

Síntomas de daños por contaminantes atmosféricos en *Parmelia sulcata* Tayl. en la zona de La Robla (León, España)

Ana Belén Fernández-Salegui (*), Arsenio Terrón (*), Simón Fos (**)
& Eva Barreno (***)

Resumen: Fernández-Salegui, A. B., Terrón, A., Fos, S. & Barreno, E. *Síntomas de daños por contaminantes atmosféricos en Parmelia sulcata* Tayl. en la zona de La Robla (León, España). *Lazaroa* 23: 7-16 (2002).

Se presenta un estudio realizado en los alrededores de la Central Térmica de La Robla (León), en el cual se aporta una escala de Daños Visibles presentes en *Parmelia sulcata* Tayl. que pueden ser causados por el SO₂. Se analizan para tal fin tanto las modificaciones morfológicas, como la presencia y el porcentaje de cobertura en las diferentes localidades muestreadas en el área de estudio.

Abstract: Fernández-Salegui, A. B., Terrón, A., Fos, S. & Barreno, E. *Symptoms of injury by atmospheric pollutants in Parmelia sulcata* Tayl. around of La Robla (León, Spain). *Lazaroa* 23: 7-16 (2002).

This study has been made around the Coal Power Station of La Robla (León). We propose a scale of visible injury on *Parmelia sulcata* Tayl., that can be caused by SO₂ immissions. We analyse morphological changes, as wells as the frequency and cover of thalli within a sampling grid in several localities of the study area.

INTRODUCCIÓN

Los efectos producidos por la contaminación atmosférica sobre los líquenes, y en particular sobre los epífitos, quedan reflejados tanto en las variaciones de la composición de la comunidad como en la acumulación de sustancias contaminantes y en modificaciones morfo-estructurales, como se ha podido constatar tanto en experiencias de campo como de laboratorio (NIMIS & *al.*, 1989).

La mayor parte de dichas modificaciones no dependen tanto de un episodio agudo de contaminación, salvo en fenómenos de naturaleza catastrófica, como del nivel medio de contaminación en períodos más o menos largos, según el tipo de organismo (NIMIS & *al.*, 1989).

La respuesta ofrecida por las diferentes especies va a depender de la capacidad de cada una de ellas a la hora de amortiguar los efectos de la contaminación y de la tolerancia a la misma, por lo que cada especie va a mostrar distinta sensibilidad (HAWKSWORTH & ROSE, 1976).

En los últimos 50 años, ha sido objeto de una especial preocupación la relación causa-efecto, que va a dar lugar a la desaparición y/o malformaciones de determinadas especies líquénicas y/o sustitución por otras, así como las razones fisiológicas que inducen estos cambios (CALATAYUD & *al.*, 1996; TRETACH & CARPANELLI, 1992).

Los efectos más importantes son los que afectan a la fotosíntesis y a la respiración, ya que inhiben la asimilación de CO₂, se altera la composición de las membranas celulares con pérdidas de iones K⁺, la clorofila pasa a feofitina por pérdida de iones Mg²⁺, con lo que el color verde de la clorofila se vuelve marrón por su transformación en feofitina. Se producen decoloraciones en el talo y otra serie de modificaciones morfo-estructurales que producen degeneración tanto del fotobionte como del micobionte, dañando su estructura y capacidad de reproducción (HAWKSWORTH & ROSE, 1976).

Hemos realizado el presente trabajo con el objetivo de determinar cuales eran esas variaciones en *Parmelia sulcata* Tayl. Dicha especie se encuentra

* Dpto. de Biología Vegetal (Botánica). Facultad de Biología. Universidad de León. Campus de Vegazana. 24071 León. E-mail: dbvata@unileon.es; dbvafs.unileon.es

** C/ San Román, 41, 4.º, puerta 24. 46200 Paiporta (Valencia). E-mail: simonfos@eresmas.com

*** Dpto. de Biología Vegetal (Botánica). Facultad de Biología. Universitat de València. E-46100 Burjassot (Valencia). E-mail: eva.barreno@uv.es

ampliamente extendida en la zona de estudio y presenta una gran variedad de daños visibles como consecuencia de la contaminación atmosférica (NIMIS & al., 1989).

MATERIAL Y MÉTODOS

1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en la zona centro-septentrional de la provincia de León, al NW de la Península Ibérica, y comprende una superficie total

de 450 Km² (Figura 1). Dicha zona fue elegida por ser el área de influencia de la Central Térmica situada en la localidad de La Robla, principal foco de contaminación en la zona de estudio.

Los datos han sido obtenidos en 1998 en un total de 45 estaciones, dos de las cuales están lo suficientemente alejadas como para ser utilizadas como estaciones de control, situadas una al E (Sopeña de Curueño) y otra al W (Formigones) de la localidad de La Robla.

