Molts autors han resultat d'establir-lo amb referència a la vegetació, pel fet de ser-ne l'expressió més conspícua. En aquest sentit, EMBERGER (1942) intentà fer, sobre aquest punt, un assaig per als ambients

* Departament de Zoologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Gran via de les Corts Catalanes, 585. Barcelona, 7.

mediterranis, utilitzant els tres elements climàtics més importants per als vegetals: pluja (P), temperatura (T) i evaporació (E). Establí el següent quocient pluviotèrmic: $C=P/TE$.

Amb aquest criteri, a la nostra àrea geogràfica i països circumveïns es poden distingir, d'acord amb Emberger, tres grans modalitats o graus de medis àrids mediterranis: a) el saharià o desèrtic; b) l'àrid pròpiament dit; i c) el semiàrid.

El medi mediterrani saharià és el que correspon al del Sàhara algero-marroquí septentrional, amb un clima de tipus desèrtic tòrrid. Cal dir que aquesta modalitat no existeix a la Península Ibèrica.

El medi mediterrani àrid pròpiament dit presenta un clima molt sec amb un quocient pluviotèrmic que oscil·la entre 12 i 40. És el que correspon, per exemple, a la regió del Marràqueix. De la Península Ibèrica entren dins d'aquest tipus certs indrets del litoral del SE (Cap de Palos i Cap de Gata) i alguns llocs de la conca de l'Ebre, com ara Los Monegros (única regió ibèrica on es troba *Ziziphus lotus*).

El medi mediterrani semiàrid presenta un quocient pluviotèrmic més elevat que oscil·la entre 25 i 70. És el propi dels altiplans de Castella, de la major part de la conca de l'Ebre, de gran part d'Extremadura i àdhuc del litoral alacantí.

És interessant consignar al respecte que a l'Ibèria seca es distingeixen quatre grans àrees de pluviositat mínima: a) Conca alta del Duero; b) Conca de l'Ebre; c) Conques altes del Tajo i del Guadiana; i d) Baixa Extremadura-Alemtejo. Hom hi pot afegir encara les conques del Xúquer i Segura, amb alguns petits enclavaments muntanyencs i litorals.

Una varietat d'aquests medis àrids que ens ofereix un interès especial és el propi de la conca de l'Ebre, al qual correspon un tipus climàtic que hom designa sovint «clima aragonès». Es tracta en realitat d'un tipus climàtic central en el qual les variacions extremes de la temperatura són considerables (de -16° a 45° C, per exemple) i l'evaporació és molt forta (com unes set vegades el valor de les precipitacions). Una de les característiques notables d'aquest medi aragonès és l'existència de dos mínims de precipitacions (de desembre a febrer i de juny a agost: 59 mm) i de dos màxims (de març a maig i de setembre a novembre: 94 mm). Es tracta d'un medi de clima continental extrem, accentuat a

l'hivern pel *cierzo* (vent del NW), que davalla dels Pirineus; i a l'estiu, per un sol implacable. La sequedat és molt gran a certes comarques, com succeix a Los Monegros. Nogenysmenys, el clima aragonès no pot considerar-se tan extremat com el propi dels altiplans de Castella, encara que s'hi acostia. A la Meseta es tracta d'un clima continental molt accentuat, amb vents violents i amb una evaporació vuit vegades més forta que la precipitació.

El medi mediterrani àrid a la Catalunya interior el trobem a la Terra Ferma (Pla de Lleida, les Garrigues, etc.). Encara que les temperatures d'hivern hi són un xic més dolces i les precipitacions una mica més grans, presenta encara temperatures màximes molt altes que l'aproximen una mica al clima aragonès. L'evaporació, però, ateny no més de tres a cinc vegades el valor de la precipitació i les pluges són principalment a la tardor.

La regió subpirinenca (Jaca-Pamplona) presenta semblances amb el clima de la conca aragonesa, encara que minvades. L'evaporació, pel cap alt, és de 2,5 vegades el valor de les pluges, els mínims d'aquestes es produeixen a l'hivern i a l'estiu, tal com s'esdevé en el clima aragonès.

Les zones seques litorals mediterrànies dels caps de Gata i de Palos suporten temperatures que arriben a sobrepassar els 40° C, mentre que les mínimes no baixen mai per sota de zero (com a molt 3° C). La pluja és molt feble (menys de 100 mm) i l'evaporació arriba a ser fins i tot disset vegades més gran que la precipitació. Es tracta gairebé d'un règim desèrtic.

Fetes les observacions anteriors i a efectes del poblament microfaunístic dels medis àrids mediterranis, hom en considerarà fonamentalment tres tipus: a) el medi desèrtic; b) el medi estepoide; i c) el medi muscini àrid.

