

Evolución de la flora briofítica colonizadora de matorrales quemados de Galicia (N.O. de España)

M^a. C. VIERA BENÍTEZ, J. REINOSO FRANCO & A. PENÁ VÁZQUEZ

*Departamento de Botánica. Universidad de Santiago de Compostela.
15782 Santiago de Compostela. España*

(Recibido, junio de 2003. Aceptado, julio de 2003)

Resumen

VIERA BENÍTEZ, M^a. C., REINOSO FRANCO, J. & PENÁ VÁZQUEZ, A. (2002). Evolución de la flora briofítica colonizadora de matorrales quemados de Galicia (N.O. de España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 12: 95-109

En el presente trabajo se realiza el primer estudio ecológico sobre la colonización y evolución de los céspedes de briófitos tras incendio en matorrales gallegos sometidos a la acción del fuego de manera continuada. Dicha colonización es llevada a cabo principalmente por los musgos: *Bryum capillare*, *Funaria hygrometrica* y *Polytrichum commune*. La falta de humedad influye negativamente en el porcentaje de cobertura, y la aparición de especies colonizadoras perennes como *Bryum capillare* y *Polytrichum commune* desplazan a *Funaria hygrometrica* colonizadora anual que no vuelve a instalarse.

Palabras clave: Briófitos, colonización, incendios, Galicia, España.

Résumé

VIERA BENÍTEZ, M^a. C., REINOSO FRANCO, J. & PENÁ VÁZQUEZ, A. (2002). Evolution de la flore bryologique colonisatrice des buissons brûlés de la Galice (N.O Espagne). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 12: 95-109

Dans le présent travail on a réalisé le premier étude écologique sur la colonisation et l'évolution des gazons de bryophytes après des incendies dans des buissons galiciens soumis à l'action du feu à diverses reprises. Cette colonisation est due essentiellement aux mousses: *Bryum capillare*, *Funaria hygrometrica* et *Polytrichum commune*. Le manque d'humidité influe négativement sur le pourcentage de couverture et l'apparition d'espèces colonisatrices vivaces comme *Bryum capillare* et *Polytrichum commune* a pour effet de déplacer *Funaria hygrometrica* colonisatrice qui ne se réinstalle pas.

Mots clés: Bryophytes, colonisation, incendies, Galice, Espagne.

INTRODUCCIÓN

La importancia ecológica de los briófitos es muy relevante puesto que intervienen en los diferentes ecosistemas, ya sea en los ciclos de nutrición y fijación de ozono, en la retención de

agua, en la conservación y recuperación de los suelos, así como soporte de una rica microfauna.

En cuanto a la recolonización de superficies quemadas, los briófitos constituyen la primera etapa de dicha restauración. Son los vegetales pioneros que se instalan después del incendio, de

ahí su importancia capital en la dinámica de la reconstrucción de la vegetación después de esta perturbación. Los tapices de briófitos recubren el suelo quemado, colaboran en la conservación de la humedad -muchas especies de briófitos poseen características morfológicas especiales que les permiten absorber y retener el agua- y en la prevención de la escorrentía y erosión del suelo. Desarrollan en las capas superficiales una amplia red de rizoides que contribuyen a fijar el suelo acumulando materia orgánica, favoreciendo así el posterior desarrollo de las plantas vasculares, que volverán a configurar la vegetación existente antes del fuego. Además, algunas especies colonizadoras, al asociarse con cianofíceas simbióticas contribuyen de manera significativa a la fijación biológica del nitrógeno durante los primeros estadios de la sucesión vegetal tras el fuego (LONGTON, 1992; HERAS & HERRANZ, 1996).

Son muchos los estudios sobre la recolonización por plantas vasculares de espacios quemados, sin embargo, son pocos los estudios sobre recuperación de la brioflora en estos espacios, a pesar de ser un grupo muy afectado por los episodios de fuego y de ser recolonizadores de las zonas que han sufrido incendios forestales.

La recuperación de la brioflora en ambientes que han sufrido episodios de fuego se ha estudiado en distintos lugares de España. En los últimos años son de destacar los trabajos de HERAS & MARTÍNEZ (1990), HERAS *et al.* (1990, 1991, 1992, 1994, 1995 a,b), HERAS (1994), HERAS & HERRANZ (1996), en el Sureste Ibérico; CAVERO & EDERRA (1997), EDERRA *et al.* (1997), URDÍROZ (1994), URDÍROZ & EDERRA (1996, 1999), URDÍROZ *et al.* (1997), en la Comunidad Foral de Navarra y PUCHE *et al.* (1997), PUCHE & GIMENO (2000) en la Comunidad de Valencia. En Galicia no existen estudios previos sobre la sucesión briofítica post-incendio, a pesar de existir numerosos trabajos que han servido para caracterizar la estructura y el dinamismo de las comunidades vegetales vasculares tras el fuego; podemos mencionar los trabajos de CASAL (1982, 1985, 1987), CASAL *et al.* (1984, 1986, 1990), PUENTES *et al.* (1985),

IGLESIA *et al.* (1998 a,b), REYES & CASAL (1998), y VERA *et al.* (1995).

En este trabajo se estudia la evolución de los céspedes de briófitos tras incendio, en matorrales sometidos a la acción del fuego de manera continuada. Para ello, en cada una de las localidades seleccionadas se pretendió caracterizar las primeras etapas de la sucesión, así como la fugacidad de las especies tras incendio mediante el estudio de la cobertura briofítica. Relacionar dicha cobertura con la regeneración de la vegetación vascular y averiguar la posible influencia de la vegetación briofítica en la evolución de los suelos afectados por el fuego.

Situación y características del área de estudio

Para llevar a cabo este estudio, se han seleccionado las localidades de Anafreita, Entrambasaugas y Vilariño, situadas, todas ellas, en la provincia de Lugo, pertenecientes a los municipios de Friol, Guntín y Lugo, respectivamente (Tabla I).

Los límites septentrional y meridional son artificiales, quedando constituidos por las carreteras de Lugo-A Coruña y Lugo-Santiago, respectivamente; mientras que los límites oriental y occidental, son realmente naturales, formados por la cuenca del Miño al Este, y una continuada barrera montañosa formada por las Sierras de A Cova da Serpe y Careón, con altitudes comprendidas entre los 600-800 m.s.m., por el Oeste (Fig. 1).

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio se caracteriza por la presencia de rocas graníticas. Estos suelos desarrollados sobre materiales graníticos que han sido afectados por la acción del fuego, son poco profundos, ácidos, con un contenido muy elevado de materia orgánica, humus de mala calidad, y de carácter álico, saturación del complejo de cambio en Al superior al 60%, (BUOL *et al.*, 1975), perteneciendo en su mayor parte al grupo leptosol (F.A.O., 1989).

