

**LOBARIA VIRENS (WITH.) J. R. LAUNDON, LIQUEN
AMENAZADO EN EUROPA, BIOINDICADOR DEL
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES, EN LA
SIERRA DEL SUEVE (ASTURIAS)**

EVA BARRENO¹
JOSÉ REIG ARMIÑANA¹
FRANCISCO GARCÍA-BREIJO²
JUAN S. ÁLVAREZ-ASPRA³

Barreno, E., J. Reig Armiñana, F. García-Breijo y J.S. Álvarez-Aspra. 2009.- *Lobaria virens* (With.) J. R. Laundon, liquen amenazado en Europa, bioindicador del estado de conservación de los bosques, en la Sierra del Suevo (Asturias). *Bol. Cien. Nat. R.I.D.E.A.* 50:343-354.

RESUMEN: *Se cita por primer vez Lobaria virens en la Sierra del Suevo (Asturias, España). Muchas de las poblaciones fueron recolectadas en un bosque de hayas bien conservado, orientado al mar cantábrico, entre los 350 y 650 m de altitud, estando los individuos bien desarrollados en los hábitats adecuados. Además de una descripción de la anatomía y morfología de los talos y del desarrollo de cefalodios, se incluyen algunas imágenes al microscopio y observaciones sobre su comportamiento bioindicador. No menos importante ha sido el descubrimiento de abundante cefalodios al comienzo de su desarrollo en la cara inferior del talo, lo que constituye una interesante novedad, por lo que se propone el uso de materiales frescos durante las revisiones taxonómicas. Esta especie es rara y está incluida en numerosas Listas Rojas Europeas como "extinta" o "extremadamente amenazada". Lobaria virens es un excelente bioindicador de bosques viejos y bien conservados y se puede asegurar que el hayedo de la Viescona es un raro ejemplo de la continuidad ecológica en la España Atlántica cercana a pueblos*

-
- 1 Universitat de València, ICBIBE- Jardí Botànic, Fac. C. Biològiques, C/ Dr. Moliner 50. 46100-Burjassot, Valencia
barreno.eva@gmail.com
- 2 Universidad Politécnica de Valencia. Dpto. Ecosistemas Agroforestales. Camino de Vera s/n. 46020-Valencia.
- 3 ASPRA Recursos Naturales S.L., Colunga (Asturias)

y zona costera. Pero necesitamos dar la voz de alarma acerca de los daños mostrados por el talo en zonas de aprovechamiento ganadero.

PALABRAS CLAVE: Líquenes. *Lobaria virens*. Anatomía. Morfología. Bioindicador. Bosques bien conservados. Sierra del Suevo. Principado de Asturias.

BARRENO, E., J. REIG ARMIÑANA, F. GARCÍA-BREIJO & J.S. ÁLVAREZ-ASPRA, 2009.- *Lobaria virens* (With.) J. R. Laundon, lichen threatened in Europe, biological indicator of forest conservation status, in the Suevo Mountain range (Sierra del Suevo, Asturias). *Bol. Cien. Nat. R.I.D.E.A.* 50:343-354.

ABSTRACT: *Lobaria virens* is reported from the Sierra del Suevo (Asturias, Spain) for the first time. Most of the populations were collected in a well preserved beech forest, faced to the Cantábrico Sea, between 350-650 m altitude, being the individuals well developed in the appropriated habitats. A description about the morphology and anatomy of thalli and the development of cephalodia is provided, including some microscopic pictures and remarks on bioindication aspects. Not less important has been the founding of abundant cephalodia at the beginning of its development on the lower side of the thalli which constitutes an interesting novelty, the use of fresh material while doing taxonomic revisions is suggested. This species is rare and included in several European Red Lists as «extinct» or «extremely threatened». From the information given by the sensitive *L. virens*, which is an excellent bioindicator of old and well preserved forests, it can be asserted that La Viescona beech forest is a rare example of ecological continuity in atlantic Spain, close to villages and the seashore. But, we need to raise the alarm about the symptoms of injury showed by the thalli in the livestock crossing sites.

KEY WORDS: Lichens. *Lobaria virens*. Anatomy. Morphology. Bioindicador. Well preserved forest. Sierra del Suevo. Principado de Asturias.

