

LES ADAPTACIONS DELS LÍQUENS A LES ZONES ÀRIDES *

Xavier Llimona **

Rebut: novembre 1979

SUMMARY

The adaptation of lichens to arid regions

This is a short review of some taxonomic, morphologic and ecophysiological aspects of lichens in arid regions, incorporating some of our own data. Percentages of dominant genera and life forms are, in Spanish arid regions (Ebro Valley, Almería and Murcia), close to the figures given for classical extra-European deserts and semideserts. Relationship with Californian arid regions is commented.

Ecophysiological adaptations include improved absorption of atmospheric water. Dew and high relative air moisture conditions in Los Monegros (Ebro Valley) are summarized. The main morphological adaptations are: thick and/or pigmented cortical layer, pruina, exposure to early morning light of algal layer after night water intake, grouping of algae in vertical glomeruli, etc.

«El más alto grado de calor de Europa, aunque esté acompañado del mayor grado de sequedad, es más favorable a la vegetación de los líquenes, al menos en la vecindad del mar, que el frío de las nieves perpetuas y de la zona inferior a ellas, y tanto o más que el temperamento mismo de la zona alpina, aunque estén acompañados del grado de humedad más proporcionado a su vegetación.»

Amb aquestes paraules, Simó de Rojas Clemente (CLEMENTE in COLMEIRO, 1863, p. 44) expressava, tot just començat el segle XIX, un notable canvi en la posició dels botànics de l'època davant l'adaptació de molts líquens als ambients àrids. Fins llavors, i en bona part a causa del treball

peoner dels liquenòlegs del nord d'Europa, els líquens semblaven associats a la flora dels països humits i freds, de les tundres, llocs boirosos i alta muntanya.

No cal pas anar a la Serra del Cap de Gata, a la qual es referia Clemente en el paràgraf transcrit, i que correspon al pol de l'ariditat a Europa, per a adonar-se de la sorprenent abundor dels líquens sobre les roques i el sòl de les zones àrides. La nostra exploració de la vegetació liquènica dels sòls guixosos de zones àrides (Monegros, sud de Madrid, regió murciana-almeriense) i de les roques volcàniques, esquistoses i gresoses des del Cap de Gata fins al Cap de Creus no ha fet més que ampliar a Europa el que ja havia estat vist

* Presentat a la sessió conjunta SCB-ICHN sobre «Biologia de les zones àrides», Lleida, 29-30 d'abril de 1977.

** Departament de Botànica. Facultat de Ciències. Universitat de Múrcia. Múrcia.

en zones àrides més o menys clàssiques com els deserts del Negueb (al sud d'Israel), d'Àfrica del Nord (Egipte, Sàhara algerià, Tibesti), Namíbia, estepes russes i de Mongòlia, deserts d'Àustràlia septentrional, del SW d'Amèrica del Nord i del nord de Xile (aquest darrer potser el pol de l'ariditat mundial), i que es pot resumir dient que són molt nombrosos els líquens que s'han adaptat bé als climes àrids, on poden constituir una part molt important dels organismes fotosintetitzadors.

Si exceptuem els llocs, prou estesos i freqüents, on l'erosió eòlica intensa en fa impossible el desenvolupament o bé els substrats (com ara sorra o licorelles blanques) que són massa inestables per a fer-n'hi possible la instal·lació, podem afirmar que els líquens no semblen pas menys abundants als deserts que a les zones humides. Si bé la seva distribució als deserts extrems és sovint capriciosa, depenent de la presència de microclimes favorables, és freqüent que els líquens siguin el component dominant del paisatge vegetal, notable sobretot en comparació amb la migradesa, i a voltes absència, de la vegetació fanerogàmica. Això darrer és el que hom ha trobat a la part més àrida del desert d'Atacama on, en canvi, s'han inventariat 27 espècies de líquens.

