



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-050

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Efecto de la limitación en la disponibilidad hídrica sobre el crecimiento inicial de leguminosas arbustivas de Galicia (NO de España)

TABOADA DÍAZ, F. J.¹, CORNIDE PAZ, T.¹ y DÍAZ VIZCAÍNO, E.A.^{1,2}

¹Departamento de Botánica. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela. Campus de Lugo. 27002 Lugo.

²Ibader. Universidad de Santiago de Compostela. Campus de Lugo. 27002 Lugo.

Resumen

Las leguminosas arbustivas son muy adecuadas para rotaciones agrosilvopastorales, uso tradicional, así como para restauración (recuperación de paisajes culturales, protección frente a la erosión, mejora de la fertilidad del suelo); resultando determinante para dichos usos su adaptación a la limitación de la disponibilidad hídrica, que puede producirse en ambiente atlántico como consecuencia del cambio climático, condicionando así su contribución a una rápida regeneración vegetal.

Se han recogido semillas de siete leguminosas arbustivas del NO de la Península Ibérica, y se han sembrado tras escarificación en bandejas forestales para obtención de planta en ambiente controlado, limitando la disponibilidad hídrica durante dos periodos de tiempo a partir del primer mes de desarrollo. Se ha evaluado la biomasa de las plántulas (aérea y radical) y sus relaciones estructurales durante los tres meses iniciales de crecimiento.

El estrés hídrico produjo una reducción de la biomasa aérea, radical y total en casi todas las especies, excepto en *Cytisus multiflorus* y *Genista florida*, con los valores más bajos, que mostraron además una reducción en la contribución foliar a la biomasa total. En casi todas ellas se ha incrementado la contribución de la raíz a dicha biomasa. Estas variaciones en la estructura de las plántulas se corresponden con una respuesta o estrategia de evitación del estrés hídrico.

Palabras clave

Plántula, cambio climático, *Cytisus*, *Genista*, *Ulex*

1. Introducción

En el NO de la Península Ibérica las leguminosas arbustivas predominan en tojales, tojales-brezales y escobonales, en algunos casos con diferentes usos agrosilvopastorales tradicionales en Galicia (BOUHIER, 1984), lo que ha contribuido a incrementar su extensión. Entre ellas, algunas están relacionadas con tendencias oceánicas o atlánticas, otras con cierto nivel de continentalidad y/o mediterraneidad (CASTROVIEJO *et al.*, 1999); y su distribución está más o menos asociada a los correspondientes factores climáticos, resultando a veces indicadoras de las diferentes unidades fitogeográficas del territorio gallego (IZCO, 1987; RODRÍGUEZ GUITIÁN y RAMIL-REGO, 2007, 2008).

Las diferencias ecológicas entre estas especies, algunas de ellas de morfología muy similar, presentes en el NO ibérico, se manifiestan también en su desarrollo inicial (plántulas), particularmente en su asignación de biomasa y relaciones estructurales (TABOADA *et al.*, 2013). En esta etapa inicial de crecimiento el mayor o menor desarrollo de biomasa tiene su importancia, ya que alcanzar un mayor tamaño en menos tiempo puede representar una ventaja ecológica, pues permite captar más recursos (luz, agua, nutrientes), lo que a su vez supone una mayor capacidad competitiva

(VILLAR *et al.*, 2008). En relación con la ecología de las especies estudiadas, esta ventaja en condiciones favorables, con disponibilidad de nutrientes y agua, como es el caso de las condiciones ambientales atlánticas, puede no serlo en condiciones adversas, por ejemplo de sequía, en las que lo importante es tener tolerancia al estrés, condición que implica un coste energético y supone un menor crecimiento (ANTÚNEZ *et al.*, 2001; VILLAR *et al.*, 2008).

La capacidad competitiva en condiciones favorables, o tolerante en condiciones adversas (GRIME, 1979) puede determinar la potencialidad de estas especies en restauración forestal (para la recuperación de paisajes culturales, la protección frente a la erosión, especialmente tras incendios forestales grandes e intensos, en los que el rebrote y la germinación natural pueden resultar comprometidos, o la mejora de la fertilidad del suelo), dada su función facilitadora en el proceso de sucesión ecológica (CASTRO *et al.*, 2002, 2006), y cobra relevancia en la perspectiva del cambio climático. Se hace necesario pues analizar las variaciones en el crecimiento inicial de dichas plántulas en condiciones adversas, como lo es la limitación en la disponibilidad hídrica. Nuestra hipótesis es que existen diferencias de morfología funcional entre ellas que pueden determinar dicha potencialidad.

