

ESTUDIO COMPARADO DE LA ANATOMÍA DEL TALO EN EL GÉNERO *LASALLIA* MÉRAT (*UMBILICARIACEAE*; *LICHENES*)

por

LEOPOLDO G. SANCHO & LUIS BALAGUER*

Resumen

SANCHO, L. G. & L. BALAGUER (1989). Estudio comparado de la anatomía del talo en el género *Lasallia* Mérat (*Umbilicariaceae*; *Lichenes*). *Anales Jard. Bot. Madrid* 46(1): 273-281.

Se compara la anatomía de las pústulas y regiones no pustuladas del talo en las especies *Lasallia brigantium* (Zschacke) Llano, *L. hispanica* (Frey) Sancho & Crespo, *L. pustulata* (L.) Mérat y *L. rossica* Dombrowskaja, encontrándose importantes diferencias que afectan especialmente a las capas inferiores del talo. A partir de las observaciones realizadas se propone un modelo anatómico general, del que diverge *L. brigantium*, y un patrón de desarrollo pustular. Asimismo, se discute la relación entre la expresión anatómica de la morfología pustulada y sus posibles implicaciones ecológicas.

Palabras clave: Líquenes, género *Lasallia*, anatomía.

Abstract

SANCHO, L. G. & L. BALAGUER (1989). Anatomical comparative study on thallus of the genus *Lasallia* Mérat (*Umbilicariaceae*; *Lichenes*). *Anales Jard. Bot. Madrid* 46(1): 273-281 (in Spanish).

The pustules and non pustulated regions are compared in the species *Lasallia brigantium* (Zschacke) Llano, *L. hispanica* (Frey) Sancho & Crespo, *L. pustulata* (L.) Mérat and *L. rossica* Dombrowskaja finding important differences particularly in the lower layers of the thallus. From our observations, a general anatomic model, from which *L. brigantium* diverges, and a pustule development pattern, are proposed. Also, the relationship between the anatomical expression of this pustulated morphology and its possible ecophysiological implications are discussed.

Key words: Lichens, genus *Lasallia*, anatomy.

INTRODUCCIÓN

El género *Lasallia* Mérat posee una amplia distribución mundial, con 13 especies conocidas, de las cuales seis están en el continente europeo, si bien algunas de ellas se encuentran en el límite del área: *Lasallia pensylvanica* (Hoffm.) Llano, citada de los Urales (LLANO, 1950); *L. pertusa* (Rass.) Llano, citada recientemente en Hungría (KROG, 1987), y *L. rossica* Dombrowskaya, que alcanza los

* Departamento de Biología Vegetal II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense. 28040 Madrid.

Cárpatos ucranianos, en el extremo occidental de su área de distribución (DOMBROVSKAYA, 1978).

La presencia de pústulas en el talo es, sin duda, la principal característica que diferencia a estas especies del género *Lasallia* del resto de las *Umbilicariaceae*. FREY (1931: 7; 1933: 253, 255) fue el primero en apuntar la existencia de caracteres anatómicos diferenciales entre las zonas pustuladas e intermedias del talo de *Lasallia pustulata*. Autores posteriores (LLANO, 1950: 28; FREY, 1977; POELT & VÉZDA, 1977: 133) apreciaron únicamente variaciones morfológicas, que afectaban solo a la cara inferior del talo, o anatómicas cuantitativas en el grosor del córtex inferior.

El objetivo de este trabajo ha sido el estudio comparado de la morfología pustular en cuatro especies del género *Lasallia*, así como plantear sus posibles implicaciones ecofisiológicas y taxonómicas.

Además de los dos únicos representantes del género *Lasallia* en la Península Ibérica [*L. hispanica* (Frey) Sancho & Crespo y *L. pustulata* (L.) Mérat] hemos decidido incluir en este estudio *L. rossica* y el endemismo corso-sardo (NIMIS & POELT, 1987: 109) *L. brigantium* Zschacke, debido a sus afinidades taxonómicas con *L. hispanica*. Estas cuatro especies son adjudicables al "grupo *Umbilicaria pustulata*" (FREY, 1949: 434).

MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado procede de las siguientes localidades:

***Lasallia brigantium* Zschacke**

FRANCIA

CÓRCEGA: Sartene, 250 m, 28-IX-1981, A. Crespo & L. G. Sancho (MAF Lich.); Caloi, 220 m, 1-X-1981, A. Crespo & L. G. Sancho (MAF Lich.).

***Lasallia hispanica* (Frey) Sancho & Crespo**

ESPAÑA

MADRID: Sierra de Guadarrama, Miraflores de la Sierra, 1820 m, 30TVL300201, 27-IX-1986, M. C. Reyes & L. Balaguer (MAF Lich.); Navacerrada, 1600 m, 30TVL146120, 11-X-1986, M. Burgos & L. Balaguer (MAF Lich.); ibídem, 1670 m, 30TVL149122; ibídem, 1710 m, 30TVL153122; ibídem, 1820 m, 30TVL153126; ibídem, 1960 m, 30TVL160149; ibídem, 2190 m, 30TVL169155.

***Lasallia pustulata* (L.) Mérat**

ESPAÑA

MADRID: Sierra de Guadarrama, Miraflores de la Sierra, 1240 m, 30TVL337194, 27-IX-1986, M. C. Reyes & L. Balaguer (MAF Lich.); ibídem, 1540 m, 30TVL311200; ibídem, 1740 m, 30TVL304202; ibídem, 1820 m, 30TVL300201; Navacerrada, 1510 m, 30TVL143115, 11-X-1986, M. Burgos & L. Balaguer (MAF Lich.); ibídem, 1710 m, 30TVL152122; ibídem, 1920 m, 30TVL159148.

Lasallia rossica Dombrovskaja

U.R.S.S.

SIBERIA: Montañas de Putorana, lago Lama, piso alpino, 10-VII-1984, *M. P. Zhurbenko*, Herbarium der Universität, Essen.

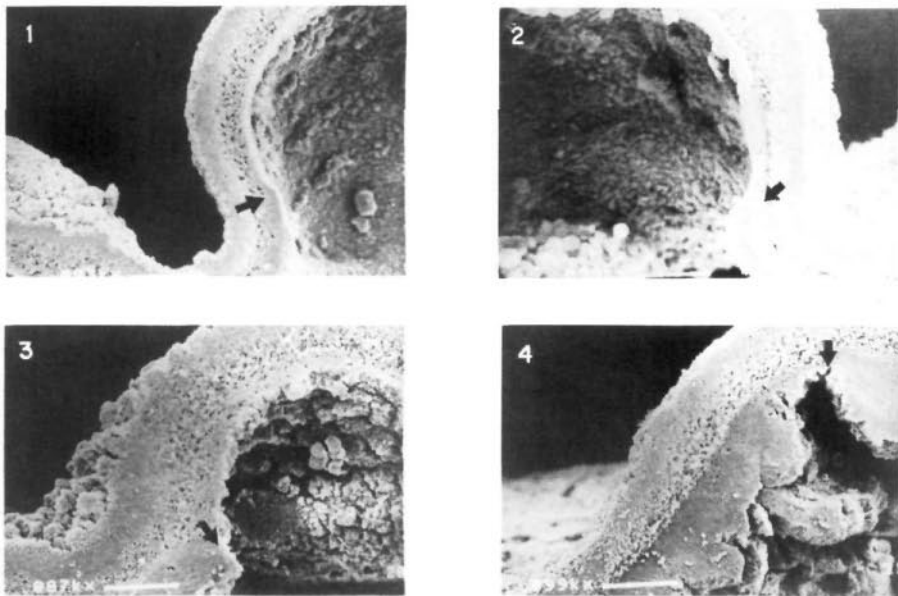
UCRANIA: Irano-Phrankoviensis, distr. Nadvorniensis, montañas de Smotich, 15-VIII-1978, *O. Blum* (6.7.U.).

Se han estudiado cortes transversales y radiales de regiones pustuladas e intermedias de talos pertenecientes a las cuatro especies mencionadas. Las muestras fueron visualizadas y fotografiadas en un microscopio electrónico de barrido (M.E.B.) ISI-SX-25. Previamente fueron deshidratadas siguiendo la técnica del punto crítico (E 3000, Polaron), según COHEN (1979), y metalizadas con oro en atmósfera de argón (190 A, E 5000. C-P53, Polaron).