EL MEDI DESÈRTIC

L'exploració dels fenòmens biològics als medis desèrtics presenta un interès de primer ordre. A conseqüència, en primer lloc, de les condicions climàtiques extremes, es tracta d'un medi biològic que impedeix, o almenys obstaculitza sovint, la vida de la microflora i, per tant, de la microfauna. Els factors limitants més importants en són les condicions hídriques ex-

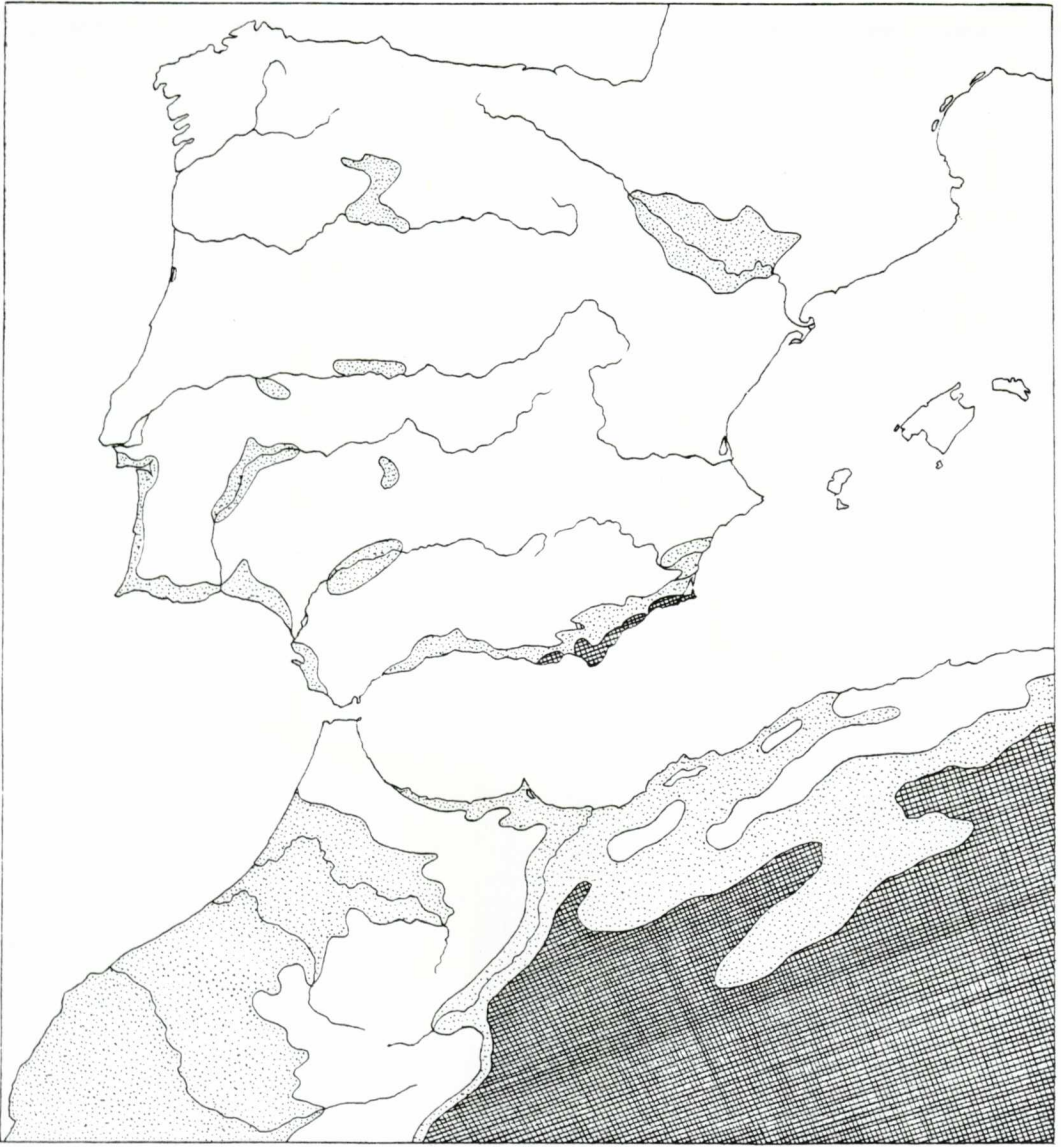


FIG. 1. Arees desèrtiques (quadriculat) i semidesèrtiques o d'ambient àrid mediterrani (puntejat) de la Península Ibèrica i del Nord d'Àfrica.