Introducción

La realización de los proyectos de investigación que llevamos a cabo sobre fotobiontes trebouxioides requiere el muestreo de diversas especies de líquenes tanto en ecosistemas sometidos al impacto de contaminantes como en otros bien conservados. En el oriente asturiano hay fantásticas sierras paralelas a la línea de costa, como la del Suevo, que cuenta con el hayedo situado a menor altitud y próximo a la costa de la España atlántica, además de una magnífica representación de bosques de tejos que nunca han sido estudiados por liquenólogos. En esta sierra hay cuencas de pequeños ríos que tienen especiales condiciones ambientales, como el Espasa, conocidas por ser refugio de helechos y briófitos tropicales (SIAPA). Barreno & Pérez-Ortega (2007) pusieron de manifiesto el desconocimiento sobre la flora líquénica de estos enclaves y la posibilidad de que albergaran restos de la flora terciaria previa a las

glaciaciones o de los avances y retrocesos interglaciares (migraciones) puesto que los otros organismos estudiados ya lo parecían indicar. Se hizo un diseño muestral para recolectar en la Sierra del Suevo, por tratarse de un territorio con especiales características bioclimáticas, fisiográficas y de vegetación, así como por la aparente ausencia de impactos de contaminantes en su cara norte.

Lobaria virens (With.) J. R. Laundon es un taxon subtropical, muy escaso y de importancia biogeográfica y bioindicadora (Nimis & Martellos 2008), extinguida o en peligro crítico en muchos países europeos (Scheidegger & Clerc 2002, Fischer & Killmann 2008) y extremadamente sensible a cualquier alteración ambiental. Las observaciones previas de VM. Vázquez (RIDEA, Oviedo), permitieron detectar varias poblaciones del taxón en estas sierras. Por ello, se decidió estudiarlo para conocer la estructura génica de sus poblaciones, compararla con las de otros territorios, conocer los óptimos de intensidad lumínica para la fotosíntesis y realizar extracciones de los fotobiontes para su propagación "in vitro".

El género *Lobaria* es un buen ejemplo de la elevada complejidad estructural que pueden alcanzar los talos líquénicos, ya que tienen dos tipos de fotobiontes: a) el primario, algas verdes, que se localiza en la capa situada inmediatamente debajo del córtex y ocupa la misma superficie que el talo y b) el secundario, cianobacterias de color verde-azulado que se encuentran encerradas en estructuras especializadas llamadas cefalodios. Las cianobacterias pertenecen a los géneros *Nostoc* o *Scytonema*. De los aproximadamente 15.000 líquenes conocidos, sólo 520 tienen cefalodios (Jahns 1988; Purvis *et al.* 1992). Las especies europeas de *Lobaria* están consideradas como muy sensibles a las alteraciones antropogénicas (Scheidegger & Clerc 2002, Barreno, Nimis & Martellos 2008). Barreno (2004) sugiere que esta sensibilidad podría estar relacionada, no solo con la alteración de las condiciones lumínicas de los bosques manejados sino con el impacto de la deposición nitrogenada. Estos líquenes tienen cianobacterias fijadoras de nitrógeno junto con las algas verdes, todas ellas fotosintéticamente activas; ese fino equilibrio funcional y simbiogenético de los talos podría romperse fácilmente si, por acumulación, el ciclo del nitrógeno está alterado en los sistemas forestales. De hecho, en la Reserva Natural Integral de Muniellos, Pérez-Ortega & Barreno (2003, 2005, 2007) proponen una explicación similar después de analizar la llamativa escasez de conjuntos de especies eutróficas en ese área y que, sin embargo, son tan comunes en la mayor parte de los bosques sometidos a intensas prácticas silvoforestales.

Los talos simbióticos de los líquenes son muy susceptibles a los cambios en sus hábitats y está ampliamente demostrado que los líquenes son los más rápidos y finos bioindicadores de la presencia de alteraciones ambientales producidas por las intervenciones antrópicas. Pueden detectar las primeras señales de alarma

-por contaminación, explotaciones forestales o agrícolas o por cambio global- en los sistemas naturales y, también, las de recuperación de estos impactos (Hawsworth & McManus 1989; MOEBIOS FP6-UE; Barreno 2002).

Los bosques maduros y antiguos -bien estructurados, con “continuidad ecológica”-, no fragmentados, albergan conjuntos de especies de líquenes que son raras o están ausentes en los estadios juveniles de los mismos o en los que se han realizado aprovechamientos intensivos. Los resultados obtenidos con el uso de los líquenes como biomonitores espacio-temporales de las condiciones ambientales están refrendados por varios proyectos de la UE, p. ej., BioASSESS, que ha sentado las bases metodológicas en el uso de los líquenes para predecir la biodiversidad general en los bosques de toda la UE (Bergamini *et al.* 2005; Stofer *et al.* 2006) y para la implementación, de prácticas en la conservación de especies y hábitats, evaluaciones de los riesgos o amenazas y en la toma de decisiones para la gestión de espacios naturales.