TABLA I. Localidades estudiadas con U.T.M., altitud, n.º de parcelas, fecha del incendio y muestreos

LOCALIDAD	U.T.M.	ALTITUD	N.º PARCELAS	FECHA DEL INCENDIO	MUESTREOS (tras incendio)
Anafreita (Municipio de Friol)	29TNH8 87714	841	2	2/9/98	Otoño 98 (a 1 mes) Primavera 99 (a 8 meses) Verano 99 (a 10 meses) Otoño 99 (a 14 meses)
Entrambasaugas Municipio de Guntín)	29TPH03 5533	683	4	24/8/98	Otoño 98 (a 1 mes) Primavera 99 (a 8 meses) Verano 99 (a 11 meses) Otoño 99 (a 15 meses)
Vilariño (Municipio de Lugo)	29TPH09 6635	550	4	3/9/98	Otoño 98 (a 1 mes) Primavera 99 (a 7 meses) Verano 99 (a 10 meses) Otoño 99 (a 14 meses)

La caracterización climática se ha efectuado basándose en los datos climáticos disponibles en las estaciones meteorológicas de Sobrado dos Monxes, Monte Ladairo y Lugo (CARBALLEIRA *et al.*, 1983), consideradas en base a su altitud y proximidad a cada una de las localidades estudiadas. La caracterización climática para las estaciones de Monte Ladairo y Lugo, se ha efectuado según PAPADAKIS (1966), correspondiéndole a cada estación un tipo climático Marítimo fresco y Mediterráneo templado, respectivamente, con un régimen térmico (amplitud térmica de 21,6-35,3°C) y régimen pluviométrico (precipitación anual de 1305-1022 mm) para el conjunto de las dos estaciones. En el caso de Sobrado dos Monxes, al no disponer esta estación de datos de temperaturas suficientes, se ha seguido a THORNTHWAITE (1948), según el cual, el tipo climático que le corresponde sería Perhúmedo-Mesotérmico I, con un régimen térmico (amplitud térmica de 22,2°C) y régimen pluviométrico (precipitación anual de 1387 mm).

La vegetación potencial de casi la totalidad de la zona estudiada corresponde en su estado óptimo estable o clímax a un robledal denso que alberga bastantes arbustos y hierbas vivaces muy

degradado por la acción antropozoógena de tala, incendio, cultivo, ganado, etc., que queda representada por matorrales ya sean brezales o tojales y piornales o retamares. En estos matorrales degradados, la combinación florística más común, es la formada, por *Ulex minor*, *Ulex gallii* subsp. *breoganii*, *Ulex europaeus*, *Daboecia cantabrica*, *Erica cinerea*, *Erica umbellata*, *Calluna vulgaris*, *Agrostis curtisii*, *Halimium alyssoides*, *Thymus caespititius*, *Tuberaria globularifolia*, *Pseudarrhenatherum longifolium*, etc., cuando se trata de brezales o tojales, o bien por *Cytisus striatus* subsp. *striatus*, *Cytisus scoparius* subsp. *scoparius*, *Cytisus multiflorus*, *Genista florida* subsp. *polygaliphylla*, en el caso de que sean piornales o retamares. Teniendo en cuenta las características florísticas y de vegetación existente y de acuerdo con la zonación biogeográfica de RIVAS MARTÍNEZ (1987), el área de estudio se emplaza en el horizonte eucolino (piso colino) del subsector Lucense (Sector Galaico-Portugués) de la provincia Cántabro-Atlántica (región Eurosiberiana), en la que predomina fundamentalmente la serie de vegetación *Vaccinio myrtilli-Quercu roboris* sigmetum.

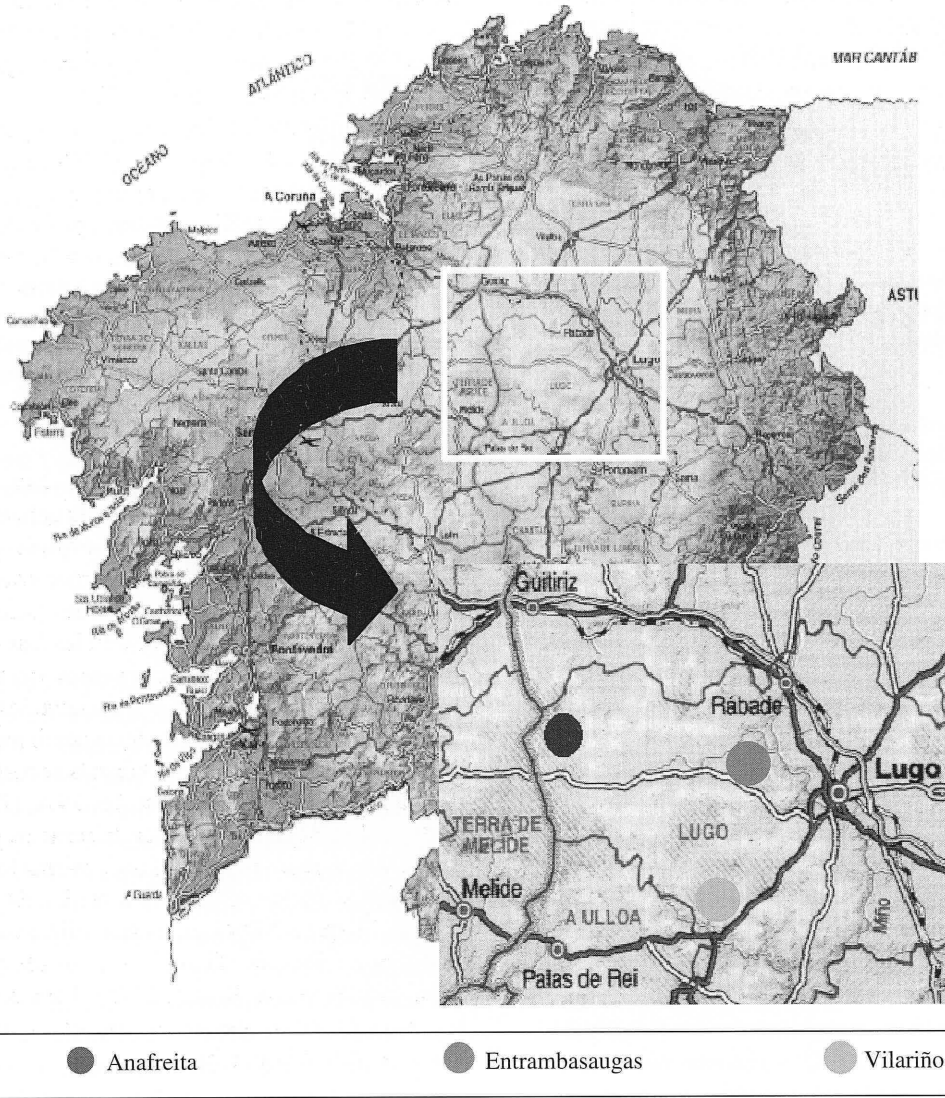


Fig. 1. Situación geográfica de las localidades estudiadas.

METODOLOGÍA

Seguimiento de las especies briofíticas

El estudio y seguimiento de este primer trabajo en Galicia sobre la colonización del suelo por parte de los briófitos después de un incendio

forestal, se realizó en tres localidades (Tabla I). En cada localidad se trazaron parcelas permanentes de 1 m² -superficie de muestreo considerada también por otros autores (GLOAGUEN, 1990; HERAS, 1994) en investigaciones de sucesión briofítica- en las que se muestreó a lo largo de las distintas estaciones durante dos años.

