

# CONTROL DE EUCALIPTO Y REFORESTACIÓN CON ESPECIES CADUCIFOLIAS: INNOVACIÓN Y EFECTOS ECOLÓGICOS

Sara Alonso Louro, Verónica Asensio Fandiño, Ana Belén Casaleiro González y Javier Montalvo Rodríguez

Laboratorio de Ecología Aplicada, Universidad de Vigo. 36310-VIGO (Pontevedra, España). Correo electrónico: jmontalvo@uvigo.es

## Resumen

Los resultados preliminares sobre la reconversión en Galicia de plantaciones de eucaliptos en otras de castaños y robles indican que la destrucción de tocones mediante trituración es un método de control viable técnicamente y muy eficaz para impedir la regeneración por rebrote. El número de brotes por tocón tras corta convencional es mayor en eucaliptos con diámetro basal entre 5 y 20 cm. El desmoche de eucaliptos promueve un mayor número de brotes y regeneración de la copa que la corta convencional, aunque con una eficiencia comparativamente menor, según manifiestan los modelos alométricos observados. La reforestación con caducifolias es muy exitosa (supervivencia mayor del 95%), y puede ser facilitada por la regeneración de eucalipto, por sus efectos microclimáticos favorables que reducen el estrés ambiental estival en castaños jóvenes.

Palabras clave: *Castaño, Facilitación, Galicia, Invasión, Restauración*

## INTRODUCCIÓN

La restauración de ecosistemas forestales a menudo parte de una vegetación arbórea inicial no deseada, producto de la invasión, abandono o decaimiento de un cultivo forestal previo. Esto es acusado en áreas degradadas por plantaciones de especies exóticas como el eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*), por su fácil regeneración y rápido crecimiento (GARCÍA & RUIZ, 2003) y, por tanto, difícil erradicación. La corta de árboles de esta especie sólo reduce la biomasa de forma inmediata, pero no promueve la generación a medio plazo del ecosistema alternativo deseado: no impide el rebrote de tocones ni su establecimiento desde semillas.

En Galicia, el eucalipto favorece los incendios por ser pirófito, y ocupa ecosistemas degra-

dados por el fuego; está naturalizado, comportándose como una especie invasora de ecosistemas adyacentes. Su presencia dificulta la restauración de usos productivos con otras especies arbóreas y la recuperación de ecosistemas de alto valor en espacios naturales protegidos. Por un lado, el control de eucalipto a veces se hace mediante preparación del terreno con destocoado, cuyos efectos desestabilizadores del suelo y promotores de la erosión hídrica en pendientes moderadas o altas son indeseables. Por otro lado, el control químico mediante fitocidas es un método lento y con riesgos para otras especies, además de ser incompatible con la implantación inmediata de otras especies vegetales.

Mediante un estudio experimental preliminar, se examinó la viabilidad y eficacia de un método innovador de control de eucalipto y se

estudiaron algunos factores condicionantes de su regeneración tras la corta convencional. Por otro lado, se realizó una evaluación inicial de sus efectos sobre el establecimiento de especies caducifolias, tras una plantación realizada de forma sucesiva a la corta de eucalipto, considerando los posibles efectos ligados a su capacidad de rebrote en el marco de la teoría ecológica de facilitación (BRUNO *et al.*, 2003).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

Se ha usado una plantación de eucaliptos localizada en la Sierra de Galiñeiro (Gondomar, Pontevedra), en un área representativo de la zona litoral de las Rías Bajas, una de las zonas con mayor superficie de esta especie. La plantación presentaba una densidad media de eucaliptos de 2.400 individuos.ha<sup>-1</sup> (26% con un diámetro normal mayor de 10 cm), con una altura máxima promedio de unos 25-30 m, y presencia de algunos pies mezclados de pino (*Pinus pinaster*), con frecuencia dominados.

La plantación de eucalipto se localiza en un monte vecinal en mano común cedido a la empresa Maderas Nobles de la Sierra del Segura para su reconversión en una plantación para la producción de madera de caducifolias, fundamentalmente castaño híbrido euroasiático (*Castanea crenata* x *C. sativa*) y roble (*Quercus robur*). Tal como preveía el Plan de Ordenación, en agosto de 2006 se procedió a la corta a hecho convencional, mediante motosierra. La preparación del terreno para la reforestación con caducifolias consistió únicamente en triturado de ramas in situ, seguida de ahoyado mecanizado para la plantación con una densidad media de 1.200 individuos ha<sup>-1</sup>, en parte por razones experimentales.

### Diseño experimental, muestreo y análisis de datos

Previamente a la corta, se delimitó un área experimental de unos 6.000 m<sup>2</sup>. Se consideraron tres tratamientos experimentales de control de eucalipto mediante un diseño factorial experimental en bloques aleatorizados, con tres bloques por tratamiento. Los tratamientos varían en la intensidad de daños mecánicos: control o

corta convencional, semi-intensivo o desmoche, e intensivo o trituración. El desmoche se realizó mediante la corta a 1,3-1,5 m, dejando los árboles como 'tocones altos', en comparación a la corta convencional que deja los tocones habituales con una altura media alrededor de 10 cm. La trituración se realizó de forma individual y cuidadosa tras la corta convencional mediante una desbrozadora mecánica de martillos, destruyendo el tocón y dejando la superficie visible del eucalipto a ras de suelo. Los tratamientos experimentales considerados se aplicaron a los árboles con diámetro mayor de 10 cm, el resto se cortó de forma convencional. La finalidad del desmoche es comparar la regeneración respecto a la corta convencional y, fundamentalmente, crear una superficie con un dosel arbóreo con condiciones microclimáticas más favorables para las caducifolias, y cuya eliminación sea posible tras el establecimiento de éstas.

A los 11 meses (julio de 2007) se procedió en el área experimental al muestreo de datos de tocones con un diámetro basal mayor de 10 cm. Las variables muestreadas fueron: diámetro basal del tocón ( $D_t$ ); supervivencia (presencia de brotes); número de brotes epicórmicos por tocón ( $N$ ); longitud máxima de brote (brote más largo) por tocón; diámetro de copa ( $D_c$ , máxima distancia horizontal entre las partes distales de brotes perimetrales), y altura de copa (distancia vertical desde el suelo hasta el brote apical de la copa, en tocones convencionales, y desde la altura del primer brote en 'tocones altos'). Además, en los bloques del tratamiento de corta convencional se registraron las mismas variables en tocones con un  $D_t < 10$  cm. En agosto de 2007, y bajo el mismo diseño experimental, se estudiaron parcelas de 100 m<sup>2</sup>, en cada bloque y tratamiento. En cada una, las variables estimadas fueron: densidad de eucaliptos vivos (tocones con  $D_t > 10$  cm rebrotados); densidad de plántulas de eucalipto, y cobertura relativa de eucalipto, árboles caducifolios, herbácea y arbustiva (estimados mediante una escala de clases). Para los eucaliptos con un  $D_t > 10$  cm se estimó la cobertura agregada desde su densidad y la cobertura media individual (estimada como proyección circular con un radio equivalente a la mitad de su  $D_t$ ). También en agosto se registró, en los tratamiento de desmoche y trituración, y

mediante una estación meteorológica portátil, la radiación global incidente, temperatura y humedad relativa del aire. Las medidas se realizaron en dos días consecutivos (ciclos de 23 horas), uno en cada tratamiento. A finales de septiembre de 2007 se estimó en cada bloque la supervivencia de caducifolias, y, para el castaño, el grado medio de estrés (mediante una escala ordinal de cinco clases que combina síntomas visibles como clorosis, necrosis, defoliación y marchitez) y la frecuencia relativa de estrés (proporción de árboles con estrés alto o muertos).

Se realizaron análisis estadísticos de comparación de medias mediante el test LSD previo ANOVA con transformación logarítmica de los datos (o arco seno de la raíz cuadrada si son proporciones). En el caso del grado de estrés se realizó un test de Kruskal-Wallis y una comparación por pares mediante el test U de Mann-Whitney. Además, se realizaron modelos de regresión para estimar la relación entre algunas variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La trituración determina una mortalidad casi total de eucaliptos. Con corta convencional y desmoche la supervivencia es muy alta, aunque superior en este último tratamiento, coherente con la alta supervivencia de tocones observada en otros casos (CEULEMANS *et al.*, 1996) (Figura 1a). El desmoche determina el doble de cobertura que la corta convencional (Figuras 1b y c), fundamentalmente relacionada con un mayor número de brotes (casi siete veces más, por la mayor superficie con yemas durmientes, Figura 1e); mayor longitud máxima de brotes (un 50% superior, Figura 1g), y mayor desarrollo de dosel: el doble de diámetro (Figura 1d) y casi dos veces y media más altura de copa (Figura 1f). El número medio de brotes tras corta convencional es relativamente bajo respecto al observado en otros casos (CEULEMANS *et al.*, 1996).

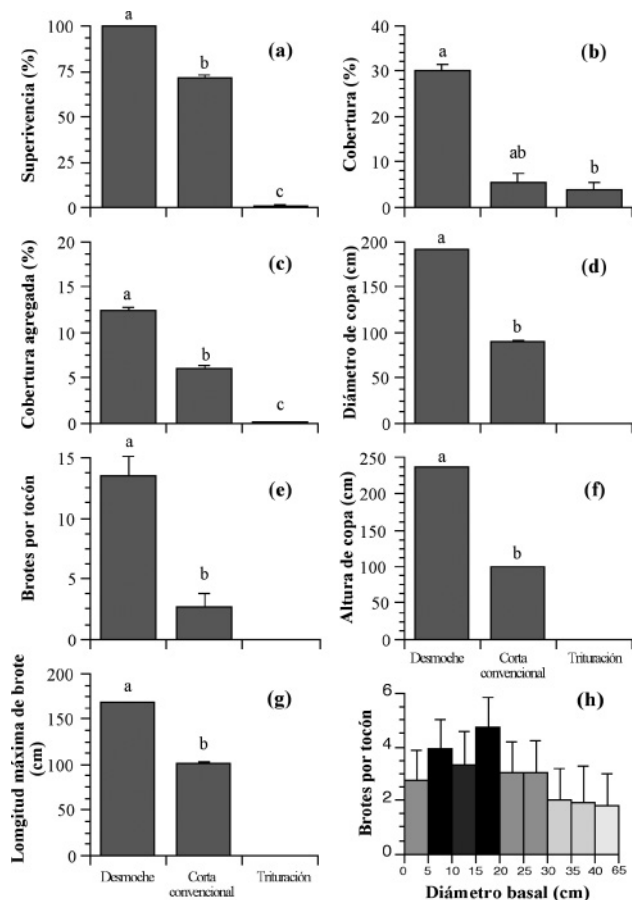
La expansión de copa aumenta con el número de brotes, pero la expansión tiende a reducirse al aumentar los brotes por tocón ( $p < 0,05$ ; Figura 2a). Si se multiplica por cuatro el número de brotes, en promedio la copa ensancha sólo 2,1 veces. Existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre desmoche, cuya atenuación del

ensanche de copa es mayor para un mismo número de brotes ( $D_c = 52,1N^{0,498}$ ;  $r^2 = 0,35$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 131$ ), y corta convencional ( $D_c = 37,6N^{0,880}$ ;  $r^2 = 0,48$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 107$ ). Para el crecimiento de copa en altura existe el mismo modelo global alométrico, aunque sin diferencias entre tratamientos.

Dado que el número de brotes condiciona la regeneración de la copa, se estudió si su variabilidad depende del diámetro basal de tocón (Figura 1h). Los tocones más delgados ( $D_t$  entre 5 y 20 cm) presentan un número significativamente mayor que los tocones más gruesos ( $D_t > 20$  cm); los tocones con un  $D_t < 5$  cm muestran un número intermedio de brotes.

Se observó un modelo alométrico para todos los tamaños de tocón ( $p < 0,05$ ; Figura 2b). Si se multiplica por cuatro el número de brotes la copa ensancha en promedio sólo 2,7 veces. Sin embargo, se observaron modelos significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre tocones más delgados ( $D_t$ : 2-20 cm) y más gruesos ( $D_t$ : 20-65 cm). En los más gruesos la relación estimada ( $D_c = 37,6N^{0,903}$ ;  $r^2 = 0,38$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 80$ ) es lineal ( $p > 0,05$ ). En los más delgados la relación ( $D_c = 62,7N^{0,434}$ ;  $r^2 = 0,19$ ;  $p < 0,001$ ;  $n = 78$ ) es alométrica ( $p < 0,05$ ) y menos acentuada que en el modelo global, ya que un aumento de cuatro veces el número de brotes se traduce en una expansión de la copa de sólo 1,8 veces, lo que indica una menor eficiencia de regeneración de la copa por rebrote. Para el crecimiento de copa en altura existe el mismo modelo global alométrico para ambas clases de tamaño de tocón.

La regeneración de eucalipto por semillas es muy baja en todos los tratamientos. El desmoche favorece una cobertura ligeramente mayor de árboles caducifolios que la corta convencional y la trituración, aunque aún es baja tras menos de seis meses desde la plantación (Figura 3a). En cambio, no existen efectos diferenciales sobre la cobertura herbácea y arbustiva. Destaca la supervivencia de las caducifolias plantadas al final del verano, mayor del 95%, sin diferencias entre tratamientos. Sin embargo, el desmoche redujo el estrés por efectos de sequía estival y la proporción de castaños afectados fue la mitad respecto a la trituración; la corta convencional manifiesta valores intermedios. El grado de estrés medio también fue inferior en los castaños



**Figura 1.** Valores medios de supervivencia, cobertura y otras variables de eucalipto tras diferentes tratamientos (a-g). Se refieren a los tocones con diámetro basal mayor de 10 cm, excepto dos gráficas (b y h). En el tratamiento de trituración no se han podido estimar variables relacionadas con el rebrote por la mínima supervivencia de eucaliptos gruesos. En (h) se representa el número medio de brotes por clases de diámetro de tocones de corta convencional. Las barras representan el error estándar, a veces inapreciable. Letras diferentes sobre las medias denotan diferencias significativas; en (h) esto se indica mediante diferentes tonos

de los tratamientos de desmoche y corta convencional que en los de trituración, y tampoco existen diferencias entre los primeros.

Durante agosto y septiembre la precipitación total fue de 30 mm. El tratamiento de desmoche del eucalipto tuvo positivos efectos de facilitación sobre el castaño (PADILLA & PUGNAIRE, 2006). Este tratamiento reduce la radiación solar global incidente y la humedad relativa del aire (Figura 3b). La mayor temperatura del aire en desmoche se debe probablemente a que la medida se realizó en un día con una

temperatura 2,4°C mayor que la del día previo, en el que se midió el tratamiento de trituración (aunque en ambos no había nubosidad). Esto sugiere que las diferencias promedio de radiación y humedad entre ambos tratamientos probablemente son mayores que las observadas puntualmente esos dos días. La amortiguación microclimática del desmoche produce un doble efecto en las horas críticas (12 a 16 h). Por un lado, protector de daños directos por insolación y calor (reduce unos 60 W/m<sup>2</sup>, equivalente al 25% de la radiación media diaria de agosto).

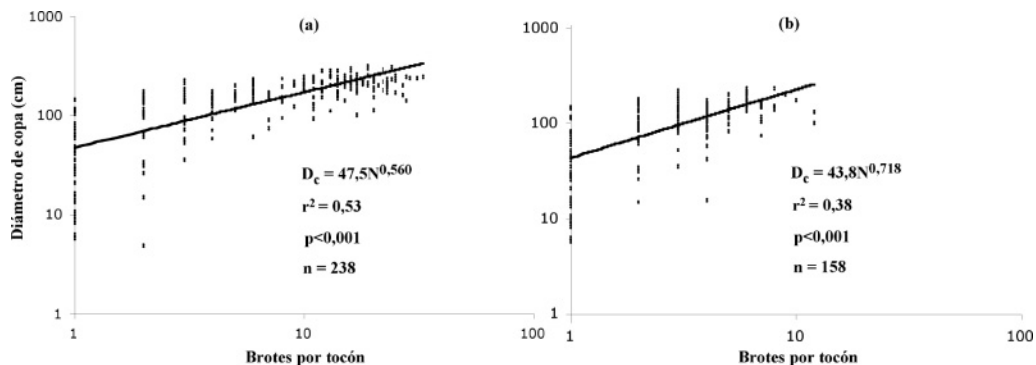


Figura 2. Relación entre el diámetro de copa ( $D_c$ ) y el número de brotes ( $N$ ) de tocones. (a) Tocones con diámetro 10-65 cm en los tratamientos corta convencional y desmoche. (b) Tocones con diámetro 2-65 cm del tratamiento de corta convencional. Se representan los modelos y muestran las ecuaciones  $D_c = aNb$  correspondientes a análisis de regresión globales

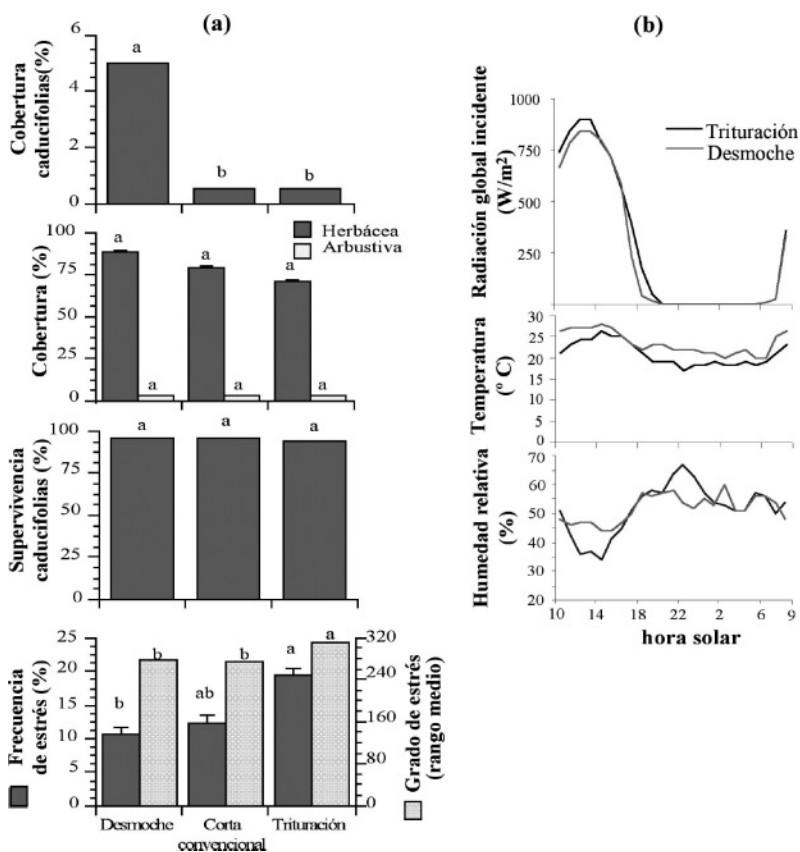


Figura 3. (a) Efectos de los tratamientos de control de eucalipto sobre la cobertura y supervivencia de los árboles plantados, la cobertura de la vegetación preexistente y la frecuencia y grado de estrés de castaños. (b) Efectos de los tratamientos de control de eucalipto de trituración y desmoche sobre algunas variables meteorológicas

Por otro, de atenuación de la pérdidas evapotranspirativas, por un menor déficit de presión de vapor de agua en el aire circundante (SCHULZE, 1986). Probablemente, el efecto de estrés atenuado sobre los castaños del tratamiento de desmoche (Figura 3a) está asociado a este cambio ambiental (MAESTRE et al., 2005). El tratamiento de desmoche facilita el establecimiento y crecimiento de caducifolias (aunque obviamente no elimina directamente el eucalipto), mientras que el de trituración, siendo muy eficaz en la supresión del eucalipto, supone un riesgo moderado de estrés estival para las plantas caducifolias jóvenes.

### Agradecimientos

Este trabajo es parte de proyecto de I+D REFORGAL financiado por la empresa Maderas Nobles de la Sierra del Segura, S.A.. Ramiro Álvarez Clavero, responsable de Teledetección del CACTI de la Universidad de Vigo, prestó una importante ayuda con los datos meteorológicos.

### BIBLIOGRAFÍA

- BRUNO, J.F.; STACHOWICZ, J.J. & BERTNESS, M.D.; 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends Ecol. Evol.* 18: 119-125.
- CEULEMANS, R.; McDONALD, A.J.S. & PEREIRA, J.S.; 1996. A comparison among eucalypt, poplar and willow characteristic with particular reference to a coppice, growth-modelling approach. *Biomass and Bioenergy* 11: 215-231.
- GARCÍA, O. & RUIZ, F.; 2003. A growth model for eucalypt in Galicia, Spain. *Forest Ecol. Manage.* 173: 49-62.
- MAESTRE, F.T.; VALLADARES, F. & REYNOLDS, J.F.; 2005. Is the change of plant-plant interactions with abiotic stress predictable? A meta-analysis of field results in arid environment. *J. Ecol.* 93: 748-757.
- PADILLA, F.D. & PUGNAIRE, F.I.; 2006. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Front. Ecol. Environ.* 4: 196-202.
- SCHULZE, E.D.; 1986. Carbon dioxide and water vapor exchange in response to drought in the atmosphere and in the soil. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 37: 247-274.