Desertic (reticulated areas) and semidesertic or arid mediterranean (dotted areas) regions of the Iberian Peninsula and North of Africa.

tremament baixes i les temperatures sovint molt elevades del medi.

Durant molts anys, hom imaginà que la majoria dels sòls desèrtics eren completament estèrils. Després es va veure que certs representants de la microflora i de la fauna del sòl (microfauna edàfica) s'han adaptat, en el curs de llur evolució filoge-

nètica, a les condicions extremes de vida del desert: en efecte, hom els troba en indrets que eren considerats com estèrils fa encara poc de temps.

Ha estat molt interessant explorar la vida als sòls desèrtics des del punt de vista quantitatiu; però ho ha estat més encara fer-ho des del qualitatiu, i sobretot,

d'establir les relacions de causa a efecte. En aquest sentit, el «Laboratoire de Biologie Désertique» de Beni-Oounit, al Sàhara algerià, fou un dels pioners o avançats, ja que les seves recerques primeres daten de l'any 1934. Els veritables iniciadors d'aquests estudis foren KILLIAN & FÉHER (1939). Cal dir que aquestes recerques exigeixen un utilatge de laboratori i de camp costós i complex.

Els biòtops del medi desèrtic inclouen principalment les dunes («erg»), les planes pedregoses («reg»), el sòl argilós i el sòl sorrenc. De tots ells, els dos primers són tal vegada els més representatius. A les dunes viu com a característica *Retama raetans*. Al desert pedregós són típiques *Anabasis araeioides*, *Aristida pungens* i *Ziziphus lotus*, entre d'altres. Aquest últim medi saharià ha estat estudiat microfàunísticament per l'autor (GADEA, 1977).

Pel que fa a la proporció hídrica i la seva influència sobre la vida que el medi desèrtic allotja, hom no coneix bé encara els límits superior ni inferior. Hom sap, però, que no solament els bacteris i els fongs s'adapten perfectament a aquestes condicions extremes, sinó que també ho fan les algues terrestres i la microfauna edàfica i saxícola. Potser aquest punt sigui un dels més importants que s'han obtingut en la recerca de la biologia dels sòls desèrtics. S'ha arribat a la conclusió que els fongs estan millor adaptats a les condicions de sequedat extrema que no pas els bacteris. Hom podria atribuir aquesta particularitat al fet de produir ràpidament espores. Si hi ha vida en aquestes condicions extremes, cal admetre, doncs, que només pot subsistir sota la forma inactiva d'encistament, mentre que, d'altra banda, les espècies anaeròbies amb gran capacitat d' esporulació, augmenten ràpidament llur nombre amb la disminució de la proporció d'aigua.

Quant a la respiració del sòl desèrtic, el desprendiment de CO₂ depèn directament de l'activitat microbiana, incloent-hi la microfauna. En gran part, el CO₂ resulta de la descomposició de la matèria orgànica causada pels bacteris i fongs. Per tant, la intensitat de la respiració del sòl és un criteri precís per demostrar la presència d'espècies actives de microorganismes.

Entre les característiques físico-químiques del medi desèrtic, és un fet sorprenent que tots els sòls saharians contenen relativament molt nitrogen en forma nítri-

ca (sobretot a l'estiu): això es pot explicar per l'activitat dels bacteris edàfics d'aquests sòls i perquè no són rentats a causa de la manca de pluges. En canvi, la presència de N₂ total és més aviat feble (segons HARDER, 1930): aquesta pobresa està en relació amb la dèbil proporció d'humus, típica del desert, que pot explicar-se per l'exigüitat de la matèria vegetal, d'una part, i per la seva degradació ràpida, per una altra, que és molt més accentuada a l'estiu. Pel que fa a les sals potàssiques i fosfats, es troben en llur forma soluble i àdhuc immediatament absorbible per les arrels vegetals. La proporció de Cl és molt feble (de 0,001 a 0,025 %).

Fetes aquestes observacions, cal tenir en compte que els microorganismes del medi desèrtic han de vèncer resistències enormes per a l'absorció de l'aigua dels sòls esmentats i que, segons WALTER (1932), cessa llur vida quan la tensió de vapor de H₂O davalla per sota del 96 % (tensió de vapor de l'atmosfera del sòl). Aquests estudis han estat ampliat per SEKERA (1931), STOCKER (1933) i HARDER (1930).

Entre els bacteris trobats en sòls desèrtics saharians hi ha representats els gèneres *Clostridium*, *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Achromobacter*, *Actinomyces*, *Proteus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Chromobacterium*, *Serratia* i d'altres. KILLIAN & FÉHER (1939) assenyalen com espècies molt representatives d'aquest medi *Clostridium album*, *Actinomyces purpureus* i *Streptococcus terricola*.

