

Convocatoria de ayuda a proyectos de investigación liderados por jóvenes investigadores (9ª ed., 2019)

1. Datos de identificación.

Título de la propuesta	Efecto de musgos de atributos funcionales contrastados en el crecimiento de plantas subarborescentes de la tundra en distintos regímenes de precipitación
Categoría	Ganando Independencia
Nombre y apellidos del Beneficiario	Alba Anadon Rosell
Datos de contacto: e-mail y teléfono	alba.anad@gmail.com ; +34 660502804
Departamento/Instituto/Grupo de Investigación/Otros	Institute of Botany and Landscape Ecology, University of Greifswald
Dirección, código postal, provincia	Soldmannstrasse 15, 17487 Greifswald (Alemania)

2. Memoria Técnica. Actividades y resultados de investigación

2.1. Introducción (Planteamiento, objetivos y justificación)

Las comunidades arbustivas se encuentran en expansión en la tundra alpina y ártica. Las principales causas de esta expansión son el calentamiento global y los cambios en el uso del suelo, que favorecen el establecimiento y persistencia de especies leñosas en detrimento de especies herbáceas^{1,2}. En las comunidades arbustivas de la tundra, los briófitos pueden recubrir la totalidad de la superficie del suelo en zonas muy extensas, ejerciendo importantes efectos en las condiciones abióticas de éste. Entre estos efectos encontramos la amortiguación de las fluctuaciones de temperatura del suelo, y la regulación de la humedad mediante la intercepción del agua de la precipitación y la reducción de pérdidas de agua por evapotranspiración^{3,4}. Además, muchas de estas especies hospedan cianobacterias fijadoras de nitrógeno, que constituyen la principal fuente de nitrógeno del suelo en estos ecosistemas⁵. Por otro lado, especies de briófitos de atributos funcionales contrastados pueden tener efectos diferenciados en la comunidad y en las plantas con las que conviven⁶. A pesar de la importancia de los briófitos como reguladores de las funciones ecosistémicas en la tundra, los efectos de éstos en el crecimiento de las especies arbustivas coexistentes, de especial interés en un contexto de expansión arbustiva, permanecen inexplorados.

Los objetivos de este proyecto son:

1. Determinar los efectos de musgos de atributos funcionales contrastados en los patrones de crecimiento de plantas subarborescentes en distintos regímenes de precipitación en la tundra subártica.

Mediante el análisis de los anillos de crecimiento en la base del tallo, se pretende estudiar las diferencias en los patrones de crecimiento de las especies *Betula nana* y *Empetrum nigrum* subsp. *hermaphroditum* (*E. hermaphroditum*) en alfombras dominadas por uno de los musgos *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi* y *Sphagnum* spp. y determinar el efecto de la precipitación (dos regímenes, alto y bajo) en la interacción planta-musgo.

2. Relacionar los patrones de crecimiento de los subarborescentes en las distintas alfombras de musgo y regímenes de precipitación con su estructura y funcionamiento hidráulicos.

Mediante el análisis de la anatomía del xilema en la base del tallo y el análisis del contenido foliar de C y su composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) se pretende evaluar los efectos de los musgos en la estructura y el funcionamiento hidráulicos de las especies subarborescentes *B. nana* y *E. hermaphroditum*, y relacionarlos con sus patrones de crecimiento.

3. Evaluar el efecto indirecto de los musgos en los subarborescentes a través de cambios en la disponibilidad de carbono y nutrientes del suelo. Este último objetivo constaba en la propuesta inicial del proyecto de forma secundaria pero finalmente constituye uno de los objetivos principales.

2.2. Descripción de la ejecución- Metodología

a. Especies de estudio y localidades de muestreo

Las dos especies de estudio son los subarborescentes *Betula nana* y *Empetrum hermaphroditum*, especies que pueden ser dominantes en comunidades subarborescentes de la tundra en el subártico. Estos subarborescentes crecen en alfombras de musgo dominadas por *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi* y *Sphagnum* spp., entre otras. Estos musgos difieren en su forma de crecimiento y en la densidad de las alfombras que forman (las dos primeras son pleurocárpicas y relativamente poco densas; las especies del género *Sphagnum* son acrocárpicas y, en este caso,

forman alfombras o cojines muy compactos). Las localidades de estudio se encuentran en las cercanías de la *Abisko Scientific Research Station*, en el norte de Suecia (68°21'N, 18°49'E). En esta zona hay un gradiente de precipitación acentuado, con unas localidades que reciben 571-755 mm anuales (clasificadas aquí como “baja precipitación”) y otras que reciben 811-1155 mm (“elevada precipitación”).

b. Diseño experimental

En agosto del 2019 se recolectaron rametos (i.e. ramas aéreas que emergen del rizoma subterráneo) de ambos subarbustos en ocho localidades (cuatro en cada nivel de precipitación). En cada localidad, se seleccionaron rodales co-dominados por ambos subarbustos en alfombras de musgo de una de las tres especies. Se midieron y recolectaron tres pares de rametos (*Betula* + *Empetrum*) para cada tipo de musgo en cada localidad (en total, 144 rametos). Inicialmente, el proyecto preveía utilizar material previamente recolectado en 2018 para el análisis anatómico del xilema y recolectar nuevas muestras en 2019 para el análisis de hojas y suelo. Finalmente, al tener que visitar igualmente las mismas parcelas de muestreo, decidí remuestrear todos los subarbustos y así disponer de todos los datos de las mismas plantas. También se obtuvieron muestras de suelo (una muestra de suelo compuesta por tres submuestras recolectadas debajo de cada par de subarbustos, en total 30 muestras ya que en algunos casos los subarbustos no se encontraron en un mismo rodal y se tuvieron que muestrear por separado).

c. Análisis de la anatomía del xilema

Una vez recolectados los rametos, se procedió a su preparación para la observación microscópica. Se realizó una microsección transversal en la base del tallo de cada rameto con un micrótopo de rotación, y se preparó (tinción, deshidratación y fijación)⁷ para ser fotografiada al microscopio (100x). En este momento, aún se están terminando de preparar y fotografiar todas las muestras. Se analizará el grosor de los anillos (crecimiento anual) y atributos anatómicos del xilema (tamaño, densidad y agrupación de los vasos conductores) con el programa ROXAS⁸.

d. Contenido foliar de C y N, y su composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)

Estos análisis se llevaron a cabo en colaboración con el grupo del Prof. Anders Michelsen durante mi visita a la Universidad de Copenhague (diciembre 2019). Se pesaron y encapsularon entre 3 y 4 g de material foliar de cada rameto, previamente secado en la estufa durante 48h a 60°C. La concentración de C y N y su composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) fueron determinadas mediante un analizador elemental acoplado a un espectrómetro de masas de relación isotópica. El proyecto inicial se centraba solamente el análisis de C, pero como los datos de N se obtienen en el mismo procedimiento analítico, éstos se utilizarán también.

e. Análisis del contenido de carbono y nutrientes del suelo

Estos análisis se llevaron a cabo en colaboración con el grupo del Prof. Anders Michelsen durante mi visita a la Universidad de Copenhague. Se pesaron 10 g de suelo fresco por muestra, que fueron suspendidos en 100 ml de agua destilada y mantenidos en el agitador durante 30 min. Se filtraron y transfirieron los extractos en viales de 50 ml y se analizó la concentración del carbono orgánico disuelto (COD), nitrógeno orgánico disuelto (NOD), amonio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) y fosfato (PO_4^{3-}) en los extractos con un analizador de inyección en flujo (Fiastar 5000, FOSS Analytical, Hilleroed, Denmark). También se midió el pH de los extractos, y se calculó el contenido de agua de las muestras.

2.3. Resultados obtenidos (cumplimiento de objetivos)

En este momento, el proyecto ya dispone de algunos resultados, que corresponden al objetivo tres. Los otros dos objetivos, que requieren del análisis de los cortes de los rametos, aún no se han alcanzado plenamente.

Objetivo 1. Se han preparado ya las primeras muestras de *B. nana* y *E. hermaphroditum* recolectadas en 2019 (48 muestras). El análisis de los anillos de crecimiento de estas muestras está en fase de elaboración (Fig. 1).

Objetivo 2. Este objetivo se centra en la integración de los patrones de crecimiento con su estructura y funcionamiento hidráulicos en los distintos tratamientos. La integración no se ha podido llevar a cabo aún, ya que los datos de crecimiento (grosor de los anillos) y la parte hidráulica referente a la anatomía aún están en fase

de elaboración. Pero la parte que se centra en la composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$, y finalmente también $\delta^{15}\text{N}$) de las hojas, por la que se pidió financiación a la AEET, sí se ha llevado a cabo.