Al establecer las parcelas se tuvo en cuenta la uniformidad del terreno, pendiente y profundidad del suelo, proximidad a grandes rocas, cursos de agua y vegetación de contacto. Para el seguimiento de la sucesión briofítica, se ha elegido el método directo o diacrónico que consiste en observar las variaciones de la vegetación en el tiempo a partir de una estación, parcela o lugar concreto previamente determinado (LEPART & ESCARRE, 1983).

Para la identificación y nomenclatura de las especies citadas se ha seguido a SMITH (1978) y CORLEY *et al.* (1981), respectivamente.

Evaluación de la cobertura

Para la evaluación de la cobertura briofítica, cada parcela se dividió en 16 cuadrados de 25 cm de lado, (1 cuadrado = a una muestra). Dichas parcelas se fotografiaron y con posterioridad en el laboratorio, sobre la fotografía y con la mayor precisión posible, se evaluó la cobertura y fugacidad de cada una de las especies muestreadas (HERAS, 1994).

La cobertura se evaluó en cada muestra o cuadrado estimando visualmente el porcentaje de superficie que cada especie ocupaba en el mismo. Para evitar errores de estima cada cuadrado fue subdividido en 4 subcuadrados, en los que se evaluó la cobertura, y fueron promediados para obtener la cobertura media de cada muestra (Figs.2, 3).

Análisis de suelos

Al año del incendio y en cada localidad se recogieron mediante una sonda muestras de suelo (con briófitos y sin briófitos). De cada muestra se tomaron cuatro réplicas, manteniendo de una réplica a otra, una distancia inferior a 50 cm, siendo la profundidad de la muestra de 4 cm (HERAS, 1994). Una vez recogidas las muestras se secaron a temperatura ambiente y pasaron por un tamiz de 2 mm. Se analizaron y se consideraron los parámetros siguientes: pH, C, nitrógeno

total (Nt), N mineralizable, C/N, P disponible, P orgánico, P inorgánico, índice de adsorción de fósforo (PSI), Ca, Mg, Na, K, Al y capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICe).

Para la determinación del pH en CIK se siguió a GUTIÁN & CARBALLAS (1996), para el cálculo de los cationes de cambio y la CICe por desplazamiento con NH_4Cl 1M se siguió a PEECH *et al.* (1947). Para el PSI se siguió a BACHE & WILLIAMS (1971) y el P disponible se determinó mediante el método de OLSEN & SOMMERS (1982).

Tratamiento de los datos

En cuanto al tratamiento de los datos, se calcularon los valores porcentuales de cobertura media de cada muestra para cada especie y se promediaron en función de las 16 muestras de cada parcela, para referirlo a la cobertura porcentual de cada una de las parcelas. Con los datos de cobertura de las especies se elaboraron tablas y gráficos, donde se reflejan los porcentajes de cobertura media y desviación típica como medida de dispersión de los datos. Además se realizó un análisis de la varianza, Test ANOVA, (ZAR, 1999), con el objeto de detectar diferencias significativas entre los muestreos de la misma localidad para los datos de cobertura media. En los casos en los que ANOVA encontraba diferencias se utilizó el Test de TUKEY por su elevada fiabilidad (SOKAL & ROHLF, 1995). Para hacer comparación entre dos muestreos, en algunos casos, se utilizó la prueba *t*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelos

Los suelos de la zona estudiada y que han sido afectados por la acción del fuego, se caracterizan por ser ácidos, con un pH en H_2O que oscila entre 4,6 y 4,9 y un pH en KCl entre 4,3 y 4,6; con un contenido muy elevado de materia orgánica entre 12,07 y 25,37. La relación C/N fue elevada, lo que indicó una mala humificación

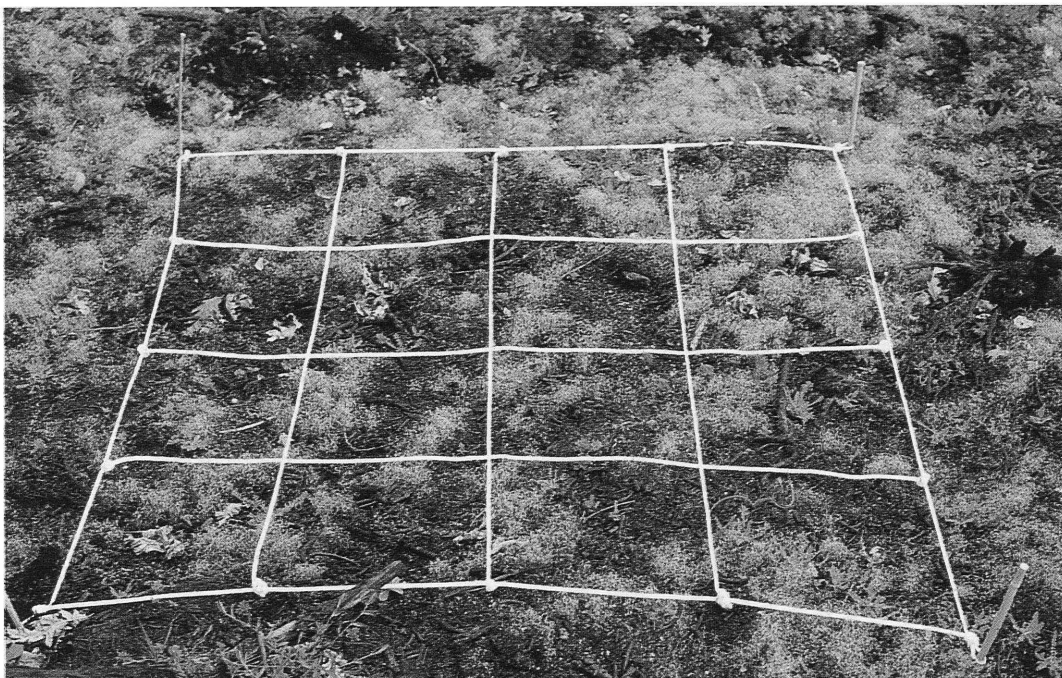


Fig. 2. Parcela de *Funaria hygrometrica* en la localidad de Vilariño.