Els fongs trobats en els esmentats sòls desèrtics pertanyen als gèneres *Aspergillus*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Thamnidium*, *Macrosporium*, *Periconia*, *Sporotrichum*, *Trichosporium*, *Helminthosporium*, *Trichothecium*, *Haploglyphium* i d'altres. Els tres primers gèneres són els dominants.

Respecte a les algues, cal notar que, malgrat l'extrema sequedat dels medis desèrtics saharians, s'hi mantenen, tot i que suporten una intensa il·luminació (contràriament als esquizòfits i zigòfits, els quals la prefereixen menys intensa) i presenten una gran resistència a les temperatures elevades (fins i tot els 55° C). Els diferents grups sistemàtics no hi figuren pas d'una manera uniforme, puix que hi predominen àmpliament les algues clorofícies, gràcies a llur facultat de produir nombroses espores. Les algues dominants trobades en aquests medis i que poden considerar-se'n

representatives són *Botrydiopsis arrhyza*, *Dactylothea braunii*, *Cystococcus humicola*, *Chlorobotrys polyclaris*, *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Gleocystis botryoides*, *Eremosphaera viridis*, *Chlorocloster terrestris* i *Chlorococcus minimus*.

Quant a la microfauna, hom hi troba representants de la hidròfila i de l'aeròfila. Respecte als primers, hi ha protozous, rotífers i nematodes, principalment; entre els segons es troben, sobretot, colèmbols. El paper dels elements hidròfils als sòls desèrtics resta encara molt fosc. Hom sap, però, que aquests grups d'organismes són capaços de produir espores o de encistar-se totalment quan les condicions ambientals esdevenen adverses: aquest pas a la vida latent (anabiosi o anhidrobiosi) és considerat com l'únic mitjà de defensa contra l'adversitat del medi ambient.

Entre els protozous hom troba flagel·lats, tecameboideus i ciliats. Els primers han estat estudiats per M. L. Varga. Entre els tecameboideus, l'autor (GADEA, 1976) ha trobat *Hyalosphaenia* i *Trinema*; i entre els ciliats, *Dileptus*, *Colpoda* i *Oxytricha*, principalment. Tanmateix ha constatat la presència de *Callidina* entre els rotífers. Quant als nematodes, aquests viuen preferentment al voltant de les rizòsferes de les espaiades plantes saharianes. L'autor ha trobat al respecte, concretament sota *Anabasis aretiaoides*, del «reg» de Tinduf, al SW d'Algèria, entre la nematofauna, *Rhabditis producta*, *Helicotylenchus africanus*, *Plectus granulosus* i *Acrobeloides butschlii*. Es tracta de formes saprobiòtiques i detritòfagues, amb cicle partenogètic de modalitat estacional.

El poblament microfaunístic d'aquests medis desèrtics saharians contrasta, evidentment, amb el dels medis temperats i humits que habitualment han estat estudiats preferentment arreu del món; però té un valor palès en la dinàmica de la biologia dels medis àrids. Aquest aspecte encara no ha estat prou estudiat.

EL MEDI ESTEPOIDE

Constitueix una de les més interessants modalitats dels medis àrids mediterranis a la Península Ibèrica. Un dels estats de degradació dels sòls primitius (fonamentalment forestals) a la Ibèria seca és el que hom anomena «terra calba»; es tracta de sòls denudats i ocupats per una vege-

tació espaiada i aclarida, formada per coscolls, gramínies, labiades, etc. El sòl és, en aquest cas, un mosaic de parcel·les en diversos estats de degradació. Hom ha volgut veure en aquest conjunt edàfic i vegetal «estepes»; però, en realitat, no ho són: al revés de les veritables estepes, que són agrupaments climàtics molt ben definits, es tracta d'agrupaments secundaris instal·lats per l'acció de l'home en lloc dels antics boscos. En alguns casos (com a la conca de l'Ebre) arriba a eixir a la superfície el guix que forma el substrat i dóna un aspecte desèrtic a aquests indrets (on la matèria orgànica no arriba al 3 % a l'horitzó superior). Aquesta noció de les «estepes» ibèriques ha de ser rebutjada i en tot cas hom pot considerar aquestes zones com un medi estepoide. L'exemple més representatiu el trobem a la part central de la conca de l'Ebre.

