



# Invasió de pastures de muntanya per bàlec (*Cytisus balansae ssp europaeus*): patrons espacials i efectes sobre el segrest de carboni

Francesc Montané Caminal

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

## 6. PUBLICACIONES

### **Article I:**

Spatial patterns of shrub encroachment in neighbouring grassland communities in the Pyrenees: floristic composition heterogeneity drives shrub proliferation rates.

### **Article II:**

How spatial heterogeneity of cover affects patterns of shrub encroachment into mesic grasslands.

### **Article III:**

Spatial patterns of shrub cover after different fire disturbances in the Pyrenees.

### **Article IV:**

Shrub encroachment into mesic mountain grasslands in the Iberian peninsula: effects of plant quality and temperature on soil C and N stocks.

### **Article V:**

Aboveground litter changes drive soil organic carbon increase after shrub encroachment into mountain grasslands.



I



**Spatial patterns of shrub encroachment in neighbouring grassland communities in the Pyrenees: floristic composition heterogeneity drives shrub proliferation rates**

**Patrons espacials d'invasió per arbustos en comunitats de pastures veïnes als Pirineus: l'heterogeneïtat en la composició florística determina la taxa de proliferació dels arbustos**

**RESUM**

En aquest estudi es planteja la pregunta de si la invasió de pastures per arbustos ve determinada per la composició florística de la pastura i es formula la hipòtesi de que, a conseqüència de la resistència associacional, la proliferació d'arbustos és major en comunitats de pastura dominades per espècies no palatables. Aquest estudi avalua la importància de la composició florística i la resistència associacional en la dinàmica d'invasió de pastures per arbustos, comparant els patrons espacials del recobriment d'arbustos en comunitats de pastures dominades per espècies amb diferent palatabilitat.

L'àrea d'estudi es va localitzar a Sansa, al Massís del Madres i del Mont Coronat, als Pirineus orientals, França. L'estudi es centra en l'arbust *Cytisus balansae* ssp. *europaeus* (G. López & Jarvis) Muñoz Garmendia (bàlec). Per tal d'estudiar el recobriment i els patrons espacials de bàlec es van establir 7 transectes de dues dimensions (20 x 0.5 m) en 3 comunitats de pastura dominades per espècies diferents: *Festuca eskia*, *Festuca ovina* i *Festuca paniculata*. Com a mínim 10 anys abans del mostreig, aquestes comunitats havien estat gestionades amb un foc controlat. També es va estimar la similaritat florística entre els diferents transectes i les associacions espacials del bàlec amb les diferents espècies.

El recobriment, l'escala de patró i la mida de les taques de bàlec eren més petits en les pastures de l'espècie no palatable *Festuca eskia*, i més alts en *Festuca paniculata*. Es van trobar associacions negatives entre el bàlec i la majoria d'espècies, excepte amb *Festuca nigrescens* i *Agrostis capillaris*, que ambdues mantenien associacions positives amb el bàlec.

La resistència associacional no va tenir un efecte tant important sobre la invasió de pastures per bàlec com s'esperava inicialment, ja que les pastures de *Festuca eskia* van mostrar el menor recobriment de bàlec. En canvi, *Festuca nigrescens* i *Agrostis capillaris* presentaven associacions positives amb el bàlec. Per tant, les diferències en la composició florística determinen les taxes d'invasió de bàlec en aquestes comunitats de pastures espacialment heterogènies.

#### **REFERÈNCIA:**

Montané F, Casals P, Tauli M, Lambert B, Dale MRT. 2010. Spatial patterns of shrub encroachment in neighbouring grassland communities in the Pyrenees: floristic composition heterogeneity drives shrub proliferation rates. *Plant Ecology* 211:267-278.

II





# **How spatial heterogeneity of cover affects patterns of shrub encroachment into mesic grasslands**

## **Com afecta l'heterogeneïtat espacial els patrons d'invasió per arbustos en pastures mèsiques**

### **RESUM**

La proliferació de plantes llenyoses en pastures és un fenomen d'abast mundial. Tot i això, no s'han dedicat gaires esforços a analitzar el paper que juga l'heterogeneïtat espacial de les pastures en la invasió per plantes llenyoses. S'ha proposat que la invasió per arbustos podria estar relacionada amb el mecanisme conegut com a resistència associacional, que formula que la facilitació a l'establiment de l'arbut tindria lloc en comunitats dominades per espècies de pastura no palatables. L'objectiu d'aquest estudi és estimar les associacions espacials entre arbustos no adults i diferents tipus de cobertes (espècies de plantes, fullaraca i sòl nu) en pastures de muntanya dominades per espècies amb diferent grau de palatabilitat. A més, també s'han analitzat els punts calents espacials d'arbustos no adults, les fronteres entre les pastures i els matollars, i els patrons espacials tant de les pastures com dels arbustos no adults en les diferents comunitats de pastures. Així, a la collada de Montalto, al Parc Natural de l'Alt Pirineu, es van situar 8 parcel·les de 20 x 10 m en l'ecotó pastura-matollar; cadascuna es va dividir en 3200 quadrats continus de 25 x 25 cm on es va estimar el recobriment de les diferents cobertes del sòl i es va anotar la presència o absència d'arbustos no adults.

Es van trobar associacions positives entre els arbustos no adults i l'espècie palatable *Festuca nigrescens*, i negatives amb l'espècie no palatable *Festuca eskia*. Aquests resultats eren consistents amb l'anàlisi dels patrons de punts: l'agregació d'arbustos no adults era predominant en pastures de *Festuca nigrescens*, mentre que la segregació predominava en pastures de *Festuca eskia*. Tot i això, no es van trobar diferències en els punts calents entre les diferents comunitats. Per tant, els increments de la mortalitat dels arbustos no adults, com a conseqüència del pasturatge en les pastures de *F. nigrescens*, podrien disminuir l'èxit en la proliferació del bàlec i contrarestar l'efecte positiu de la pastura palatable *F. nigrescens* sobre l'establiment de bàlec. En canvi, la fullaraca i el sòl nu en pastures de *F. eskia* podrien proporcionar espais

adequats per l'establiment i la proliferació de bàlec. Es conclou que l'heterogeneïtat espacial en pastures juga un paper clau tant en els processos d'invasió de pastures per arbustos com en els posteriors patrons espacials dels arbustos que s'han establert recentment en pastures.

#### **REFERÈNCIA:**

Montané F, Casals P, Dale MRT. 2011. How spatial heterogeneity of cover affects patterns of shrub encroachment into mesic grasslands. PLoS ONE 6(12): e28652. doi:10.1371/journal.pone.0028652.

III



# **Spatial patterns of shrub cover after different fire disturbances in the Pyrenees**

## **Patrons espacials del recobriment d'arbustos després de diferents pertorbacions amb foc als Pirineus**

### **RESUM**

La proliferació d'arbustos en pastures és un fenomen d'abast mundial. Als Pirineus, el foc s'ha utilitzat tradicionalment com a eina de gestió per tal de mantenir les pastures lliures d'arbustos.

Aquest estudi té com a finalitat comparar el patró espacial del recobriment d'arbustos 4 anys després de diferents tipus de pertorbacions amb foc: foc prescrit, foc prescrit repetit, incendi en arbustos de 20 anys i incendi en arbustos de 5 anys. Alhora també pretén comparar el recobriment d'arbustos tenint en compte l'autocorrelació espacial. L'estudi es centra en l'arbrust *Cytisus balansae* (bàlec). Per tal de conèixer el recobriment de bàlec es van establir 10 transectes de dues dimensions (20 x 0.5 m) en zones afectades per diferents pertorbacions amb foc. Es va corregir la presència d'autocorrelació espacial en les dades utilitzant models autorregressius i de Markov amb un procediment de Monte Carlo. El patró espacial es va analitzar a partir de l'escala de patró i la mida de les taques de bàlec.

El recobriment de bàlec era més elevat després del foc prescrit que després del foc prescrit repetit quatre anys més tard. El recobriment de bàlec també era més elevat en els transectes on el bàlec tenia més edat abans de l'incendi. La principal diferència entre els patrons espacials va residir en la mida de les taques de bàlec. Es va trobar que aquestes van quedar reduïdes a la meitat després de focs prescrits repetits i d'incendis, respecte als focs prescrits.

Des del punt de vista de la gestió, els efectes del foc prescrit repetit eren similars als d'un incendi, tant pel que fa a la reducció del recobriment com a la mida de les taques de bàlec.

## **REFERÈNCIA:**

Montané F, Casals P, Tauli M, Lambert B, Dale MRT. 2009. Spatial patterns of shrub cover after different fire disturbances in the Pyrenees. *Annals of Forest Science* 66: Art612.

**IV**





# **Shrub encroachment into mesic mountain grasslands in the Iberian peninsula: Effects of plant quality and temperature on soil C and N stocks**

## **Invasió de pastures mèsiques de muntanya per arbustos a la Península Ibèrica: efectes de la qualitat de la planta i la temperatura en els continguts de C i N del sòl**

### **RESUM**

Aquest estudi pretén entendre els efectes de la invasió de pastures mèsiques de muntanya per arbustos en el contingut de carboni orgànic del sòl (SOC). Així, es van comparar els continguts de C orgànic i N en perfils de sòls propers sota ginebró (conífera), bàlec (lleguminosa) i pastures mèsiques en 21 localitats. A més, es van estimar els índex de recalcitrància del C i del N del sòl (RIC i RIN) a partir de la relació entre el C o N no hidrolitzable respecte al total del C orgànic o del N total. Contràriament a la hipòtesi inicial, que postulava una disminució del SOC amb l'emmatament, la invasió de pastures per arbustos no va causar un canvi clar en el contingut total de C. Fins i tot, en els primers 15 cm del sòl els continguts van augmentar. La taxa d'increment de C es va estimar de l'ordre d'uns 28-42 g m<sup>-2</sup> any<sup>-1</sup>. La invasió pel bàlec també va donar lloc a una disminució en la relació C:N en els 15 cm superficials del sòl. Tot i no trobar canvis en el RIC, el RIN en els arbustos va ser menor respecte al de la pastura a fondàries intermèdies. Tant el RIC com el RIN dels primers centímetres del sòl sota bàlec, però no sota ginebró ni sota pastures, va mostrar una relació negativa amb la temperatura del lloc, indicant que la major qualitat de les entrades derivades del bàlec podria estimular la descomposició dels compartiments recalcitrants del sòl amb un augment potencial de la temperatura.

## **REFERÈNCIA:**

Montané F, Rovira P, Casals P. 2007. Shrub encroachment into mesic mountain grasslands in the Iberian peninsula: Effects of plant quality and temperature on soil C and N stocks. *Global Biogeochemical Cycles* 21: GB4016, doi: 10.10292006GB002853.

V



## **Aboveground litter changes drive soil organic carbon increase after shrub encroachment into mountain grasslands**

### **Els canvis en la fullaraca causen l'augment de carboni orgànic del sòl després de la invasió de pastures de muntanya per arbustos**

#### **RESUM**

La invasió de pastures mèsiques de muntanya per arbustos incrementa el contingut de carboni orgànic (SOC) en els primers 15 cm del sòl. En aquest treball es va formular la hipòtesi que les diferències entre els arbustos i les pastures en la producció i la descomposició tant de la fullaraca com de les arrels podrien explicar aquests increments. Per aquest fi, es va estimar la producció de fullaraca i d'arrels del ginebró (conífera), del bàlec (lleguminosa) i de les pastures, i també les taxes de descomposició tant per la fullaraca com per les arrels. Es va aplicar un fraccionament bioquímic per caracteritzar la composició inicial de la fullaraca i de les arrels. La producció d'arrels va ser més gran a les pastures que als arbustos. A més, la descomposició de les arrels de les pastures va ser, en contra d'allò que cabia esperar, més baixa que la del bàlec. Per tant, els canvis en les entrades netes de C a partir de les arrels no explicarien l'augment de SOC després de la invasió de pastures per arbustos. En canvi, com la descomposició de la fullaraca va ser menor en els arbustos, limitada pel N a la conífera i pel P a la lleguminosa, l'entrada neta de C procedent de la fullaraca podria explicar el major contingut de C als primers centímetres de sòl mineral sota els arbustos. Així, es conclou que els increments de SOC després de la invasió de pastures mèsiques per arbustos podrien ser deguts a la major recalitrància de la fullaraca dels arbustos.

#### **REFERÈNCIA:**

Montané F, Romanyà J, Rovira P, Casals P. 2010. Aboveground litter changes drive soil organic carbon increase after shrub encroachment into mountain grasslands. *Plant and Soil* 337:151-165.





UNIVERSITAT DE BARCELONA



# **Invasió de pastures de muntanya per bàlec (*Cytisus balansae ssp europaeus*): patrons espacials i efectes sobre el segrest de carboni**

Memòria presentada per **Francesc Montané Caminal** per optar al títol de Doctor per la Universitat de Barcelona dins del Programa Biologia de les Plantes en Condicions Mediterrànies, Bienni 2004-2006, del Departament de Biologia Vegetal de la Universitat de Barcelona, i duta a terme al Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

Dr. Pere Casals Tortras  
(Director de tesi)

Dr. V. Ramón Vallejo Calzada  
(Tutor)

Francesc Montané Caminal  
(Autor)

Solsona, novembre de 2009