El Territorio

La Sierra del Suevo se sitúa en la zona costera centro – oriental asturiana, entre los concejos de Caravia, Colunga, Parres y Piloña. Parte desde prácticamente el nivel del mar (en torno a los 50 msnm) en su punto más bajo hasta los 1161 msnm del Picu Pienzu, extendiéndose a lo largo de unos 12 km de longitud con dirección Nordeste – Suroeste a lo largo de unos 80 Km². En la vertiente norte son frecuentes los valles profundos con pendientes de fuerte inclinación, de insolación reducida, que reciben la influencia de los frentes oceánicos y, debido al efecto barrera de la sierra, la frecuencia de nieblas es muy alta. En un valle –la Viescona (o Biescona)– que forman la confluencia de la Sierra del Fitu y la Sierra del Suevo, en la ladera del Pico Babú y cercano al mar, se conserva un hayedo bien conservado entre los 200-500 msnm. La zona oriental, donde se sitúa la Sierra del Suevo, está constituida por unidades con estructuras y litologías heterogéneas. Aunque predominan las rocas calcáreas Carboníferas y de Montaña, con modelado kárstico lleno de dolinas, lapiazes o valles ciegos; también son frecuentes las cuarcitas y pizarras ordovícicas (Aramburu y Bastida 1995).

Según Díaz-González y Fernández-Prieto (1994, 2007), el territorio se encuadra biogeográficamente en la región Eurosiberiana, provincia Cántabro-Atlántica, sector Galaico-Asturiano, Subsector Ovetense. Como no existen estaciones de registro meteorológico es imposible describir la bioclimatología de esta sierra. Simplemente señalar que en la estación meteorológica más cercana: Lastres, al borde del mar, el índice de termicidad es de 343 que la sitúa en el piso termocolino. En cuanto a la pluviometría, tiene un ombroclima húmedo su-

perior -al igual que algunas localidades montanas en las cuales domina el haya- por lo que no se puede descartar que el ombroclima del hayedo de la Viescona sea algo más elevado que el de la citada localidad. El entorno del trabajo se ha centrado en el hayedo eutrofo, bien conservado, situado entre los 300 y los 500 msnm aproximadamente, a caballo entre las calizas de montaña y las cuarcitas ordovícicas, encontrando dentro de él zonas con *Mercurialis perennis* -como bioindicador de suelos básicos- y zonas con *Vaccinium myrtillus*, como indicador de suelos ácidos. Dentro del bosque, además de *Fagus sylvatica* L. hay otros árboles como *Quercus robur* L., *Quercus pyrenaica* L., *Ulmus glabra* Huds., *Fraxinus excelsior* L., etc., muchos de ellos con *Hedera helix* L. de gruesos troncos. Díaz-González y Fernández-Prieto (1994) consideran que se trata en realidad de una faciación del típico bosque mixto colino en situaciones de ombroclima hiperhúmedo. Cerca hay una formación de tejos, *Taxus baccata* L. y castaños de notable valor. Algunos de los helechos reseñados para la zona como *Stenogramma pozoii* (Lag.) Iwatsuki, *Trichomanes speciosum* Willd. o *Woodwardia radicans* (L.) Sm. son de óptimo tropical o macaronésico.

Material y Métodos

Se recolectaron diversas poblaciones de *Lobaria virens* en el Paisaje Protegido de la Sierra del Sueve, paraje de la Viescona (Caravia, Colunga, Asturias) epifitas sobre *Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L., *Ulmus glabra* Huds., *Hedera helix* L. y *Castanea sativa* Miller. Los ejemplares se secaron en condiciones ambientales, protegidos de la iluminación directa y, antes de 72 h, se conservaron y mantienen a -20°C en el laboratorio de Liquenología de la Universitat de València. De esta forma se puede conservar adecuadamente (Honegger 1999) para realizar los estudios moleculares, fisiológicos y para el aislamiento de fotobiontes posteriormente algunas muestras serán incluidas en el herbario VAL-Lich y se enviarán duplicados al FCO.

Anatomía: se seleccionaron varios fragmentos de distintos talos que contuviesen cefalodios y se fijaron separadamente en fijador Karnosky al 4 % durante 6 horas. Posteriormente se lavaron con tampo fostato 0.1 M pH 7.6. Algunos fragmentos, después de ser deshidratados mediante series de etanol, se incluyeron en resina LR White® médium grade (London Resin Company). Algunos de los bloques obtenidos se cortaron con un ultramicrotomo Nova LKB Bromma mediante cuchillas de diamante DIATOME Histo 45° para las secciones semifinas (1.5 µm) y teñidas con azul de toluidina 0,1% (Figs. 3, 5, 6). Además, otros bloques se cortaron con un microtomo de congelación Leica CM1325, en secciones de 15 µm y se tiñeron con safranina y verde rápido (Johansen, 1945) y se montaron en Eukitt®.

Estos cortes se observaron con un microscopio Olympus AX-70 y se fotografiaron con una cámara digital Infinity 2-3C (Lumenera Corporation). Las imágenes macroscópicas se tomaron con una cámara Canon EOS 40D con óptica Canon EF 100 mm f/2.8 USM Macro Autofocus (Fig. 1).