En relació amb aquest medi, cal considerar les zones salines, que són formacions continentals de sals (salers, *saladares*, *schotts*). Es caracteritzen per l'acumulació en l'horitzó superior de sals solubles (ClNa, SO₄Mg, nitrats i, sobretot, SO₄Ca en forma de guix). Aquesta acumulació es produeix per capilaritat a l'estació de les pluges d'una manera natural, i per rec o inundació. Aquests sòls són equivalents als sòls salats dels altiplans d'Algèria i de l'Àsia central, lligats igualment a climes molt àrids. A la Península Ibèrica es troben a la conca de l'Ebre (E de Saragossa i voltants de Lleida principalment) i àdhuc a la Meseta de Castella; a la Mancha hom troba fins i tot llacunes salades voltades de vegetació halòfila (salsolàcies i plombaginàcies, fet un xic sorprenent). Hom atribueix sobretot al clima la formació d'aquests sòls salats, però sembla, tanmateix, que hi intervenen fenòmens de vulcanisme atenuat, almenys en alguns indrets.

Els sòls guixosos o gipsífers són potser els més notables a la conca ibèrica, al SE i a Castella. Es caracteritzen per llur elevada proporció de SO₄Ca (fins a més del 40 % a l'horitzó superior). Difereixen dels sòls alcalins per la feble solubilitat del guix i perquè la vegetació dels sòls gipsífers és formada, sobretot, per plantes no crasses, sinó del tipus de les de sòl calcari, llenyoses o subllenyoses. Finalment, hom pot dir que les moltes són absents dels salers, però n'hi ha al sòl guixós, fins i tot en un nombre prou elevat, malgrat les condicions del medi. Al contrari que els sòls

salins, els guixosos poden donar lloc a boscos de pi carrasc i d'alzina.

El medi estepoide guixós conté una microflora relativament abundant de bacteris i fongs, semblant a la dels indrets calcaris. El poblament microfaunístic ofereix un caire paral·lel: hi ha una microfauna hidròfila una mica empobrida, però similar a la del medi muscícola i saxícola de substrats calcaris. Hom hi troba ciliats (*Colpoda*, *Oxytricha*, *Dileptus* i d'altres), tecameboideus (*Centropyxis*, *Plagiostoma*), rotífers (*Callidina*) i pocs tardígrads (*Macrobiotus*). Quant als nematodes (estudiats per l'autor a diversos i variats indrets d'aquesta naturalesa), es pot dir que les formes característiques i dominants són *Eudorylaimus carteri*, *Mesodorylaimus bastiani*, *Plectus cirratus*, *P. parietinus*, *Tylenchus filiformis*, *Rhabditis pellio*, *Acrobeloides emarginatus* i d'altres.

Un altre aspecte molt interessant de les regions estepoides és el dels medis aquàtics d'aquestes contrades àrides. Es tracta de llacunes i bales sovint endorreiques, caracteritzades per una forta concentració en ClNa i sulfats de Mg i Ca. Cal distingir les d'origen marítim i les continentals. Les primeres es presenten a les cubetes de les dunes litorals i aiguamolls marins; les segones constitueixen els salers interiors. Es troben, com ja s'ha dit, molt ben representades a la conca de l'Ebre i als altiplans de Castella. En aquest aspecte, la Península Ibèrica és el país més ric de tot Europa.

Les associacions estagnòfiles de les aigües sobresalades (pH=7,8 a 8,4) de les llacunes de la Ibèria seca presenten un sol briòfit: l'hepàtica *Riella helicophylla* (2 cm), que viu immersa a 20-50 cm, sobre el fang fi, pot ocupar en certs indrets una gran extensió; durant la dessecació estival, les seves espores poden sobreviure fins i tot molts anys. En moltes d'aquestes llacunes salades és acompanyada de *Ruppia aragonensis* i *R. drepanensis*, a més de *Chara foetida* i cianofícies (*Microcoleus chthonoplastes* i *Lyngbia aestuarii*) amb diatomees halòfiles i bacteris sulfurosos. Cal dir que *Riella helicophylla*, a part dels esmentats indrets ibèrics, només ha estat trobada als altiplans algerians i tunisians, als *schotts* i *sebkhas*. Potser resulti interessant recordar que el gènere *Riella* posseeix una dotzena d'espècies, totes halòfiles, i localitzades en regions de clima àrid mediterrani o submediterrani arreu del

món (Texas, Àfrica del N, Grècia, Sicília, Llenguadoc, Ibèria, Turquestan i el Cap). Cal afegir que a les aigües salines litorals ibèriques s'han assenyalat entre les muscínes *Riccia fluitans*, *Drepanochladus fluitans* i *Leptodictyum riparium*.

