

CRECIMIENTO Y ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES EN CUATRO ESPECIES ARBUSTIVAS, SOMETIDAS A MICORRIZACIÓN Y ADICIÓN DE COMPOST EN CONDICIONES SEMIÁRIDAS

D. FIGUEROA(1); J.M. BAREA(2); A. VIEDMA(3); J.F. MARTINEZ-FERNANDEZ(4) Y A. ROLDÁN(1)

- (1) Departamento de Conservación de Suelos y Aguas. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura-CSIC. Apdo 4195. 30100 Murcia. España.
- (2) Departamento de Microbiología. Estación Experimental del Zaidín-CSIC. Prof. Albareda 1, 18008 Granada. España.
- (3) Paisajes del Sur. Producción de plantas y restauración. Cjo. Las Torres,s/n Ctra. Colomera km 6, C.P.18564. Colomera. Granada. España.
- (4) Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Dirección General del Medio Natural. Plaza S. Agustín, 5. Murcia. España.

RESUMEN

Se realizó un experimento de campo en una zona semiárida del Sureste español para determinar el efecto de la micorrización, el compost y la combinación de ambos sobre cuatro especies arbustivas autóctonas del mediterráneo formadoras de micorrizas arbusculares; *Pistacia lentiscus*, *Retama sphaerocarpa*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris* y *Rhamnus lycioides*. Transcurridos ocho meses desde la plantación se analizaron los siguientes parámetros: crecimiento vegetativo, supervivencia y asimilación foliar de nutrientes (N,P,K). Los resultados mostraron que la aplicación de compost favorece el crecimiento y la asimilación de nutrientes en todas las especies en estudio así como también la micorrización, evidenciando además, un sinergismo entre la micorrización y la adición de compost.

P.C.: micorrización, compost, *Glomus deserticola*, arbustos, revegetación, suelos semiáridos.

SUMMARY

A field experiment was carried out in a degraded semiarid site of SE Spain to determine the effectiveness of mycorrhization, incorporation of compost and the mixed effect of both on four native Mediterranean shrub species which form arbuscular mycorrhizae: *Pistacia lentiscus*, *Retama sphaerocarpa*, *Olea europaea* subsp. *sylvestris* and *Rhamnus lycioides*. Eight months after planting the following parameters were analysed: vegetative growth, survival percentage and leaf nutrients content. The results showed that both compost addition and mycorrhizal inoculation favoured growth and nutrient uptake in all the species studied. Furthermore there is a synergism between mycorrhization and compost addition.

K.W.: mycorrhization, compost, *Glomus deserticola*, shrubs, revegetation, semiarid soils.

INTRODUCCIÓN

La degradación de ecosistemas naturales, que se manifiesta en la pérdida de la cubierta vegetal o en el descenso de la productividad agrícola, está asociada con cambios importantes en la calidad del suelo. Ante los factores que originan este problema (clima, suelos, hidrología, vegetación, microflora edáfica), sólo actuaciones integradas que tengan en cuenta todos las variables que intervienen en la conservación pueden presentar soluciones para la rehabilitación o regeneración de las áreas degradadas (Albaladejo *et al.*, 1991). La introducción de una enmienda orgánica en el suelo promueve el desarrollo de reacciones químicas, físico-químicas y procesos microbiológicos. Estas reacciones conducen a modificaciones en las características físicas del suelo, que se traducen en aumentos de la capacidad de retención de agua, infiltración, porosidad y estabilidad estructural. (Roldán *et al.*, 1994). La respuesta del suelo a la adición de residuos depende de factores intrínsecos tales como composición y cantidad de residuos añadidos y tipología del suelo como de factores ambientales extrínsecos, principalmente climáticos (Roldán *et al.*, 1994).

En condiciones semiáridas las micorrizas juegan un papel decisivo por las ventajas fisiológicas que proporciona a la planta, ya que incrementa la resistencia a la sequía (Ibrahim *et al.*, 1990) y ayuda a la

asimilación de nutrientes (Smith & Read, 1997). El uso de micorrizas arbusculares en revegetación ya ha sido probado con éxito en suelos desertificados (Herrera *et al.*, 1993). El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la micorrización y la adición de compost en el crecimiento y asimilación de nutrientes de cuatro especies arbustivas propias del mediterráneo semiárido.

AREA DE ESTUDIO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El área donde se realizó el ensayo se ubica en la zona de El Picarcho (Cieza, Murcia), situada en el límite entre el termomediterráneo superior y el mesomediterráneo inferior. Esta zona presenta una cobertura y estructura vegetal muy pobre, con escasa presencia de arbustos. Los suelos dominantes son Xerosoles Petrocálculos (clasificación FAO).