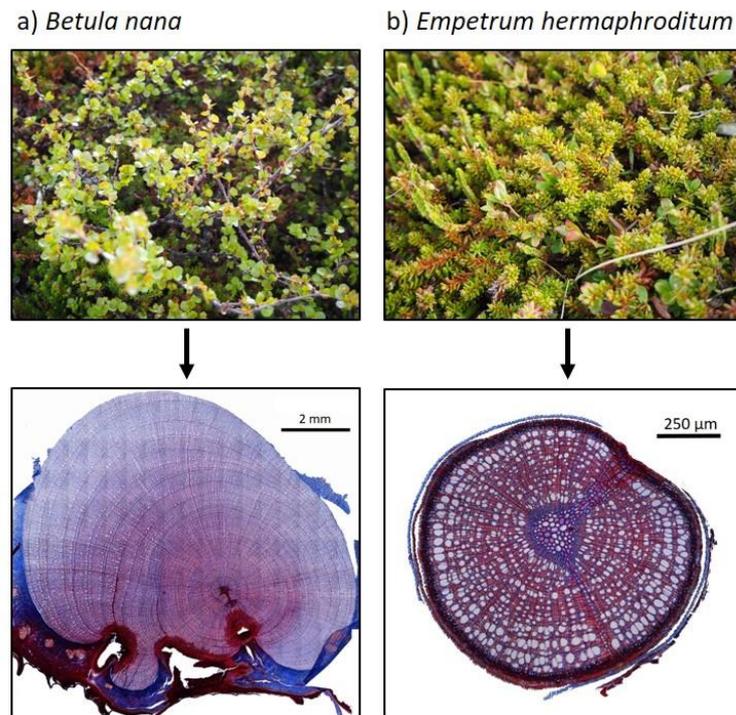


Fig. 1 Rametos de *Betula nana* (a) y *Empetrum hermaphroditum* (b) y sus respectivas secciones transversales realizadas en la base del tallo.

Los análisis cuantitativos de la anatomía del xilema se han retrasado respecto a lo previsto porque los subarbustos fueron remuestreados en agosto del 2019. Los cortes se empezaron a realizar en otoño, descartando las muestras que se había empezado a preparar y analizar anteriormente. Así, la integración de los datos de anatomía del xilema con los datos foliares (y los datos de disponibilidad de nutrientes del suelo) aún está en fase de elaboración.

Objetivo 3. Este objetivo se ha cumplido, puesto que ya se han obtenido los datos de disponibilidad de carbono y nutrientes del suelo. Además, gracias a la colaboración con la Universidad de Copenhague, esta parte del proyecto ha podido ser ampliada. Así, contamos con datos del contenido de nitrato, amonio, fosfato, COD, NOD y pH del suelo.

2.4. Conclusiones y valoración de la ejecución

El proyecto aún está en desarrollo, pero el muestreo y los análisis han seguido el programa y el protocolo establecidos en la solicitud. La financiación por parte de la AEET cubrió los gastos previstos, y se ha podido ampliar los objetivos y resultados del proyecto gracias a la colaboración establecida con la Universidad de Copenhague (la cual ha permitido realizar análisis de suelo no previstos en la solicitud).

Aunque la decisión de remuestrear los rametos inevitablemente ha afectado el calendario previsto para la elaboración de los resultados y su publicación, estoy convencida de que la decisión de recolectar todos los rametos de nuevo fue adecuada y dará una mayor robustez a los resultados.

2.5. Publicaciones resultantes

Se prevé la publicación de un artículo que integre todos los resultados obtenidos entre verano y otoño del año en curso, 2020.

2.6. Referencias

1. Myers-Smith IH, Forbes BC, Wilmsking M, Hallinger M, Lantz T, Blok D, et al. (2011) Shrub expansion in tundra ecosystems: dynamics, impacts and research priorities. *Environmental Research Letters* 6: 045509.
2. Dullinger S, Dirnböck T, Grabherr G (2003) Patterns of shrub invasion into high mountain grasslands of the northern calcareous Alps, Austria. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 35: 434-441.
3. Gornall JL, Jónsdóttir IS, Woodin SJ, van der Wal R (2007) Arctic mosses govern below-ground environment and ecosystem processes. *Oecologia* 153: 931-941.
4. Gornall JL, Woodin SJ, Jónsdóttir IS, van der Wal R (2011) Balancing positive and negative plant interactions: how mosses structure vascular plant communities. *Oecologia* 166: 769-782.
5. Sorensen PL, Jonasson S, Michelsen A (2006) Nitrogen fixation, denitrification, and ecosystem nitrogen pools in relation to vegetation development in the subarctic. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 38: 263-272.
6. Lett S, Nilsson M-C, Wardle DA, Dorrepaal E (2017) Bryophyte traits explain climate-warming effects on tree seedling establishment. *Journal of Ecology* 105: 496-506.

7. Gärtner H, Schweingruber FH (2013) *Microscopic preparation techniques for plant stem analysis*. Kessel Publishing House, Remagen.
8. von Arx G, Kueffer C, Fonti P (2013) Quantifying plasticity in vessel grouping – added value from the image analysis tool ROXAS. *IAWA Journal* 34: 433-445.

3. **Informe de gastos del proyecto.** Relación de partidas de gastos y sus importes. Se deberán aportar justificantes originales de los pagos realizados (tickets, recibos o facturas).

La factura del pago realizado se adjunta en un documento a parte.

Concepto	Precio
Análisis de isótopos estables de C y N de las hojas, y análisis de COD, nitrato y amonio de los suelos*	2000 € + 500 € IVA = 2500 €
Total de la ayuda	2500 €

*El resto de análisis de suelo ha sido cubierto por la Universidad de Copenhague.



Fdo: Alba Anadon Rosell

en Greifswald, a 28 de enero de 2020