Especímenes estudiados:

ASTURIAS: **Caravia**. Sierra del Sueve, Hayedo de la Viescona, sobre *Ulmus glabra* Huds., 420 m. N 43° 26' 10»; W 5° 12' 45» 27/08/2008, E. Barreno & JS. Álvarez-Aspra; *ibid.* sobre *Fagus sylvatica* L., 442 m. N 4811566 E 320861* y 430 m. N 4811539 E 320722*. 20/11/2008 JS. Álvarez-Aspra; *ibid.* sobre *Quercus robur* L., 475 m. N 4811626 E 320794* y 477 m. N 4811637 E 320805* y 432 m. N 4811544 E 320767* 20/11/2008, JS. Álvarez-Aspra; *ibid.* sobre *Quercus robur* L. y *Hedera helix* L., 460 m. N 4811634 E 320703* y 484 m. N 4811642 E 320779* y 484 m. N 4811642 E 320774* y N 4811660 E 320790* y 484 m N 4811660 E 320790* y 480 m. N 4811629 E320803*, 20/11/2008, JS. Álvarez-Aspra; **Colunga**, Sierra del Sueve, la Cordobana, próximo al bosque de *Taxus baccata* L., sobre *Castanea sativa* Miller, 625 m. N 43° 26' 55»; W 5° 14' 55». (*) coordenadas UTM tomadas con GPS Datum European 50.

Resultados y Discusión

Lobaria virens (With.) J.R. Laundon encontrados en la S^a del Sueve tienen las características macroscópicas y anatómicas que se describen a continuación porque se hacen a partir de material fresco, no de pliegos de herbario. Talos con cara superior mate, gris verdoso, glauco o parduzco en seco, en húmedo verde intenso muy vivo; lisa y ± brillante, en las zonas más centrales del talo puede estar algo arrugada; sin isidios, soredios o cefalodios. Talos finos, ± rígidos, de consistencia papirácea, de hasta 15 cm, bastante adheridos al sustrato, formando rosetas; lóbulos de 4–12 mm de ancho, ápices redondeados, recortados, ondulados, a veces con foliolos marginales; hacia el centro se superponen e imbrican. Cara inferior beige o castaño muy claro, cubierta por un tomento uniforme. Apotecios frecuentes con los discos rosa anaranjado o salmón intenso- Médula P-, K ± amarillo, KC ± rosa. (Figs. 2,4) y también internos en el talo (Figs. 3,4). Los cefalodios (Cf) externos, al comienzo del desarrollo, tienen forma de pequeñas verrugas rodeadas por una gruesa envuelta mucilaginosa en la cara inferior (Figs. 2); en ocasiones, aparecen en la superior donde pueden sobresalir ligeramente y llegar a desaparecer, dejando un hueco (Fig. 1). El córtex superior (Cs) es paraplectenquimático bien organizado (Figs. 3,4,6), con las hifas fuertemente adheridas, que pueden contener algo de protoplasto o estar vacías. Por debajo está la capa de fotobiontes primarios (Fb), algas verdes del género *Dyctiochloropsis* (Fig. 6), organizadas en unas 6-10 filas con pocas hifas (Figs. 3,4,6). Inmediatamente debajo o intercalados se encuentran grupos de hifas características relacionadas con los primordios de apotecios. La médula (M) está formada por un conjunto de hifas

dispuestas de forma laxa, plecténquima aracnoide, que dejan muchos espacios vacíos para la circulación de gases y agua (Figs. 4,6). El córtex inferior (Ci) es también paraplectenquimático, pero más fino que el superior, que en ocasiones se desorganiza o casi llega a desaparecer. Algunas de las células del córtex inferior (Figs. 4,5), se alargan y originan un tomento (To) abundante o verdaderas rizinas (Ri). La abundancia de cefalodios, ha permitido estudiarlos en distintas etapas de la ontogenia, comienzan su desarrollo en la cara inferior, a través del tomento luego se organizan en el interior del talo donde son frecuentes. Los jóvenes son globosos con cadenas de *Nostoc* ± organizadas en el interior y rodeadas por una envuelta de hifas de pared densa (Fig. 3,4) fácilmente distinguibles de las de la médula. Los maduros tienen las cianobacterias agrupadas en paquetes a consecuencia de la separación realizada por varios paquetes de hifas que se insertan y ramifican (Hf) en el interior, dando el aspecto cerebriforme al que deben su nombre (del griego $\chi\epsilon\phi\alpha\lambda\alpha$ = cabeza, cerebro) (Fig. 4). Desde una perspectiva ecofisiológica, estos cordones hifales podrían interpretarse como un mecanismo optimizado que favorecería tanto el aporte de agua a las cianobacterias como el intercambio de N en estos complejos microecosistemas que son los talos liquénicos.