Desde el punto de vista geomorfológico, cabe destacar la existencia de una cadena montañosa hacia

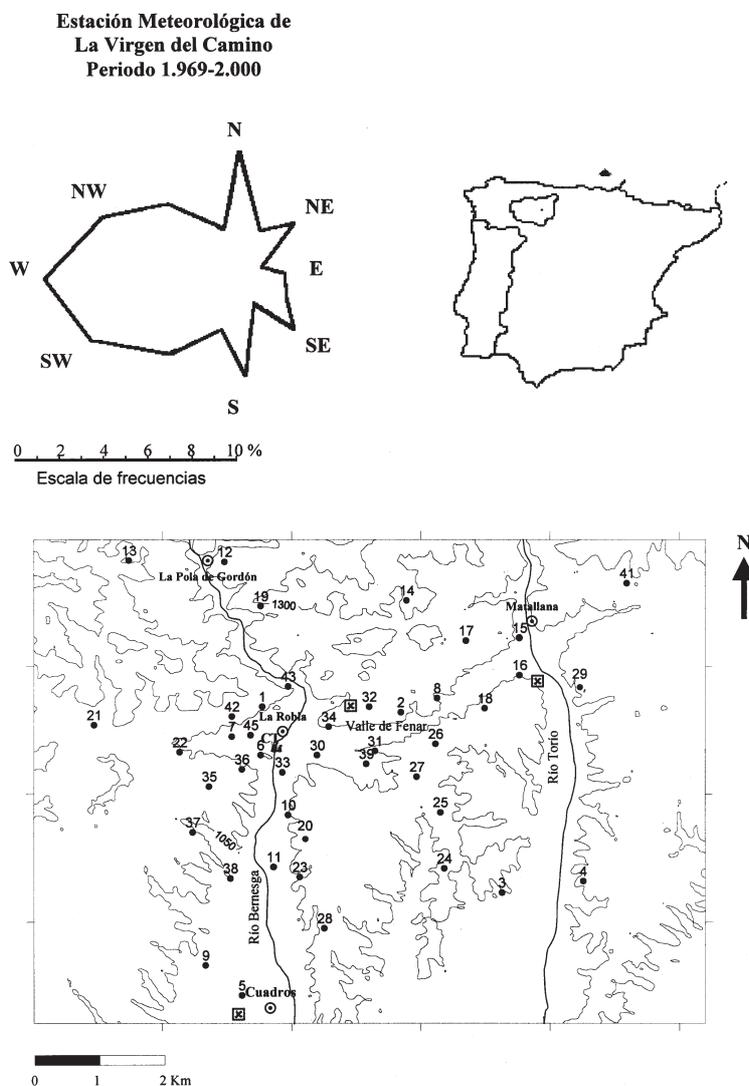


Figura 1.—Rosa de los vientos de la estación meteorológica de la Virgen del Camino, situada a unos 15 km. aprox. al sur de Cuadros (ver mapa). Mapa de situación del área de estudio y localización de las 45 estaciones muestreadas en la misma. El símbolo □ indica la posición de las estaciones automáticas de muestreo. CT indica la posición de la Central Térmica de La Robla.

al Norte, formada por montañas no excesivamente altas (de 1.200 a 1.600 m.a.) y de un relieve mucho más suave y ondulado hacia el Sur, con alturas comprendidas entre los 800 y los 1.100 m.a. Además, es necesario destacar la existencia de dos valles importantes, el primero de ellos es el Valle de Fenar, que cruza la zona de W a E, y el segundo, por el cual discurre el río Bernesga en dirección N-S (Figura 1).

Es importante resaltar el régimen de vientos dominantes presentes en la zona, puesto que son los principales agentes dispersantes de la contaminación atmosférica. Estos presentan mayor incidencia principalmente hacia el NE y, en menor medida, hacia el S (Figura 1).

Siguiendo la clasificación bioclimática de RIVAS-MARTÍNEZ (1997), la zona de estudio presenta los bioclimas Templado Oceánico Submediterráneo y Mediterráneo Pluviestacional-Oceánico, pudiéndose diferenciar los pisos bioclimáticos Montano (ombroclima húmedo) y Supramediterráneo (ombroclima subhúmedo).

Las formaciones de roble melojo o *Quercus pyrenaica* Willd., único forófito muestreado en el presente estudio, pertenecen fundamentalmente a las series de vegetación *Linario triornithophorae-Quercus pyrenaicae* Sigm. etum, y *Festuco braun-blancquetii-Quercus pyrenaicae* Sigm. etum.

Desde el punto de vista de las fuentes de contaminación de la zona, cabe destacar la actividad de la Central Térmica de La Robla (C.T. La Robla), y en menor medida la Fábrica de Cementos La Robla. Al observar la evolución anual de las inmisiones de SO₂ (Figura 2) recogidas en estaciones automáticas de control situadas alrededor de la localidad de La

Robla (datos cedidos por la propia C.T. La Robla y por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León y que comprenden un período que va desde 1986 hasta 1997, ambos incluidos), podemos apreciar como los valores medios mensuales de las inmisiones más elevados se corresponden con la localidad de Cuadros y La Robla durante la época estival, alcanzando los 26 µg/m³ y 25 µg/m³ de SO₂ respectivamente, aunque hay que destacar que los valores medios mensuales de las máximas inmisiones de SO₂ más elevados se recogen en Matallana-Naredo durante el mes de septiembre (en torno a los 300 µg/m³ de SO₂).