2. Objetivos

En este estudio se pretende analizar el efecto del estrés hídrico (sequía) sobre el desarrollo inicial (plántulas) de leguminosas arbustivas autóctonas del noroeste ibérico, lo que puede determinar su potencialidad para restauración, especialmente ante el cambio climático.

3. Metodología

Las especies objeto del estudio son *Adenocarpus lainzii* (Castrov.) Castrov., que se distribuye en el norte (N), noroeste (NO) y oeste (O) de la Península Ibérica, *Cytisus commutatus* (Willk.) Briq., endemismo de la cornisa cantábrica; *Cytisus multiflorus* (L'Hér.) Sweet, endemismo del mediterráneo occidental de la Península Ibérica, *Cytisus scoparius* (L.) Link. , con amplia distribución, *Cytisus striatus* (Hill) Rothm., de la mitad occidental de la Península Ibérica, *Genista florida* L., de amplia distribución, y *Ulex europaeus* L., de la cornisa cantábrica y Galicia (CASTROVIEJO *et al.*, 1999). La mayoría de ellas se consideran especies prioritarias para la estrategia española para la conservación y el uso sostenible de los recursos forestales, bien por tratarse de especies autóctonas o bien de endemismos (MIMAM, 2006).

Las semillas de seis de las especies estudiadas se han recogido en comunidades de tipo “xesteiras”, “codesales” y “toxeiras” de carácter local de Galicia, en las que dichas especies son abundantes y dominantes, siendo la recogida de las legumbres realizada en ejemplares sanos, vigorosos y de buena conformación, en varios individuos de cada población y en diferentes ramas de cada individuo. En el laboratorio fueron secadas al aire y depositadas en bolsas de papel. La separación de las semillas se ha realizado manualmente en el laboratorio, y con la ayuda de tamices de tamaño adecuado.

Para la obtención de plantas de cada una de las especies se han utilizado bandejas de 40 alveolos termoformados, que se han rellenado con sustrato comercial (Einheits Erde, sustrato profesional) ligeramente compactado, y que se han colocado en bandejas portadoras. Teniendo en cuenta que las semillas presentan una testa muy dura e impermeable, por lo que su tasa de germinación es muy baja aunque su viabilidad sea muy elevada (CORNIDE y DÍAZ VIZCAÍNO, 2005; TABOADA *et al.*, 2007, CORNIDE *et al.*, 2012), se ha realizado un pretratamiento de escarificación (lijado manual) antes de su siembra, siguiendo las recomendaciones de los autores anteriormente mencionados; sembrando posteriormente en cada alveolo cuatro semillas y permitiendo desarrollar una planta en cada alveolo. Las bandejas, se han colocado en una cámara de ambiente controlado en

condiciones de 80% de humedad relativa y fotoperiodo de 16 horas de luz (22°C) y 8 horas de oscuridad (18°C), manteniendo el sustrato continuamente hidratado con agua destilada.

Para favorecer el crecimiento en condiciones óptimas (control) se mantuvieron hidratados los alveolos, regando con regularidad con 1 litro de agua destilada de manera similar en cada bandeja. El tratamiento de limitación de la disponibilidad hídrica se ha iniciado cuando cada planta alcanzó el primer mes de crecimiento, y se ha realizado añadiendo simultáneamente con un dosificador 6 ml en cada alveolo (una cuarta parte en relación el control), prolongándolo durante uno y dos meses.

Las plantas (control y tratamiento) se han retirado completas al finalizar los tres meses de crecimiento, procurando obtener al menos 10-15 plantas de cada edad. En cada planta se ha separado el brote de la raíz, que se ha lavado cuidadosamente para separarla del sustrato. La caracterización del desarrollo se ha realizado a partir de la biomasa, peso seco, tanto de la parte aérea (BA) como de la radical (BR), que se han obtenido secándolas en una estufa a 80°C durante 48 horas.

La elaboración y posterior tratamiento estadístico de los datos se realizó a través de la hoja de cálculo Excel (Microsoft office versión 2010) y el paquete estadístico SPSS 20.0 con licencia de la Universidad de Santiago de Compostela. La comparación de las variables y relaciones estructurales obtenidas (Tabla 1) entre especies se ha realizado mediante pruebas T con SPSS para encontrar diferencias significativas para cada variable (previa transformación logarítmica en el caso de la biomasa) y periodo de tiempo (PARDO y RUÍZ, 2002).