Aunque *Lobaria virens* es un taxón bien conocido, los cefalodios no aparecen referenciados ni en su descripción original ni en la tipificación realizada por Laundon (1984) ni en el trabajo monográfico de las Lobariaceae españolas (Burgaz & Martínez 1999, 2003). Schumm (2003) en su clave de las especies europeas de *Lobaria* incluye el carácter pero de forma superficial; Pérez-Ortega & Barreno (2003) encuentran abundantes cefalodios en ejemplares de la riberas del río Tablizas (Reserva de Muniellos) y los destacan como novedad, puesto que era la única especie en la que nunca se hacía mención de ellos. Pérez-Ortega, Reig-Armiñana & Barreno (2004) hacen un primer estudio anatómico, pero es en este trabajo donde se ha podido observar adecuadamente la ontogenia del desarrollo.

Es probable que no hayan sido detectados por el resto de autores porque, cuando ya los talos se han deshidratado, es difícil observar las distintas fases, unido al hecho de que muestran cierto parecido con los primordios de los apotecios. (Figs. 2,3), a través del denso tomento de la cara inferior. Esta abundancia no ha sido nunca detectada en los numerosos pliegos de herbario que se han estudiado, se puede dar como hipótesis que o bien ésta es una característica de las poblaciones de esta Sierra y de sus condiciones ambientales, o que al pasar mucho tiempo deshidratados en los herbarios, desaparecen la mayor parte de los agregados de cianobacterias que inician externamente el proceso de migración hacia el interior. Quedarían, por tanto, mejor conservados los desarrollados en el interior de los talos, hecho que puede relacionarse con

la fisiología de los cianolíquenes que requieren del agua líquida para obtener rendimientos fotosintéticos netos positivos (Lange 2000). Así pues, cuando se trate de macrolíquenes con dos tipos de fotobiontes, los estudios deberían realizarse sobre material lo más fresco posible, como ha sido en este caso.

Lobaria quercizans Michx. que comienzan su desarrollo por la cara inferior y lo terminan proyectándose muy ligeramente por la cara superior, del tipo denominado por Jordan (1970) “cefalodios inferiores internos”, el cual supone que este tipo de desarrollo de los cefalodios pudiera deberse a la dificultad que opone una capa de fotobiontes algales gruesa y continua, como es el caso de los talos de *Lobaria virens*. Sin embargo, los constantes cordones de hifas ramificados entre los grupos de cianobacterias, puede ser un buen carácter para diferenciar estos cefalodios de los descritos por Jordan (1970) en *L. quercizans* y otras especies de *Lobaria* en Norteamérica y Europa.

Conviene destacar que muy recientemente Fischer & Killmann (2008) han publicado un reciente descubrimiento de una población de 46 ejemplares de este líquen en la cuenca del Rin, lo que ha supuesto un verdadero hallazgo para Alemania, donde se había dado por desaparecida desde hace 100 años. Scheidegger & Clerc (2002) hacen unas tablas de síntesis sobre las especies más amenazadas en Europa, inferidas a partir de los datos aportados por las distintas Listas Rojas de varios países, en ellas *Lobaria virens* aparece como desaparecida de Alemania, Holanda, Austria y Suiza y al borde de la extinción en Italia y Suecia.

La relativa frecuencia y densidad de ejemplares (un centenar) de *Lobaria virens* en la S^a del Suevo, eso sí localizados en enclaves bien delimitados, y el hecho de que se desarrollen sobre diversos forófitos nos permite sugerir que este Paisaje Protegido (LIC) es un verdadero “hot spot” o punto caliente de conservación de bosques en el contexto europeo. También permite inferir un débil impacto de contaminantes, sin embargo, los talos situados en árboles por donde se conduce al ganado hacia los pastos de las brañas, muestran claros síntomas de deterioro. Esta especie y otras que también aparecen -como *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.- solo cuando los bosques están bien estructurados y han tenido continuidad espacial y temporal, son bioindicadoras de primer orden de estas características de los ecosistemas (Longán 2006).

Por tanto, estos líquenes deberían tomarse en consideración para prácticas sobre la conservación de especies y hábitats, evaluaciones de los riesgos o amenazas y en la toma de decisiones para la gestión de espacios naturales o en los informes de impacto ambiental (Longán 2006). Por ejemplo, en este caso, deberían regularse los pasos de la ganadería y el manejo forestal en ese entorno, puesto que todas estas especies y sus comunidades (*Lobaria pulmonariae*) nunca aparecen en árboles aislados. Estos enclaves de la Sierra del Suevo tienen un valor

ecológico de primer orden y son verdaderos relictos de lo que debieron ser los bosques en estas montañas del litoral cantábrico y albergan especies de valor paleoclimático para la biomonitorización de las posibles consecuencias del cambio global sobre la biodiversidad (Saetersdal *et al.* 2004).