RESULTADOS

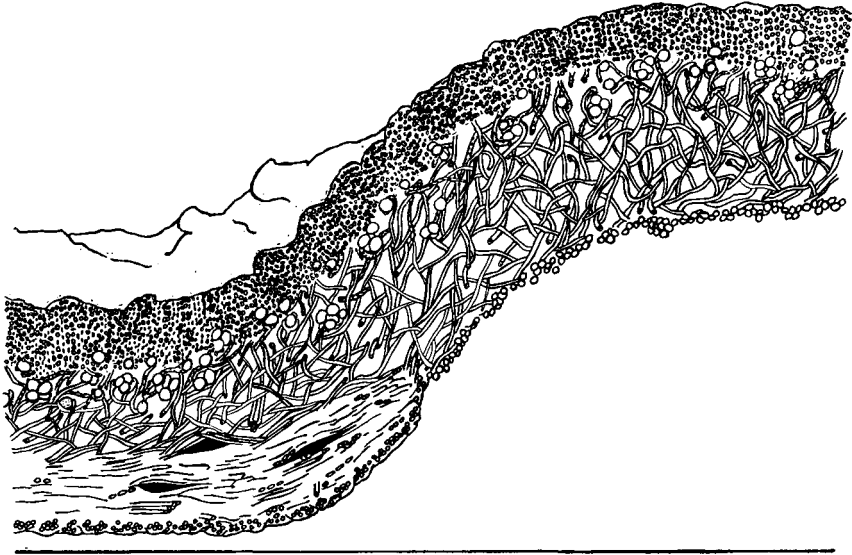
Modelo anatómico del talo pustulado

L. hispanica, *L. pustulata* y *L. rossica* comparten un patrón anatómico común (fig. 5), que podemos expresar a través de la confrontación entre zonas pustuladas (pústulas maduras) e intermedias del talo (figs. 1, 2 y 3; tabla 1).

Escala: ——— 200 μ m

Figs. 1-4.—Transición pústula-región intermedia. (↑) Punto de desaparición de las capas talinas inferiores. Fig. 1.—*Lasallia hispanica* (Frey) Sancho & Crespo. Fig. 2.—*Lasallia rossica* Dombrovskaja. Fig. 3.—*Lasallia pustulata* (L.) Mérat. Fig. 4.—*Lasallia brigantium* (Zschacke) Llano.

5



6

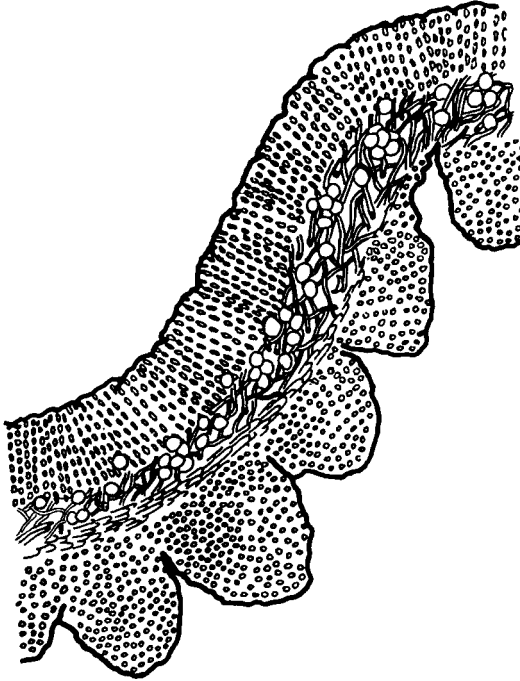


Fig. 5.—Modelo anatómico general. Fig. 6.—Modelo anatómico de *Lasallia brigantium*.

