EFECTO DE LA SELVICULTURA TRUFERA SOBRE LA REGENERACIÓN ARBÓREA DE UNA MASA FORESTAL MIXTA PRODUCTORA DE TRUFA NEGRA

S. GARCÍA BARREDA [1], S. REYNA [1, 2]

[1] Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM). C/ Charles Darwin 14, Parque Tecnológico, 46980 Paterna (Valencia). santiago@ceam.es, sergi@ceam.es.

[2] Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia.

Resumen

La producción trufera espontánea está sufriendo en las últimas décadas un acusado declive, debido principalmente al aumento de espesura de los bosques. Sólo en los últimos años han aparecido propuestas de actuación selvícola para paliar esta situación. En el monte Palancar de Arriba (El Toro, Comunidad Valenciana) se ejecutó entre 1998 y 2001 un proyecto piloto de selvicultura trufera sobre una masa mixta de pino laricio, encina y quejigo. En 2001 se inició el seguimiento de la regeneración arbórea en varios de los rodales truferos tratados, ya que la estructura y composición de la vegetación condicionan las posibilidades de fructificación de la trufa negra, además de la protección del suelo frente a la erosión. Tras cuatro años, se ha constatado que la regeneración arbórea está dominada por la encina, que disponía previamente de una importante regeneración durmiente, y que el pino laricio tiene dificultades en estos primeros años para establecerse.

Palabras clave: *Tuber melanosporum*, *Quercus ilex*, masa mixta, clara, regeneración durmiente

Summary

At the moment, natural truffle production is in pronounced decline, mainly due to forest densification. In recent years, some sylvicultural models have appeared in order to fight aginst this situation. From 1998 to 2001, a truffle sylviculture project was carried out in the Mount of Palancar de Arriba (El Toro, Castellón), which is a dense forest of european black pine (*Pinus nigra* Arnold), holm oak (*Quercus ilex* L) and lusitanian oak (*Quercus faginea* Lam). In 2001, a monitoring of tree regeneration was begun in some of the treated truffières, since vegetation structure and composition influence black truffe production and soil conservation from erosion. Four years later, it has been seen that holm oak is the dominant species, which was largely present in the forest before the sylvicultural treatments. European black pine finds it difficult to stablish in the new conditions during the immediate years following the treatments.

Key words: *Tuber melanosporum*, *Quercus ilex*, mixed forest, thinning, regeneration

INTRODUCCIÓN

La trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) es un hongo ectomicorrícico que vive en simbiosis con encinas (*Quercus ilex* L *ballota* Samp.), quejigos (*Quercus faginea* Lam.) y coscojas (*Quercus coccifera* L) entre otras especies. Sus carpóforos (cuerpos fructíferos) alcanzan elevados precios por su valor culinario, pero en los últimos años la producción trufera española se encuentra en declive, principalmente por el aumento de la espesura de las masas productoras y por el intenso aprovechamiento (REYNA *et al*, 2001).

Para combatir esta desfavorable situación, la Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana ejecutó de 1998 a 2001 un proyecto piloto de selvicultura trufera en el monte Palancar de Arriba (T.M. El Toro, provincia de Castelló), siguiendo los criterios del CEAM (REYNA, 2000; REYNA *et al*, 2001) y en base a sendos proyectos final de carrera (GARCIA BARREDA, 1998; FOLCH 1999). Como complemento al seguimiento de la micorrización en estos rodales truferos (REYNA y GARCIA, 2005; en esta misma publicación), en 2001 se inició un seguimiento de la regeneración arbórea en los mismos. Su finalidad es evaluar las consecuencias de los tratamientos selvícolas acometidos sobre la vegetación arbórea de los rodales truferos. La cubierta vegetal condiciona, no sólo la conservación del suelo, sino también la comunidad ectomicorrícica que se establecerá en el rodal (JONES *et al*, 2003) y por lo tanto su aptitud para producir trufas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los rodales truferos estudiados se encuentran a 1000-1100 m de altitud, sobre zonas con pendientes menores del 5%. Los suelos son coluviales y calizos. La vegetación es forestal y antes de ser tratada alcanzaba el borde de los "quemados truferos" (zona libre de vegetación que se forma de manera natural allí donde aparecen las trufas). Estaba dominada por pino laricio (*Pinus nigra* Arnold) de repoblación, con unos 30-45 años de edad, 1000-2500 pies/ha de densidad y altura dominante de 8-12 m. Bajo este estrato vegetaba un subpiso de encinas y quejigos con 20-250 matas/ha de densidad y forma de monte bajo.

Los trabajos de selvicultura trufera crearon, alrededor de cada trufera, un claro circular. En él, se cortaron todos los pinos, se resalvearon y podaron las quercíneas (las truferas con menor intensidad) y se realizó un desbroce selectivo, respetando las quercíneas arbustivas y los escasos pies de *Juniperus thurifera* L., por ser ésta una especie protegida. Los restos de tala y desbroce se astillaron lejos del "quemado trufero" y el claro se subsoló en estrella partiendo desde el borde del quemado. Como resultado, la vegetación de los rodales truferos quedó reducida a una corona de quercíneas adehesadas, con una FCC del 5-20%, rodeando al quemado.

Para evaluar la respuesta de los rodales truferos a los tratamientos se recontó todos los pies de regeneración arbórea de la corona tratada, midiendo el diámetro del cuello de la raíz, la altura y dos diámetros de copa perpendiculares. Se consideró regeneración cualquier pie hasta la altura normal (1.30 m). Además, en el primer muestreo (2001) se tomaron parcelas testigo en zonas de pinar adulto anexas a cada rodal, con el fin de estimar la situación previa de la corona. Se estudiaron once rodales truferos: diez tratados en 2000 y uno en 1998.

Hasta el momento, se han realizado muestreos en enero de 2001, septiembre de 2002 y enero de 2004 y se dispone de datos preliminares del muestreo de enero de 2005.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rodales tratados en 2000

En 2001, las parcelas tomadas bajo pinar adulto presentaban una abundante regeneración de *Quercus* (encina y quejigo principalmente) de dimensiones muy reducidas (Tabla 1), sin que se encontrara regeneración reciente por bellota cuantitativamente importante. La regeneración de pino, por su parte, se limitaba a unos pocos pies dominados provinientes de la reforestación, que no habían alcanzado la altura normal porque estaban moribundos. No se encontró regeneración de pino reciente, a pesar de que el rango de espesuras (áreas basimétricas de 28-51 m^2/ha) no parece limitante en otras zonas semejantes del Sistema Ibérico (TÍSCAR, 2003).

Ese mismo año (2001), los claros presentaron, un año después de haber sido tratados, una densidad de regeneración de *Quercus* tres veces menor que el pinar testigo, además de una mayor proporción de pies dañados (con la guía terminal dañada) (Tabla 1). El principal causante fue la propia ejecución de los tratamientos selvícolas, que destruyó total o parcialmente la parte aérea de muchos pies. En cuanto a las dimensiones, esta regeneración no difería significativamente del pinar testigo (Tabla 1).

Durante los muestreos siguientes (años 2002, 2004), la densidad de regeneración de *Quercus* se ha ido recuperando progresivamente (Figura 1a). A pesar de ello, en 2004 todavía no se había alcanzado las densidades testigo. La gran mayoría de los pies aparecidos en este periodo proceden del rebrote de individuos cuya parte aérea fue totalmente destruida durante los tratamientos selvícolas. En 2005 se ha encontrado que un10-15% del aumento de densidad en ese muestreo se debe a regeneración por bellota reciente, mientras que en los muestreos anteriores apenas se había encontrado algún individuo aislado.

La regeneración de *Quercus* muestra, además, un activo crecimiento, tanto en altura (Figura 1d) como en diámetro del cuello de la raíz y superficie de copa. Esto parece confirmar que los individuos mantienen una gran vitalidad a pesar de que muchos de ellos han vivido años bajo el pinar y han sufrido daños durante los trabajos selvícolas. Este fuerte crecimiento hizo que en el muestreo de 2002 se redujera el porcentaje de pies con el ápice dañado (Figura 1c). En 2004 se produjo un repunte en los daños, debido fundamentalmente al ramoneo de la fauna salvaje y el pastoreo ovino extensivo.

La reacción de las tres especies de *Quercus* presentes ha sido heterogénea (Figura 1b). La encina, que es dominante, aumenta su densidad linealmente a lo largo del tiempo. La coscoja, la más

escasa, presenta una densidad estable, significativamente mayor de cero, como consecuencia de que los pies sobreviven de un muestreo al siguiente; pero estancada en el tiempo, lo que parece indicar que ya se han recuperado todos los pies afectados por los tratamientos selvícolas y que la reproducción por bellota es muy reducida. El quejigo, por su parte, aumentó su densidad entre 2001 y 2002, pero parece haberse estancado durante 2003, lo que podría deberse a las mismas razones esgrimidas en el caso de la coscoja. Esto estaría apoyado por el hecho de que apenas se ha observado regeneración de quejigo por bellota reciente. Sin embargo, también podría deberse a que el quejigo es más sensible a las sequías que la encina y el verano de 2003 fue muy caluroso.

Mientras tanto, la regeneración de pino laricio no consiguió establecerse hasta 2005 en ninguna parcela. Aunque puntualmente aparecía un regenerado abundante en algún rodal, la densidad no difiere significativamente de cero en ningún muestreo (Figura 1a), ya que los pies no tenían continuidad de un año al siguiente. Esta regeneración se concentraba en una franja de 5-10 m desde el borde del pinar y bajo la cubierta o rebrotes de los *Quercus*. Los escasos pies que persistían entre muestreos sucesivos proceden de la reforestación y mantuvieron alguna rama rastrera viva tras la tala. Esta tendencia se rompió en 2005, momento en el que se ha localizado regeneración de más de un año, aunque sólo en algunos rodales y muy escasa (menos de 200 pies/ha). Esto ha permitido identificar otro factor limitante a su supervivencia: el ramoneo de la fauna salvaje y el ganado. Casi todos los pies presentan daños en la guía terminal, lo que retarda o impide su crecimiento en altura.

Rodal tratado en 1998

Se observan las mismas tendencias que en el resto de rodales, en un estadío más avanzado (Tabla 2). En el muestreo de 2004 (a los seis años de los tratamientos selvícolas) se ha alcanzado la densidad que existía previamente en el pinar. También en 2004 empezó a localizarse regeneración de pino laricio que había sobrevivido a su primer verano. En todos los casos, estos pies se encuentran protegidos bajo la copa o entre los rebrotes de *Quercus*.

El hecho de que siga aumentando la densidad y tamaño de la regeneración de *Quercus* muestra la gran capacidad de recuperación de estas especies (RUIZ DE LA TORRE, 1976), a pesar del tiempo que ha pasado a la sombra del pinar. Esta característica les proporciona, frente al pino, una importante ventaja para dominar el estrato arbóreo en el futuro.

Implicaciones selvícolas

La regeneración de las coronas tratadas parece asegurada por el rebrote de la regeneración durmiente de *Quercus* tras las cortas, fundamentalmente por la encina. Esto demuestra la capacidad de esta especie no sólo para colonizar el pinar, sino también para responder a un cambio ambiental favorable, de manera más rápida y homogénea que el pino laricio (especie dominante en la masa forestal). La encina es la especie arbórea que más y más rápido ha recubierto el suelo, siendo por lo tanto la más importante contribuyente a la protección del suelo y la persistencia de la masa forestal a corto plazo. Sin embargo, será necesario un mayor seguimiento para comprobar si estos pies son capaces de alcanzar forma arbórea.

Por su parte, el pino laricio presenta dificultades para regenerar a corto plazo. Aunque consiga establecerse posteriormente en las zonas tratadas, el retraso frente a los *Quercus* supone una clara desventaja en la lucha por dominar el estrato arbóreo en el futuro. Son frecuentes las citas de colonización de los pinares por los *Quercus*, así como de cambios de especie dominante debidos a perturbaciones como el fuego (TÍSCAR, 2003b; ESPELTA *et al*, 2004)

De cara a la producción trufera, el cambio de especie dominante es favorable, pues la encina y el quejigo son mucho mejores productores (REYNA, 2000), pero este factor por sí solo no es suficiente. Es necesario, entre otros factores, que las plantas estén micorrizadas con *Tuber melanosporum*.

La trufa es característica de masas abiertas (REYNA, 2000), lo que explica que las plantaciones truferas se realicen con densidades de 250-350 pies/ha y que se les apliquen frecuentes podas. condición que debe asegurarse mediante tratamientos selvícolas y culturales. Teniendo en cuenta la elevada densidad de la regeneración de *Quercus* en las coronas tratadas y su previsible evolución en el tiempo, sería recomendable planificar las claras y podas necesarias para asegurar una estructura favorable a la producción trufera, así como un control de los pies que vayan entrando en producción para que sean respetados durante las actuaciones.

Agradecimientos

El Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) está financiado por la Generalitat Valenciana y Bancaixa.

BIBLIOGRAFÍA

ESPELTA J M, RETANA J y HABROUK A, 2004. Gestió de boscos menuts d'alzina i roure després d'incendis. En: PLANA E (ed) *Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc*, pp. 124-128. Xarxa ALINFO. Solsona (Lleida).

FOLCH L, 1999. Ordenación y Mejora Selvícola del aprovechamiento trufero en el Cuartel I del monte "El Palancar" de Castelló. Proyecto final de carrera Universidad Politécnica de Valencia (inéd).

GARCIA BARREDA S, 1998. Ordenación y Mejora Selvícola del aprovechamiento trufero en el Cuartel II del monte "El Palancar" de Castelló. Proyecto final de carrera. Universidad Politécnica de Valencia (inéd).

JONES M D, DURALL D M & CAIRNEY J W G, 2003. Ectomycorrhizal fungal communities in young forests stands regenerating after clearcut logging. *New Phytol.* 157: 399-422.

REYNA S, 2000. *Trufa, truficultura y selvicultura trufera*. Mundi-Prensa. Madrid.

REYNA S y GARCIA BARREDA S, 2005. Efecto de la selvicultura trufera sobre la micorrización de una masa forestal mixta productora de trufa negra. En: *Actas del IV Congreso Forestal Español*. Zaragoza, 26-30 septiembre.

REYNA S, RODRÍGUEZ BARREAL J A, FOLCH L, PÉREZ BADIA R y GARCIA S, 2001.Selvicultura trufera en montes mediterráneos. En: *Actas del III Congreso Forestal Español*. Granada, 25-28 septiembre. Tomo 3, pp. 731-738.

RUIZ DE LA TORRE J, 1976. *Árboles y arbustos de la España peninsular*. IFIE. Madrid.

TÍSCAR P A, 2003. Condicionantes y limitaciones de la regeneración natural en un pinar oromediterráneo de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*. *Invest. Agrar.: Sist. Recurs. For.* 12(2): 55-64.

TÍSCAR P A, 2003b. El papel de las aves y otros animales en la dispersión del género *Quercus* y arbustos de fruto carnoso en el interior de las repoblaciones de pino. *Montes* 74: 31-35.

Tabla 1 Características medianas de la regeneración arbórea en los ***rodales tratados en 2000*** *y en los respectivos controles, durante el muestreo de 2001 (las letras muestran el resultado de la prueba t para datos apareados, $\alpha = 0.05$, n = 10)*

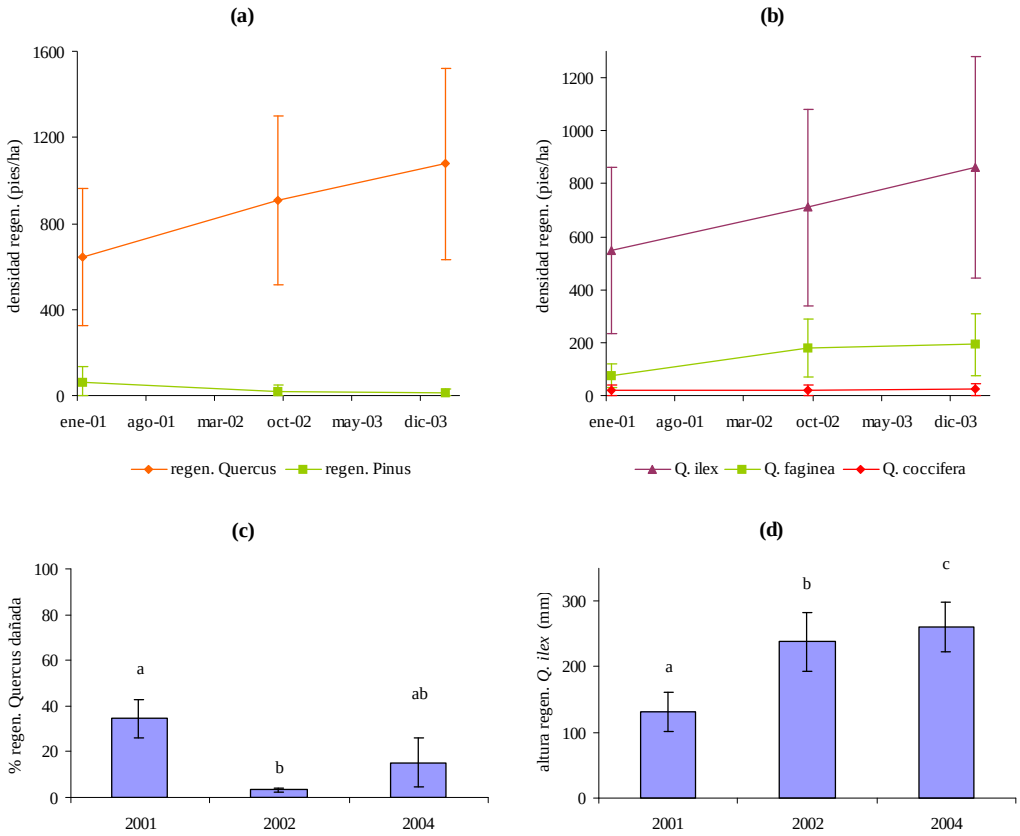

Figura 1 Características generales de la regeneración arbórea en los ***rodales truferos tratados en 2000*** *(media e intervalo de confianza del 95%). (a) densidad de* Quercus *y* Pinus*, (b) densidad de las especies de* Quercus*, (c) porcentaje de* Quercus *dañados y (d) altura media de la regeneración de encina. En (c) y (d), las letras indican diferencias significativas, para la comparación de efectos principales del ANOVA de medidas repetidas.*

Tabla 2 Características medianas de la regeneración arbórea en el ***rodal tratado en 1998*** *y en su testigo*

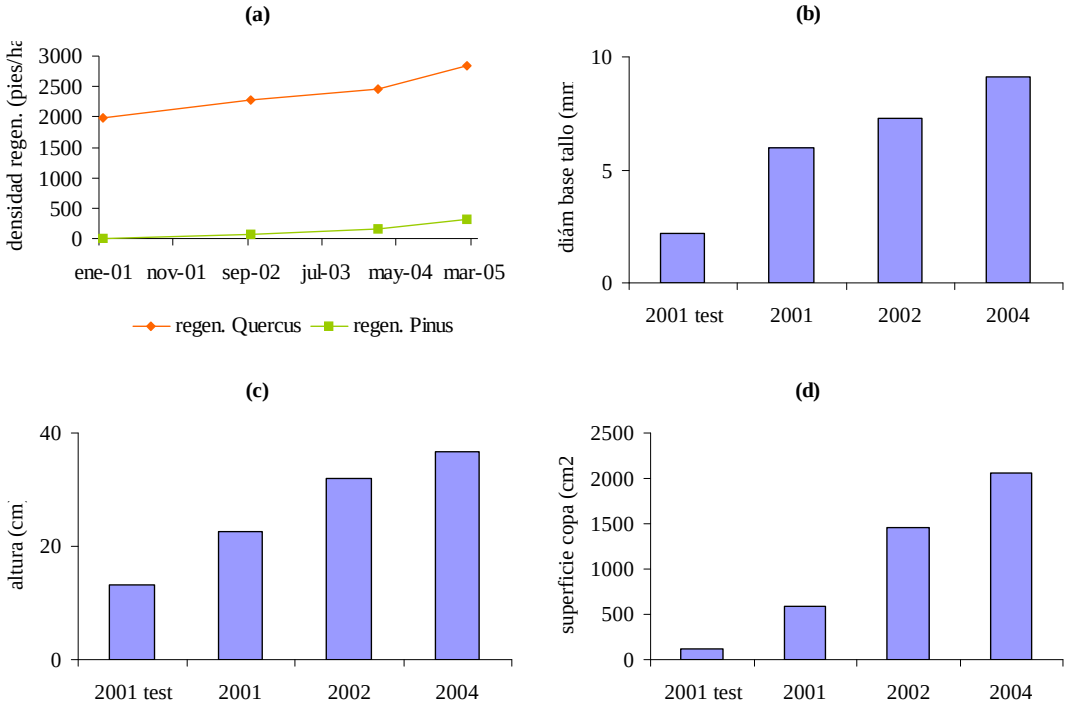

Figura 2 Características generales de la regeneración arbórea en los ***rodales truferos tratados en 1998****. (a) densidad de* Quercus *y* Pinus*, (b) diámetro medio del cuello de la raíz en la regeneración de encina, (c) altura media de la regeneración de encina, (d) superficie media de las copas de la regeneración de encina.*