Las poblaciones de *Lobaria virens* detectadas en las vertientes norte de la Viescona y el Tejal constituyen por sí mismas un importantísimo dato que caracteriza a los bosques de esas zonas como focos de biodiversidad general y denotan que esos bosques son antiguos y bien conservados (Rose 1992, Nimis *et al.* 2002, Scheidegger *et al.* 2002, Bergamini *et al.* 2005, Stofer *et al.* 2006). Deberían ser tomadas en consideración por el Gobierno del Principado de Asturias, junto con los helechos, para definir una figura de protección adecuada a su importancia biológica, ya que es bastante frecuente que en sistemas forestales, donde las plantas vasculares no sean raras o estén incluidas en las listas rojas de amenazadas, muchos líquenes, briófitos y líquenes sí que lo están (Saetersdal *et al.* 2004).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación de los Proyectos: REN 2003-04465, CGL2006-12917-C02-00 (MEC) y Prometeo 2008/174 (GVA), de los que es IP Eva Barreno. Queremos agradecer a V. M. Vázquez (RIDEA, Oviedo) las informaciones y observaciones de campo que nos permitieron encontrar las poblaciones de *Lobaria virens* y a M. Fernández Crespo (Dpto. Geología, Universidad de Oviedo) por su asesoramiento en los aspectos geológicos.

Bibliografía

- ARAMBURU C Y BASTIDA F. (1995) «*Geología de Asturias*». Ediciones Trea S.L., Gijón.
- BARRENO, E. (2002). «Expression of Interest» de la UE para FP6 2002-2006. Acronym: MOEBIOS. “*Monitoring the effects of global environmental change on the biodiversity of sensitive organisms*”. Towards a Network of Excellence for Europe of Biomonitoring Global Environmental Change. TP 1.6. Sustainable development, global change and ecosystems. <http://eoi.cordis.lu/search_form.cfm.>
- BARRENO, E. & PÉREZ-ORTEGA, S. (2003a). “*Líquenes de la Reserva Natural Integral de Muniellos*”. Cuadernos de Medio Ambiente. Serie Naturaleza 5, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio & KRK Ediciones. Principado de Asturias, 555 pp. 80 láminas en color, Glosario ilustrado. ISBN 84-96119-36. Oviedo
- Barreno, E. (2004). “*Capítulo 9. Hongos simbiotes: Líquenes, Micoficobiosis y Micorrizas*” 309-340, en: Izco, J.: *BOTÁNICA*. Editorial MacGraw-Hill Interamericana, 920 pp., 2ª ed. Madrid.
- BARRENO, E. (2005). “*Lichens as bioindicators of forest health, biodiversity and ecological continuity*”. Workshop 4: Sustainable Development. Forestry Impact and economical use of wild flora. http://www.nerium.net/plantaeuropa/Download/Oral_Presentations/Barreno_p.pdf

- BARRENO, E. & PÉREZ-ORTEGA, S. (2005). "The UNESCO-MAB Reserve of Muniellos (Spain, Asturias), an example of high lichen diversity in Europe and the success of conservation strategies". *Flora Mediterranea* 15: 477-483.
- BARRENO, E. & PÉREZ-ORTEGA, S. (2007). "Líquenes de Asturias: biodiversidad y hábitats registrados". *Actas I Congreso de Estudios Asturianos. BIDEA* (Bol. Ciencias Nat. RIDEA), Actas del I Congreso de Estudios Asturianos 2006, Tomo VI: 163-188. Comisión de Ciencias de la Naturaleza y Tecnología, Oviedo. D.L.: AS. 4281-2007 / ISBN: 978-84-87212-59-2
- BARRENO E, NIMIS PL, & MARTELLOS S (2008) Guida ai più comuni macrolicheni epifiti della Spagna. Guía de los macrolíquenes epifitos más comunes de España. (200 taxones). © 2008 KeytoNature/Dryades Project_UE.
<http://www.dryades.eu/>. http://dbiodbs.units.it:80/carso/chiavi_pub21?sc=243
- BERGAMINI, A.C., SCHEIDEGGER ET AL. (2005). Performance of Macrolichens and Lichen Genera as Indicators of Lichen Species Richness and Composition. *Conservation Biology* 1051-1062.
- BURGAS, A.R. & MARTÍNEZ, I. (1999a). "La familia Lobariaceae en la Península Ibérica". *Botanica Complutensis* 23: 59-90.
- BURGAS, A.R. & MARTÍNEZ, I. (2003). *Flora Liquenológica Ibérica*, Vol. 1 «Peltigerales: Lobariaceae, Nephromataceae, Peltigeraceae»: Sociedad Española de Liquenología, SEL, Universidad de Murcia.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T.E. & J.A. FERNÁNDEZ PRIETO (1994). "El paisaje vegetal de Asturias. Guía de la IX Excursión Internacional de Fitosociología (AEFA)". *Itinera Geobot.* 8: 5-242.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T.E. & J.A. FERNÁNDEZ PRIETO (2007). Biogeografía de Asturias: bases para su actualización. *BIDEA* (Bol. Ciencias Nat. RIDEA), *Actas del I Congreso de Estudios Asturianos 2006*, Tomo VI: Comisión de Ciencias de la Naturaleza y Tecnología, Oviedo. D.L.: AS. 4281-2007 / ISBN: 978-84-87212-59-2
- FISCHER, E. & KILLMANN, D. 2008. Rediscovery of *Lobaria virens* in Germany. *Herzogia* 21: 79-84.
- HAWKSWORTH, D. L. & McMANUS, P. M. (1989) Lichen recolonization in London under conditions of rapidly falling sulphur dioxide levels, and the concept of zone skipping. *Botanical Journal of the Linnean Society* 100: 99-109.
- HONEGGER, R (1999): Long-term in vitro preservation of the symbiotic phenotype of lichen-forming fungi and their photobionts: the impact of different modes of storage on their viability. - In: Anon. (ed.): *International Conference on Lichen Conservation Biology, Licons*. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, Switzerland, pp. 19
- JAHNS, H.M. (1988). *The lichen thallus*. En: M. Galun (ed.): CRC Handbook of Lichenology. Volume I. CRC Press, Inc., Boca Raton, pp. 95-143.
- JOHANSEN, D. A. 1945. *Plant Microtechniques*. New York: McGraw Hill.
- JORDAN, W.P. 1970. The internal cephalodia of the genus *Lobaria*. *The Bryologist* 73: 669-681.
- LANGE, OL (2000): Photosynthetic performance of a gelatinous lichen under temperate habitat conditions: long-term monitoring of CO₂ exchange of *Collema cristatum*. - In:



Fig. 1. Tallo de *Lobaria virens* (With.) J. R. Laundon mostrando apotecios y cefalodios que alcanzan el córtex superior (flechas blancas)

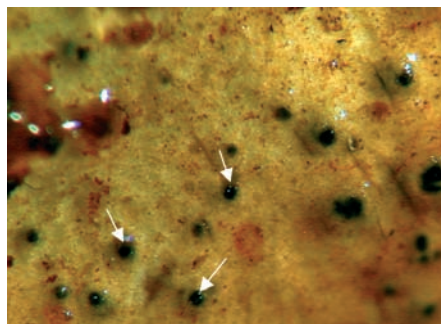


Fig. 2. Cara inferior de *Lobaria virens* mostrando los inicios del desarrollo de los cefalodios con cianobacterias rodeadas de mucílago (flechas)

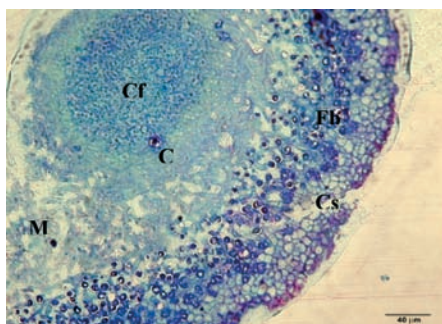


Fig. 3. Detalle de una sección semifina transversal del talo mostrando un cefalodio (Cf) inmaduro rodeado de una capa de hifas más densa (CH), teñido con azul de toluidina. (Cs) córtex superior; (Fb) capa de fotobiontes primarios. (M) Médula. x200

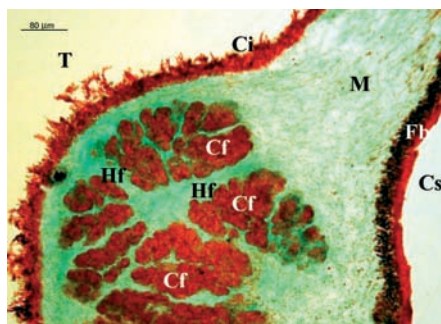


Fig. 4. Sección transversal de cefalodio maduro con cianobacterias del género *Nostoc* (en rojo) atravesadas por grupos de hifas (Hf), con forma de cerebro, (Fb) capa de fotobiontes (To) rizinas, Tomento. Tinción con safranina y verde rápido. x200

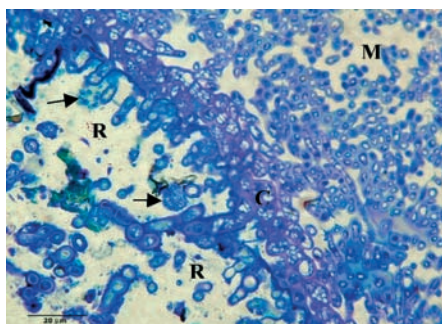


Fig. 5. Sección semifina transversal de un detalle del córtex inferior (Ci) mostrando tomento y ricinas (Ri) y algunas agrupaciones bacterianas de diferentes tipos (flechas). (M) Médula. x1000