El mantell de líquens pot arribar a ésser exuberant, com passa a les obagues altes de la Serra del Cap de Gata, on no es veu el color de la roca, si bé les precipitacions són de l'ordre de 150 mm l'any, o als espinars molt dispersos dels Monegros o d'Almeria, amb precipitacions inferiors a 400 mm i recobriments de líquens de l'ordre del 80 %.

Però aquestes dominàncies tan grans no ens han de fer passar per alt que el nombre d'espècies no hi és mai gaire elevat. Als guixos de la Península, hi hem reconegut unes 45 espècies, de les quals 15 hi són rares o mal adaptades. A la Serra del Cap de Gata, els líquens ben representats a les roques solellades no passen de 30, mentre que a l'obaga hi trobem unes 40 espècies. A la Serra del Cap de Palos, sobre esquistes, EGEA & LLIMONA (1981) han trobat una flora més pobra, amb 20 espècies al solell i 27 a l'obaga.

Pel que fa als gèneres més rics en espècies xerofítiques, als guixos peninsulars són: *Buellia* (6 espècies), *Fulgensia* (5), *Aspicilia* (3), *Psora* (3), *Acarospora* (2), i

a les laves d'Almeria són: al solell, *Caloplaca* (6), *Acarospora* (4), *Buellia* (2), *Xanthoria* (2), *Ramalina* (2), i a l'obaga, *Lecanora* (6), *Buellia* (5), *Ramalina* (5), *Caloplaca* (3), *Rinodina* (3), *Pertusaria* (2), *Lecidea* (2). Són proporcions semblants a les que dona Rogers (1977) per al conjunt dels deserts del món, amb: *Lecanora* (13 %), *Caloplaca* (10 %), *Acarospora* (8 %), *Lecidea* (6 %), *Buellia* (5 %), etc.

Pel que fa a les formes de vida, com més àrid és el clima, més freqüents són els líquens crustacis (i esquamulosos) i més rars es fan els foliacis i sobretot els fruticulosos. Al Negueb, les proporcions trobades per GALUN (1974) són de 91 % de crustacis, 6 % de foliacis i 3 % de fruticulosos. Al Sàhara, la proporció respectiva és de 97:3:0, al desert de Reno de 91:9:0, i a Mongòlia de 98:1:1. Als Monegros hem trobat proporcions de l'ordre de 88:12:0 als sòls poc inclinats, en condicions normals (*Acarosporium placodiiformi-reagentis*), i de 71:17:12 en llocs que reben una excepcional aportació d'humitat atmosfèrica (*Ac. plac.-reag. teloschistetosum*).

Sovint hem destacat (LLIMONA & WERNER, 1975; LLIMONA, 1975; LLIMONA *et al.*, 1976) la presència, a les costes àrides i tèrmiques de la Península, d'un nucli fortament característic d'espècies de gran resistència a l'ariditat i a temperatures elevades, però a la vegada d'extrema sensibilitat al fred. En conjunt, creiem que constitueixen una relíquia terciària, foragitada d'una àrea holàrtica potser molt ampla per causa del refredament del clima i refugiada no solament a les nostres costes àrides i tèrmiques sinó també a les del sud del Marroc (entre Agàdir i Tafaya) i a les costes meridionals de Canàries. Els líquens poden ocupar aquesta àrea perquè no depenen de les pluges, com passa amb les plantes superiors de la flora terciària, que només van poder refugiar-se a la regió d'Algesires i a la part humida de Canàries o bé van desaparèixer.

Alguns d'aquests líquens s'han conservat també a l'altre extrem de la regió holàrtica, a les costes àrides de Califòrnia, oferint-nos així, al nivell de l'espècie, un exemple espectacular de disjunció, també existent entre les plantes superiors, però només al nivell de gènere i de família. Presenten l'esmentada disjunció els líquens *Dimelaena radiata* i *Buellia cerussata*.