El diseño experimental se ajustó a un modelo multifactorial de bloques al azar de 2 x 2 con 6 bloques de repeticiones considerando los siguientes factores: micorrización y adición de compost.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área experimental abarcó una superficie de 4500 m² en la cual se acondicionaron 8 zanjas de 1 m de ancho (90 m de longitud), trabajadas con un subsolador. En noviembre de 1999 se aplicó, por única vez, compost a razón de 4 kg por metro lineal en la mitad de las zanjas, siendo incorporado éste en los primeros 30 cm mediante el uso de palas manuales.

Las plantas de lentisco, retama, acebuche y espino fueron inoculadas en los viveros de Paisajes del Sur con *Glomus deserticola*.

Durante la primera quincena de diciembre de 1999 se realizó la plantación, siguiendo el modelo experimental de bloques al azar con una distancia de 3 m entre bloques y 1,5 m entre plantas. Inmediatamente después de la plantación se realizó un único riego que aportó 5,5 litros de agua por planta.

RESULTADOS

Crecimiento Vegetativo. La aplicación de compost produjo un aumento en la altura y diámetro basal en lentisco y acebuche en relación al control (Tabla 1). En retama y espino este aumento en términos absolutos sólo se observó en la altura. El incremento de la altura fue muy significativo para acebuche con el factor micorrización ($p < 0.001$) y también con la adición de compost ($p < 0.01$).

El peso seco de la parte aérea mostró diferencias significativas para el factor micorrización tanto en espino ($p < 0.05$) como en acebuche ($p < 0.01$) (Tabla 2), donde las plantas inoculadas con *Glomus deserticola*, produjeron un aumento del 108.3 % y del 170.4 % de biomasa seca, respectivamente, en relación a las plantas no inoculadas, observándose también un incremento en retama y lentisco, aunque esta mejora no fue estadísticamente significativa.

Es importante destacar el sinergismo que se generó entre el factor micorrización y la adición de compost al incrementar la altura en acebuche, lentisco, retama y espino, junto con la biomasa seca de acebuche y espino, estadísticamente distintas respecto a las plantas no inoculadas (Tabla 1).

En relación al peso seco en raíz, las plantas de acebuche inoculadas mostraron un aumento en su peso que fue estadísticamente diferente a las no inoculadas.

La adición de compost aumentó, en términos absolutos, el peso seco en raíz de espino, en relación al tratamiento sin compost.

Supervivencia. En relación al porcentaje de supervivencia cabe señalar que transcurridos 8 meses desde la plantación, acebuche presentó el mismo valor en todos sus tratamientos (100 %), a diferencia de retama donde la aplicación de compost mostró un valor de 46 % y el resto de los tratamientos se ubicaron entre 60-83.3% (Tabla 1). Lentisco y espino presentaron valores muy similares con independencia de los tratamientos (80-95 %).

Macronutrientes Foliare (N-P-K). La inoculación con *Glomus deserticola* mejoró la absorción de nutrientes respecto a las plantas no inoculadas. En espino los niveles de fósforo aumentaron en un 101 % comparados con las plantas no inoculadas.

Lentisco mostró un incremento de los tres macronutrientes, los cuales fueron estadísticamente distintos en comparación a las plantas sin inocular (Tabla 3).

El factor micorrización en retama evidenció incrementos significativos para N ($p < 0.01$), P ($p < 0.05$) y

K ($p < 0.01$), junto con lentisco cuyas significancias fueron de $p < 0.05$ en los tres elementos (Tabla 4). Destaca el sinergismo que se origina entre la inoculación y la adición de compost, al aumentar los niveles de N-P-K en las cuatro especies arbustivas en relación a las plantas que no fueron inoculadas y que no recibieron compost previo a su plantación.

CONCLUSIONES

Los resultados del ensayo muestran que, en general, el crecimiento vegetativo y los niveles foliares de macronutrientes (N-P-K) en retama, acebuche, lentisco y espino se ven incrementados con la inoculación de estos arbustos con *Glomus deserticola*. También queda de manifiesto el sinergismo positivo entre la micorrización y la adición de compost en el aumento de la biomasa seca y asimilación de nutrientes en estas especies vegetales. La adición de compost junto con el uso de micorrizas resultan ser herramientas importantes en programas de regeneración de suelos degradados en zonas áridas. Sin embargo, se deben establecer los niveles óptimos de compost a incorporar en el suelo para asegurar un elevado porcentaje de supervivencia, especialmente en retama.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBALADEJO, J; CASTILLO, V. & ROLDAN, A. (1991). Analysis, evaluation and control of erosion processes in semiarid environments: S.E. Spain. in: J.L. Rubio, M. Sala & J. García Ruíz (eds). Soil erosion studies in Spain. pp. 9-27. Geoforma.
- HERRERA, M.A.; SALAMANCA, C.P. & BAREA, J.M. (1993). Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified Mediterranean ecosystems. Appl. Environm. Microbiol. 59, 129-133.
- IBRAHIM, M.A.; CAMPBELL, W.F.; RUPP, L.A. & ALLEN, C.B. (1990). Effects of mycorrhizae on sorghum growth, photosynthesis and stomatal conductance under drought conditions. Arid. Soil Res. Rehab. 4: 99-107.
- ROLDAN, A; LAX, A; DIAZ, E. & ALBALADEJO, J.(1994). Formation of stable aggregates in a degraded soil by amendment with urban refuse and peat. Geoderma, 63: 277-288.
- SMITH, S.E. & READ, D.J. (1997). Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, San Diego, 606pp.