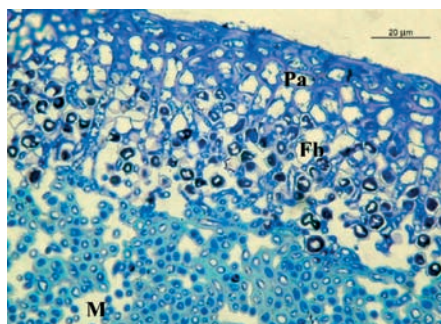


Fig. 6. Sección semifina transversal de un detalle del córtex superior mostrando el paraplecténquima (Pa), la capa de fotobiontes primarios (Fb) y las hifas de la médula (M). x1000

- Schroeter B, Schlenzog M, Green TGA (eds.): *New Aspects in Cryptogamic Research. Contributions in Honour of Ludger Kappen*. Bibliotheca Lichenologica, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, pp. 307-332
- LONGÁN, A. (2006). «Els líquens epífits com a indicadors de l'estat de conservació del bosc mediterrani: Proposta metodològica per als alzinars de Catalunya». Premi Institut d'Estudis Catalans d'Ecologia 2003 (Arxius de les Seccions de Ciències; 137), 633 p. Barcelona.
- NÍMIS, P.L., SCHEIDEGGER, CH. & WOLSELEY, P.A. (2002). "Monitoring with Lichens". NATO Science
- NÍMIS P.L. & MARTELOS, S. (2008): ITALIC - *The Information System on Italian Lichens*. Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4.0/1 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
- PÉREZ-ORTEGA, S., REIG, J. & BARRENO, E. (2004). "The Lichen *Lobaria virens* (With.) Laundon has two Photosymbionts. Morphology and anatomy of its unknown cephalodia". *Abstracts book*. 5-11 de septiembre, *Beograd, XI OPTIMA Meeting*.
- PÉREZ-ORTEGA, S., REIG, J. & BARRENO, E. (2004). "The Lichen *Lobaria virens* (With.) Laundon has two Photosymbionts. Morphology and anatomy of its unknown cephalodia". *Abstracts book*. 5-11 de septiembre, *Beograd, XI OPTIMA Meeting*.
- PÉREZ-ORTEGA, S. & BARRENO, E. (2007). "La Reserva Integral de Muniellos (Asturias) como ejemplo de alta diversidad líquénica y de estrategias para conservación en espacios naturales". *BIDEA* (Bol. Ciencias Nat. RIDEA), *Actas del I Congreso de Estudios Asturianos 2006*, Tomo VI: 189-218. Comisión de Ciencias de la Naturaleza y Tecnología, Oviedo. D.L.: AS. 4281-2007 / ISBN: 978-84-87212-59-2
- ROSE, F (1992): "Temperate forest management: its effects on bryophyte and lichen floras and habitats". - In: Bates, JW., Farmer, AM (eds.): *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Clarendon Press, Oxford, pp. 211-233.
- SAETERSDAL, M.; GJERDE, I; BLUM H.H.; IHLEN. P.G ET AL. (2004). "Vascular plants as a surrogate species group in complementary site selection for bryophytes, macrolichens, spiders, carabids, staphylinids, snails and wood living polypore fungi in a northern forest". *Biological Conservation* 115 (1): 21-31.
- SCHEIDEGGER, C. & CLERC, P. (2002). "*Rote Liste der gefährdeten baum- und erdwohnenden Flechten der Schweiz*". Eidg. Forschungsanstalt WSL, Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève, BUWAL, Bern.
- SCHUMM, F. 2003. Die Flechtengattung *Lobaria* auf Madeira. *Herzogia* 16: 91-112
- SIAPA (2007). <http://tematico.asturias.es/mediambi/siapa/web/espacios/lics/licsuevel/>. Sistema de Información Ambiental del Principado de Asturias, Princast.
- STOFER, S., BERGAMINI, A., ARAGÓN, G., CARVALHO, P., COPPINS, B. J., DAVEY, S., DIETRICH, M., FARKAS, E., KÄRKKÄINEN, K., KELLER, C., LÖKÖS, L., LOMMI, S., MÁGUAS, C., MITCHELL, R., PINHO, P., RICO, V. J., TRUSCOTT, A. M., WOLSELEY, P., WATT, A., Scheidegger, C. (2006). «Species richness of lichen functional groups in relation to land use intensity». *The Lichenologist* 38: 331-353
- VÁZQUEZ, V.M. & A. CRESPO (1978). "Catálogo de los líquenes de Asturias, I. Epífitos". - *Acta Botanica Malacitana* 4: 11-26.