TABLA 1

	Región intermedia Serie 1 (fig. 7)	Pústula Serie 2 (fig. 8)
1. Córtex superior	Paraplectenquimático o algo en empalizada. De grosor variable, 30-90 μm en <i>L. hispanica</i> y <i>L. pustulata</i> , 15-25 μm en <i>L. rossica</i> .	Del mismo tipo, pudiendo apreciarse un ligero adelgazamiento. 25-45 μm en <i>L. hispanica</i> y <i>L. pustulata</i> y 9-19 μm en <i>L. rossica</i> .
2. Capa algal	20-40 μm .	20-40 μm .
3a. Zona medular superior	Aracnoidal laxa, cristalífera. 10-25 μm .	Aracnoidal laxa, cristalífera en la porción más próxima a la capa algal. Fuertemente engrosada: 50-70 μm .
3b. Zona medular inferior	Prosoplectenquimática, densa (= Strangplektenchym, sensu Frey 1936), 50-70 μm .	Ausente.
4. Córtex inferior	Paraplectenquimático, 15-30 μm .	Ausente.
5. Protocórtex	Ausente.	Formado por expansiones papiliformes de las hifas medulares de la capa 3a. 10-20 μm .

Las capas talinas inferiores (córtex inferior y prosoplecténquima) son sustituidas por un "protocórtex", que definimos como una capa continua, bien delimitada, formada por las terminaciones papiliformes individualizadas de las hifas de la zona medular laxa, en disposición uniestratificada o glomerular (figs. 5, 8, 10).

L. brigantium, a diferencia de las anteriores, presenta una caracterización anatómica mucho menos acusada entre las zonas intermedias y pustuladas del talo, si bien comparte con ellas la desaparición de la zona medular inferior (prosoplecténquima), pudiendo permanecer haces de hifas compactadas, más o menos aisladas. La principal divergencia sobre el modelo anatómico general consiste en el grosor y continuidad del córtex inferior. Alcanza en las aréolas espesores de hasta 120 μm , pudiendo observarse en toda la sección pustular, aunque notablemente adelgazado o incluso interrumpido en los intersticios de las aréolas más desarrollados (figs. 4, 6).

Desarrollo pustular

Sobre el modelo anatómico general pueden observarse diferentes estadios de desarrollo que sintetizamos seguidamente.

Estadio inicial (fig. 9a; fig. 10a): Se caracteriza por la aparición de una discontinuidad puntual en el córtex inferior y en el prosoplecténquima, antes incluso de que sea apreciable el abombamiento del talo. Desde los primeros momentos esta ruptura en las capas inferiores va acompañada por la formación de un protocórtex continuo a partir de la zona medular aracnoidal. Posteriormente se observa una fuerte proliferación medular, que coincide con un sensible abombamiento talino.

Estado intermedio (pústula madura) (fig. 8; fig. 9b, c; fig. 10b, c): En una pústula bien desarrollada destaca el importante grosor relativo de la capa medular aracnoidal, lo cual compensa la desaparición del prosoplecténquima y del córtex inferior, de forma que el tamaño de la sección del talo se mantiene más o menos uniforme con respecto a las zonas no pustuladas. El protocórtex reviste de forma

