

Parcelas experimentales de *Quercus ilex* micorrizado con *Tuber melanosporum* en la Comunidad Valenciana

J. A. DOMÍNGUEZ NÚÑEZ, J. A. RODRÍGUEZ BARREAL, J. A. SAIZ DE OMEÑACA

Se analizan las diferentes parcelas experimentales de planta forestal de *Quercus ilex* micorrizada artificialmente con Trufa negra, y situadas en diversos ecotipos truferos de la Comunidad Valenciana. El seguimiento global del crecimiento y supervivencia de la planta durante los primeros cuatro años desde su implantación plantea poca claridad respecto a la idoneidad de ecotipos: mientras que en ecotipos, *a priori*, con menor vocación trufera, se detectaron cambios morfológicos significativos y de supervivencia a causa de la micorrización, en otros de mayor vocación trufera dichos cambios no se manifestaron claramente en todos los parámetros. El diámetro basal parece ser, a un plazo de cuatro años, un parámetro sensible a la micorrización.

U.D. Patología Forestal. Dpto. Silvopascicultura. E.T.S. Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Av/ Ciudad Universitaria s/n. 28040, Madrid.
Tfo.: 91 336 71 03
E-mail: jadonu@terra.es

Palabras clave: Reforestación, Micorriza, *Tuber melanosporum*, *Quercus ilex*, Valencia.

INTRODUCCIÓN

El uso de la simbiosis micorrícica en reforestación ha sido ampliamente estudiada y su efectividad demostrada (MIKOLA, 1973; MARX, 1980). Juega un papel importante especialmente en el establecimiento de plántulas bajo condiciones hostiles. Las micorizas incrementan el suministro de nutrientes (HARLEY & SMITH, 1983), favorecen el transporte de agua a las raíces de la planta (DUDRIGE *et al.*, 1980) y defienden a la planta contra organismos patógenos.

En España existe una importante escasez de estudios sobre ectomicorizas, siendo varios grupos los que llevan la investigación pionera (CARTIÉ *et al.*, 1996; FERNÁNDEZ DE ANA & RODRÍGUEZ, 1992; HONRUBIA *et al.*, 1992; MANJÓN *et al.*, 1994; RODRÍGUEZ *et al.*, 1997; SÁEZ & MIGUEL DE, 1995). Ade-

más, las plantaciones experimentales con planta micorrizada son relativamente recientes, y el seguimiento deberá continuar en el futuro (PARLADE, 1999; ROLDÁN *et al.*, 1996).

En el presente trabajo se describen las labores de plantación y seguimiento de una serie de las plantaciones micorrizadas con *Tuber melanosporum* en la comunidad valenciana durante los primeros cuatro años desde su instalación, con el objetivo general de conocer el grado de adaptación y desarrollo de la encina micorrizada artificialmente que, anteriormente, se había producido, inoculado y analizado en vivero (RODRÍGUEZ *et al.*, 1999; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2000); se quiso conocer la posible influencia del entorno físico en la supervivencia y crecimiento de la planta durante los primeros años desde la implantación.

MATERIAL Y METODOS

Selección de Parcelas

Una herramienta practica para la evaluación en general de recursos naturales terrestres es la *Clasificación Biogeoclimática de la España Peninsular y Balear* (ELENA ROSELLÓ, 1997), que estratifica el territorio en unidades ecológicas.

A partir de esta clasificación biogeoclimática, y de la localización y caracterización física de rodales productores de trufa en la comunidad valenciana, trabajo desarrollado por los autores anteriormente (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2001; DOMÍNGUEZ, 2002), pudimos decidir la ubicación de diferentes parcelas experimentales de *Quercus ilex* micorrizada.

Se trataron de situar las parcelas experimentales dentro de las clases biogeoclimáticas presentes en rodales truferos de la comunidad valenciana, tratando de diversificar clases biogeoclimáticas; la situación ideal hubiera sido la implantación de un número de parcelas por clase biogeoclimática, proporcional a la distribución de frecuencias de cada clase. Sin embargo, dado el gran número de estratos biogeoclimáticos presentes, se optó realizar estudio "piloto", y seleccionar algunos de los ecotipos más representativos, aunque también, teniendo en cuenta la línea de la investigación (DOMÍNGUEZ, 2002), se eligieron estratos de baja vocación trufera, para realizar un seguimiento y comparar el

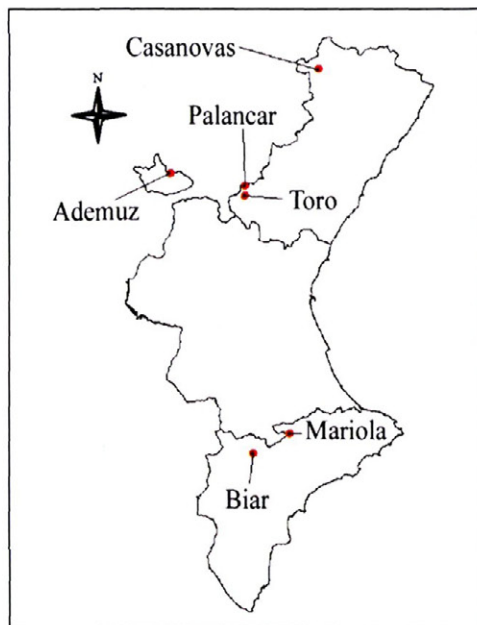


Figura 1: Parcelas experimentales

comportamiento de las plantas micorrizadas bajo condiciones biogeoclimáticas menos propicias al desarrollo productivo de *Tuber melanosporum*.

Finalmente se seleccionaron 6 parcelas que se situaron según las Fig. 1. y Fig. 2.

Las características biogeoclimáticas de las clases territoriales correspondientes a cada

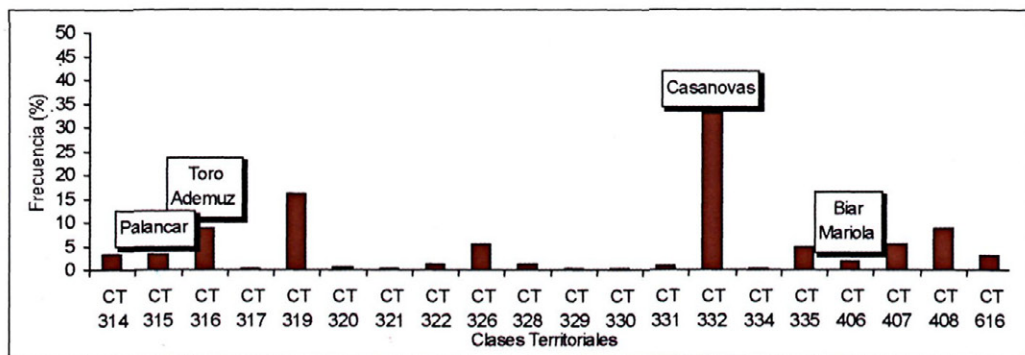


Figura 2: Selección de parcelas experimentales según la frecuencia de clases territoriales en rodales truferos de la Comunidad Valenciana

parcela pueden consultarse en la *Clasificación Biogeoclimática de la España Peninsular y Balear* (ELENA ROSELLÓ, 1997).

Implantación de Parcelas

En la mayor parte de los casos, se eligieron antiguos terrenos llanos agrícolas abandonados, donde, en principio, las poblaciones micorrícicas de hongos autóctonos eran bajas en el momento de la plantación, para evitar en lo posible la competencia con el hongo introducido. En general se estableció un laboreo superficial y profundo, con marcos de plantación de 5-7 m, ahoyado manual, protectores de plástico con orificios de aireación, y un primer riego de unos 10 l/planta, realizando posteriormente riegos en verano y escardas a final de primavera durante los 4 años.

Algunos datos de las parcelas se muestran en la Tabla 1.

Muestreo y procedimientos para el análisis de las parcelas

Al inicio de la plantación, se tomaron muestras de los primeros horizontes de suelo en cada parcela seleccionada, y se analizaron en laboratorio las características físico-químicas más importantes (Tabla 2).

Se realizó un seguimiento anual de la biometría de la planta desde el inicio de la plantación; en cada análisis se estimó la altura de todas las plantas de la parcela y la tasa de supervivencia; en las parcelas de Casanovas, Toro, Ademuz y Palancar también se realizó un seguimiento del diámetro basal de todas las plantas; se calculó el pro-

medio de cada repetición y la media final de cada parámetro se calculó como promedio de las repeticiones.

Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa *Statgraphics plus*; se realizó un análisis de varianza ANOVA multifactorial para definir interacciones entre factores; se calcularon las medias de los parámetros propuestos y un test de comparación de medias por Scheffé o Tukey (nº de muestras desigual o igual, respectivamente), para un nivel de confianza del 0,05 %. En caso de varianzas no homogéneas se aplicó test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS

CLASE TERRITORIAL 332

En esta clase se estableció la parcela de Casanovas como única representante. Los resultados de las medidas se representan en las Figuras 3, 4 y 5. Respecto al incremento en altura, a lo largo de los casi 4 años apenas hubo diferencias entre los dos tratamientos, con incrementos en el primer año casi nulos (entre 0,4 y 1 cm), de unos 3 cm en el segundo, y de unos 15 cm el último año. Respecto al incremento de diámetro, se observaron diferencias significativas solamente en la última medida, con incrementos de 0,6 mm en control y 1,5 mm en inoculada. Respecto a la tasa de supervivencia, que fue reducida en el primer año (62 a 65 %), se observaron algunas diferencias entre tratamientos, aunque no significativas, en el

Tabla 1. Parcelas experimentales

Parcela	Termino Municipal	Provincia	UTM	Fecha Implantación	Altitud	Clase Territorial
<i>El Toro</i>	El Toro	Castellón	6 ⁹² -6 ⁹⁴	24/XI/97	1000	CT 316
<i>Palancar</i>	El Toro	Castellón	6 ⁹⁰ -6 ⁹⁴	25/XI/97	1100	CT 315
<i>Casanovas</i>	Tolodella	Castellón	7 ³³ -7 ³⁵	2/III/98	1000	CT 332
<i>Ademuz</i>	Ademuz	Valencia	6 ⁵² -6 ⁵⁴	3/III/98	900	CT 316
<i>Mariola</i>	Cocentaina	Alicante	7 ¹⁷ -7 ¹⁸	III/98	1065	CT 406
<i>Biar</i>	Biar	Alicante	6 ⁹⁷ -6 ⁹⁹	17/II/99	900	CT 406

Tabla 2. Características físico-químicas de los suelos de las parcelas experimentales

Parcela	pH (agua, 1/2,5)	PH (CIK 1/2,5)	Conductividad (umhos/cm)	CO ₂ Ca (%)	cal activa (%)	MO oxidable (%)
<i>Toro</i>	7,98	7,57	189	18,57	4,91	2,41
<i>Palancar</i>	8,02	7,55	161	15,96	5,23	1,98
<i>Casanova</i>	8,23	7,42	165	34,58	6,88	2,78
<i>Ademuz</i>	7,96	7,35	165	34,77	6,45	1,87
<i>Mariola</i>	7,92	7,46	181	49,02*	2,33	2,15
<i>Biar</i>	8,04	7,39	144*	67,44*	12,17*	1,69*

+ Valor fuera de los intervalos normales definidos para suelos truferos según la bibliografía tradicional

* Valor fuera de los intervalos normales definidos para suelos truferos en la comunidad valenciana (REYNA, 1999)

segundo año (45 % en control y 63 % en planta inoculada), manteniéndose esta tendencia hasta el último año (34% en control y 55% en inoculada).

CLASE TERRITORIAL 316

En esta clase se situaron las parcelas de Ademuz y El Toro. Los resultados de las medidas se representan en las figuras 3, 4 y 5. El comportamiento de las dos parcelas, Ademuz y El Toro, fue ligeramente diferente respecto al parámetro de la altura; respecto al incremento en alturas, en Ademuz apenas se observaron diferencias significativas entre la planta inoculada y el control (de 6 a 8 cm en el primer muestreo; de 2 a 4 cm en el segundo; de 34 a 30 en el último, aproximadamente). En El Toro se manifestaron estas diferencias de forma muy significativa en el primer y tercer muestreo; incrementos en la planta inoculada (14 cm) de más del doble que el control (6 cm) en el primer muestreo; en el tercer muestreo incrementos en planta inoculada de 16 cm, casi el triple del control (6 cm); en ambas parcelas se observó un primer incremento superior al segundo. En la parcela de El Toro se observó una alternancia cada dos años en el marcaje de diferencias significativas entre la planta micorrizada y el control; en Ademuz, donde no hubo diferencias entre tratamientos, se observó una gran diferencia, para ambos tratamientos, entre el último muestreo (20/11/01) y el anterior (30/06/99), de casi 10 veces mayor. El

incremento del diámetro basal en ambas parcelas, a lo largo de los 4 años, parece haber sido significativamente superior en la planta inoculada respecto al control, solamente a partir del tercer año; en El Toro los incrementos máximos se dieron en el tercer año con 0,6 mm en planta control, y 1,5 mm en planta inoculada; en Ademuz el mayor incremento se dio en la última medida (20/11/01) con 5,2 mm en inoculada frente a 3,4 mm en control. Respecto a las tasas de supervivencia, en Ademuz no aparecieron apenas diferencias entre tratamientos, con tasas del 85 a 92 % al final de los 4 años, mientras que en el Toro la tasa de supervivencia fue significativamente superior en la planta inoculada respecto al control en las dos últimas medidas, con el 100 % en planta inoculada frente al 85 % en la última medida.

CLASE TERRITORIAL 315

En esta clase se situó la parcela de El Palancar. Los resultados de los controles se representan en las figuras 3, 4 y 5. Respecto al incremento en altura, se dieron valores significativamente superiores de planta inoculada respecto al control sólo en el segundo año; a partir del tercer año se produjeron incrementos importantes para ambos tratamientos, con incrementos en el último año de 22 cm, casi 5 veces la medida media del segundo año. Respecto al incremento de diámetro, no se observaron diferencias entre tratamientos, observándose un importante

Tabla 2. (cont.) **Características físico-químicas de los suelos de las parcelas experimentales**

Parcela	N total (%)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	C/N	Fe total (%)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (p.p.m.)	TEXTURA
<i>Toro</i>	0,21	2,64	8,28	6,67+	1,38	30,7	154	Franco-arcilloso-arenosa
<i>Palancar</i>	0,17	3,26	11,34	6,76+	1,85	32,9	164	Arcillosa ligera
<i>Casanova</i>	0,24	3,16	7,7	6,72+	1,44	NO	NO	Arcillosa ligera
<i>Ademuz</i>	0,07+	0,66	12,32	15,5	1,42	NO	NO	Arcillosa ligera
<i>Mariola</i>	0,15	1,97	7,6*	8,31	0,9*	27,2	136	Franco-arenosa
<i>Biar</i>	0,11	2,1	4,24*+	8,91	0,72*	NO	NO	Arcillosa ligera

incremento a partir del tercer año; en el último año se dio un incremento de 2,3 mm de media, lo que suponía unas 10 veces la medida del segundo año. Respecto a la tasa de supervivencia, que fue reducida ya en el primer año (55 al 71 %), se observaron diferencias no significativas entre tratamientos, en los 4 años, con tasas finales del 55% en control y 65% en planta inoculada.

CLASE TERRITORIAL 406

En esta clase se situaron las parcelas de Biar y Mariola. Los resultados de las medidas se representan en las figuras 3 y 4. En el incremento de altura, y teniendo en cuenta dos periodos diferentes de crecimiento (una parcela se implantó un año antes que la otra), el comportamiento de las dos parcelas, Mariola y Biar fue similar, aunque con unos incrementos generales casi del doble en la parcela de Mariola (de 4 a 8 cm en el primer muestreo; de 6 a 8 cm en el segundo muestreo aproximadamente) respecto a la de Biar (de 1 a 5 cm en primer muestreo; de 3 a 6 cm en el segundo aproximadamente); en el primer muestreo de ambas parcelas, se observaron incrementos significativamente superiores (casi del doble) en la planta inoculada comparada con el control, y sin diferencias en el segundo; en el muestreo a los casi 4 años de su implantación, no se observaron diferencias entre tratamientos en la parcela de Mariola; a los casi 3 años de su implantación, sí se observaron diferencias entre tratamientos en la parcela de Biar. Respecto a la

tasa de supervivencia, se observaron diferencias entre las dos parcelas, tanto en el conjunto como entre los dos tratamientos; en general, la tasa fue superior en Mariola, que cerca del 4º año tenía unas tasas del 75 al 79%, mientras en Biar las tasas eran del 25 al 62 % cerca del tercer año; asimismo las diferencias entre los dos tratamientos, ya al año de la plantación, fueron significativas en Biar (83 % en planta inoculada frente al 62 % en el control), mientras que en Mariola no se observaron diferencias significativas en ningún momento.

DISCUSIÓN

La precipitación acumulada, los intervalos de sequía y la profundidad del suelo son de los factores abióticos que más pueden haber influido en los últimos años al éxito de las repoblaciones forestales de la comunidad valenciana (ALLOZA *et al.*, 1999).

En nuestras plantaciones, y dentro de un mismo ecotipo o clase territorial, definido por un conjunto de parámetros abióticos homogéneo (ELENA ROSELLÓ, 1997), otra serie de factores locales pudieron haber afectado a la permanencia, crecimiento o manifestación de la simbiosis: ecología del suelo (características físico-químicas, equilibrio de microorganismos-hongo-raíz-suelo, competencia de *Tuber melanosporum* con otras poblaciones micorrizógenas, etc.), trabajos previos o posteriores a la plantación, etc.

Los trabajos previos a las plantaciones, así como los de mantenimiento, en el conjunto de las parcelas establecidas, fueron muy similares.

Respecto al factor del suelo, se contrastaron las características físico-químicas, al inicio de

las plantaciones, de los primeros horizontes de los suelos en las parcelas experimentales (Tabla 2), según los datos de los suelos truferos (productores de trufa) de la Comunidad Valenciana y de la bibliografía tradicional, elaborados por Dr. Santiago Reyna (REYNA, 1999).

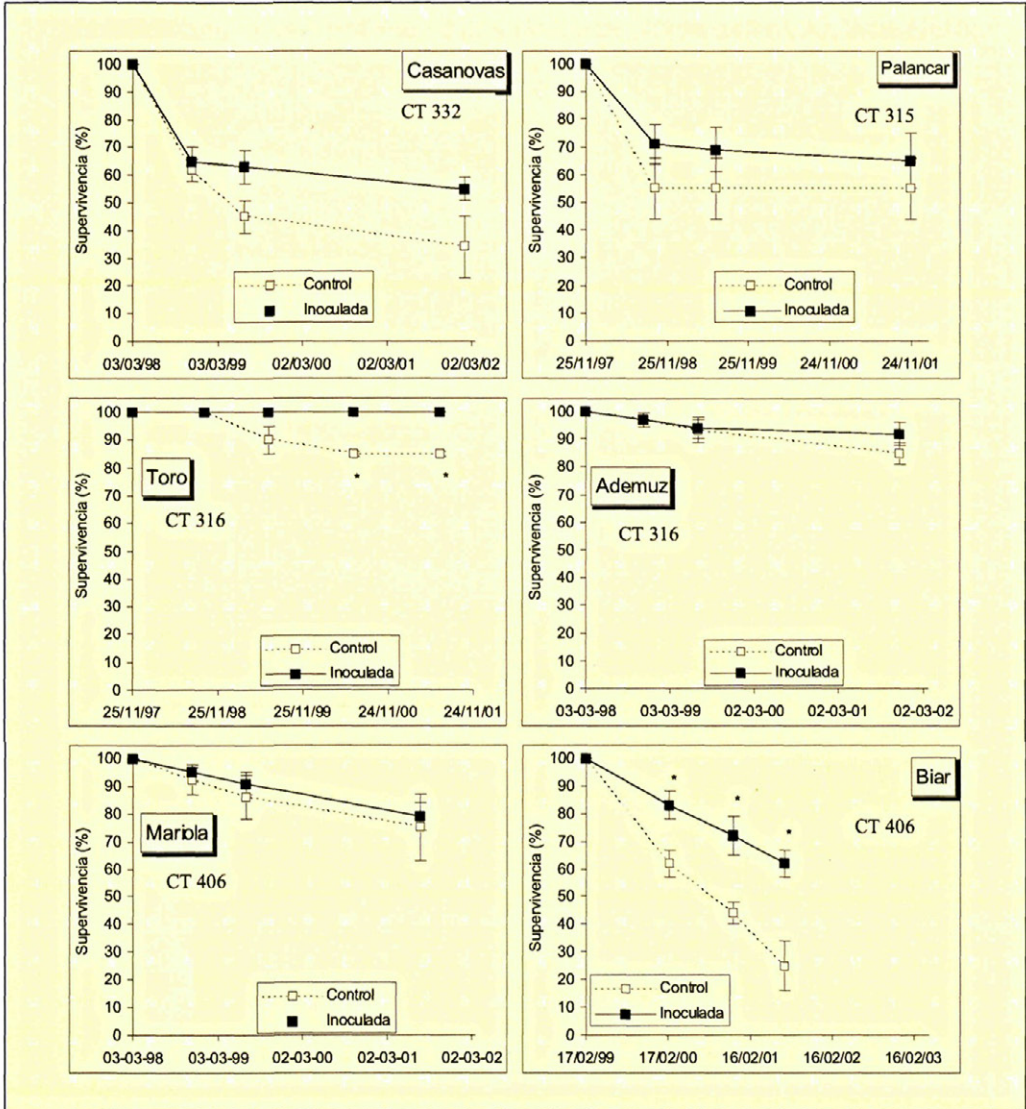


Figura 3: Tasa de supervivencia en planta de *Q. ilex* según la clase biogeoclimática
 * diferencias significativas entre tratamientos con $p < 0.05$; las barras representan el error estándar. N=3 (inoculada) y N=4 (control) en Casanovas; N=4 (inoculada) y N=3 (control) en Toro; N=8 (inoculada) y N=5 (control) en Ademuz; N=3 en Palancar; N=8 (inoculada) y N=4 (control) en Mariola y Biar.

De forma general, se comprobó que solamente las parcelas de Mariola, y especialmente la de Biar, poseían algunas características excluyentes dentro de la tipología de suelos truferos en la Comunidad Valenciana: % de CO₃Ca total superiores, así como infe-

riores contenidos en K₂O y hierro; además, en la parcela de Biar, se daban valores más bajos de conductividad, contenido en materia orgánica (MO), y % en arenas gruesas.

Además, fijándonos en los intervalos de valores en parámetros para suelos truferos,

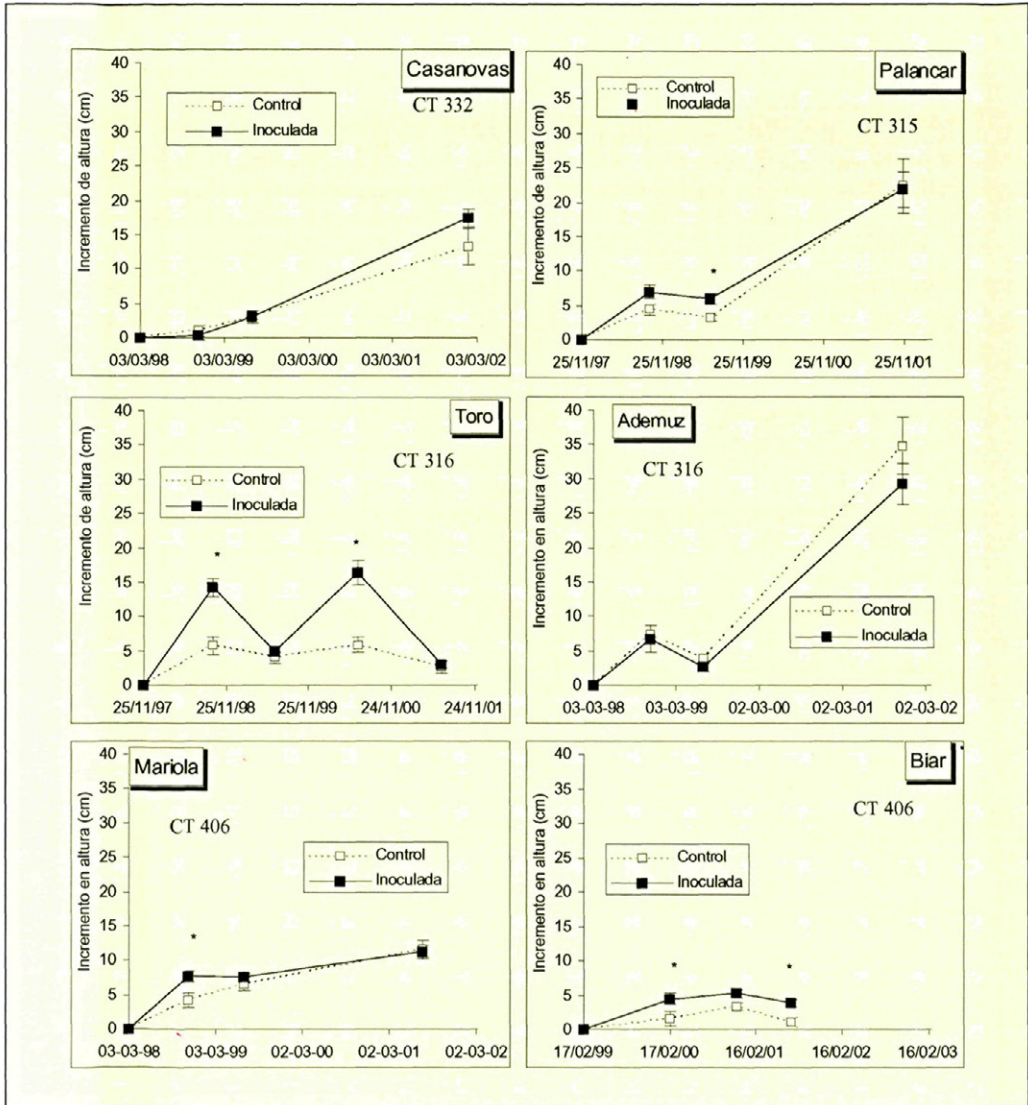


Figura 4: Incrementos de altura en planta de *Q. ilex* según la clase biogeoclimática
 * diferencias significativas entre tratamientos con $p < 0,05$; las barras representan el error estandar. N=3 (inoculada) y N=4 (control) en Casanovas; N=4 (inoculada) y N=3 (control) en Toro; N=8 (inoculada) y N=5 (control) en Ademuz; N=3 en Palancar; N=8 (inoculada) y N=4 (control) en Mariola y Biar.

establecidos en la bibliografía tradicional (REYNA,1999), Biar confirmaba unos valores inferiores en K_2O , Ademuz poseía unos contenidos en nitrógeno inferiores, y las parcelas de El Toro, Palancar y Casanovas tenían unas relaciones C/N inferiores.

Analizando la tasa de **supervivencia**, las diferencias entre la planta inoculada y el control fueron significativas, y siempre superiores en la planta inoculada, en las parcelas de El Toro (CT 316) y de Biar (CT 406). En el caso de Biar, recordemos que se observaron diferencias con el resto de las parcelas, desde el punto de vista del suelo, especialmente altos contenidos en caliza activa y CO_3Ca , baja conductividad, MO, K_2O y Fe,

respecto del resto; es decir, que pese a ser parámetros negativos para la producción trufera, pudieron ser más negativos para la tasa de supervivencia de la planta control. En el resto de las parcelas, aunque las diferencias no fueron significativas, se manifestó una ligera tendencia a que el factor de la inoculación influyera en una mejor tasa de supervivencia.

Analizando el incremento de **altura y diámetro** en el conjunto de las parcelas, se observó un comportamiento más diferente entre la planta inoculada y el control en la parcela de El Toro, en la CT 316; comparando los parámetros del suelo de El Toro con el resto de las parcelas, características tales

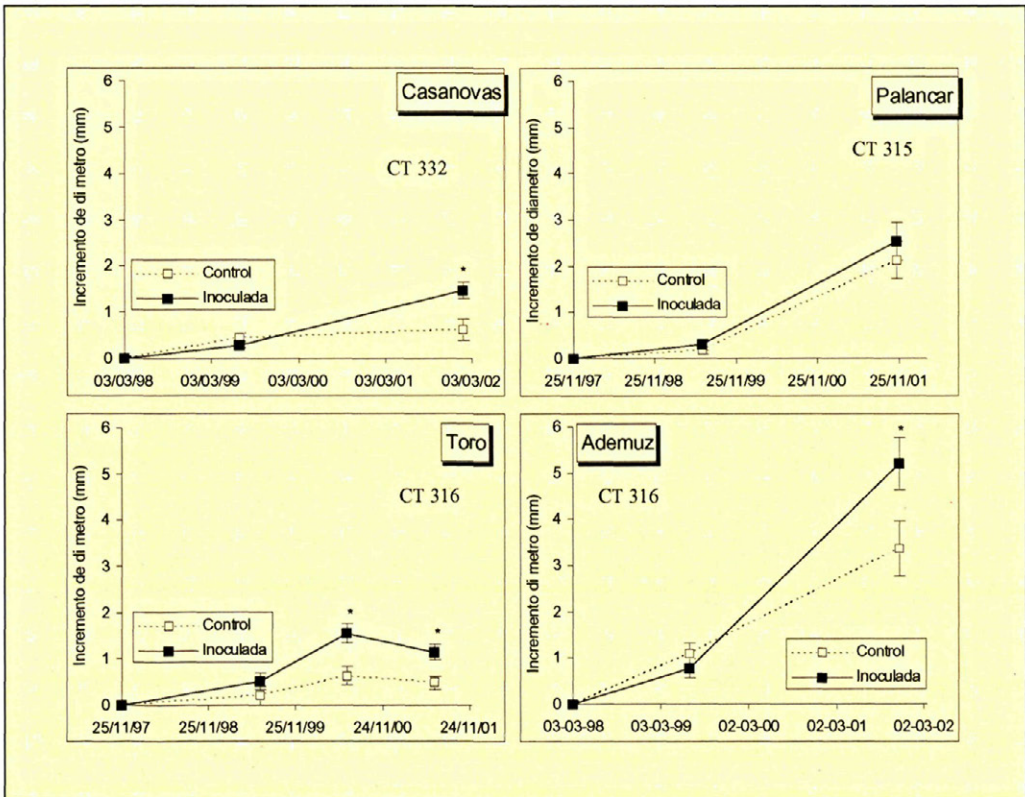


Figura 5: Incrementos de diámetro en planta de *Q. ilex*

* diferencias significativas entre tratamientos con $p < 0,05$; las barras representan el error estándar. N=3 (inoculada) y N=4 (control) en Casanovas; N=4 (inoculada) y N=3 (control) en Toro; N=8 (inoculada) y N=5 (control) en Ademuz; N=3 en Palancar

como una textura adecuada, valores altos de MO, nitrógeno, fósforo y pH, o valores bajos de CO_3Ca y caliza activa, respecto del resto de parcelas, pudieron mejorar aparentemente, en la parcela de El Toro, la respuesta morfológica de la planta por la simbiosis.

En aquellas parcelas situadas en el ecotipo más desfavorable (ver criterios de selección de parcelas) para la producción trufera (Mariola y Biar, con CT 406), también se manifestó un mayor crecimiento en altura de la planta inoculada respecto al control, con valores diferenciales parecidos, en general, a los obtenidos en parcelas con ecotipo algo más favorable (El Palancar, con CT 315).

Concretamente, en las parcelas de Casanovas (CT 332) y Ademuz (CT 316), donde inicialmente la producción trufera dispuso del conjunto de factores abióticos a su favor (ver criterio de selección de parcelas), no se manifestó el efecto de la simbiosis desde el punto de vista del incremento en altura, en ninguno de los muestreos; sin embargo, sí se manifestaron de forma tardía (el cuarto año) incrementos de diámetro diferenciales en ambas parcelas, favorables a la planta inoculada.

Observando los incrementos de diámetro en las parcelas de Casanovas, Toro y Ademuz, parece que éste parámetro pudo ser más sensible que la altura, a la micorrización (MARX *et al.*, 1994). Además, en nuestros ensayos, la simbiosis se manifestó en el diámetro después de los primeros años de la implantación.

Comparación de parcelas de igual ecotipo

CT 316

En Ademuz, la falta de diferencias significativas entre tratamientos, tanto en la tasa de supervivencia como en el incremento de altura, resultó ser, en principio, inexplicable, mientras que para los mismos parámetros, sí existieron dichas diferencias significativas en El Toro, en algún momento de las mediciones; en cambio, tanto en la parcela de El Toro como en la de Ademuz, sí se

manifestaron diferencias en el incremento de diámetro. Es decir, que en esta clase territorial CT 316, hubo una diferencia importante entre las dos parcelas respecto a la evolución de la tasa de supervivencia y la altura de las plantas.

En principio, una menor disponibilidad hídrica del ambiente puede potenciar los efectos de la simbiosis, mejorando la supervivencia y el crecimiento de la planta micorrizada. En este sentido, pese a pertenecer al mismo ecotipo, un régimen de precipitaciones más elevado en general para Ademuz (INM, 1997-2001) pudiera ser motivo complementario para explicar las diferencias entre las dos parcelas.

Las diferencias físico-químicas entre los suelos (primeros horizontes) de Ademuz y El Toro estuvieron en los bajos contenidos de nitrógeno en Ademuz, que no es probable que influyera en la micorrización, aunque indirectamente en una menor competencia de otros tipos de ectomicorrizas, por lo que no es explicable la ausencia de síntomas de la simbiosis en la altura, aunque sí existieron en el diámetro; además, en El Toro, se dio una relación C/N demasiado baja que no pareció influir; la influencia en los niveles de nitrógeno adecuados en la simbiosis micorrizica ha sido ampliamente citada; por otra parte, en nuestras dos parcelas, fue especialmente destacable la diferencia de contenidos de fósforo entre ambas parcelas, por lo que niveles tan bajos de fósforo en Ademuz no parece que fueran suplidos por la actuación de las micorrizas de *Tuber melanosporum* en la altura, aunque sí en el diámetro.

Otra posible razón de las diferencias entre tratamientos (inoculación y control) en la parcela de El Toro pudiera ser que, la mayor parte del nitrógeno, y del fósforo del suelo, estuvieran inicialmente en formas poco disponibles para la planta, pero si ésta estaba micorrizada, entonces la actuación simbiótica le permitió asimilar una mayor cantidad de nutrientes que la planta control.

En resumen, frente a los bajos niveles de nitrógeno y fósforo en Ademuz, la simbiosis pudo manifestarse en el diámetro pero no en

la altura; en cambio en el Toro, unas buenas condiciones físico-químicas del suelo para la producción trufera, o una disponibilidad hídrica inferior potenciaron las diferencias en la tasa de supervivencia y en la manifestación morfológica de la simbiosis, tal vez posiblemente a causa del contenido de nutrientes en forma disponible.

CT 406

Las diferencias físico-químicas entre los suelos (primeros horizontes) de Mariola y Biar, que pudieron influir de alguna manera en la ecología de la simbiosis, estuvieron en el bajo % de arenas gruesas, bajos contenidos en MO, conductividad y K_2O en especial, y altos contenidos en caliza activa para Biar.

Algunas de estas características, pudieron influir en la simbiosis o en la respuesta morfológica de la planta; sin embargo, comparando las gráficas de los incrementos en altura, parece que estas diferencias en los suelos pudieron influir más en el crecimiento general de la planta, en ambos tratamientos, que en la simbiosis, ya que en ambos casos las diferencias en la respuesta entre la planta inoculada y el control fue parecida en ambas parcelas; además, pese a establecerse la planta micorrizada en un suelo con algunas características tradicionalmente poco truferas, especialmente en Biar, se siguieron observando síntomas de los efectos de la simbiosis en la morfología y supervivencia de la planta.

Comparando la tasa de supervivencia en ambas parcelas, parece que en Biar existió algún factor general (tal vez la caliza activa o el microclima local), que influyó negativamente en ambos tratamientos, respecto a la parcela de Mariola, pese a haber tenido, en general, una disponibilidad hídrica parecida, o superior de forma puntual en verano (INM, 1997-2001).

Por último, conviene comentar que, posiblemente, otra serie de factores como el equilibrio hongo-microorganismos, o competencia de *Tuber melanosporum* con otras poblaciones micorrizógenas, pudieron

influir en la simbiosis; tal vez, en algunos de los casos estudiados, los efectos característicos de la micorrización, especialmente la captación de nutrientes, hayan sido aportados en la planta control por otros hongos de micorrización que ya venían de vivero o autóctonos del suelo en donde se instaló la plantación.

También, finalmente, habría que considerar que no está demostrada la existencia, en el ámbito del suelo, de una relación directa entre la ecología de la micorrización y la de la producción de *Tuber melanosporum* (aunque podría ser lógica su proximidad).

CONCLUSIONES

1. De forma general, y durante los primeros cuatro años desde la plantación, los estratos biogeoclimáticos y las características edáficas poco favorables a la producción de cuerpos de fructificación de *Tuber melanosporum*, no han limitado los síntomas de la simbiosis favorables en la biométrica de la planta o en la supervivencia.
2. En dos de las parcelas, de diferente vocación trufera (CT 316 y CT 406), la tasa de supervivencia fue significativamente mejor en la planta inoculada respecto al control.
3. En el estrato biogeoclimático más representativo de la producción trufera (CT 332), los efectos beneficiosos de la simbiosis no se manifestaron en el incremento de altura ni en la supervivencia, aunque fueron positivos para el incremento de diámetro de forma tardía.
4. Tal vez el diámetro basal es un parámetro más sensible que la altura a la micorrización, aunque los efectos de la simbiosis pueden manifestarse en él solamente después de dos o tres años de la implantación.
5. A igualdad de estrato biogeoclimático, las pautas de supervivencia y crecimiento de la planta micorrizada en distintas parcelas pueden ser diferentes, tal vez motivadas por diferentes características del suelo o microclima local.

6. La parcela donde mejor se manifestó la simbiosis, El Toro, correspondió al ecotipo CT 316, aunque en comparación con su homóloga de Ademuz, las causas de esto pudieron estar en la menor disponibilidad hídrica o en las características del suelo.
7. Otra serie de factores como el equilibrio hongo-microorganismos, o la competencia de *Tuber melanosporum* con otras poblaciones micorrizógenas, pudieron influir en la simbiosis, y por tanto en la respuesta de la planta.
8. Pese a que el número de parcelas experimentales establecidas en cada clase biogeoclimática no fue suficiente para obtener conclusiones totalmente claras sobre la respuesta de la planta micorrizada a los diferentes ecotipos seleccionados, los resultados obtenidos pueden servir de base para posteriores estudios al respecto.

ABSTRACT

DOMÍNGUEZ NÚÑEZ J. A., J. A. RODRÍGUEZ BARREAL, J. A. SAIZ DE OMEÑACA. 2004. Experimental plantations of *Quercus ilex* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum* in the Valencian Community (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 113-124.

We have analyzed some experimental parcels of forest plant of *Quercus ilex*, that were inoculated artificially with truffle and located in different ecotypes of the truffle of the "Comunidad Valenciana". The global pursuit of growth and plant's survival during the first four years from their plantation, it has created less clarification regarding the suitability of ecotypes. In ecotypes with less conditions for the truffle, significant growth changes and survival increase, has been detected because of the mycorrhization; in others ecotypes with better conditions for the truffle, those changes were not detected clearly in all the parameters. The basal diameter seems to be, a four years of term, a sensible parameter for the mycorrhization

Key words: Reforestation, Mycorrhiza, *Tuber melanosporum*, *Quercus ilex*, Valencia.

REFERENCIAS

- ALLOZA, J.A., BOIX, M. y FUENTES, D., 1999. Seguimiento de repoblaciones forestales en la comunidad valenciana. Reunión final de Coordinación del Programa de Investigación y desarrollo en relación con la restauración de la Cubierta Vegetal. C.E.A.M. (Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo). Castellón.
- CARTIÉ, G., PALAZON, C., BARRIUSO, J. & DELGADO, I., 1996. Un nuevo método de inoculación de *Quercus ilex* L. por *Tuber melanosporum* Vitt. *Montes* 46: 40-43
- DOMÍNGUEZ, J.A., RODRÍGUEZ J.A., REYNA, S., SAÍZ DE OMEÑACA, J.A., ZAZO, J., PÉREZ, R. y GALIANA, F., 2000. Mejora de la Nutrición Mineral en Planta Forestal Mediante Micorrización Controlada en Vivero. VIII Simposio Nacional- IV Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas: Nutrición Mineral en una Agricultura Mediterránea Sostenible. Murcia 8-11 octubre de 2000.
- DOMÍNGUEZ, J.A., RODRÍGUEZ BARREAL, J.A., SAÍZ DE OMEÑACA, J.A., ZAZO, J. y SIMÓN, J.A., 2001. Primeros resultados de la implantación de planta forestal micorrizada en parcelas experimentales en la Comunidad Valenciana. III Congreso Forestal Español. Granada 2001.
- DOMÍNGUEZ, J.A., 2002. Aportaciones de la micorrización artificial con trufa negra en planta forestal. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 401 pp.
- DUDDRIGE, J.A., MALIBARI, A. & READ, J.D., 1980. Structure and function of mycorrhizal rhizomorphs with special reference to their role in water transport. *Nature* 287: 834-836.
- ELENA ROSSELLÓ, R., 1997. Clasificación Biogeoclimática de la España Peninsular y Balear. M.A.P.A., 446 pp.
- FERNÁNDEZ DE ANA, F.J. & RODRÍGUEZ, A., 1992. El fuego y la respuesta de los macromicetos del suelo en pinares de *Pinus pinaster* Ait. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales* 1(2): 137-150.
- HARLEY J.L. & SMITH S.E. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London.
- HONRUBIA, M., TORRES, P., DIAZ, G. & CANO, A., 1992. Manual para micorrizar plantas de viveros forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.

- I.N.M.(Instituto Nacional de Meteorología), 1997-2001. Datos meteorológicos. INM. Ministerio de Medio Ambiente.
- MANJÓN, J.L., GARCÍA-MONTERO, L.G., DI MASSIMO, G. & DIEZ, J., 1994. Preliminary study on different patterns of mycorrhization with *Tuber melanosporum* and *Boletus edulis*. Forth European Symposium on Mycorrhizae. Book of Abstracts, 278.
- MARX, D.H., 1980. Ectomycorrhizal fungus inoculations: a tool for improving forestation. In Tropical mycorrhiza research. Ed. By P.MIKOLA. Clarendon Press, Oxford.
- MARX, D.H., RUEHLE, J.L. & CORDELL, C.E., 1994. Methods for studying nursery and field response of trees to specific ectomycorrhiza. In: Techniques for mycorrhizal research. Methods in Microbiology. J.R.NORRIS, D.READ & A.K.VARMA (Ed). Pp: 383-411.
- MIKOLA, P., 1973. Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice. In Ectomycorrhizae, their ecology and physiology. Ed. By G.C. MARKS & T.T.
- PARLADE, X., 1999. Comportamiento en campo de planta de reforestación inoculada con hongos ectomicorrícicos. Actas del I Congreso de Hongos: Micorización. Cáceres. Pp: 61-73.
- REYNA, S., 1999. Aproximación a una Selvicultura Trufera. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- RODRÍGUEZ J.A., REYNA, S., DOMÍNGUEZ, J.A., SAIZ DE OMEÑACA, J.A., ZAZO, J., PÉREZ, R., GALIANA, F., 1999. Producción de Plantas Micorrizadas de Calidad; Implantación, Mantenimiento y Mejora de Rodales Productores de Trufa y Otras Setas. Reunión final de Coordinación del Programa de Investigación y desarrollo en relación con la restauración de la Cubierta Vegetal. C.E.A.M. (Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo). Castellón
- RODRÍGUEZ, J.A., ZAZO, J., SAIZ DE OMEÑACA, J. A., 1997. Reforestacion de tierras de cultivo abandonadas con pinos micorrizados artificialmente. II Congreso Forestal Español, Irati 97. Libro de Actas. Mesa 3, 551-553.
- ROLDAN, A., QUEREJETA, J.L., ALBADALEJO, J. & CASTILLO, V., 1996. Growth response of *Pinus halepensis* to inoculation with *Pisolithus arhizus* in a terraced rangeland amended with urban refuse. Plant and Soil 179: 35-43.
- SAEZ, R. y DE MIGUEL, A. 1995. Guía práctica de truficultura. Ed. I.T.G. Agrícola S.A. y Universidad de Navarra. Pamplona. 94 pp. ISBN 84-235-1388-2

(Recepción: 24 marzo 2003)

(Aceptación: 8 abril 2003)