Tabla 1. Variables y relaciones estructurales analizadas, definición y unidades.

Variable	Definición	Unidad
BA	Biomasa aérea	mg
BR	Biomasa radical	mg
BT	Biomasa total	mg
LMF	Proporción de hoja Relación de biomasa hojas y biomasa total de la planta	g/g
SMF	Proporción de tallo Relación de biomasa tallo y biomasa total de la planta	g/g
RMF	Proporción de raíz Relación de biomasa raíz y biomasa total de la planta	g/g

4. Resultados

Las plántulas de las especies estudiadas, sin limitación en la disponibilidad hídrica, difirieron en su biomasa aérea, radical y total, presentando los valores más elevados de esta última *Cytisus scoparius* (346,70 mg), *Cytisus commutatus* (258,09 mg), *Cytisus striatus* (244,40 mg), *Adenocarpus lainzii* (163,01 mg), *Ulex europaeus* (156,98 mg) y los más bajos *Genista florida* (60,53 mg) y *Cytisus multiflorus* (34,35 mg).

El crecimiento inicial (plántulas) de las leguminosas arbustivas estudiadas se ha reducido con la limitación en la disponibilidad hídrica, lo que se aprecia sobre todo transcurridos dos meses de desarrollo en dichas condiciones (Figura 1). La reducción en la biomasa radical se ha apreciado finalmente en casi todas las especies, resultando significativas las diferencias respecto al control en