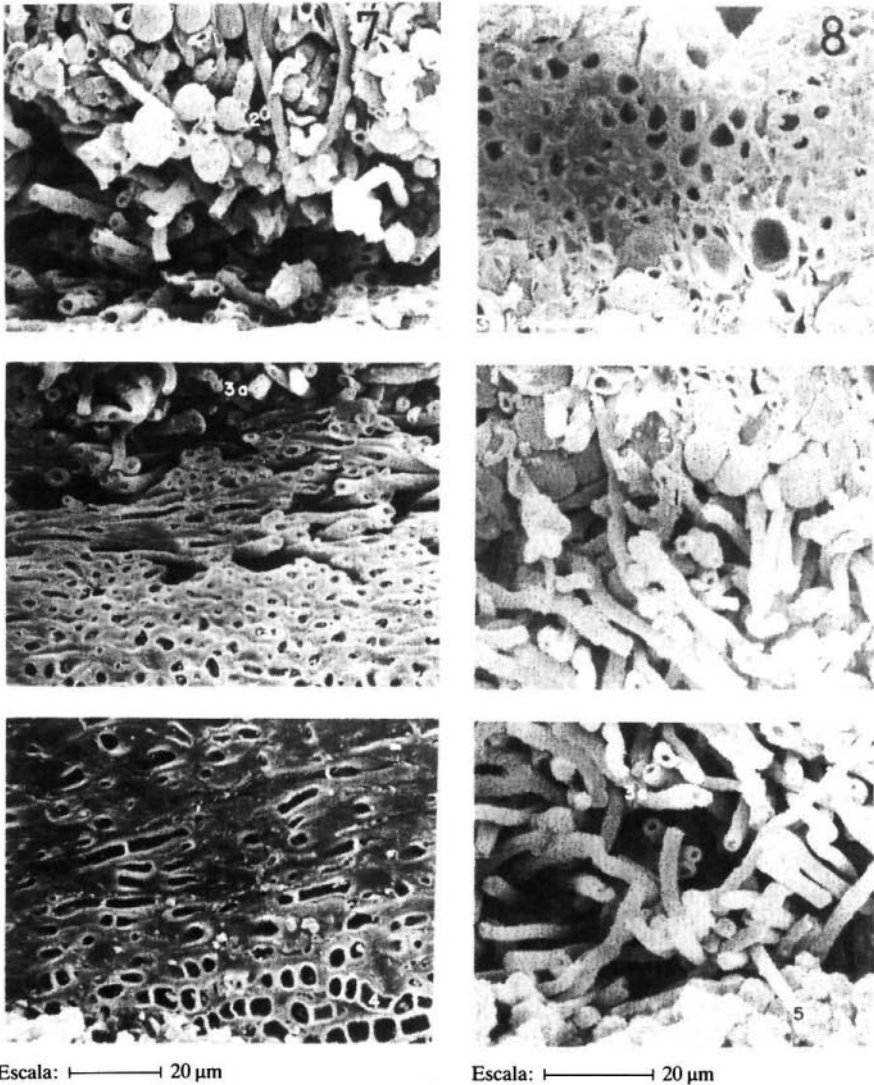


Fig. 7.—Serie 1: *Lasallia hispanica*, región intermedia. Fig. 8.—Serie 2: *Lasallia hispanica*, pústula. 1, córtex superior; 2, capa algal; 3a, zona medular superior; 3b, zona medular inferior; 4, córtex inferior; 5, protocórtex.

continúa la cara inferior de la concavidad de la pústula, la cual contrasta macroscópicamente con el resto de la cara inferior por un aspecto más oscuro y no areolado.

Estadio terminal (fig. 9d; fig. 10d): Un hecho notable es el deterioro final de las pústulas con respecto al resto del talo, y especialmente en comparación con las pústulas maduras. Este fenómeno se concreta en la reconstrucción del córtex inferior a partir del protocórtex y en la compactación medular, sin que por ello las hifas pierdan su disposición aracnoidal. Todo lo cual conduce a un progresivo adelgazamiento del talo.

En nuestras observaciones con el MEB no hemos podido detectar importantes diferencias interespecíficas en la textura de la pared de hifas y algas. Sí se aprecian, sin embargo, algunas variaciones dentro de las diferentes capas del talo. Resulta especialmente destacable la rugosidad de las hifas medulares que se intercalan o contactan con los grupos de algas (figs. 5, 6, 7, 8). El conspicuo depósito de cristales refringentes con la luz polarizada observable al microscopio óptico inmediatamente por debajo de la capa algal, parece estar directamente relacionado con la distribución de estas hifas rugosas.

Coincidimos con las apreciaciones de otros autores (GREENHALGH & ANGLESEA, 1979; SCOTT & LARSON, 1984), en cuanto a la intrusión de hifas en el interior de apretados grupos de aplanósporas, en las cuatro especies investigadas.

DISCUSIÓN

Las pústulas en las especies estudiadas del género *Lasallia* se comportan como estructuras dinámicas cuya anatomía evoluciona durante su desarrollo, pudiendo caracterizarse distintos estadios de madurez y funcionalidad (figs. 9, 10).

Las pústulas tempranas o maduras poseen una anatomía claramente diferenciada de las regiones intermedias del talo. Destaca especialmente la desaparición en todos los casos de la zona inferior medular (prosoplectenquimática) y, salvo en *L. brigantium*, también del córtex inferior (figs. 1, 2, 3, 4). Esta desaparición va acompañada de una fuerte proliferación de la zona medular superior (plectenquimática aracnoidal), que compensa e incluso supera la ausencia de las capas inferiores.

El protocórtex aparece como una estructura de transición hacia la formación de un nuevo córtex inferior dinámicamente relacionado con la médula aracnoidal (fig. 9c, fig. 10c). Lo cual sugiere cierta semejanza con lo descrito para las cifelas de *Sticta sylvatica* (JAHNS, 1973).