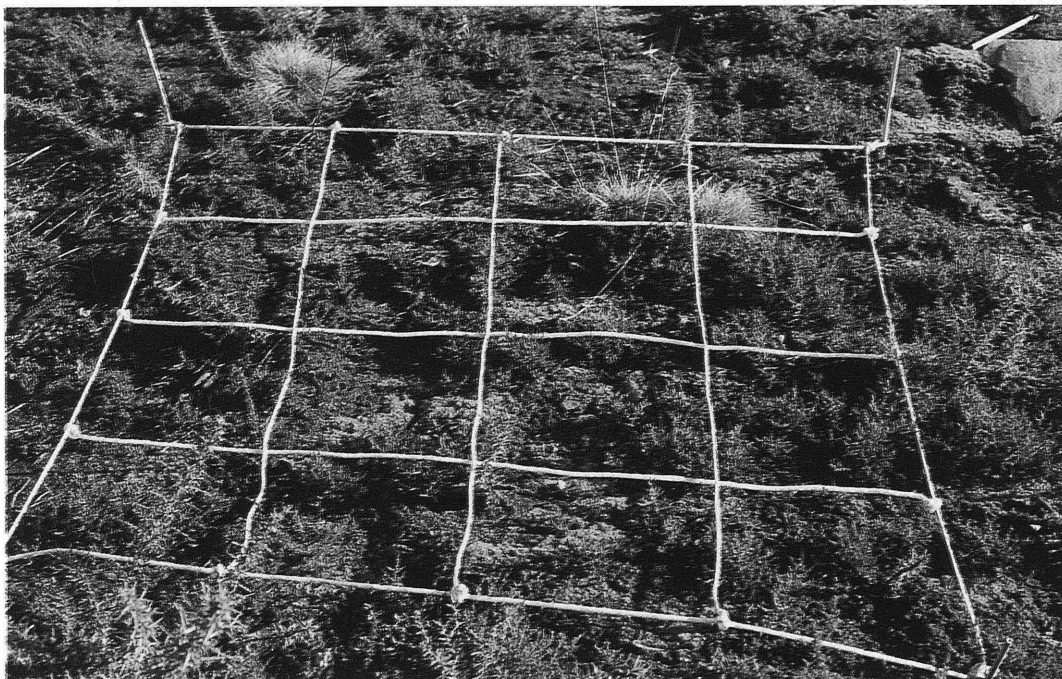


Fig. 3. Parcela de *Bryum capillare* en la localidad de Anafreita.

de los restos orgánicos (humus de mala calidad). El porcentaje de N fue elevado, con valores que oscilaron entre 1,165 y 0,3967.

Los valores de N mineralizable aparecieron dentro del rango encontrado por TORRADO (1999) para suelos forestales no sometidos a incendios. El contenido de N mineralizable fue mayor (13,73 mg.kg⁻¹), en Entrambasaugas (tojal con briófitos), y el contenido de materia orgánica más bajo; mientras que en Entrambasaugas (retamar con briófitos), el contenido de N fue de 6,97 mg.kg⁻¹, siendo muy alto el contenido de materia orgánica con 25,37.

La capacidad de intercambio catiónico efectiva fue siempre superior a 4 cmol (+).kg⁻¹ (entre 4,12 y 7,18 cmol(+).kg⁻¹), no presentando el modificador e de baja capacidad de cambio (BUOL *et al.*, 1975). En cualquier caso la CICe fue baja, como corresponde a suelos ácidos, con arcilla de baja capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica con poca carga negativa. El aluminio llegó a ocupar el 85% del complejo de cambio, presentando algunos suelos (Anafreita, Entrambasaugas, tojal y retamar sin briófitos y Vilariño sin briófitos) carácter álico (porcentaje de saturación de Al en el complejo de cambio > de 60%).

Los suelos con carácter álico, son los que mostraron deficiencias en Ca y Mg, con valores inferiores a 1,5 y 0,4 cmol(+).kg⁻¹, respectivamente; presentando los modificadores de Ca y Mg de BUOL *et al.* (1975). Los suelos con mayor contenido de Ca y Mg fueron los de Vilariño y Entrambasaugas, ambos con presencia de briófitos. En cuanto al contenido de K, los valores oscilaron entre 0,15 y 0,79 cmol(+).kg⁻¹, obteniéndose valores por debajo de 0,2 cmol(+).kg⁻¹ (modificador k de BUOL *et al.*, 1975) en Entrambasaugas y Anafreita, ambos sin briófitos.

En cuanto al P orgánico e inorgánico los valores oscilaron entre 292,46 - 103,62 mg.kg⁻¹ y 335,92 - 97,03 mg.kg⁻¹, respectivamente, no observándose relación alguna con materia orgánica.

El fósforo disponible alcanzó unos valores que variaron entre 3,64 mg.kg⁻¹ (Entrambasaugas,

tojal sin briófitos) y 15,55 mg.kg⁻¹ (Entrambasaugas, retamar con briófitos).

El PSI osciló entre valores de 39,46 (Anafreita sin briófitos) a 29,15 (Entrambasaugas, tojal con briófitos), encontrándose todas las localidades dentro del rango permitido, 14 - 37 (RODRÍGUEZ VICENTE, 1998) a excepción de Anafreita (sin briófitos). Donde el contenido de PSI era más bajo, también lo fue el contenido de materia orgánica.

Evolución de la cobertura briofítica

Dado que los briófitos tienden a crecer formando céspedes densos y discontinuos, la cobertura se valoró en función del total de las muestras y en función de aquellas muestras con presencia briofítica. Durante los primeros meses se observó que en todas las localidades la riqueza florística era muy baja, si bien presentaba una evolución creciente a lo largo del tiempo. Sin embargo, en algunas parcelas estudiadas, no fue posible realizar el cálculo medio de cobertura, debido en algunas ocasiones, al crecimiento de la vegetación vascular y, en otras, a la destrucción imprevista de parcelas con diversos fines.

Anafreita. En ambas parcelas no observamos vegetación briofítica a un mes del incendio. Ocho meses más tarde en la primera parcela se muestrearon dos especies: *Polytrichum longisetum* y *Funaria hygrometrica* con porcentajes medios de cobertura que oscilaron entre el 3,6 y 2,26% (desv.típ. 7,64 y 4,81) respectivamente. En la segunda parcela se observó la presencia de las especies anteriores con predominio de *Polytrichum longisetum* (28,15%, desv.típ. 23,48) sobre *Funaria hygrometrica* (0,17%, desv.típ. 0,68). Finalmente a los diez meses del incendio en la primera parcela los porcentajes de cobertura fueron 1,37% y 0,7% (desv.típ. 2,56 y 1,9) siendo en la segunda parcela de 20,67% y 0,15% (desv.típ. 17,71 y 0,62) respectivamente (Fig.4).

Entrambasaugas. A un mes del incendio la vegetación briofítica y vascular fue nula en las dos parcelas de tojal y retamar. A los ocho meses

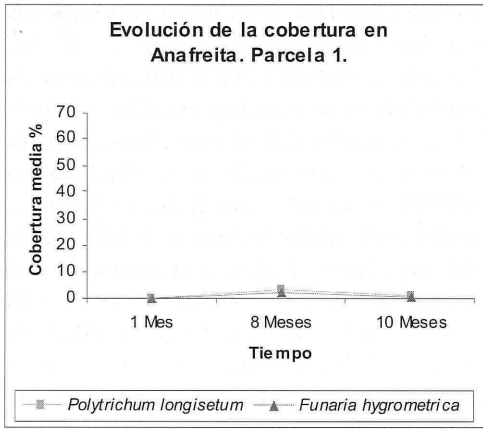


Fig. 4. Evolución de la cobertura media de los briófitos en Anafreita.