Tabla 1. Crecimiento de las cuatro especies arbustivas después de ocho meses de la plantación

	Altura	DB.	PFA.	PSA.	PFR.	PSR.	S.
	cm	mm	g	g	g	g	%
<i>Pistacia lentiscus</i>							
CONTROL	23.9 a	3.08 a	4.512 a	1.973 a	2.0 a	0.9 a	96,7
COMPOST,C	30.3 a	3.24 a	5.083 a	1.963 a	2.0 a	0.8 a	80,0
MICORRIZADA,M	27.8 a	3.17 a	5.934 a	2.406 a	1.8 a	0.8 a	93,3
C+M	33.0 a	2.97 a	7.453 a	2.876 a	1.8 a	0.7 a	86,6
<i>Retama sphaerocarpa</i>							
CONTROL	30.0 a	2.36 a	1.881 a	0.754 a	0.6 a	0.3 a	83,3
COMPOST,C	35.1 a	2.27 a	1.594 a	0.591 a	0.5 a	0.2 a	46,7
MICORRIZADA,M	41.9 a	3.15 b	2.288 a	0.807 a	0.6 a	0.3 a	80,0
C+M	44.4 a	2.75 ab	2.839 a	0.994 a	0.6 a	0.2 a	60,0
<i>Olea europaea</i>							
CONTROL	29.13 a	3.27 a	3.348 a	1.489 a	2.0 a	0.8 a	100
COMPOST,C	35.9 ab	3.39 ab	3.927 a	1.675 a	1.8 a	0.7 a	100
MICORRIZADA,M	45.25 b	4.04 b	9.734 b	4.026 b	3.2 b	1.3 b	100
C+M	59.5 c	3.94 ab	10.259 b	4.217 b	2.5 ab	0.9 ab	100
<i>Rhamnus lycioides</i>							
CONTROL	22.9 a	2.53 a	1.963 a	0.936 a	0.8 a	0.3 a	100
COMPOST,C	24.0 a	2.11 a	1.681 a	0.787 a	0.8 a	0.4 a	95,0
MICORRIZADA,M	32.0 ab	2.82 a	4.301 b	1.95 b	1.0 a	0.4 a	90,0
C+M	44.8 b	2.87 a	5.168 b	2.319 b	1.1 a	0.5 a	90,0

DB, Diámetro Basal; PFA, Peso Fresco Aereo; PSA, Peso Seco Aereo; PFR, Peso Fresco Raíz; PSR, Peso Seco Raíz; S, Supervivencia. Para cada especie, valores en la misma columna compartiendo una o mas letras no difieren significativamente ($p < 0.05$) según test LSD.

Tabla 2. Análisis factorial de los parámetros de crecimiento

<i>Pistacia lentiscus</i>	g.l.	Altura	DB.	PFA.	PSA.	PFR.	PSR.
FTE. VARIACIÓN							
BLOQUE, B	3	196,6	0,5573	11,07	1,64	1,308	0,410
MICORRIZACIÓN, M	1	43,9	0,0342	14,38	1,81	0,371	0,759
COMPOST,C	1	135,1	0,0012	4,37	0,21	0,037	0,801
B*M	3	70,7	0,2596	10,3	1,63	4,204	5,766
B*C	3	30,5	0,0403	0,36	0,09	0,325	0,297
M*C	1	1,3	0,1332	0,90	0,23	0,001	0,193
<i>Retama sphaerocarpa</i>							
FTE. VARIACIÓN							
BLOQUE, B	3	29,79	0,0918	0,5961	0,0543	0,558	0,149
MICORRIZACIÓN, M	1	420,25	1,6007	2,7291	0,2073	0,612	0,528
COMPOST,C	1	68,06	0,2328	0,0697	0,0006	0,288	0,700
B*M	3	140,54	0,1208	0,2186	0,0544	0,233	0,906
B*C	3	121,69	0,1159	0,9772	0,1666	3,606	2,588
M*C	1	10,56	0,0946	0,7031	1,2267	0,351	0,380
<i>Olea europaea</i>							
FTE. VARIACIÓN							
BLOQUE, B	3	140.2*	0,2081	1,757	0,29	0,371	0,729
MICORRIZACIÓN, M	1	1578.1***	1,7292	161,767	25.79**	6,471	5,56
COMPOST,C	1	442.1*	0,0004	1,220	0,14	1,513	2,171
B*M	3	30	0,0087	2,827	0,55	0,490	0,347
B*C	3	147.0*	0,186	3,172	0,52	0,429	0,234
M*C	1	55,9	0,0462	0,003	0	0,512	0,389
<i>Rhamnus lycioides</i>							
FTE. VARIACIÓN							
BLOQUE, B	3	190,6	0,2895	1,82	0,41	0,666	0,717
MICORRIZACIÓN, M	1	892,5	1,113	33.92**	6.48**	5,541	3,871
COMPOST,C	1	192,5	0,1333	0,34	0,05	0,798	0,122
B*M	3	67,3	0,3231	2,18	0,48	4,818	4,977
B*C	3	135,9	0,2815	2,18	0,45	1,540	2,767
M*C	1	135,1	0,2256	1,32	0,27	0,256	0,000

*, **, ***, Significación con $p < 0.05$, $p < 0.01$ y $p < 0.001$, respectivamente

DB, Diámetro Basal; PFA, Peso Fresco Aereo; PSA, Peso Seco Aereo; PFR, Peso Fresco Raíz; PSR, Peso Seco Raíz.

Tabla 3. Niveles foliares de macronutrientes (N-P-K) de las cuatro especies arbustivas

<i>Pistacia lentiscus</i>	N g/k	P mg/k	K mg/k
CONTROL	6.2 a	1270 a	8574 a
COMPOST,C	11.5 b	1456 a	11100 b
MICORRIZADA,M	12.1 b	2024 b	10577 b
C+M	11.6 b	1458 a	10799 b
<i>Retama sphaerocarpa</i>			
CONTROL	9.6 a	898 a	9255 a
COMPOST,C	11.9 ab	1090 ab	8558 a
MICORRIZADA,M	14.6 c	1266 b	11806 b
C+M	13.0 b	1168 b	11948 b
<i>Olea europaea</i>			
CONTROL	10.9 a	1312 b	11726 a
COMPOST,C	10.1 a	931 a	13623 b
MICORRIZADA,M	16.2 b	2082 c	16088 c
C+M	10.1 a	2387 d	15142 bc
<i>Rhamnus lycioides</i>			
CONTROL	9.7 a	701 a	10329 a
COMPOST,C	12.5 b	1053 ab	12358 ab
MICORRIZADA,M	14.6 bc	1409 bc	13148 b
C+M	15.6 c	1582 c	13785 b

N, Nitrógeno; P, Fósforo; K; Potasio. Para cada especie, valores en la misma columna compartiendo una o mas letras no difieren significativamente ($p < 0.05$) según test LSD.

Tabla 4. Análisis factorial de macronutrientes

<i>Pistacia lentiscus</i>	g.l.	N	P	K
FTE. VARIACIÓN				
BLOQUE, B	3	1,739	1,383	2,755
MICORRIZACIÓN, M	1	21.595*	10.832*	14.614*
COMPOST,C	1	14.619*	2,738	38.057**
B*M	3	0,855	1,835	7,147
B*C	3	1,358	0,87	9.568*
M*C	1	20.516*	10.719*	26.739*
<i>Retama sphaerocarpa</i>				
FTE. VARIACIÓN				
BLOQUE, B	3	1,395	6,787	0,378
MICORRIZACIÓN, M	1	45.732**	22.462*	68.22**
COMPOST,C	1	0,574	1,002	0,599
B*M	3	3,903	0,773	2,607
B*C	3	7,534	3,465	1,104
M*C	1	17.353*	9,488	1,356
<i>Olea europaea</i>				
FTE. VARIACIÓN				
BLOQUE, B	3	1,125	0,016	10.878*
MICORRIZACIÓN, M	1	6,801	62.286**	100.664**
COMPOST,C	1	11.947*	0,242	2,632
B*M	3	0,221	0,287	1,209
B*C	3	0,19	0,453	1,833
M*C	1	6,801	6,72	23.505*
<i>Rhamnus lycioides</i>				
FTE. VARIACIÓN				
BLOQUE, B	3	1,858	0,398	4,914
MICORRIZACIÓN, M	1	26.008*	10,102	24.976*
COMPOST,C	1	6,262	1,825	9,854
B*M	3	0,371	0,206	3,2
B*C	3	1,282	0,004	2,651
M*C	1	1,3	0,214	2,682

*, **, ***, Significación con $p < 0.05$, $p < 0.01$ y $p < 0.001$, respectivamente. N, Nitrógeno; P, Fósforo; K, Potasio.