L'element estepari sembla ésser, en canvi, molt més resistent al fred. Fins i tot

trobem que la majoria de les espècies característiques dels guixos cerquen el clima continental i defugen les costes. Les guixeres menys allunyades del mar, per exemple la de Garrucha, no duen gairebé líquens.

Una part de les espècies estepàries creixen mig colgades, just aflorant sobre el nivell del sòl (líquens-finestra), o bé es troben laxament unides al substrat, de forma que el vent n'arrossega fàcilment els tallus i els dispersa rodolant. Aquests darers són els «líquens vagants», com ara *Teloschistes lacunosus* i *Cladonia convoluta*, de les nostres semiestepes guixoses, i *Sphaerothallia fruticulosa* i *Parmelia vagans*, descobertes per Follman a les «parrameras» de la Meseta.

Morfologia i adaptacions

Malgrat presentar un creixement global extremadament lent, degut a una producció primària molt petita, podríem dir que, des del punt de vista fisiològic, els líquens dels llocs àrids són espècies oportunistes. En efecte, amb llur tallus permanentment organitzat, si bé normalment deshidratat i per tant inactiu, reaccionen sense cap pèrdua de temps davant l'adveniment de condicions d'humitat i d'il·luminació favorables, iniciant la fotosíntesi, fins que l'aigua desapareix de nou, fent que aturin del tot l'activitat sense perdre ni una sola part de llur estructura. Els líquens viuen doncs a batzegades, i la totalitat de la seva biomassa es transforma, en cada període desfavorable, en òrgan de resistència.

En canvi, les fanerògames dels llocs àrids necessiten aportacions d'aigua importants per tal d'entrar en activitat. Les anuals han de germinar i reconstituir tota l'estructura del seu corm a cada període favorable. Les plantes persistents, carneses o marcescents, han de fabricar enormes sistemes radicals o parènquimes de reserva d'aigua, per tal de mantenir una petita part aèria amb el citoplasma també hidratat durant l'època desfavorable. Només algunes bromeliàcies, més adaptades a la vida epifítica, saben copsar rosada a través de llur superfície aèria. Per això, els líquens dominen netament sobre els cormòfits en el moment de colonitzar no solament les roques, sinó també els sòls dels llocs àrids.

Però aquest domini es va perdent en suavitzar-se les condicions d'ariditat. Així,

a les vores de l'àrea de dispersió de les comunitats gipsòfiles, amb precipitacions superiors als 450 mm anuals, la competència cada cop més intensa de mates i arbusts i la major incidència de les invasions per fongs liquenícies paràsits, especialment els anys humits, fan que el poblament liquènic es faci disjunt i emporbit. Així ho hem observat als voltants d'Igualada, vora Ponts o als guixos de Navarra central (LLIMONA, 1974).

Els treballs de LANGE (1969), fets al desert del Negueb i al laboratori, han il·luminat amb elegància la fisiologia dels líquens dels llocs àrids, tot revelant la seva capacitat per a absorbir aigua atmosfèrica durant la nit, ço que fa possible un balanç fotosintètic positiu, depenent de l'activitat fixadora que té lloc a primeres hores de la matinada. En aquests moments, la llum i la temperatura són adequades, i encara no s'ha tornat a evaporar l'aigua absorbida. Hem fet (LLIMONA, 1974) observacions semblants amb líquens freqüents als Monegros, com ara *Teloschistes lacunosus* (també estudiat al Negueb), *Cladonia subrangiformis*, *Cladonia convoluta*, *Collema cristatum* i *Diploschistes steppicus*, amb mesures de la variació del contingut en aigua dels tallus durant el captard, la nit i la matinada.

