

Trabajos preliminares sobre inoculación del trébol subterráneo en Extremadura

ENRIQUE CORREAL CASTELLANOS

I.N.I.A., C.R.I.D.A.-08. Centro de Extremadura. Badajoz (*)

RESUMEN

En el otoño del 75 se establecieron en Extremadura cuatro ensayos de inoculación, dos de ellos sobre suelos graníticos y los otros dos en suelos desarrollados sobre pizarras silúricas.

En los suelos graníticos uno de los ensayos no respondió a la inoculación, mientras que en el otro se obtuvo una gran respuesta: el peso medio de las plantas inoculadas fue el doble que el de las no inoculadas, y la estimación visual de sus módulos dio una puntuación un 50 % superior.

En los ensayos sobre suelos de pizarra se obtuvieron inicialmente unas pequeñas respuestas a la inoculación (18-27 %), pero éstas desaparecieron casi por completo al final de la primavera.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos quince años el trébol subterráneo se ha venido sembrando en el S.O. español, pero sólo en una pequeña parte de la superficie se estableció con éxito. En términos generales, parece ser que dentro de Extremadura ha sido en el S.O. de la provincia de Badajoz donde mejor se estableció y en la provincia de Cáceres, al norte del río Guadiana, donde mayores problemas se han encontrado para su establecimiento.

Ultimamente se han venido estudiando y estableciendo hipótesis sobre las posibles razones por las cuales el trébol subterráneo ha fracasado durante estos años:

- a) Utilización de variedades australianas (Clare y Mt. Barker, principalmente) no adaptadas adecuadamente a las condiciones ambientales españolas (FRANCIS, 1976; QUINLIVAN, 1975).

(*) Actualmente en el CRIDA-07. Murcia.

- b) Manejo inadecuado.
- c) Deficiencias nutricionales en los suelos.
- d) Condiciones estacionales adversas.
- e) Problemas de nodulación (*Rhizobium*).

En Extremadura abundan las leguminosas espontáneas y si han persistido a lo largo de todos estos siglos creemos que ha sido debido a su capacidad de fijar nitrógeno, lo cual las sitúa en favorable competencia con respecto a las otras plantas que forman el pasto natural. Si esto es así es de esperar que los suelos de Extremadura contengan *Rhizobium* y no sea, por tanto, necesario el introducirlo. No obstante, existen lugares en donde no hay apenas leguminosas o su número es pequeño, y en estos sitios cabe esperar que la población de *Rhizobium* sea pequeña o inexistente. Con esta hipótesis, apoyada por la experiencia de Portugal, en donde todo el trébol subterráneo sembrado fue inoculado y se obtuvo un mayor éxito en su establecimiento, decidimos iniciar una serie de ensayos para averiguar si la práctica de la inoculación influía de forma notable sobre el establecimiento del trébol.

2. MÉTODOS

Los ensayos se establecieron en cuatro puntos, dos sobre suelos derivados de pizarras silíceas metamorizadas (Gaitán y Cheles) y otros dos sobre suelos de granito (Albuquerque y Cornalvo). Ambos son suelos pardomediterráneos (GUERRA, MONTURIOL et al., 1968), generalmente poco profundos y por ello utilizados en su mayoría para la producción de pastos en régimen de dehesa. Los suelos derivados de pizarra son suelos con textura media a pesada y pH de 5-6,5; los derivados de granito son de textura arenolimoso y pH de 5-6; ambos suelos son por lo general deficientes en fósforo (HERNANDO et al., 1965; JIMÉNEZ et al., 1976).

Los tratamientos estudiados en los ensayos fueron los siguientes:

1. Semillas no inoculadas sin abonado de fondo (C).
2. Semillas no inoculadas con abonado de fondo (I₀).
3. Semillas inoculadas con abonado de fondo (I).

El abonado de fondo consistió en:

- 500 Kg./Ha. de superfosfato del 18 %.
- 80 Kg./Ha. de cloruro potásico.
- 2 Tm./Ha. de dolomita y una solución conteniendo una mezcla de hierro (30 Kg./Ha. FeSO₄), cinc (5 Kg./Ha. ZnSO₄), cobre (5 Kg./Ha. CuSO₄), boro (5 Kg./Ha. bórax), molibdeno (100 g./Ha. molibdato amónico) y cobalto (100 g./Ha. CoSO₄).

Además de los tratamientos mencionados, en todos los ensayos se estudió la respuesta de las plantas a la aplicación de nitrógeno mineral (tratamientos I₀N e IN); esto se hizo con el fin de obtener plantas que sin haber carecido de nitrógeno mineral durante su desarrollo pudieran servir de comparación con aquellas otras que dependieron del nitrógeno fijado por sus nódulos.