La formación de las pústulas como convexidades en la cara superior puede ser debida a la mayor velocidad de crecimiento en zonas concretas del talo, de la zona medular aracnoidal, a la que se opone la mayor rigidez de la zona medular prosoplectenquimática.

En el estadio terminal de las pústulas de *L. pustulata*, *L. hispanica* y *L. rossica* experimentan un notable adelgazamiento en su sección, como consecuencia del empaquetamiento de las hifas medulares, unido a la reconstrucción del córtex inferior y a una apreciable disminución en la densidad de las células algales. Todo ello puede entenderse como un envejecimiento prematuro de estas zonas en relación con el resto del talo. Su fragilidad conlleva en muchas ocasiones la rotura final de la pústula.

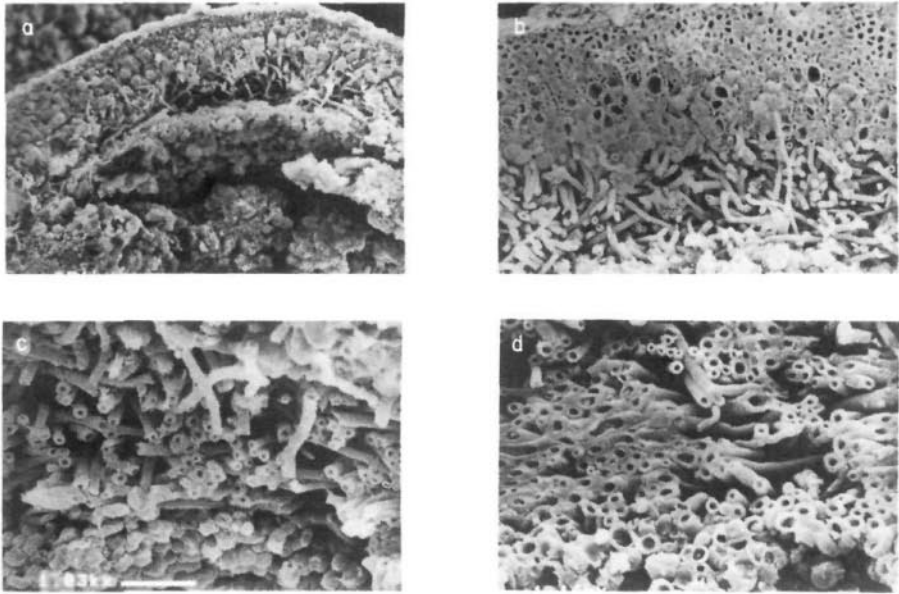


Fig. 9.—Distintas fases del desarrollo pustular: a, estadio inicial ($\times 251$); b, pústula madura ($\times 490$); c, detalle del protocórtex ($\times 1030$); d, reconstrucción del córtex inferior a partir del protocórtex en el estadio terminal ($\times 1160$).

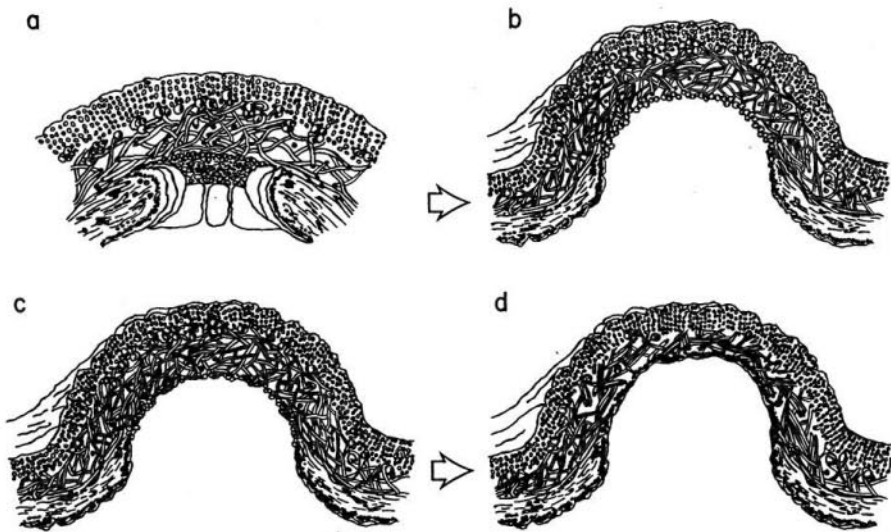


Fig. 10.—Modelo general de desarrollo pustular: a, estadio inicial; b, estadio intermedio (pústula madura); c, transición hacia el estadio terminal; d, estadio terminal.