En cada moment trobem un equilibri entre la hidratació del tallus i la humitat relativa de l'aire. Si aquesta és d'un 60 %, els tallus poden contenir un 20 % d'aigua, suficient per a permetre'ls iniciar l'activitat. Si hi ha rosada, el tallus pot absorbir més d'un 30 % d'aigua. Aquesta aigua s'absorbeix i es perd de manera passiva, i no hi ha diferenciacions que n'impedeixin l'evaporació quan surt el sol. Però mentre no s'ha evaporat, a l'alba, la durada de la hidratació del tallus és suficient per a fer possible un balanç assimilador positiu, és a dir, que un cop compensades les pèrdues degudes a la respiració en l'obscuritat, puguí encara alimentar un cert creixement.

La supervivència d'un líquen en un lloc àrid dependrà doncs, més que de la pluja, de la humitat atmosfèrica nocturna i de la durada de l'evaporació. Per això, la durada de la fotosíntesi serà mínima (2 o 3 hores) en llocs plans o encarats al SE, i màxima en llocs molt inclinats al NW, que rebran molt tard o gens els raigs solars, i on la rosada pot persistir fins a les 12 del migdia o més tard.

Als Monegros, unes 170 nits a l'any cau rosada, i unes 270 nits la humitat relativa passa del 90 %. En canvi, només 41 dies reben alguna pluja, i encara en forma molt desigual (LLIMONA, 1974).

La boira baixa també juga un paper important. Així, al nord de Xile, els «oasis de boirina» (per exemple el de Fray Jorge), són poblats per 139 espècies de líquens, contra 27 a la resta del desert, amb una pluviositat equivalent (FÖLLMANN, 1967).

És molt coneguda la gran resistència dels líquens a les temperatures extremes, quan es troben en forma deshidratada, la normal. Les temperatures de 50 a 65° C, que poden haver de resistir quan creixen sobre roques o sòls foscos, són molt per sota de la capacitat de resistència dels tallus secs (de 70 a 101° C). En canvi, els tallus hidratats poden sofrir alteracions a només 40° C, en bona part degudes a la respiració massa intensa que hi té lloc. Els líquens dels deserts temen, doncs, les pluges lleugeres a ple dia. En canvi, els òptims d'assimilació corresponen a temperatures de 15 a 20° C, les pròpies de la matinada.

La millor defensa dels líquens contra les temperatures elevades és, doncs, la deshidratació. Per això no trobem en ells diferenciacions que impedeixin la pèrdua d'aigua.

En canvi, sí que podem dir que és general que els líquens dels llocs àrids es protegeixin contra els efectes de la radiació solar intensa, ja que les algues liquenificades hi són molt sensibles. Els líquens gelatinosos (per exemple *Collema*) impregnen la gelatina amb un pigment gairebé negre. Els altres presenten una capa cortical molt gruixuda (vora 50-200 µm, contra 20-40 µm, normal als líquens de llocs solellats de la zona temperada). Aquesta capa cortical presenta sovint una capa epinecral superior, formada per cèl·lules mortes, o una capa intermèdia, pigmentada de bru, negre, vermell, taronja, etc.

És també força freqüent que la superfície sigui coberta per una densa pruïna blanca, formada per cristallets d'oxalat o de sulfat càlcic, o simplement de pols fina del sòl circumdant. Totes aquestes estructures són molt opaques en els líquens secs, però en hidratar-se es tornen transparents i deixen arribar a les algues la llum suau de la matinada.

Tampoc no són rars, a les estepes, els

líquens que, com *Cladonia convoluta*, carregats durant el dia, ofereixen al sol el seu còrtex inferior, molt opac, però en hidratar-se abans de l'alba es descargolen, s'estenen i exposen a la llum la capa algal, protegida per un còrtex translúcid.

Les algues dels líquens de llocs àrids es disposen sempre de forma compacta, i molt sovint formant glomèruls i fins columnes, de posició vertical, que han estat comparades a les fulles dels *Eucalyptus*. SØCHTING (1973) ha comparat el tallus d'un mutant despigmentat de *Caloplaca verruculifera* amb tallus normals, pigmentats. En el primer, les algues cerquen protecció contra la llum disposant-se en compactes glomèruls verticals.

Un altre cas d'influència de l'ambient és el de *Caloplaca callopisma*. En exemplars de Galilea, GALUN (1974) no hi ha vist haustoris. En canvi, els exemplars del Negueb presenten un contacte molt més intens entre fongs i algues, amb abundor d'haustoris.

Diferències semblants en el gruix i en la pigmentació del còrtex, en la presència i densitat de la pruïna, en la disposició de les algues, en el tipus de desenvolupament del tallus, han fet pensar que moltes espècies descrites de llocs àrids poden correspondre en realitat a modificacions ambientals d'espècies ja conegudes. Cal, doncs, prendre precaucions en el moment d'apreciar novetats en la flora de països àrids, si bé és indubtable que, fins i tot a l'Europa mediterrània, és només parcialment coneguda. Així, en els darrers 15 anys han estat trobades i descrites més de 6 espècies noves als guixos peninsulars, i unes altres 6 a la regió murciana-almerienca.

La posició s'ha de mantenir en equilibri entre aquells qui, com FAUREL *et al.* (1953), distingeixen un 30 % d'espècies endèmiques a la flora del Sàhara, i els qui, com WEBER (1968) redueixen, adduint causes de plasticitat ambiental, les 74 espècies conegudes d'*Acarospora* grogues a només 2!

BIBLIOGRAFIA

- COLMEIRO, M. 1863. Tentativa sobre la liquenologia geogràfica de Andalusia, por D. Simón de Rojas Clemente. *Rev. de los Progr. de las Cienc.*, 14 (1): 39-58.

- EGEA, J. M. & LLIMONA, X. 1981. La vegetación líquénica de la Sierra del Atalayón (Cabo de Palos). *Acta bot. Malacitana* (en prensa).
- FAUREL, L., OZENDA, P. & SCHOTTER, G. 1953. Les Lichens du Sahara Algérien. *Res. Council Israel. Spec. Publ.*, 2: 310-317.
- FOLLMANN, G. 1967. Die Flechten der nordchilenischen Nebeloase Cerro Moreno. *Nova Hedwigia*, 14: 215-281.
- GALUN, M. 1974. Desert Lichens. In: FRIEDMAN, E. I. & GALUN, M., «Desert algae, lichens and fungi». In: *Desert Biology*, II: 165-212. Academic Press. New York.
- KAPPEN, L. 1974. Response to extreme environments. In: *The Lichens* (V. Ahmadjan & M. E. Hale, eds.), pp. 311-380. Academic Press. London.
- LANGE, O. L. 1969. Die funktionellen Anpassungen der Flechten an die ökologischen Bedingungen arider Gebiete. *Ber. dt. bot. Ges.*, 82: 3-22.
- LLIMONA, X. 1974. Las comunidades de líquenes de los yesos de España. Univ. de Barcelona. Secr. de Publicaciones, 18 pp.
- LLIMONA, X. 1975. *Xanthoria resendei* Poelt et Tav. en el SE de España; fitosociología y corología. *An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 32 (2): 909-922.
- LLIMONA, X., WERNER, R. G., LALLEMANT, R. & BOISSIERE, J. C. 1976. A propos de *Buellia subcanescens* R. G. Werner, espèce primaire du *Buellia canescens* (Dicks). *D.N. Rev. Bryol. et Lichénol.*, 42 (2): 617-635.
- ROGERS, F. W. 1977. Lichens of Hot Arid and Semi-arid Lands. In: *Lichen Ecology* (M. R. D. Seaward, ed.), pp. 211-252. Academic Press. London.
- SØCHTING, U. 1973. Anatomical and cytological characteristics of unpigmented *Caloplaca verruculifera* from Denmark. *Bot. Tidskr.*, 68: 152-156.
- WEBER, W. A. 1968. A taxonomic revision of *Acarospora*, subgenus *Xanthothallia*. *The Lichenologist*, 4: 16-33.