En aquestes aigües més o menys salines la microfauna és representada, sobretot, per ciliats, rotífers bdeloideus i nematodes. En aquest camp, l'autor (GADEA, 1963) estudià una llacuna d'origen endorreic: l'anomenat mar d'Ontígola. Les vores ofereixen una abundant vegetació herbàcia amb molles i detritus, mentre que al centre l'aigua és ben clara. Quant a la nematofauna, es distingeix clarament la que correspon a la perifèria de la de l'interior. La primera presenta una nematocenosi de tipus muscícola moll: *Tylenchus davainei*, *Ditylenchus intermedius*, *Rhabditis producta*, *Eucephalobus elongatus*, *Acrobeloides emarginatus* i d'altres; hi falten, però, les formes briòfiles més conspicues, com són els dorilàimids. La segona, en canvi, comprèn formes exclusivament aquàtiques: *Tobrillus gracilis* i *Punctodora ratzeburgensis*; aquesta última espècie és pròpia de biòtops salabrosos i àdhuc litorals. És palesa la diferència que ofereixen aquestes llacunes amb les aigües dolces típiques.

EL MEDI MUSCINI ÀRID

Fa temps que digué ALLORGE (1947) que la Península Ibèrica és briològicament la regió europea més original i més rica de tota la conca de la Mediterrània: això, en suma, és la traducció d'un passat geològic molt complex i el reflex de condicions climàtiques i edàfiques actuals sorprenentment variades. És palès que hi ha un gran desenvolupament de formes muscínes tant del front atlàntic com del mediterrani. Es consideraran els medis muscinis del domini ibero-mediterrani caracteritzat pel seu clima àrid, de vegades subdesèrtic, i que es localitzen al centre, sud i est peninsulars, incloent-hi àdhuc el SW de Portugal.

El medi on viuen aquestes molles és constituït, sobretot, per terres roges amb sòl sialític sec, sobre substrat silici, al W i NW. A la resta dominen les margues guixoses i en alguns indrets (com les regions dels caps de Gata i de Palos) les terres volcàniques. En els medis guixosos

són freqüents, entre les moltes: *Riella helicophylla*, *Tortula desertorum*, *T. fiorii* i, demés, *Triquetrella* i *Brachymenium*; secundàriament, hom hi troba *Barbula*, *Funaria*, *Pottia* i *Trichostomium*. En aquests medis hi ha, com a vegetació superior dominant, garrigues amb estepa (*Cistus*) i farigola (*Thymus*); de vegades hi ha també *Festuca*.

A les landes calcàries amb bruguers (*Erica vagans*) l'estrat muscini comprèn moltes espècies basòfiles dels alzinars, com ara *Ctenidium molluscum* i *Camptothecium lutescens*. A les garrigues, que caracteritzen en gran part la Ibèria seca, l'estrat muscini és sempre molt pobre: gairebé algunes espècies solament persisteixen a les parts més fresques i ombroses, com *Pleurochaetes squamosa*, *Scleropodium illecebrum* i *Camptothecium album*, que en són les més constants i les que s'arriben a mantenir fins i tot quan les garrigues claregen. Es tracta, en aquest cas, d'un agrupament muscini netament heliòfil. Però hi ha d'altres d'aquestes formacions muscínes heliòfiles, encara que d'un altre tipus, a les planes calcàries i silícies.

Un ambient particular d'aquest medi muscini és el de les roques calcàries nues i seques. La brioflora hi és pobra (més que la de les roques silícies), en part perquè les condicions microclimàtiques són molt desfavorables (exceptuant el cas de les roques poroses), ja que les calcàries compactes no retenen l'aigua i s'assequen ràpidament. No hi viuen hepàtiques. Entre les moltes hom hi troba *Trichostomum*, *Tortella*, *Tortula*, *Crossidium* i *Grimmia*. A les roques guixoses es troba una associació semblant: *Tortula desertorum*, *Barbula linealis* i *Crossidium squamigerum*. Hom pot afegir-hi, com a similars, les formacions muscínes que viuen damunt els murs secs.

Les formacions de moltes casmòfites, és a dir, que viuen a les esclertes, ja són diferents i no poden comparar-se amb les calcòfiles i saxícoles seques. Això mateix es pot dir de les corticícules i de les epifites. Sobre aquestes últimes cal dir que, en rigor, a la Península Ibèrica no n'hi ha, i llur lloc l'ocupen les espècies corticícules. El coeficient d'epifitisme en una regió natural és donat per l'espessor de la làmina d'aigua que cau cada any. Combinat amb la temperatura i l'evaporació, conjuntament amb la boira i la rosada, dona el tipus de bioepifitisme. A la Ibèria seca,

sobre un total de 239 espècies de moltes, no més de 20 són epifites, és a dir, el 8 %.