El córtex inferior y la zona medular contigua, prosoplectenquímica, parecen ser un serio obstáculo para el intercambio gaseoso a través de la cara inferior del talo, dado el alto grado de gelatinización de los paquetes de hifas en estas capas. En la pústula estas estructuras son sustituidas por un tenue protocórtex y una zona medular aracnoidal laxa. Esta diferenciación anatómica tendría una función encaminada a favorecer el intercambio gaseoso entre la capa algal y un microambiente propicio resguardado en el interior de la concavidad pustular.

La excepción que con respecto al modelo anatómico general representa *L. brigantium* coincide con su no menos excepcional autoecología y distribución. Este endemismo corso-sardo presenta una distribución relictica absolutamente ligada a las zonas costeras, sujetas al influjo de la maresía (SANCHO & CRESPO, 1989). La menor diferenciación de las pústulas de *L. brigantium* podría relacionarse con su fuerte estenoicidad. Por otra parte, un hábitat tan favorable desde el punto de vista hídrico compensaría las dificultades que para el intercambio de agua supone la presencia de un córtex inferior y superior particularmente gruesos.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos manifestar nuestra gratitud al Prof. Dr. J. Poelt y al Prof. Dr. G. B. Feige por los pliegos de *L. rossica* facilitados para este estudio. Nuestro agradecimiento también al Dr. E. Manrique por su continuo asesoramiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COHEN, A. L. (1979). Critical point drying. Principles and procedures. *Scanning Electron Microscop.* 2: 303-323.
- DOMBROVSKAJA, A. V. (1978). De *Lasallia rossica* Domb. Specie lichenis nova ex U.R.S.S. et taxis eius notula. *Bot. Žurn. SSSR* 63(2): 176-189.
- FREY, E. (1931). Weitere Beiträge zur Kenntnis der Umbilicariaceen. *Hedwigia* 71: 94-119.
- FREY, E. (1933). Umbilicariaceae. In: *Rabenhorst's Kryptogamenflora* 2. Aufl. 9. IV Abt. I. Hälfte: 203-426. Leipzig.
- FREY, E. (1936). Vorarbeiten zu einer Monographie der Umbilicariaceen. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 45: 198-230.
- FREY, E. (1949). Neue Beiträge zu einer Monographie des Genus *Umbilicaria* (Hoffm.) Nyl. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 59: 427-470.
- FREY, E. (1977). Die Gattung *Lasallia* (Umbilicariaceae). In: J. Poelt (Ed.), *Flechten des Himalaya*, 13. *Khumbu Himal.* 6: 387-395.
- GRENNHALGH, G. N. & D. ANGLESEA (1979). The distribution of algal cells in lichen thalli. *Lichenologist* 11(3): 293-305.
- JAHNS, H. N. (1973). Anatomy, Moepology and Development. In: V. Ahmadjian & M. E. Hale (Eds.), *The Lichens*: 3-58. New York.
- KROG, H. (1987). *Lasallia pertusa* (Rass.) Llano new to Europe. *Lichenologist* 19: 211-212.
- LLANO, A. (1950). *A monograph of the lichen family Umbilicariaceae in the Western Hemisphere*. Office of Naval Research. Dpt. of the Navy. Washington.
- NIMIS, P. L. & J. POELT (1987). The lichens and lichenicolous fungi of Sardinia (Italy). *Stud. Geobot.* 7(Suppl. 1): 1-269.
- POELT, J. & A. VEZDA (1977). Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. *Erganzungsheft I. Bibliot. Lichenol.* 9.
- SANCHO, L. G. & A. CRESPO (1989). About *Lasallia hispanica* (Frey) Sancho & Crespo and related species. *Lichenologist*. 21: 45-58.
- SCOTT, A. G. & D. W. LARSON (1984). Comparative morphology and fine structure of a group of *Umbilicaria* lichens. *Canad. J. Bot.* 62(9): 1947-1964.