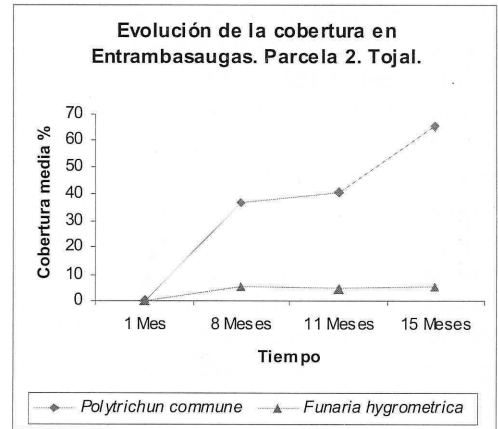


Fig. 5. Evolución de la cobertura media en un tojal de Entrambasaugas.

del incendio en el tojal de la segunda parcela se obtuvieron porcentajes de 36,92% (desv.típ. 23,63) para *Polytrichum commune* y 5,15% (desv.típ. 9,05) para *Funaria hygrometrica*, siendo incipiente la vegetación en la primera parcela.

Funaria hygrometrica alcanzó un 4,84% (desv.típ. 9,2) de cobertura en la primera parcela del retamar y 32,15% (desv.típ. 19,15) en la segunda.

A los once meses del incendio fue despreciable la cobertura de *Funaria hygrometrica* en la primera parcela (tojal), mientras que en la segunda *Polytrichum commune* alcanzó un 40,76% (desv.típ. 23,87) y *Funaria hygrometrica* 4,45% (desv.típ. 8,99). En el retamar el crecimiento de *Funaria hygrometrica* alcanzó 3,28% (desv.típ. 6,5) en la primera parcela y 23,04% (desv.típ. 15,92) en la segunda parcela.

Transcurridos quince meses del incendio *Funaria hygrometrica* alcanzó una cobertura de 19,34% (desv.típ. 15,06) en la primera parcela y en la segunda parcela *Polytrichum commune* aumentó de manera considerable hasta llegar a un 65,46% (desv.típ. 21,56), al contrario que *Funaria hygrometrica* que solo alcanzó un valor de 4,92% (desv.típ. 11,56).

En el retamar fue imposible evaluar el seguimiento de la cobertura de ambas parcelas debido

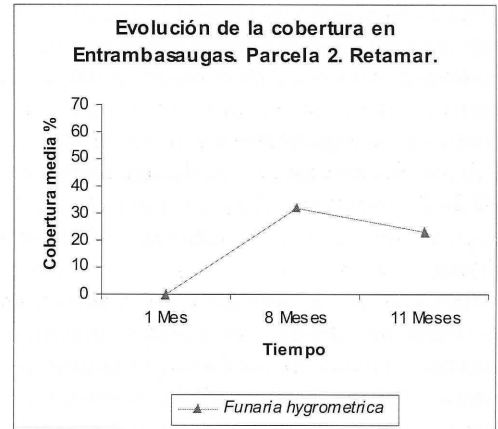


Fig. 6. Evolución de la cobertura en un retamar de Entrambasaugas.

a la acción antropógena y al desarrollo de la vegetación superior (Figs. 5 y 6).

Vilarriño. A un mes del incendio, como en las localidades anteriores la vegetación vascular y briofítica fue nula. A los siete meses del incendio *Funaria hygrometrica* alcanzó un porcentaje de 9,95% (desv.típ. 9,2) en la primera parcela, 45,95% (desv.típ. 19,15) en la segunda parcela, 48,84% (desv.típ. 14,22) en la tercera parcela y 9,32% (desv.típ. 10,83) en la cuarta parcela. Los

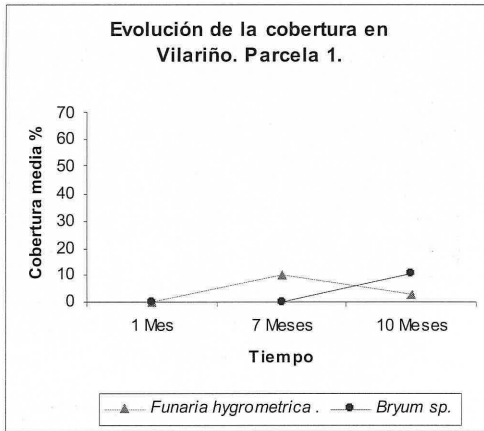


Fig. 7. Evolución de la cobertura media de los briófitos en Vilarriño.

resultados a los 10 meses del incendio en la primera parcela fueron 2,76% (desv.típ. 3,56) para *Funaria hygrometrica* y 10,95% (desv.típ. 9,8) para *Bryum capillare*. En la segunda parcela 40,28% (desv.típ. 23,74) para *Funaria hygrometrica* y 5,31 % (desv.típ. 8,01) para *Bryum capillare*. En la tercera parcela fue imposible evaluar la cobertura debido al desarrollo de la vegetación vascular. En la cuarta parcela el porcentaje de cobertura de *Funaria hygrometrica* fue de 17,81% (desv.típ. 17,3). A los catorce meses del incendio no pudo llevarse a cabo el muestreo debido a la destrucción imprevista de las parcelas por la acción antropógena (Fig. 7).

A partir de los valores medios de cobertura, en cada localidad se realizaron análisis estadísticos en función de los muestreos llevados a cabo, teniendo siempre en cuenta aquellos en los que hay valores cuantitativos de cobertura. Así, en Anafreita, al tener sólo dos muestreos posibles, se realizó la prueba t, observándose diferencias significativas entre el muestreo de primavera y verano; lo que indicó que los cambios encontrados en la cobertura de briófitos (sobre todo *Polytrichum longisetum*) no respondieron a la aleatoriedad del muestreo, sino que reflejaban significativamente cambios en la evolución de la

cobertura, que en esta localidad disminuye para el período de tiempo estudiado. En Entrambasaguas, el Test de TUKEY nos indicó que las diferencias se encontraban entre los muestreos de primavera-otoño y verano-otoño, no encontrando diferencias significativas entre primavera y verano. Según estos resultados, los valores de cobertura briofítica en otoño (segundo año después del incendio) se incrementaron tanto en *Funaria hygrometrica* como en *Polytrichum commune*, este incremento no respondía al azar, sino que reflejó una nueva etapa en la sucesión. Las condiciones de humedad y elementos nutritivos fueron favorables a la expansión de *Polytrichum commune* (perenne) y a la germinación y establecimiento de nuevos individuos de *Funaria hygrometrica* (anual). La prueba t realizada en la localidad de Vilarriño, no reflejó diferencias significativas de cobertura entre los muestreos.

Evolución de la vegetación muscinal postincendio e influencia en los suelos afectados

Después del fuego, los briófitos juegan una función muy importante en la colonización del suelo desnudo, sucediéndose las siguientes especies: *Funaria hygrometrica*, *Bryum capillare*, *Polytrichum longisetum* y *Polytrichum commune*.

Funaria hygrometrica es un musgo colonizador, que se desarrolla de manera óptima en diferentes parcelas de las localidades estudiadas (Fig. 8). Se trata de una especie anual, pionera, exigente, fugaz, poco competitiva y ruderal, de crecimiento muy rápido, que coloniza los suelos desnudos y muy perturbados formando un tapiz continuo, pero que es desplazada por especies pioneras, colonizadoras y perennes como *Bryum capillare*, *Polytrichum longisetum* y *Polytrichum commune*.

Funaria hygrometrica se reproduce por esporas de pequeño tamaño, originándose gran cantidad por cápsula, lo que concuerda con la estrategia "fugitiva" descrita para esta misma especie por DURING (1979).