Com a complement del que s'ha dit, cal recordar que, encara que els límits entre els quals pot vegetar una muscínia són lluny de ser determinats amb precisió, hom pot dir que els factors principals que regulen la distribució ecològica i en part geogràfica de les moltes són la llum, la temperatura i l'estat higromètric de l'aire. Per altra banda, cal considerar, a més, la composició química del substrat o del medi i la seva reacció.

Respecte al factor llum, les moltes dels medis àrids són heliòfiles, és a dir, que poden rebre directament la llum solar. Com a exemple als indrets mediterranis es poden citar els gèneres *Riccia*, *Oxymitria*, *Hedwigia*, *Cheilothela*, *Triquetrella*, *Grimmia* (saxícola), *Polytrichum* (xeròfila), *Fissidens* i *Eucladium* (higròfila).

Quant a la temperatura, les moltes termòfiles constitueixen la brioflora típica de la Ibèria seca mediterrània (sobretot no muntanyenca); les típiques han estat citades més amunt. Les megatermòfiles, com *Calymperes* i *Barbella*, són elements tropicals i no existeixen a la Península.

Amb relació al factor aigua i àdhuc a la humitat, cal distingir les moltes hidròfitas o aquàtiques i les aeròfiles o aèries. Aquestes últimes són les més interessants per al medi àrid mediterrani. Desproveïdes de sistema absorbent, no poden pendre l'aigua del substrat per a llurs funcions i depenen gairebé exclusivament de la humitat atmosfèrica. Aquest és el cas per a les espècies terrícules, saxícoles i corticícules. Poden pendre l'aigua de tres formes diferents: a) en estat de dissolució molecular a l'aire; b) en estat de suspensió vesicular de partícules en estat esfèroïdal; i c) en estat líquid de precipitacions en gotes o gotetes (rosada). Per llurs disposicions morfològiques, les moltes actuen com a condensadors i així tornen l'aigua a l'estat líquid (com ja va demostrar-ho K. Müller el 1854). Aquesta absorció directa de l'aigua atmosfèrica explica que les moltes puguin prosperar en substrats secs a les èpoques sotmeses a forta evaporació. La resistència a la dessecació és a vegades molt considerable, amb llargues durades, fins i tot d'anys (l'autor ho ha constatat reiteradament). Són excepcionalment resistents en aquest sentit *Grimmia apocarpa*, *Tortula muralis*, *Bryum coespitium* i *Barbula revoluta*.

Quant a la naturalesa del substrat, la dependència de les muscínes amb el sòl és molt marcada. La gran majoria presenten preferències o exigències especials per a certs substrats de naturalesa ben definida: així hi ha espècies exclusivament psamòfiles, calcícoles, calcífugues, fumícoles, etcètera. Des de Thurmann hom ha utilitzat l'alcalinitat o l'acidesa per a establir la reacció del sòl o medi. En aquest sentit, per a la brioflora ibèrica àrida mediterrània són importants les espècies eurioniques (dels gèneres *Bryum*, *Ceratodon*, *Mnium*, *Fumaria*, etc.), basífiles (*Philonotis*, *Neckera*, *Eucladium*, *Barbula*, *Crossidium*, etc.), halòfiles (*Pottia heimii*, *Grimmia maritima*, *Riella helicopylla*) i gipsòfiles (*Tortula fiori*, *T. desertorum*).

A efectes del poblament microfaunístic, en aquests medis briofítics àrids mediterranis viuen tots els elements hidròfils característics dels biòtops muscinis en general, encara que constituint biocenosis més reduïdes i precàries. L'autor ho ha pogut constatar en nombroses investigacions i treballs fets en materials de la Península Ibèrica i del Marroc.

Hom hi troba indefectiblement tecameboideus (*Centropyxis*, *Plagiostoma*, *Diffugia* i àdhuc *Nebela*, *Trinema* i *Euglypha*), que són indicadors molts interessants. Tanmateix es troben sempre ciliats (*Colpoda*, *Chilodon*, *Dileptus*, *Oxytricha* i molts altres), encara que aquests no són tan indicatius. Hi són freqüents els rotífers bdeoloideus (*Callidina*) i abunden, en molts casos extraordinàriament, el tardígrads (*Macrobotus*, *Hypsibius*, *Echiniscus*). Finalment, els nematodes constitueixen el quart element representatiu important, essent les espècies dominants gairebé a tot arreu *Eudorylaimus carteri*, *Plectus cirratus* i *Tylenchus (F.) filiformis*, seguides de *Rhabdolaimus terrestris*, *Mesodorylaimus bastiani*, *Wilsonema auriculatum*, *Teratocephalus crassidens*, *Ditylenchus intermedius*, *Acrobeloides emarginatus* i *Cephalobus nanus*. En indrets no excessivament secs es troba també *Prionchulus muscorum*, *Eudorylaimus bryophilus*, *E. obtusicaudatus*, *Monhystera vulgaris* i *Tripyla setifera*.