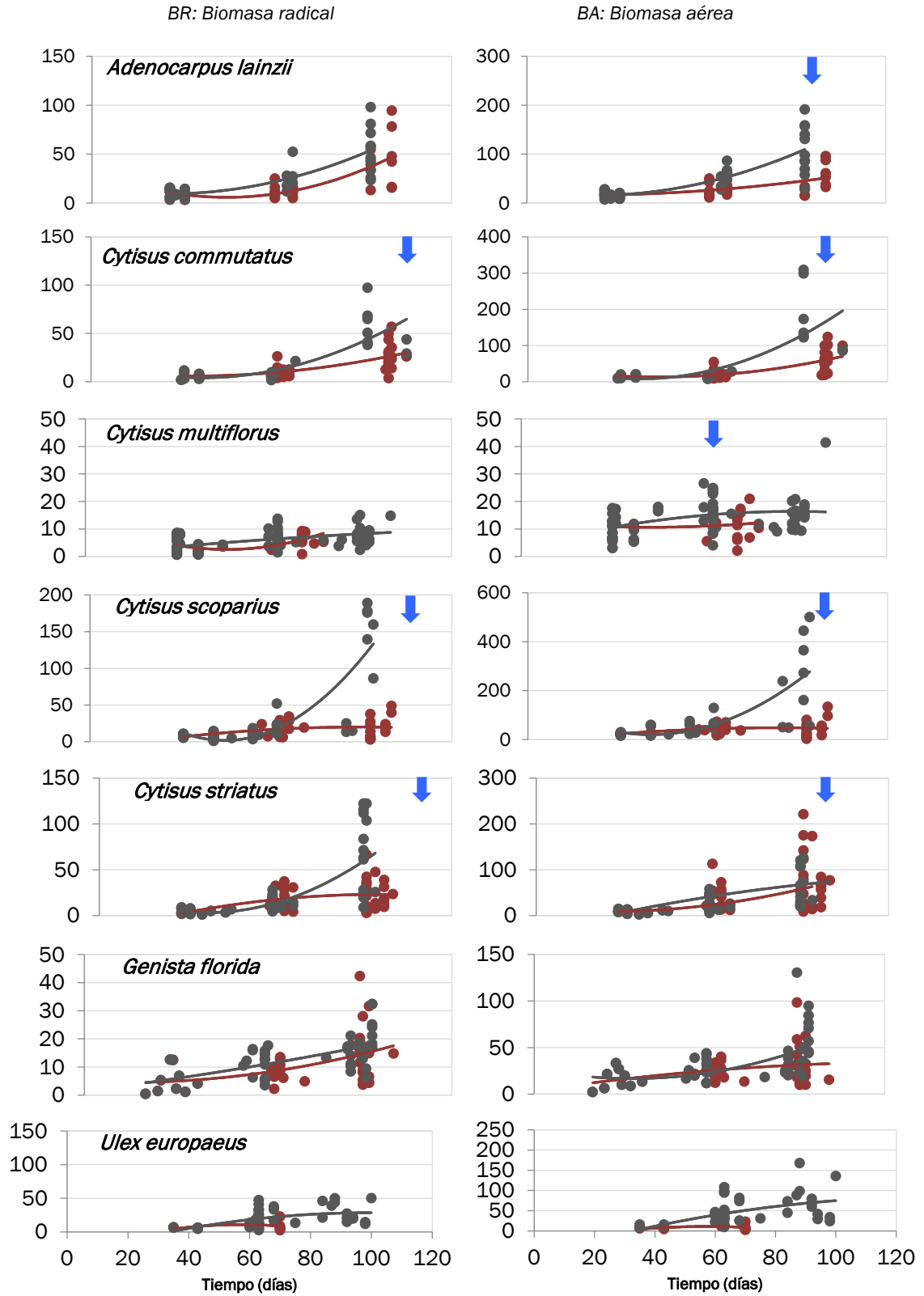


Figura 1. Biomasa aérea y biomasa radical de las plántulas de las especies estudiadas sin (●) y con limitación de la disponibilidad hídrica (●) (atención a las diferencia de escala entre especies). Las flechas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) en la comparación de medias mediante prueba T.

Cytisus commutatus, *Cytisus scoparius* y *Cytisus striatus*, las dos últimas presentaron el mayor nivel de variación; y la reducción en la biomasa aérea se observó en todas las especies, resultando significativa en *Adenocarpus lainzii*, *Cytisus commutatus*, *Cytisus scoparius* y *Cytisus striatus*, entre las que la penúltima de ellas presentó el mayor nivel de variación. En cuanto a la biomasa total, se redujo en todas las especies, salvo en *Genista florida*.

La aportación de la biomasa aérea y radical a la biomasa total de las plántulas de las especies estudiadas también se ha modificado con la limitación en la disponibilidad hídrica (Tabla 2). La contribución de la biomasa foliar (LMF) se ha reducido en todas ellas (salvo en *Cytisus scoparius* y *Ulex europaeus*), destacando *Adenocarpus lainzii*, *Cytisus multiflorus* (en este caso tras un mes de tratamiento) y *Genista florida*; la contribución de la biomasa del tallo (SMF) no se ha modificado en la mayoría de las especies, excepto en *Genista florida* y *Ulex europaeus*, con un incremento significativo; y la contribución de la biomasa radical (RMF) se ha incrementado en la mayoría de ellas, significativamente en *Adenocarpus lainzii* y *Cytisus multiflorus* (en este caso tras un mes de tratamiento).

Tabla 2. Relaciones estructurales de las plántulas de las especies estudiadas sin (control) y con limitación de la disponibilidad hídrica (tratamiento), a los tres meses de crecimiento. LMF: proporción de hoja, RMF: proporción de raíz, SMF: proporción de tallo, *: diferencias significativas ($p < 0,05$) en las pruebas T realizadas para comparar los valores medios del control y tratamiento, ⁽¹⁾: las plántulas se comparan a los dos meses de crecimiento.

Especie	Control			Tratamiento		
	LMF	RMF	SMF	LMF	RMF	SMF
<i>Adenocarpus lainzii</i>	0,427±0,014*	0,340±0,017*	0,232±0,013	0,357±0,022*	0,430±0,040*	0,211±0,024
<i>Cytisus commutatus</i>	0,376±0,012	0,261±0,016	0,362±0,017	0,335±0,019	0,314±0,019	0,350±0,013
<i>Cytisus multiflorus</i> ⁽¹⁾	0,377±0,013*	0,299±0,009*	0,322±0,013	0,296±0,025*	0,372±0,023*	0,331±0,021
<i>Cytisus scoparius</i>	0,246±0,024	0,309±0,035	0,443±0,018	0,290±0,039	0,280±0,025	0,429±0,028
<i>Cytisus striatus</i>	0,272±0,016	0,261±0,016	0,466±0,024	0,221±0,020	0,271±0,018	0,506±0,029
<i>Genista florida</i>	0,402±0,011*	0,302±0,013	0,295±0,007*	0,318±0,019*	0,328±0,021	0,353±0,018*
<i>Ulex europaeus</i> ⁽¹⁾	0,537±0,020*	0,320±0,026*	0,141±0,009*	0,605±0,018*	0,205±0,018*	0,188±0,016*