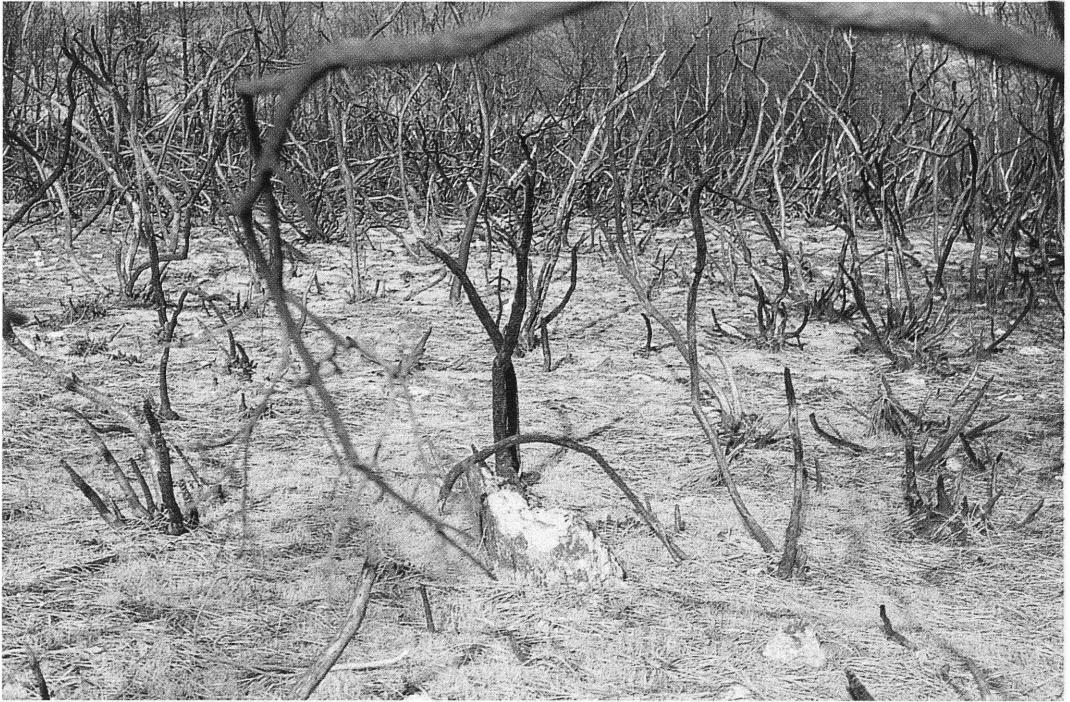


Fig. 8. *Funaria hygrometrica* en un retamar de Vilariño.

A continuación y de manera progresiva, a los pocos meses del comienzo del estudio y siempre con humedad abundante, se instalaron *Polytrichum longisetum* y *Polytrichum commune*, puesto que el efecto humedad de la estación es un factor predominante para la instalación de estos musgos de estrategia "perenne", tal como lo reconocen CLÉMENT (1986) y CLÉMENT & TOUFFET (1988). Una vez instalados, el desarrollo se hace exclusivamente por multiplicación vegetativa de los gametófitos (rizoides, yemas, bulbillos). Las especies de *Polytrichum* son dioicas, tolerantes a las variaciones físicas, pero a diferencia de *Funaria hygrometrica*, tienen un poder competitivo elevado ya que tienden a eliminar a otras especies de briófitos e incluso a plantas herbáceas. La intensidad de la competencia está relacionada directamente con la cantidad de agua y nutrientes disponibles en la estación (CLÉMENT & TOUFFET, 1988).

Bryum capillare es una especie colonizadora que observamos en la localidad de Entrambasaguas (Fig. 9), sucediendo a *Funaria hygrometrica*. Se reproduce vegetativamente por medio de bulbillos rizoidales, estrategia reproductora más común entre las especies de estrategia "colonizadora" (DURING, 1979; ESPÓSITO *et al.*, 1999).

En cuanto a la posible influencia de la vegetación briofítica en la evolución de los suelos afectados por el fuego, se observaron valores ligeramente más elevados en N, Ca, Mg y K en los suelos con briófitos que en aquellos en los que no se detectó su presencia. Esto puede deberse, tanto al aporte de los propios briófitos -productores primarios que intervienen en el ciclo de nutrientes-, como a los consumidores primarios -utilizan la materia orgánica constituida por cápsulas y filidios de los briófitos perennes/ anuales y la devuelven al suelo formando parte de la primera capa de humus- (CLÉMENT *et al.*, 1980).



Fig. 9. *Bryum capillare* en un retamar de Entrambasaguas.

Interacción con la vegetación vascular

No es exclusivamente de los briófitos el papel de recolonizadores de suelos quemados. Incluso antes de la aparición de los céspedes de briófitos, se ha detectado el restablecimiento directo de la comunidad existente antes del incendio, gracias a los mecanismos de regeneración y persistencia de las plantas vasculares, tales como rebrote de cepas, raíz, rizoma, bulbo, o germinación de semillas.

En cuanto a la interacción de la vegetación briofítica con la vegetación vascular en los matorrales estudiados, ya sean brezales o tojales como piornales o retamares, se observó al principio del estudio que ambos porcentajes de cobertura eran similares. Sin embargo, con el paso del tiempo el porcentaje de cobertura de la vegetación vascular se incrementó de manera signifi-

cativa, mientras que el porcentaje de cobertura de la vegetación briofítica se mantuvo o tendió a disminuir, posiblemente debido al rápido crecimiento de la vegetación vascular en competencia por la humedad, luz y naturaleza del sustrato.

En la localidad de Anafreita, a los ocho meses del incendio se presentó una vegetación vascular entorno al 40%, mientras que los briófitos presentaron un porcentaje medio de cobertura del 8,5%. A los diez meses se apreció un incremento significativo de la vegetación vascular, aproximándose a un 60% de cobertura, por el contrario los briófitos descendieron a 5,72%. A los catorce meses la vegetación vascular superó el 75%, en este sentido y de acuerdo con lo expuesto, no se pudo calcular la cobertura briofítica (Fig. 10).

En Entrambasaguas a los ocho meses del incendio el porcentaje de cobertura vascular se

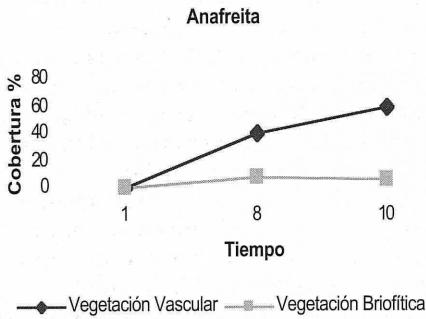


Fig. 10. Evolución de la cobertura media de la vegetación vascular y briofítica en Anafreita.

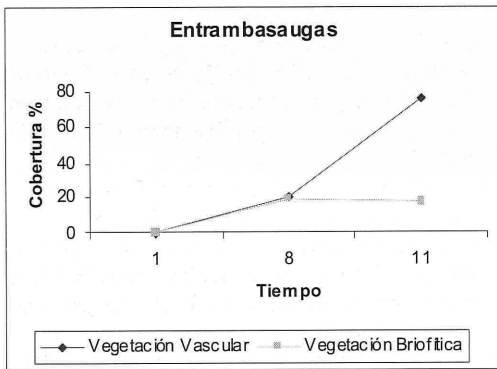


Fig. 11. Evolución de la cobertura media de la vegetación vascular y briofítica en Entrambasaguas.

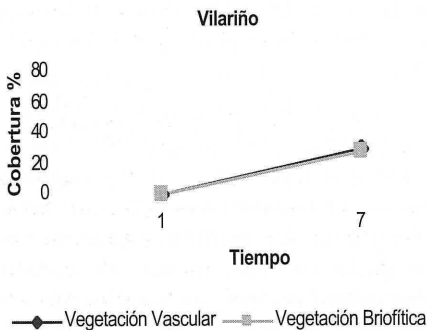


Fig. 12. Evolución de la cobertura media de la vegetación vascular y briofítica en Vilariño.

mantuvo alrededor del 20%, mientras que para los briófitos los valores medios de cobertura fueron 19,76%. A los once meses la vegetación vascular se aproximó a un 75% de cobertura, descendiendo los briófitos hasta 17,88% (Fig. 11).

En Vilariño solo se obtuvieron datos de cobertura vascular a los siete meses, por lo que no se pudo hacer una comparación más prolongada con respecto a la cobertura de briófitos. A los siete meses el porcentaje de cobertura de vegetación vascular se aproximó al 30% mientras que la cobertura briofítica alcanzó un 28,51% (Fig.12).

CONCLUSIONES

La colonización briofítica post-incendio de matorrales gallegos quemados en la época estival comienza antes de los siete meses, y en ella intervienen *Funaria hygrometrica*, *Bryum capillare*, *Polytrichum longisetum* y *Polytrichum commune*. La falta de humedad influye negativamente en el porcentaje de cobertura, del mismo modo que las condiciones de humedad y elementos nutritivos favorecen el desarrollo vegetativo de briófitos perennes y el desarrollo sexual de especies anuales. La aparición de una especie de estrategia colonizadora como *Bryum capillare* desplaza a otra especie de estrategia fugitiva como *Funaria hygrometrica*. Especies de estrategia perenne como *Polytrichum longisetum* y *Polytrichum commune* perjudican a su vez a *Funaria hygrometrica*, que no vuelve a instalarse en la comunidad. Finalmente *Funaria hygrometrica*, *Bryum capillare*, *Polytrichum commune* y *Polytrichum longisetum* muestran preferencias por sustratos abundantes en N, Ca, Mg y K.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud a la Dra. Esperanza Álvarez Rodríguez del Departamento de Edafología de la Universidad de Santiago de

Compostela por su colaboración en la interpretación de los análisis de suelos. Nuestro agradecimiento a Araceli Iglesia Rodríguez y Miguel Angel Gómez Valverde por su colaboración en el tratamiento estadístico de los datos. Por último queremos agradecer al Profesor José Luis Pérez-Cirera sus consejos y atenta revisión del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHE, B.W. & WILLIAMS, E.G. (1971). A phosphate sorption index for soil. *Journal of Soil Science*, **22**: 289-301.
- BUOL, S.W., SÁNCHEZ, P.Q., CATE, R.B. & GRANGER, M.A. (1975). Soil fertility capability classification for fertility management. In: Bornemiza, E. & Alvarado, A. (Eds.), *Soil Management in tropical America*: 126-141. North Carolina State Univ., Raleigh, NC, USA.
- CARBALLEIRA, A., DEVESA, C., RETUERTO, R., SANTILLANA, E. & EUCIEDA, F. (1983). *Bioclimatología de Galicia*. Fundación Pedro Barrié de la Maza, A Coruña.
- CASAL, M. (1982). *Sucesión secundaria en vegetación de matorral de Galicia tras dos tipos de perturbación: incendio y roza*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- CASAL, M. (1985). Cambios en la vegetación de matorral tras el incendio en Galicia. In: *Estudios sobre prevención y efectos ecológicos de los incendios forestales*: 93-101. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- CASAL, M. (1987). Post-fire dynamics of shrubland dominated by Papilionaceae plants. *Ecología mediterránea*, **13**(4): 87-98.
- CASAL, M., BASANTA, M. & GARCÍA NOVO, F. (1984). *La regeneración de los montes incendiados en Galicia*. Monografía nº 99. Servicio de Publicaciones, Universidad de Santiago de Compostela.
- CASAL, M., BASANTA, M. & GARCÍA NOVO, F. (1986). Sucesión secundaria de la vegetación herbácea tras el incendio del matorral, bajo repoblación forestal de *Pinus*. *Bol.R.Soc.Española Hist.Nat.(Biología)*, **82**(1-4): 25-34.
- CASAL, M., BASANTA, M., GONZÁLEZ, F., MONTERO, R., PEREIRAS, J. & PUENTE, A. (1990). Post-fire dynamic in experimental plots of shrubland ecosystems in Galicia (NW Spain). In: Goldammer, J.C. & Jenkins, M.J. (Eds.), *Fire in ecosystem Dynamics*: 33-42. SPB Acad.Publ., The Hague.
- CAVERO, R. & EDERRA, A. (1997). Recuperación de la vegetación después de incendios controlados en un carrascal de Navarra (España): Evolución de la cobertura en los tres años siguientes a la perturbación. *Acta de Irati*, **97**(2): 241-246.
- CLÉMENT, B. (1986). Structure et dynamique de deux populations de *Polytrichum commune* des landes et tourbières des Monts d'Arrée (Bretagne, France). *Acta Oecologica Gemer.*, **7**(2): 115-133.
- CLÉMENT, B., FORGEARD, F. & TOUFFET, J. (1980). Importance de la végétation muscinale dans les premiers stades de recolonisation des landes après incendie. *Bull.Ecol.*, **11**(3): 359-364.
- CLÉMENT, B. & TOUFFET, J. (1988). Le rôle des bryophytes dans la recolonisation des landes après incendie. *Cryptogamie, Bryol.Lichénol.*, **9**(4): 297-311.
- CORLEY, M.F.V., CRUNDWELL, A.C., DÜLL, R., HILL, M.O. & SMITH, A.J.E. (1981). Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J.Bryol.*, **11**: 609-689.
- DURING, H. (1979). Life strategies of Bryophytes: a preliminary review. *Lindbergia*, **5**: 2-18.
- EDERRA, A., URDÍROZ, A. & CAVERO, R.Y. (1997). Floristic richness evolution after controlled fires in two woods of Navarra (Spain). *Lagascalía*, **19**(1-2): 769-776.
- ESPÓSITO, A., MAZZOLENI, S. & STRUMIA, S. (1999). Post-fire bryophyte dynamics in Mediterranean vegetation. *Jour.Veget.Sci.*, **10**: 261-268.
- F.A.O. (1989). *FAO/Unesco Soil Map of the World, Revised Legend, world Resources Report 60*, FAO, Rome. Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen.
- GLOAGUEN, J.C. (1990). Post-burn succession on Brittany heathlands. *Journal Vegetation Science*, **1**: 147-152.
- GUITIÁN, F. & CARBALLAS, T. (1996). *Técnicas de análisis de suelos*. (2ª edición ampliada). Pico Sacro, Santiago de Compostela.
- HERAS, J. DE LAS (1994). *Sucesión de la vegetación briofítica en bosques incendiados del Sistema Alcaraz-Segura-Cazorla (SW de Albacete)*. Serie I, Estudio s.nº 78. Instituto de Estudios Albacetenses, Diputación Provincial de Albacete..
- HERAS, J. DE LAS, GUERRA, J., HERNÁNDEZ, J. & HERRANZ, J.M. (1992). Synchronic study of the bryophytic vegetation of five burnt zones in SE Spain. *Vegetatio*, **102**: 97-105.