Entre la microfauna aeròfila hi ha gairebé sempre colèmbols i especialment àcars oribàtids. Aquests elements són actius durant la fase seca de les moltes; alternen llur activitat amb la dels elements hidròfils, els quals són actius en els períodes

molls. La comunitat microfaunística d'aquests medis muscícoles àrids, sotmesos a llargues durades de sequedat, resta perfectament equilibrada i adaptada. Les moltes i els elements microflorístics i microfaunístics que s'hi estatgen formen un petit ecosistema en el qual tots els components són dotats de la facultat de l'anabiosi, la qual garanteix la supervivència en condicions adverses durant molt de temps. Aquest és un aspecte que potser no ha estat prou valorat i que, nogenysmenys, és un dels puntals de la vida als medis àrids, tenint en compte que es tracta d'elements que són pobladors primordials del medi terrestre.

* * *

A grans trets s'han exposat alguns dels aspectes que hom ha considerat més adients en relació amb el poblament microfaunístic dels medis àrids mediterranis. S'ha posat l'èmfasi en l'habitatge i les seves condicions, perquè creiem que és essencial per explicar el poblament. Aquest s'ha referit a la microfauna puix que considerem que representa la primera colonització animal del medi terrestre, i dins d'aquesta, la hidròfila n'és precisament la primordial.

Hom ha vist que, malgrat les aparences, en medis tan hostils com un desert, amb condicions extremes ambientals, aquesta microfauna s'hi troba, bé que minvada i reduïda, però hi és.

Caldria continuar aquestes recerques acuradament en llurs aspectes qualitatiu, quantitatiu i dinàmic, així com ecològic, geogràfic i faunístic, ja que constitueixen un dels capítols més suggestius i interessants de la biologia ambiental.

BIBLIOGRAFIA

- ALLORGE, P. 1947. Essai de Bryogéographie de la Peninsule Ibérique. *Encyclopédie Biogéographique et Ecologique*, I: 1-114, Paris.
- ANDRÁSSY, I. 1956. Süßwasser-Nematoden aus Französisch West-Afrika. *Meth. Therm. Ertas. Magyar Ak.*, 1: 3-18.
- EMBERGER, L. 1942. Un projet d'une classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 77 (2): 97-124.
- FRANZ, H. 1950. *Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege*. Akademie Verlag Berlin, 1-316.
- GADEA, E. 1952. Contribución al estudio de los ne-

- matodos libres terrestres y dulciacuícolas de la fauna española. *P. Inst. Biol. Apl.*, Ser. Zool., I: 1-213.
- GADEA, E. 1963. Sobre la nematofauna del Mar de Ontígola. *P. Inst. Biol. Apl.*, 34: 63-66.
- GADEA, E. 1971. Sobre la nematofauna muscícola de Marruecos. *P. Inst. Biol. Apl.*, 51: 33-38.
- GADEA, E. 1976. Nota sobre una nematocenosis rizófila sahariana. *Miscel. Zool.*, III (5): 9-11.
- HARDER, R. 1930. Über den Wasser- und Salzgehalt und die Saugkräfte einiger Wüstenboden Beni Unifs (Algerien). *Jb. wiss. Bot.*, 72.
- KEVAN, D. K. McE. (Ed.) 1955. *Soil Zoology*. Butterworths. London.
- KILLIAN, CH. & FÉHER, D. 1939. Recherches sur la Microbiologie des sols désertiques. *Encyclopédie Biologique*, XXI, 1-127, Paris.
- KÜHNELT, W. 1950. *Bodenbiologie*. Herold, Wien.
- OVERGAARD-NIELSEN, C. 1948. Studies on soil microfauna. I-The moss-inhabiting nematodes and rotifers. *Naturvidensk. Skr. (Sér. Sc. Nat.)*, 1: 1-98.
- RAMAZZOTTI, G. 1958. Note sulle biocenosi dei muschi. *Mem. Ist. Ital. «Marco di Marchi»*, 10: 153-206.
- WALTER, H. 1932. Die Wasserverhältnisse an verschiedenen Standorten in humiden und ariden Gebieten. *Beihefte zum Bot. Centralblatt*, 53: 73.
- WERNER, R. G. 1975. Contribution à la flore cryptogamique du Maroc. *Bull. Soc. Sc. Nat. et Phys. du Maroc*, 55: 1-10.