5. Discusión

El crecimiento inicial de las plántulas de las especies estudiadas es más elevado en cinco de ellas (*A. lainzii*, *C. commutatus*, *C. scoparius*, *C. striatus* y *U. europaeus*), y mucho menor en las otras dos (*C. multiflorus* y *G. florida*); entre ellas las primeras muestran características que las hacen más competitivas, lo que supone una ventaja en condiciones favorables (TABOADA *et al.*, 2013), y las dos últimas muestran una de las características adaptativas de las plantas en zonas de clima mediterráneo, que es el uso conservativo de los recursos, caracterizado por una respuesta de ahorro y no de productividad (VALLADARES *et al.*, 2008). El estrés que produce la limitación en la disponibilidad hídrica produce una disminución del crecimiento en casi todas ellas (Figura 1), las

cuatro primeras con los mayores niveles de variación, manifestando no obstante un crecimiento más elevado que las dos últimas, que casi no presentan variación, en dichas condiciones.

La disponibilidad hídrica está considerada el principal factor que afecta a la actividad de las plantas, especialmente en ecosistemas mediterráneos, pudiendo serlo también en ambiente atlántico en las primeras etapas tras incendio forestal, o ante el cambio climático. LEVITT (1980) describió la respuesta o mecanismos (estrategias) de las plantas ante dicha condición, evitadoras o tolerantes; todas ellas conllevan una limitación del crecimiento, entre ellas la de evitación conlleva un crecimiento limitado (VALLADARES *et al.*, 2008), tal como se ha observado en la mayoría de las especies de nuestro estudio.

Dicho estrés también produce cambios en las relaciones estructurales de las especies estudiadas (Tabla2), disminuyendo la contribución de la biomasa foliar (LMF) e incrementándose la contribución de la raíz (RMF). Entre los mencionados mecanismos funcionales, anatómicos y morfológicos de respuesta de las plantas al estrés hídrico, la poca cantidad de hojas y la elevada proporción de biomasa radical se corresponden con una estrategia evitadora del mismo (LEVITT, 1980, VALLADARES *et al.*, 2008); mecanismos que en nuestro caso se observan en casi todas las especies estudiadas, especialmente en *Adenocarpus lainzii*, *Cytisus multiflorus* y *Genista florida*.

Las especies estudiadas muestran en su crecimiento con estrés hídrico, tanto en la asignación de biomasa en su crecimiento inicial como en sus relaciones estructurales, diferencias que pueden condicionar su adaptación ante el cambio climático y su aplicación para reforestación según los requerimientos ambientales, así como para mejorar su productividad; lo que confirma nuestra hipótesis inicial acerca de sus diferencias morfológico-funcionales. En esta línea, se confirma el análisis preliminar realizado por TABOADA *et al.* (2013), atendiendo a las características de las plántulas que pueden resultar de interés en función de los objetivos de restauración (CORTINA *et al.*, 2006), según el cual cinco de ellas (*A. lainzii*, *C. commutatus*, *C. scoparius*, *C. striatus* y *U. europaeus*) pueden ser más adecuadas para protección del suelo o almacenaje de carbono, mientras que las otras dos (*C. multiflorus* y *G. florida*) lo son para resistencia a condiciones adversas o regulación hídrica; y además todas ellas lo son para la mejora de la fertilidad del suelo.

6. Conclusiones

Las especies estudiadas en su crecimiento inicial con estrés hídrico muestran, tanto en la asignación de biomasa como en sus relaciones estructurales, diferencias que pueden condicionar su aplicación para reforestación, destacando *C. multiflorus* y *G. florida* por un crecimiento moderado, su una morfología funcional adecuada para resistir condiciones adversas, mostrando una respuesta relacionada con la estrategia de evitación del estrés hídrico.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con la financiación GRC2015/008 de la Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, Xunta de Galicia.

8. Bibliografía

ANTÚNEZ, I.; RETAMOSA, E.C.; VILLAR, R.; 2001. Relative growth rate in phylogenetically related deciduous and evergreen woody species. *Oecología*. 128: 172-180.

BOUHIER, A.; 1984. Las formas tradicionales de utilización del monte, su evolución reciente, las perspectivas de porvenir. *Cuad. Área C. Agrarias*, 5: 11-28.

CASTRO, J.; ZAMORA, R.; HÓDAR, J. A.; GÓMEZ, J. M.; 2002. Use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in Mediterranean mountains. *Restor. Ecol.* 10 (2), 297-305.