- HERAS, J. DE LAS, GUERRA, J. & HERRANZ, J.M. (1990). Bryophyte colonization of soils damaged by fire in South-east Spain: a preliminary report on dynamics. *J.Bryol.*, **16**: 275-288.
- HERAS, J. DE LAS, GUERRA, J. & HERRANZ, J.M. (1991). Changes in floristic diversity and fugacity of bryophytes in burnt sites of SE Spain. *Lindbergia*, **17**(1): 11-16.
- HERAS, J. DE LAS, GUERRA, J. & HERRANZ, J.M. (1994). Stages in bryophyte succession after fire in Mediterranean Forests (SE, Spain). *Int.J.Wildland Fire*, **4**(1): 33-44.
- HERAS, J. DE LAS, GUERRA, J. & HERRANZ, J.M. (1995a). Influencia de la orientación y de la vegetación briofítica en la evolución de algunos parámetros edáficos 3-5 años después del fuego. *Ecología*, **9**: 109-119.
- HERAS, J. DE LAS, GUERRA, J. & HERRANZ, J.M. (1995b). Bryophyte succession after fire in Mediterranean ecosystems. Differences between N and S exposures, 3-5 years after fire (SE Spain). *Acta Oecologica*, **16**(2): 159-169.
- HERAS, J. DE LAS & HERRANZ, J.M. (1996). The role of bryophytes in the nitrogen dynamics of soils affected by fire in Mediterranean forests (southeastern Spain). *Ecoscience*, **3**(2): 199-204.
- HERAS, J. DE LAS & MARTÍNEZ, J.J. (1990). Regeneración natural de terrenos incendiados. In: *Los Montes de Castilla-La Mancha*: 93-103. Cuenca.
- IGLESIA, A., CASCUDO, A. & DÍAZ VIZCAÍNO, E. (1998 a). Preliminary post-fire secondary succession in shrubland dominated by *Ulex gallii* Planchon in inland Galicia (NW Spain). In: Trabaud, L. (Ed.), *Fire management and landscape Ecology*: 115-122. Int. Assoc. Wild. Fire, Washington.
- IGLESIA, A., CASCUDO, A. & DÍAZ VIZCAÍNO, E. (1998 b). Post-fire self-succession in shrubland dominated by *Erica australis* L. in inland Galicia (NW Spain). A study of regenerative strategies. *III Int. conference on forest fire research*, **II**: 1495-1508.
- LEPART, J. & ESCARRE, J. (1983). La succession végétale, mécanismes et modèles: analyse bibliographique. *Bull.Écol.*, **14**: 133-178.
- LONGTON, R.E. (1992). The role of bryophytes and lichens in terrestrial ecosystems. In: Bates, J.W. & Farmer, A.M. (Eds.), *Bryophytes and lichens in a changing environment*: 32-76. Oxford University Press.
- OLSEN, S.R. & SOMMERS, L.E. (1982). Phosphorous. In: Page, A.L., Miller, R.H. & Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part.2. Chemical and Microbiological properties*: 403-430. Madison, Wisconsin, USA.
- PAPADAKIS, J. (1966). *Climates of the world and their agricultural potentialities*. Buenos Aires.
- PEECH, M., ALEXANDER, L.T., DEAN, L. & REED, J.F. (1947). *Methods of soil analysis for soil fertility investigations*. Dep. Agr. Cir., U.S.
- PUCHE, F., BARRENO, E., GIMENO, C. & FOS MARTÍ, S. (1997). Briófitos como colonizadores y estabilizadores del suelo en situaciones postincendio. In: Vallejo, R. (Ed.), *La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana*: 213-243. Fund. Centro Est. Amb. Medit. (CEAM), Valencia.
- PUCHE, F. & GIMENO, C. (2000). Dynamics of the early stages of bryophyte colonization of burnt Mediterranean forests (E. Spain). *Nova Hedwigia*, **70**: 523-536
- PUNTES, M.A., PEREIRAS, J. & CASAL, M. (1985). Dinámica de la población de plántulas de *Ulex europaeus* L. tras incendio y su relación con la misma topografía. *Estudia Oecologica*, **6**: 135-148.
- REYES, O. & CASAL, M. (1998). Are dominant species in NW Spain fire-prone?. In: TRABAUD, L. (Ed.), *Fire Management and Landscape Ecology, Fiarfield*: 177-188. Washington.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987). *Memorias del mapa de series de vegetación de España* (1:400.000). Serie Técnica. ICONA, Madrid.
- RODRÍGUEZ VICENTE, V. (1998). *Contribución al estudio de suelos forestales en la provincia de Lugo*. Proyecto Fin de Carrera. I.T.E. Forestales, Escuela Politécnica Superior, Lugo.
- SMITH, A.J.E. (1978). *The Moss Flora of Britain and Ireland*. Cambridge University Press.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F. (1995). *Biometry*. 3rd.ed., W.H. Freeman & Co., New York.
- THORNTHWAITE, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geog. Rev.*, **38**: 55-94.
- TORRADO, V.M. (1999). *Descomposición de restos de diferentes especies forestales en suelos de la provincia de Lugo*. Proyecto Fin de Carrera. I.T.E. Forestales, Escuela Politécnica Superior, Lugo.
- URDÍROZ, A. (1994). *Estudio de la recuperación post-incendio de la brioflora de un robleal de Quercus robur L. de Leiza* (Navarra, España). Tesis de Licenciatura. Universidad de Navarra.
- URDÍROZ ARIZ, A. & EDERRA INDURÁIN, A. (1996). Estudio del impacto causado por los incendios en la brioflora de un robleal de Navarra (España). *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.*, **17**(2): 135-142.

- URDÍROZ ARIZ, A. & EDERRA INDURÁIN, A. (1999). Brioflora recolonizadora de dos bosques de Navarra (N España) sometidos a fuegos controlados. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, **12**: 59-84.
- URDÍROZ ARIZ, A. & EDERRA INDURÁIN, A. & OTANO, M. (1997). Estudio del impacto de los incendios en medios forestales y su recuperación: brioflora de un carrascal mediterráneo. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, **10**: 45-53.
- VERA, M.L., ALONSO, M.C. & OBESO, J.R. (1995). Rebrote después de incendio e inversión reproductiva en *Erica cinerea* y *Erica vagans*. *Orsis*, **10**: 7-15.
- ZAR, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*. 4rd.ed. Prentice International, INC., New Jersey.