2. ELECCIÓN DE LA ESPECIE

Anteriormente al desarrollo del trabajo, fue necesario realizar un reconocimiento previo del territorio, con el fin de establecer cual podía ser la especie elegida, la cual debía presentar una serie de características; En primer lugar, tener amplia representación en todo el área de estudio; en segundo lugar, debe mostrar una serie de manifestaciones de daños causados por la contaminación atmosférica, lo suficientemente visibles, evidentes y amplios como para poder establecer varios niveles o índices en función de la gravedad de los mismos. Para que los resultados fuesen lo más comparables posible en todas las estaciones, hemos muestreado siempre sobre el mismo forófito, el roble melojo o *Quercus pyrenaica* Willd y en número de 5 árboles en cada estación. Es importante anotar que se deben tener en cuenta sólo los Daños Visibles causados por la

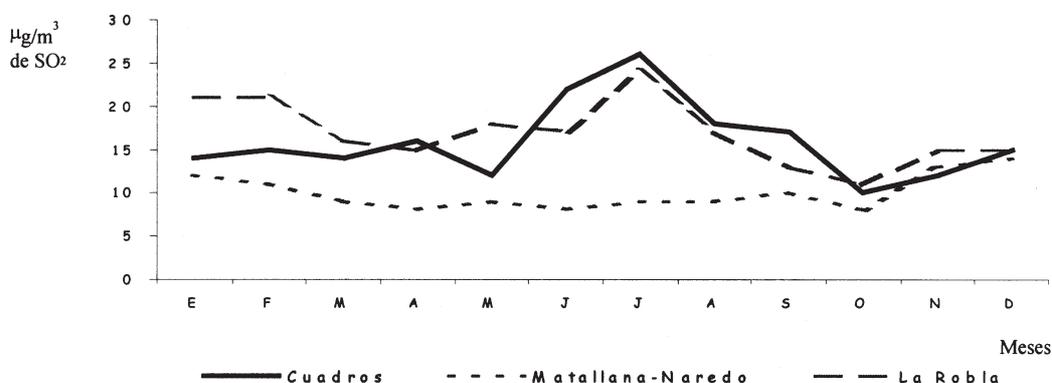


Figura 2.—Valor medio mensual de las inmisiones de SO₂ (µg/m³ en 24 horas) en tres estaciones automáticas de muestreo: Cuadros (situada a 8 km. al S de la C.T.); Matallana-Naredo (situada a 10 km. al NE de la C.T.) y La Robla (situada a 2 km. al NE de la C.T.).

contaminación atmosférica, ignorando aquellos daños que a nuestro entender son causados por animales, incendios u otras causas, para lo cual hemos analizado estaciones que habían sufrido incendios más o menos recientes o estaciones en las que había talos atacados por animales u otros agentes mecánicos.

Finalmente, hemos comprobado como *Parmelia sulcata* Tayl. cumple las premisas exigidas, siendo por ello la especie seleccionada. Además, esta especie se encuentra ampliamente representada a nivel mundial, siendo tolerante a concentraciones relativamente elevadas de compuestos nitrogenados y de contaminantes atmosféricos (FOS, 1997).

3. METODOLOGÍA

En cada uno de los 5 árboles estudiados en cada localidad, teniendo en cuenta únicamente los ejemplares *Parmelia sulcata*, se describieron los síntomas de Daños Visibles (cambios de color, necrosis, retorcimiento de los lóbulos, etc.), su localización (centro del talo, lóbulos, margen, etc.) y el porcentaje de superficie talina ocupada por dichos daños. Posteriormente, en el laboratorio, con todos los datos recogidos en el campo, se elaboró una escala de Daños Visibles para *Parmelia sulcata* aplicable en la zona de estudio, y que refleja los diferentes estadios de degradación de los talos observados y que consideramos que complementa y mejora otras escalas (MULGREW & WILLIAMS, 2000) que aún siendo válidas nos parecen menos precisas, al menos en nuestra zona de estudio. Dicha escala consta de 5 clases:

Clase I. Córtez superior de color gris claro o gris-plomo, con lóbulos cortos, truncados y adheridos al sustrato. Soralios rimiformes formando un retículo característico. Talo que no presenta Daños Visibles (Figura 3a).

Clase II. Aparición de manchas de tonos rosados, rojizos o marrones en el centro del talo o margen interno de los lóbulos (Figura 3b). En algunos ejemplares, en un principio existen decoloraciones puntuales que posteriormente se tornan rojizas en su mayoría. Exceso de soledad, sobre todo en el centro talino.

Clase III. Extensión de las manchas rojizas o marrones, anteriormente mencionadas, a gran parte del talo. Lóbulos no muy adheridos al sustrato, debido al retorcimiento que presentan (Figura 3c).

Clase IV. Desprendimiento de las partes centrales de los talos, debido a que aparecen claramente necrosadas. Pérdida de córtex y capa gonidial, por lo que aparecen amplias zonas blancas como consecuencia de la exposición de la médula al medio externo (Figura 3d).

Clase V. El 90% del talo se encuentra destruido, quedando en ocasiones únicamente el margen de los lóbulos jóvenes (Figura 3e).

Previo al cálculo del índice de daños visibles, se valoró el porcentaje que ocupa cada daño en el conjunto de los talos muestreados de la siguiente manera:

Índice de cobertura 1. El daño visible observado ocupa entre un 1 y un 20% de la superficie total de *Parmelia sulcata* presente dentro de la red de muestreo.

Índice de cobertura 2. El daño visible observado ocupa entre un 21 y un 40%.

Índice de cobertura 3. El daño visible observado ocupa entre un 41 y un 60%.

Índice de cobertura 4. El daño visible observado ocupa entre un 61 y un 80%.

Índice de cobertura 5. El daño visible observado ocupa más de un 81%.

En nuestra zona de estudio los talos de *Parmelia sulcata* se encuentran imbricados de tal manera que es imposible aislar o independizar cada uno de ellos, por ello hemos creído oportuno estudiar siempre el mismo área, para lo cual utilizamos una red o malla de muestreo de 30 × 50 cm, de un material flexible, que situamos siempre sobre la zona del tronco con mayor densidad líquénica (NIMIS & al., 1990). Dicha malla consta de 10 cuadrículas de 10 × 15 cm cada una, en función de las cuales calcularemos la presencia (frecuencia de aparición) de *Parmelia sulcata* como el sumatorio de las cuadrículas de la malla en las que aparezca.

Igualmente hemos anotado en el campo la superficie ocupada por los talos de dicha especie presentes dentro de la malla de muestreo, siendo este dato un reflejo más del estado de *Parmelia sulcata* en el área de estudio.

Una vez en el laboratorio, se procedió al cálculo del Índice de Daños Visibles para cada estación que es la suma de los índices de cobertura de cada daño en cada forófito, multiplicados por el valor asignado a cada una de las clases establecidas (I, II, III, IV y

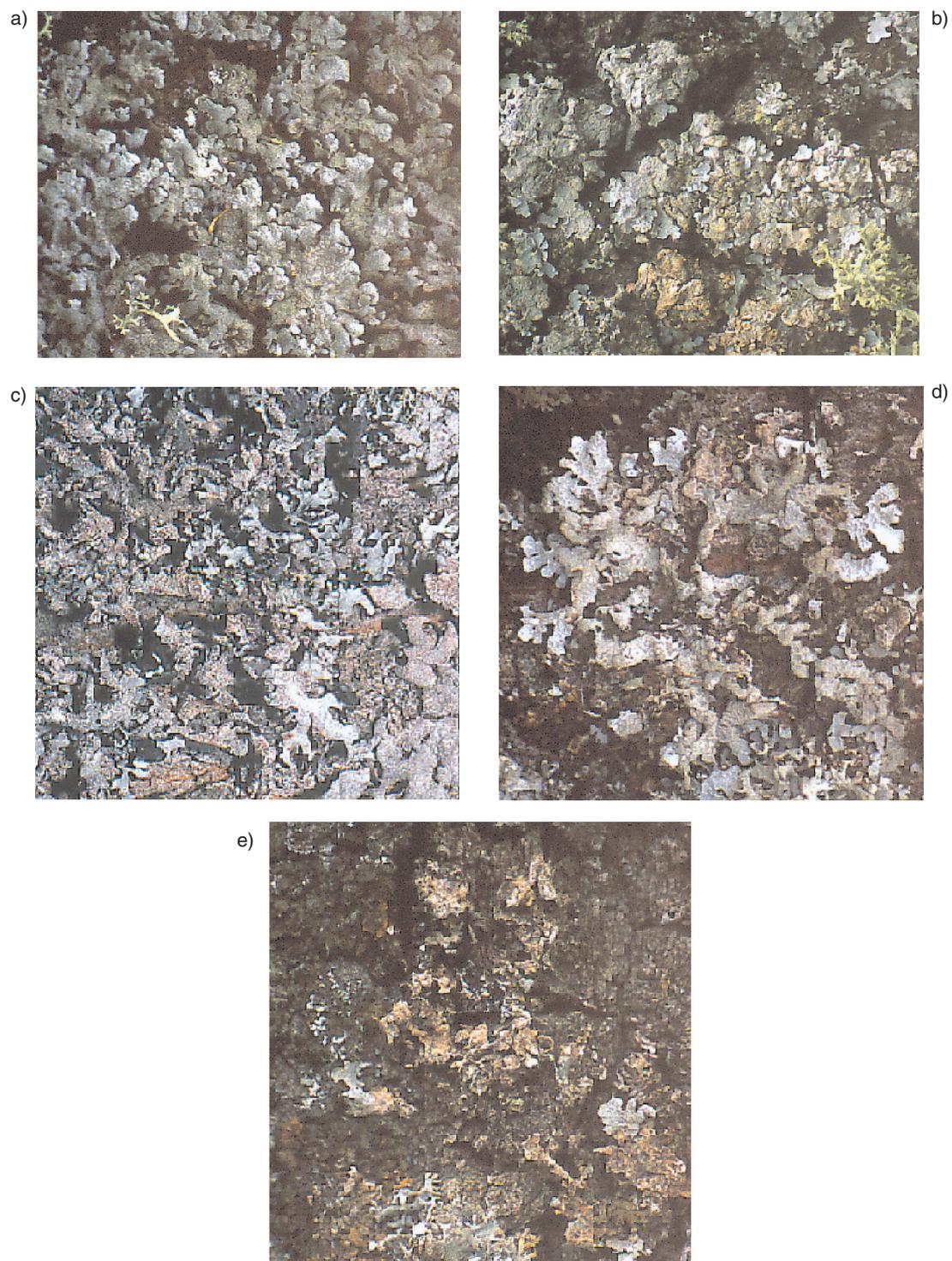


Figura 3.—Talo de *Parmelia sulcata* con diferentes niveles de daños visibles. a) Talo sin daños visibles apreciables. b) Aparición de zonas con coloración marrón rojiza y exceso de solediación, sobre todo en el centro talino. c) Lóbulo retorcidos. d) Centro talino prácticamente inexistente presentando mayor desarrollo de los lóbulos periféricos. e) Talo casi completamente necrosado, con amplias zonas desprendidas.

V tienen el valor 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente), y dividido entre la suma de los rangos de daños de la estación (FERNÁNDEZ-SALEGUI, 1999), es decir:

$$\text{I.D.V.} = ((A*1) + (B*2) + (C*3) + (D*4) + (E*5))/Z$$

donde $Z = A + B + C + D + E$

$A = \sum A_n$, donde A_n es el índice de cobertura asignado en cada forófito a la clase de daño 1.

$B = \sum B_n$, donde B_n es el índice de cobertura asignado en cada forófito a la clase de daño 2.

$C = \sum C_n$, donde C_n es el índice de cobertura asignado en cada forófito a la clase de daño 3.

$D = \sum D_n$, donde D_n es el índice de cobertura asignado en cada forófito a la clase de daño 4.

$E = \sum E_n$, donde E_n es el índice de cobertura asignado en cada forófito a la clase de daño 5.

RESULTADOS

Como se puede comprobar en la Figura 4, al sur y este de la localidad de La Robla *Parmelia sulcata* está totalmente ausente. Posteriormente y a medida que nos alejamos de La Robla, comienzan a aparecer talos pequeños y en porcentajes de cobertura bajos (1-20%). Este incremento en la cobertura se produce con rapidez hacia el N, siendo mayor la distancia de aparición hacia el E y SW. Existe un incremento no solamente en el porcentaje de cobertura sino también en la presencia de talos en la red de muestreo (Figura 5).

Todo ello coincide ampliamente con lo que se observa al comparar los resultados anteriormente descritos y el índice de daños visibles que muestra cada estación de muestreo.

Como se puede comprobar en los datos de la Tabla 1, existe una zona que coincide con la localidad de La Robla y alrededores (estaciones 30, 33, 34, 39, 42 y 45) en la cual *Parmelia sulcata* está ausente, lo que parece indicar un alto nivel de contaminantes atmosféricos, razón por la cual desaparece

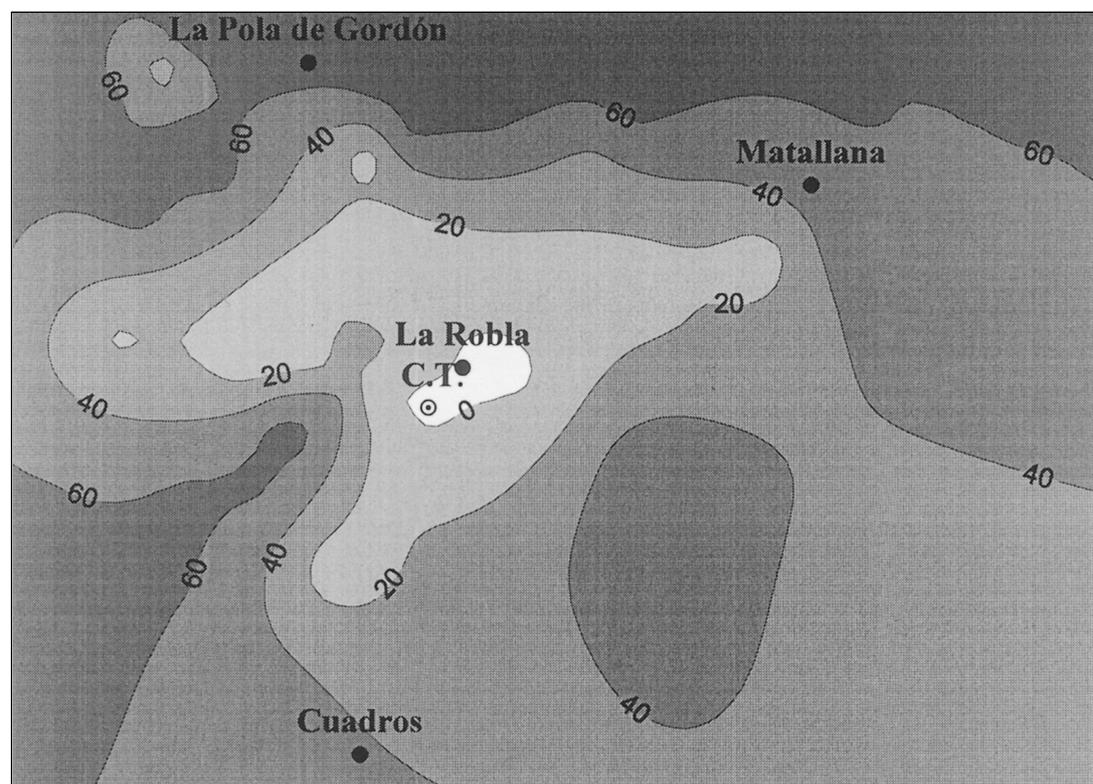


Figura 4.—Distribución del porcentaje de cobertura de *Parmelia sulcata* en la malla de muestreo.

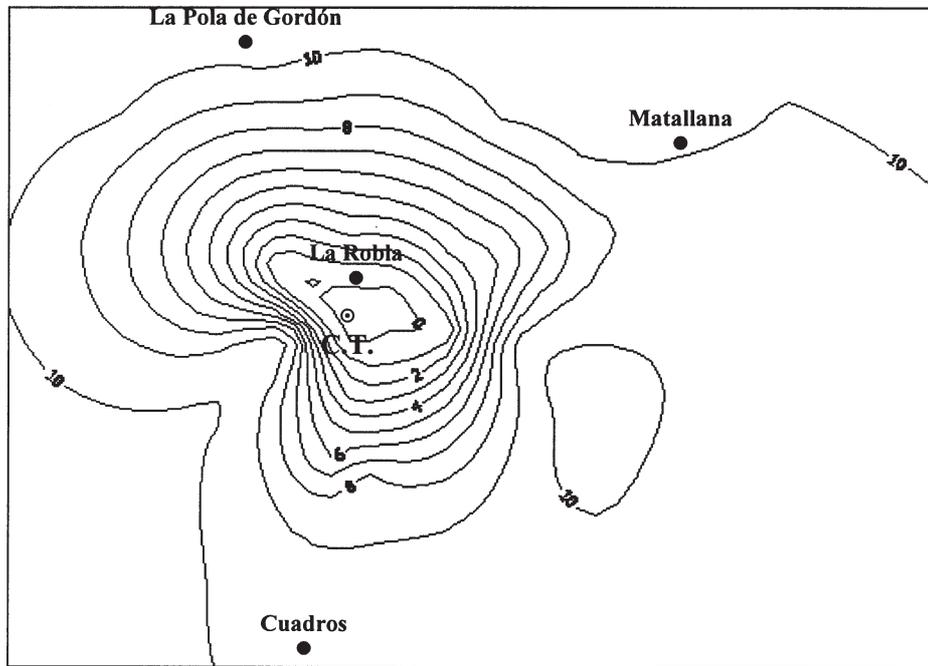
Figura 5.—Distribución de la presencia de *Parmelia sulcata* en las cuadrículas de la malla de muestreo.

Tabla 1

Porcentaje de cobertura de *Parmelia sulcata* en la malla de muestreo (%), frecuencia relativa o número de recuadros de la malla en los que aparece *P. sulcata* (Frel.) e Índice de Daños Visibles (I.D.V.) de cada estación de muestreo. (* Estaciones en las que no se han utilizado los datos de Daños Visibles debido a que consideramos que existen valores de Daños Visibles anormales y no atribuibles a la contaminación atmosférica)

Estación	%	Frel.	I.D.V.	Estación	%	Frel.	I.D.V.
1	1,20	1,20	2,68	24	52,00	10,00	1,97
2	10,00	4,60	2,83	25	54,00	10,00	2,24
3	43,00	10,00	1,63	26	24,00	8,40	2,27
4	31,00	9,40	2,29	27	31,00	9,40	2,47
5	44,00	9,40	2,67	28	27,00	9,00	2,66
6	3,40	1,60	2,50	29*	39,00	2,20	—
7	2,60	2,60	2,03	30	—	—	5,00
8	8,40	6,60	2,52	31	1,60	2,40	2,67
9	49,00	9,80	1,93	32	4,00	4,20	2,43
10	2,20	2,80	2,29	33	—	—	5,00
11	8,00	6,00	2,40	34	—	—	5,00
12*	62,00	10,00	2,03	35	69,00	10,00	2,62
13*	27,00	9,40	2,06	36	45,00	10,00	2,60
14	40,00	10,00	1,93	37	60,00	10,00	2,59
15	38,00	10,00	2,70	38	12,00	8,80	2,76
16	10,00	9,00	2,22	39	—	—	5,00
17	33,00	9,80	2,35	40	64,00	10,00	1,41
18	21,00	9,00	2,08	41	49,00	10,00	1,72
19	12,00	8,20	2,11	42	—	—	5,00
20*	3,00	4,20	1,40	43	3,40	3,40	2,18
21	17,00	8,80	1,70	44	58,00	9,00	1,60
22	13,00	6,80	1,94	45	—	—	5,00
23	37,00	8,20	2,11				

completamente dicha especie y por lo tanto el valor asignado es el máximo (5). Las estaciones adyacentes, presentan también altos niveles de Daños Visibles (Figura 6), con valores por encima de 2,5. Esta situación, en el valle de Fenar se extiende hasta la localidad de Matallana. Existe un descenso de los daños hacia el este, en la zona de Solana de Fenar (Estación 17), volviendo a aumentar ligeramente en Robledo de Fenar (Estación 15) hasta Matallana. En esta zona *Parmelia sulcata* presenta una gradación completa de daños. Hacia el W del valle de Fenar, el porcentaje cubierto por esta especie es muy pequeño (Figura 4), entre 1 y 10%, mientras que a medida que nos alejamos en dirección E, dicho porcentaje se incrementa llegando a alcanzar valores del 30%. En el resto del valle de Fenar (en las zonas más elevadas), los valores de Daños Visibles varían entre 2,35 y 2,45 en la ladera sur, y entre 2 y 2,2 en la ladera de exposición norte, siendo más altos dichos valores cuanto más cerca de la Central Térmica nos encontramos.

En el valle del Río Bernesga, que discurre hacia el sur de La Robla, los valores de daños visibles

son ligeramente menores a los existentes en el valle de Fenar. Igualmente, se produce un ligero ascenso de los valores de daños en la ladera este del valle del Río Bernesga, si bien es menor y en zonas más próximas a la Central Térmica que en el valle de Fenar. En la estación 28, Urbanización la Venta, existen también daños importantes debidos al intenso tráfico rodado de la N-630. El porcentaje de cobertura nuevamente sigue la pauta marcada en el valle de Fenar, ya que en la zona más cercana a La Robla, sus valores son bajos, oscilando entre el 1 y el 5%, mientras que hacia el S del valle del río Bernesga, la cobertura alcanza valores de hasta 45% (Figura 4). Cabe destacar que las zonas altas que delimitan este valle y que se encuentran cerca de la Central Térmica presentan valores de cobertura altos. Todo ello nos indica que aunque el fondo de valle presenta niveles medio-altos de contaminación, en las zonas elevadas hacia el sur y/o suroeste, existen períodos en los cuales el viento incide sobre ellas y produce daños importantes en los líquenes allí presentes, pero dichas situaciones no son estables, sino más bien puntuales o temporales, por lo

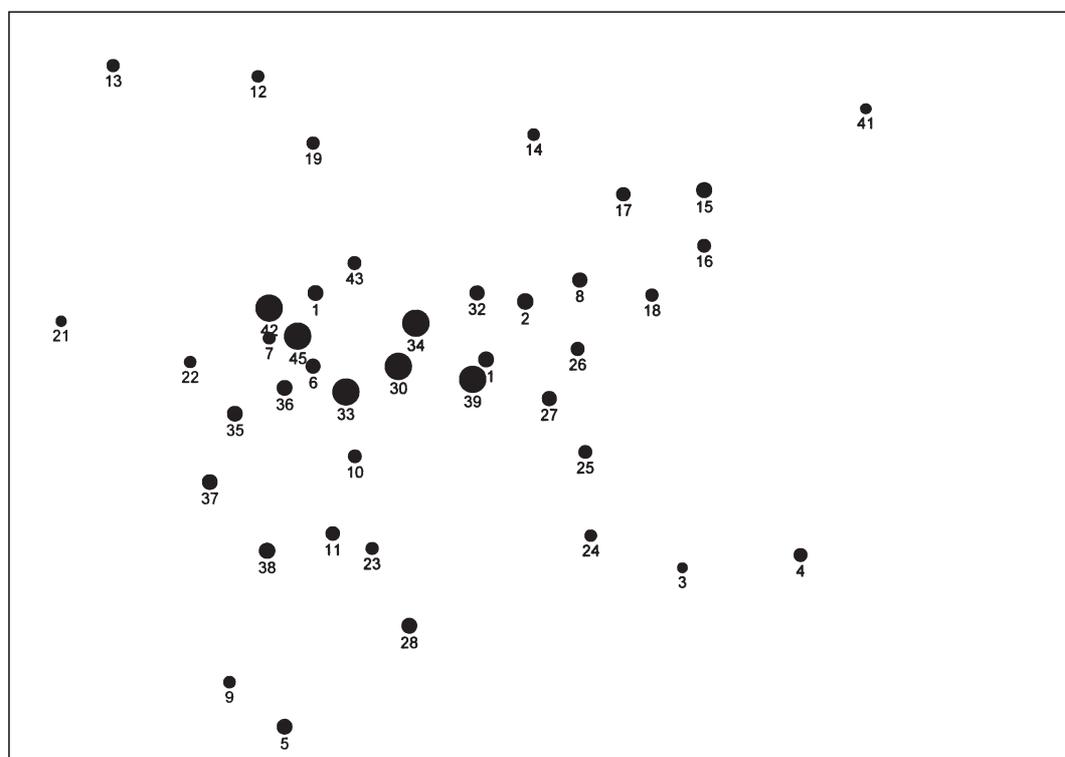


Figura 6.—Distribución de las localidades de muestreo en el área de estudio. El tamaño de los símbolos correspondientes a cada estación están en función del índice de Daños Visibles obtenido en cada una de ellas.

que aunque la cobertura es alta, también los daños son altos.

En el resto de la zona de estudio, los Daños Visibles van descendiendo hasta ser mínimos a medida que nos alejamos de La Robla, si bien, hacia el norte, las localidades estudiadas presentan un valor no menor de 2, debido al efecto de algunos incendios de años pasados y al intenso tráfico que soporta la N-630. Lo mismo ocurre en la zona de Manzana de Torío (Estación 4), donde existe un valor de 2,29; que consideramos consecuencia del tráfico rodado y de los efectos provocados por la actividad humana.

Hemos eliminado la estación 20 por no presentar los forófitos el diámetro suficiente, por lo que los tallos no cuentan con la misma edad y desarrollo que en el resto de localidades, no siendo por ello comparable. Igualmente, en las estaciones 13 y 29, al haber observado indicios de incendios, los datos de Daños Visibles observados no han sido tenidos en cuenta.

TERRÓN & al. (1994) en el mismo área de estudio establecieron una serie de zonas de isocontaminación en función del IPA, para lo cual muestrearon en 87 estaciones sobre diferentes forófitos. Comprobamos que el presente estudio llega a resultados semejantes con menor número de muestreos realizados, y vemos como la utilización del porcentaje de cobertura, frecuencia y zonas de daños visibles de *Parmelia sulcata* muestran resultados semejantes a los obtenidos por dichos autores.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Entre las múltiples formas que tienen los líquenes de reflejar como les afectan los niveles de contaminación atmosférica se encuentran las modificaciones morfológicas y estructurales. Observamos un cambio gradual en la frecuencia de aparición y cobertura desde las zonas más contaminadas, donde ambos parámetros decrecen hasta desaparecer, hasta las zonas menos contaminadas, donde se encuentran los mayores niveles de frecuencia y cobertura en las especies más sensibles. De este modo, esta respuesta debidamente tratada y estudiada, puede utilizarse como un método de creación de escalas en función de la sensibilidad de cada especie, con el fin de estimar las condiciones en lo que a la contaminación atmosférica se refiere. Todo ello se hace patente en la zona de La Robla, de modo que se comprueba como los efectos de la contaminación atmosférica se incrementan y acentúan a medida que nos acercamos a dicha localidad, donde se presentan mayores niveles de contaminación de la zona, mientras que son menores o prácticamente inexistentes a mayor distancia.

De todas formas, no sólo es importante la distancia al foco emisor de contaminación, se constata que juegan un importante papel a la hora de la dispersión de los contaminantes, tanto el relieve del terreno como el régimen de vientos dominantes.

La similitud de los resultados de este estudio con otros previos de biomonitorización en la zona de muestreo (TERRÓN & al., 1994), viene a confirmar la idoneidad en la utilización de esta metodología en sí misma y como complemento a otras metodologías.

BIBLIOGRAFÍA

- Calatayud, A., Sanz, M. J., Calvo, E., Barreno, E. & de Valle-tascón, S. —1996— Chlorophyll a fluorescence and chlorophyll content in *Parmelia quercina* thalli from a polluted region of northern Castellon (Spain) —*Lichenologist*, 28: 49-65.
- Calatayud, A., Deltoro, V. I., Abadía, A. & Barreno, E. —1999— Effects of ascorbate feeding on chlorophyll fluorescence and xanthophylls cycle components in the lichen *Parmelia quercina* exposed to atmospheric pollutants — *Physiol. Plant.* 105: 679-684.
- Fernández-Salegui, A. B. —1999— Biomonitorización de la calidad del aire en la zona de La Robla (León) — Mem. Lic. (inéd.). F. Biología. Univ. León.
- Fos, S. —1997— Líquenes epífitos de los alcornoques Ibéricos. Correlaciones bioclimáticas con el corcho de reproducción — Mem. Doc. (inéd.). F. Biología. Univ. Valencia.
- Hawksworth, D. L. & Rose, F. —1976— Lichens as Pollution Monitors — *Studies in Biology*, 66: 1-61.
- Mulgrew, A. & Williams, A. —2000— Biomonitoring of Air Quality Using Plants — *Air Hygiene Report*, 10.
- Nimis, P. L., Castello, M. & Perotti, M. —1990— Lichens as biomonitors of sulphur dioxide pollution in La Spezia (Northern Italy) — *Lichenologist*, 22(3): 333-344.
- Nimis, P. L., Ciccarelli, A., Lazzarin, G., Bargagli, R., Benedet, A., Castello, M., Gasparo, D., Lausi, D., Olivieri, S., & Tretiach, M. —1989— I licheni come bioindicatori di inquinamento atmosferico nell'area di Schio- Thiene- Breganze (VI) — *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona* 16: 1-154.
- Rivas-Martínez, S. —1997— Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America I — *Itinera Geobot.* 10: 5-148.

Terrón Alfonso, A., & Barreno Rodríguez, E. —1994— Estimation of air pollution in the area of influence of the coal power station at La Robla (León, Northwest Spain) using epiphytic lichens as bioindicators — *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 15(2): 135-151.

Tretiach, M. & Carpanelli, A. —1992— Chlorophyll content and morphology as factors influencing the photosynthetic rate of *Parmelia caperata* — *Lichenologist* 24(1): 81-90.