CASTRO, J.; ZAMORA, R.; HÓDAR, J.A.; 2006. Restoring *Quercus pyrenaica* forests using pioneer shrubs as nurse plants. *J. Appl. Veg. Sci.* 9, 137-142.

CASTROVIEJO S.; TALAVERA, S.; AEDO, C.; ROMERO ZARCO, C.; SÁEZ L.; SALGUEIRO, F. J.; VELAYOS, M.; 1999. Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares, VII (I): Leguminosae (partim). Real Jardín Botánico, CSIC. 578 p. Madrid.

CORNIDE, T.; DÍAZ VIZCAÍNO, E.; 2005. Longevidad, viabilidad y germinación de tres leguminosas arbustivas del NW de la Península Ibérica. Actas del 4º Congreso Forestal Español. Zaragoza.

CORNIDE, T.; DÍAZ VIZCAÍNO, E.; CASAL, M.; 2012. *Cytisus multiflorus* (L´Hér.) Sweet. *Cytisus scoparius* (L.) Link. *Cytisus striatus* (Hill) Rothm. En: PEMÁN GARCÍA, J.; NAVARRO CERRILLO, RAFAEL M^a.; NICOLÁS PERAGÓN, J. L.; PRADA SÁEZ. MARIA ARÁNZA ZU.; SERRADA HIERRO, RAFAEL.; (eds.): Producción y manejo de semillas y plantas forestales. Tomo I. 423-437. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

CORTINA, J.; NAVARRO, R. M.; DEL CAMPO, A.; 2006. Evaluación del éxito de la reintroducción de especies leñosas en ambientes mediterráneos. En: CORTINA, J.; PEÑUELAS, J.L.; PUÉRTOLAS, J.; SAVÉ, R.; VILAGROSA, A. (eds.): Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos. 12-30. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio Medio Ambiente. Madrid.

GRIME, J.P.; 1979. Plant strategies and vegetation processes. Wiley. 222 p. Chichester. Reino Unido.

IZCO, J.; 1987. Galicia. En: PEINADO LORCA, M.; RIVAS-MARTÍNEZ, S. (eds.). La vegetación de España. 338-418. Colección Aula Abierta nº 3. Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá. Madrid.

LEVITT, J.; 1980. Response of plants to environmental stresses. Academic Press. New York.

MIMAM; 2006. Estrategia de Conservación y uso sostenible de los recursos genéticos forestales. Dirección General Biodiversidad. Madrid.

PARDO, A.; RUIZ, M. A.; 2002. SPSS 11: Guía para el análisis de datos. McGraw-Hill/ Interamericana de España S. A. 714 p. Madrid.

RODRÍGUEZ GUITIÁN, M. A.; RAMIL-REGO, P.; 2007. Revisión de las clasificaciones climáticas aplicadas al territorio gallego desde una perspectiva biogeográfica. *Recursos rurales*, 1(3): 31-53.

RODRÍGUEZ GUITIÁN, M. A.; RAMIL-REGO, P.; 2008. Fitogeografía de Galicia (NW Ibérico): análisis histórico y nueva propuesta corológica. *Recursos rurales*, 1(4): 19-50.

TABOADA, F. J.; CORNIDE, T.; DÍAZ VIZCAÍNO.; E. 2007. Comparación da resposta xerminativa de seis especies de Leguminosas arbustivas de Galicia en relación con factores vinculados a actividade humana. I Congreso Galego da Mocidade Investigadora. Santiago de Compostela.

TABOADA, F. J.; CORNIDE, T.; DÍAZ VIZCAÍNO.; E. 2013. Germinación y crecimiento inicial de plántulas de leguminosas arbustivas de Galicia (noroeste de España). En: Sociedad Española de Ciencias Forestales (ed.): Montes, servicios y desarrollo rural. Vitoria-Gasteiz.

Valladares, F.; Vilagrosa, A.; Peñuelas, J.; Ogaya, R.; Camarero, J.J.; Corcuera, L.; Sisó, S.; Gil-Pelegrín, E.; 2008. Estrés hídrico: ecofisiología y escalas de sequía. En: Valladares, F. 2004. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. 163-190. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid.

VILLAR, R.; RUIZ-ROBLETO, J.; QUERO, J.L.; POORTER, H.; VALLADARES, F.; MARAÑÓN, T.; 2008. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. En: VALLADARES, F. (ed.): Ecología del bosque Mediterráneo en un mundo cambiante. 191-227. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid..