

Mortalidad de musgos y distribución de *Usnea aurantiaco-atra*: ¿Efectos alelopáticos?¹

RAMIRO BUSTAMANTE A.², ITALO SEREY E.² y GERARDO GUZMÁN G.³

RESUMEN

Algunas observaciones de campo muestran que la distribución en parches de Usnea aurantiaco-atra y la sobrevivencia de los musgos que coexisten con esta especie, son variables fuertemente dependientes. Además, la frecuencia de musgos vivos es significativamente mayor entre los parches de U. aurantiaco-atra que bajo ellos.

Se propone una hipótesis de efectos alelopáticos para explicar el patrón de mortalidad observado en los musgos.

Palabras claves: alelopatía, sustancias liquénicas, líquenes, musgos.

Mosses mortality and the distribution of *Usnea aurantiaco-atra*: Allelopathic effects?¹

RAMIRO BUSTAMANTE A.², ITALO SEREY E.² and GERARDO GUZMÁN G.³.

ABSTRACT

Field observations show that the distribution in patches of Usnea aurantiaco-atra and the survival of mosses that coexist with this species are variable strongly dependents. Furthermore, the frequency of alive mosses is higher between patches of lichens that under them.

We propose a hypothesis of allelopathic effects to explain the mortality pattern observed in mosses.

Key words: allelopathy, lichen substances, lichens, mosses.

INTRODUCCION

Se ha propuesto que los factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia de la vegetación antártica terrestre son de tres tipos: climáticos, edáficos y bióticos (Lamb, 1970). La mayoría de las investigaciones ha destacado la importancia de los primeros dos tipos como preponderantes para entender los patrones vegetacionales observados (Gimingham y Smith, 1970; Lindsay, 1971, 1978; Bonner, 1981).

Los factores bióticos, en particular la acción de las aves y mamíferos marinos sobre la vegetación, han sido considerados como una fuente importante de nutrientes (Burger *et al.*,

¹ Proyecto 031, financiado por el Instituto Antártico Chileno.

² Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.

³ Departamento de Biología y Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Playa Ancha, Casilla 34-V, Valparaíso, Chile.

1978; Lindsay, 1978; Lamb, 1970; Lindeboom, 1984; Smith, 1985a). En una menor escala, y en particular, los mamíferos marinos destruyen la vegetación al permanecer o desplazarse sobre ella formando parches de perturbación (Smith, 1985b; Lindsay, 1971; Smith, 1978).

Otros factores biológicos, como por ejemplo la herbivoría y las interacciones competitivas entre especies de plantas, han sido consideradas como poco importantes en estos ecosistemas (Gimingham y Smith, 1970; Lindsay, 1978; Smith, 1985b).

La habilidad competitiva de los líquenes ha sido usualmente considerada muy baja (Topham, 1977). Sin embargo, existen evidencias de que estos organismos tendrían efectos alelopáticos sobre otras especies de plantas como musgos y gramíneas (Topham, 1977; Rundel, 1978). Por otra parte, se ha sugerido que los líquenes competirían entre sí por el espacio, o bien generarían interferencias al crecer sobre otros líquenes o musgos (Pentecost, 1980).

El objetivo de este trabajo es entregar evidencias que sugieren la existencia de efectos alelopáticos de *U. aurantiaco-atra* sobre musgos, con el fin de explicar los patrones de mortalidad observados en la formación de líquenes fruticulosos y musgos en cojín (*sensu* Gimingham y Smith, 1976) en caleta Coppermine, isla Robert, Shetland del Sur.

MÉTODOS

1. Área de estudio

El estudio se realizó el verano de 1988, en península Coppermine (62° 22' S; 59° 42' W), isla Robert (Shetland del Sur). Los sitios seleccionados son parches vegetacionales ubicados en lugares con poca pendiente, en sectores altos de lomajes suaves, buen drenaje, con una superficie media de $46.15 \pm 9.34 \text{ m}^2$ ($n = 13$). El sustrato está constituido por un suelo con abundante materia orgánica y rocas pequeñas intercaladas. La profundidad del suelo varía entre 10-20 cm.

La vegetación corresponde a un tapiz de musgos, casi continuo, cubierto por líquenes fruticulosos. Las especies dominantes son *Usnea aurantiaco-atra* y *Polytrichum alpinum*. Los talos de *U. aurantiaco-atra* son principalmente de tipo rastrero y se fijan sobre los musgos, formando parches de color amarillento. Esta vegetación corresponde a la Formación de líquenes fruticulosos y musgos en cojín, definida por Smith y Gimingham (1976).

2. Métodos de muestreo

La cobertura de las especies presentes se midió utilizando 13 transectos lineales de 5 m de longitud, los cuales se dispusieron aleatoriamente sobre 4 parches vegetacionales. La abundancia relativa de los musgos se midió sin incluir las coberturas bajo *U. aurantiaco-atra*, para no destruir los líquenes al removerlos de los musgos; esto determina necesariamente una subestimación en la abundancia de los musgos.

El patrón de mortalidad de los musgos se obtuvo mediante seis transectas dispuestas aleatoriamente en tres de los parches vegetacionales estudiados (2 transectas por parche), de 5 m de longitud cada una. Cada 20 cm se observó: (i) la presencia o ausencia de *U. aurantiaco-atra* sobre musgos y (ii) si los musgos estaban vivos o muertos; si los musgos presentaban color verde y estaban flexibles, se les consideró como vivos; si se quebraban al tacto, se anotaron como muertos. En cada uno de los puntos de muestreo no fue posible identificar a los musgos a nivel de especie.

Para probar la hipótesis nula de que no existe asociación entre la presencia de *U. aurantiaco-atra* sobre musgos y la sobrevivencia de musgos, se construyó una tabla de contingencia 2 x 2; se aplicó la prueba de chi-cuadrado, con la corrección de continuidad de Yates. Para verificar la

Mortalidad de musgos

hipótesis nula de que no hay diferencias entre la frecuencia de musgos vivos bajo y entre los talos de líquenes, se aplicó la prueba de proporciones.

RESULTADOS

De un total de 14 especies registradas, el 29% de ellas corresponden a musgos y el 71% a líquenes (Tabla 1). La especie más abundante es *U. aurantiaco-atra* con un 57% de cobertura; las dos siguientes corresponden a musgos de las especies *P. alpinum* (11%) y *D. uncinatus* (7.3%). El resto de las especies presenta abundancias menores del 2%.

El análisis estadístico aplicado a la tabla de contingencia (Tabla 2) indica que las variables consideradas están altamente asociadas ($P < 0.001$). Esto significa que la presencia de musgos muertos o vivos es altamente dependiente de la distribución de *U. aurantiaco-atra*.

Tabla 1
LISTA DE ESPECIES CON SUS CORRESPONDIENTES
COBERTURAS RELATIVAS (%) EN ORDEN DE IMPORTANCIA,
EN PARCHES VEGETACIONALES UBICADOS EN LOMAS
COSTERAS, ISLA ROBERT (SHETLAND DEL SUR).

L = líquen

M = musgo, F = fruticuloso, Fo = folioso, C = costroso.

| | | |
|---|--------|-------|
| <i>Usnea aurantiaco-atra</i> (forma postrada) | L (F) | 57.00 |
| <i>Polytrichum alpinum</i> | M | 11.00 |
| <i>Drepanocladus uncinatus</i> | M | 7.30 |
| <i>Ochrolechia frigida</i> | L (F) | 6.60 |
| <i>Psoroma hypnorum</i> | L (F) | 1.40 |
| <i>Cystocoleus niger</i> | L (F) | 0.60 |
| <i>Andreaea regularis</i> | M | 0.50 |
| <i>Sphaerophorus globosus</i> | L (F) | 0.50 |
| <i>Placopsis contortuplicata</i> | L (C) | 0.02 |
| <i>Bartramia patens</i> | M | 0.40 |
| <i>Rinodina turfacea</i> | L (C) | 0.30 |
| <i>Leptoquium puberulum</i> | L (Fo) | 0.18 |
| <i>Stereocaulon alpinum</i> | L (F) | 0.04 |
| <i>Polytrichum piliferum</i> | M | 0.03 |
| Suelo-substrato inorgánico | | 8.10 |
| Musgos muertos | | 5.60 |

Tabla 2
FRECUENCIA DE MUSGOS VIVOS Y MUERTOS
CRECIENDO BAJO Y ENTRE TALOS DE
USNEA AURANTIACO-ATRA, EN PARCHES
VEGETACIONALES UBICADOS EN LOMAS
COSTERAS DE ISLA ROBERT
(SHETLAND DEL SUR).

| | Distribución de musgos | | Total |
|---------|------------------------|------|-------|
| | Entre | Bajo | |
| Vivos | 58 | 33 | 91 |
| Muertos | 11 | 29 | 40 |
| Total | 69 | 62 | 131 |

Al comparar la proporción de musgos vivos bajo y entre *U. aurantiaco-atra* (Tabla 2), se aprecia que ésta es significativamente mayor entre *U. aurantiaco-atra* (prueba de proporciones, $P < 0.001$); esto significa que los musgos vivos se encuentran con mucho mayor frecuencia en los lugares no cubiertos por *U. aurantiaco-atra*.

DISCUSION

Los líquenes se caracterizan por la producción de una gran variedad de metabolitos secundarios, muchos de los cuales son exclusivos de este grupo. Estas sustancias presentan una gran estabilidad química, son solubles en agua y permanecen en los talos o en el ambiente por largo tiempo (Rundel, 1978). A ellas se les han asignado diversos roles ecológicos, entre ellos los efectos alelopáticos (Rundel, 1978). Numerosas evidencias experimentales en laboratorios demuestran estos efectos sobre la germinación y crecimiento de hongos, briófitas y angiospermas (Dalvi *et al.*, 1972; Pyatt, 1967; Whitton y Lawrey, 1982).

Este tipo de interacción podría tener consecuencias poblacionales y/o comunitarias (Lawrey, 1980; Rundel, 1978) como por ejemplo, la distribución no aleatoria de *Lepraria* sp. creciendo sobre especies simpátricas de *Parmelia*, las cuales poseen composiciones químicas diferentes (Culberson *et al.*, 1977) y zonas de escaso crecimiento de gramíneas, observadas alrededor de parches de *Peltigera canina* (Pyatt, 1967).

Las especies del género *Usnea* poseen ácido úsnico y atranorina, de comprobado efecto antibiótico (Dalvi *et al.*, 1972; Rundel, 1978). El patrón de mortalidad descrito en este trabajo, sugiere efectos competitivos asimétricos de *U. aurantiaco-atra* sobre las especies de musgos presentes, como se deduce de la alta proporción de musgos muertos bajo los talos de *Usnea*. Un mecanismo competitivo probable serían efectos alelopáticos sobre los musgos a través de las sustancias liquénicas producidas por esta especie.

La mayoría de las evidencias de efectos alelopáticos de líquenes provienen de experimentos de laboratorio. Esta es una condición necesaria pero no suficiente para explicar patrones vegetacionales a través de este mecanismo competitivo; la realización de experimentos de campo y de laboratorio sería la manera adecuada para poner a prueba la hipótesis alelopática en la tundra antártica. Esta no es la única explicación que puede dar cuenta del patrón de mortalidad observado en los musgos. Existen otras hipótesis alternativas, no necesariamente excluyentes, por ejemplo, microclima diferencial en zonas bajo y entre *Usnea* (temperatura, luz o humedad), o bien, muerte de musgos por senescencia de los módulos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer muy sinceramente al Dr. José Valencia, por el apoyo y promoción brindados durante la elaboración y ejecución de este proyecto, y al Dr. R. I. L. Smith, por su gentileza en la determinación de los musgos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BONNER, W. N., 1981. British biological research in the Antarctic. In: Bonner, W. N. and R. J. Jerry (eds.) Ecology in the Antarctic. 1-10.
- BURGER, A. E., H. J. LINDEBOOM y A. J. WILLIAMS. 1978. The mineral and energy contributions of guano of selected species birds to the Marion Island terrestrial ecosystem. S. Afr. J. Antarct. Res. 8: 59-70.
- CULBERSON, C. F., W. L. CULBERSON y A. JOHNSON. 1977. Nonrandom distribution of an epiphytic *Lepraria* on two species of *Parmelia*. The Bryologist 80: 201-203.

Mortalidad de musgos

- DALVI, R., R. B. SINGH y D. K. SALUNKHE, 1972. Physiological and biochemical investigations on the phytotoxicity of usnic acid. *Phyton* 29: 63-72.
- GIMINGHAM, C. H. y R. I. L. SMITH, 1980. Bryophyte and Lichen communities in the maritime Antarctic. In: Holdgate, M. W. (ed.) *Antarctic Ecology*, London and N. Y., Academic Press, 752-785.
- LAMB, M. I., 1970. Antarctic terrestrial plants and their ecology. In: Holdgate, M. W. (Ed.) *Antarctic Ecology* 2: 733-751.
- LAWREY, J. D., 1980. Evidence for competitive release in simplified saxicolous lichen communities. *American Journal of Botany* 68: 1066-1073.
- LINDEBOOM, H. J., 1984. The nitrogen pathway in a penguin rookery. *Ecology*, 65: 269-277.
- LINDSAY, D. C., 1971. Vegetation of the South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin*, 25: 59-83.
- LINDSAY, D. C., 1978. The role of lichen in antarctic ecosystems. *The Bryologist* 81: 268-276.
- PENTECOST, A., 1980. Aspects of competition in saxicolous lichen communities. *The Lichenologist* 12: 135-144.
- PYATT, F. B., 1967. The inhibitory influence of *Peltigera canina* on the germination of graminaceous seeds and the subsequent growth of seedlings. *The Bryologist* 70: 328-329.
- RUNDEL, P. W., 1978. The ecological role of secondary lichen substances. *Biochemical Systematic and Ecology*, 6: 157-170.
- SMITH, R. I. L., 1985a. Studies on plant colonization and community development in Antarctic Fellfields. *Br. Antarct. Surv. Bull.* 68: 109-113.
- SMITH, R. I. L., 1985b. Nutrient cycling in relation to biological productivity in Antarctic and Sub-Antarctic terrestrial and freshwater ecosystems. In: Siegfried W. R., P. R. Condy and R. M. Laws (Eds). *Antarctic Nutrients Cycles and Food Webs*, 138-155.
- SMITH, R. I. L., y C. H. GIMINGHAM, 1976. Classification of cryptogamic communities in the maritime Antarctic. *Br. Antarct. Surv. Bull.* 43: 25-83.
- SMITH, V. R., 1978. Animal-plant-soil nutrient relationships on Marion Island (Subantarctic). *Oecologia (Berlin)* 32: 239-253.
- TOPHAM, P. B., 1977. Colonization, growth, succession and competition. In: M. R. D. Seaward (Ed.) *Lichen Ecology*. Academic Press, London, 550 pp.
- WHITTON, J. C. y J. D. LAWREY, 1982. Inhibition of *Cladonia cristatella* and *Sordaria fimicola* ascospore germination by lichens acids. *The Bryologist* 85: 185-192.

Recibido: 12.01.89 Aprobado: 08.08.89