En uno de los ensayos (Cornalvo) se estudió también el efecto de la dolomita, para lo cual se excluyó ésta (L_0) del abonado de fondo en alguno de los tratamientos (I_0L_0 , IL_0 e I_0NL_0).

La inoculación de las semillas se hizo siguiendo el procedimiento recomendado por el Departamento de Agricultura de Western Australia: utilizando inóculo en turba adherido a la semilla con solución de goma arábiga (CHATEL, 1973). El inóculo utilizado en los ensayos de Alburquerque, El Gaitán y Cornalvo procedía de un cultivo de la cepa australiana 2480; en Cheles fue utilizada una cepa australiana de uso más reciente, la TU_1 .

Los tratamientos fueron combinados factorialmente en diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

En cada ensayo se utilizó una mezcla de dos variedades de trébol subterráneo, una variedad australiana y una española: Alburquerque (Howard y Víctor), Cornalvo (Daliak y Víctor), El Gaitán (Clare y Ecotipo 70-1) y Cheles (Dinninup y Ecotipo 70-1).

Cada tratamiento ocupó una parcela de 2×1 m., en la cual se sembraron tres líneas, separadas entre sí 25 cm. El trébol se sembró a una dosis de 15 Kg./Ha.

Con el fin de preparar el terreno para la siembra se le dieron varios pases cruzados de cultivador.

El abono añadido en forma sólida (P, K y dolomita) se distribuyó en superficie y luego se enterró ligeramente con un rastrillo; después de esta operación se añadió la solución conteniendo el resto de los nutrientes que componían el abonado de fondo.

El nitrógeno (80 Kg./N/Ha.), aplicado en forma de nitrato amónico cálcico, se añadió en tres veces: otoño, final de invierno y principios de primavera.

Durante los meses después de la siembra se hicieron conteos de plantas para calcular el porcentaje de semillas que germinaron y sobrevivieron durante este tiempo.

Durante la primavera (marzo y abril) se visitaron los ensayos y se tomaron plantas de cada una de las parcelas. El muestreo se hizo de la siguiente forma: de una de las tres líneas de cada parcela (fijada previamente) se extrajeron con una pala alrededor de 30 plantas, desechando las primeras de la línea; una vez en el laboratorio se lavaron para eliminar la tierra adherida a sus raíces y mediante extracciones al azar se redujo su número a 20.

Con las plantas muestreadas se hizo una valoración visual de la calidad de sus nódulos, para lo cual se estableció un baremo (de 1 a 7) en el que se tomaron como parámetros la posición, color, número y tamaño de sus nódulos. Las plantas con buena puntuación fueron aquellas que tenían nódulos rojos grandes, numerosos y próximos al cuello de la raíz principal; por el contrario, las plantas con mala puntuación fueron aquellas con pocos nódulos, pequeños, blancos o verdes y localizados en raíces laterales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El otoño de 1975 fue malo; la lluvia vino tarde (noviembre-diciembre), fue escasa y mal distribuida; así, por ejemplo, hubo un período seco de cua-

renta días entre mediados de diciembre y finales de enero; el resultado fue que durante el otoño e invierno apenas si hubo crecimiento.

3.1. Germinación

El porcentaje de semillas que germinaron y sobrevivieron durante los dos primeros meses después de la siembra fue bueno en la mayoría de los ensayos, exceptuando Albuquerque (tabla núm. 1), ya que porcentajes entre 15-30 % son los normalmente obtenidos en la zona.

TABLA NUM. 1

PORCENTAJE DE SEMILLAS QUE GERMINARON Y SOBREVIVIERON

LUGAR	% germinación	Fecha conteo	Fecha siembra
Albuquerque	18	4/12/75	24/10/75
Cornalvo	28	10/12/75	5/11/75
	32	20/ 1/76	
El Gaitán	29	4/12/75	23/10/75
	42	22/12/75	
Cheles	54	5/ 1/76	28/11/75

La germinación, en general, fue lenta, no terminándose por completo hasta, aproximadamente, dos meses después de la siembra. El bajo porcentaje obtenido en Albuquerque creemos que en parte fue debido a las pérdidas por pájaros, ya que en este lugar la germinación fue muy temprana y las plántulas ofrecían un alimento verde escaso en aquel momento; en este ensayo hubo una germinación muy desigual entre las distintas parcelas, que hizo difícil después la utilización del ensayo. En El Gaitán se rompió la costra formada en el suelo después de las lluvias que iniciaron la germinación.

3.2. Nodulación y producción del trébol subterráneo

a) Respuestas a la inoculación

En los suelos graníticos uno de los ensayos no respondió a la inoculación (Albuquerque), mientras que en el otro (Cornalvo) se obtuvo una gran respuesta: el peso medio de las plantas inoculadas fue el doble que el de las no inoculadas y la estimación visual de sus nódulos (tamaño, color, número y posición) dio una puntuación un 50 % superior (tablas 2 y 3 y gráfico número 1).

En los ensayos sobre suelos de pizarra se obtuvieron inicialmente unas pequeñas respuestas: incrementos de peso en plantas inoculadas de un 18 % en El Gaitán y de un 27 % en Cheles, pero estas diferencias desaparecieron casi por completo al final de la primavera.

TABLA NUM. 2

CALIDAD DE LA NODULACION: EVALUACION MEDIA/PLANTA (ESCALA DE 1-7)
DEL NUMERO DE NODULOS, TAMAÑO, POSICION Y COLOR

TRATAMIENTO	SUELOS GRANITICOS		SUELOS SOBRE PIZARRAS	
	Alburquerque	Cornalvo	El Gaitán	Cheles
C	3,5	2,17 a	1,05	1,80 a
Io	4,1	4,38 bcde	4,23	5,90 c
I	4,6	6,23 f	4,72	6,15 c
IoN		3,78 abc	3,07	
IN			4,70	4,45 b
IoLo		3,95 ab		
Ilo		5,82 def		
IoNLo		3,48 ab		
Fecha toma de muestras	20/4/76	24/3/76	15/3/76	22/3/76
Número de plantas en la muestra	10	20	20	20

Valores medios sometidos al test de Duncan ($P < 0,05$).

En dos de los ensayos (Cornalvo y Cheles) los nódulos de las plantas inoculadas alcanzaron una buena puntuación; por el contrario, en El Gaitán y Alburquerque, lugares donde no se obtuvo respuesta a la inoculación, las plantas inoculadas alcanzaron sólo una mediana puntuación. El porqué de esto último pudo ser debido en parte a que el *Rhizobium* nativo del suelo fuera parcialmente responsable de la nodulación. Esta hipótesis presupone que el *Rhizobium* nativo del suelo no era del todo efectivo, y de ser así el problema planteado sería de difícil solución, ya que debido a la natural mayor competitividad del *Rhizobium* nativo sería difícil introducir algún otro de mayor efectividad.

TABLA NUM. 3

PRODUCCION DEL TREBOL (Gr. M.S./PLANTA)

TRATAMIENTO	SUELOS GRANITICOS		SUELOS SOBRE PIZARRAS	
	Alburquerque	Cornalvo	El Gaitán	Cheles
C	0,14 a	0,03 a	0,20	0,06 a
Io	0,29 e	0,18 bcd	0,22	0,29 b
I	0,20 b	0,30 ef	0,26	0,37 bc
IoN	0,26 d	0,16 abc	0,24	
IN	0,23 c		0,29	0,31 bc
IoLo		0,13 ab		
Ilo		0,26 de		
IoNLo		0,11 ab		
Fecha toma de muestras	26/2/76	24/3/76	25/3/76	22/3/76
Número de plantas en la muestra	10	20	20	20

Valores medios sometidos al test de Duncan ($P < 0,05$).

b) *Respuestas a la fertilización*

Las mayores respuestas en los ensayos, fueron las obtenidas con la aplicación del fertilizante (P, K, S, Ca, Fe, Cu, Zn, B, Mo y Co). Así, tenemos que en dos de los ensayos, Cornalvo y Cheles, las plantas no inoculadas que recibieron la mezcla fertilizante, pesaron cuatro-cinco veces más que las no fertilizadas, y la estimación visual de sus nódulos dio una puntuación dos-tres veces más alta (gráfico 1 y tablas 1 y 2).

Estos resultados nos indican que cuando existen deficiencias nutricionales en los suelos la nodulación se verá afectada por esto; por lo tanto, no deberá esperarse una buena nodulación si antes no se corrigen las deficiencias nutricionales del suelo.

Ensayos de fertilización llevados a cabo en suelos semejantes a los de los ensayos indican que el fósforo es probablemente el responsable de esta gran respuesta a la fertilización. No obstante, por los síntomas visuales observados en algunas praderas de trébol subterráneo visitadas durante la estación 75-76, así como por las observaciones y ensayos realizados por otros autores (CRESPO, RATERA, TIVER y GLENCROSS; comunicaciones personales) creemos que el molibdeno deberá ser también tenido en cuenta.

c) *Respuestas a la aplicación del nitrógeno*

El nitrógeno en todos los casos produjo una depresión en la calidad de la nodulación (tabla 2 y gráfico 1), pero la extensión de este efecto varió según el lugar. Este resultado parece indicar que cuando al trébol se le pone nitrógeno mineral a su alcance la actividad de sus nódulos se reduce parcialmente, debido probablemente a que la planta, para satisfacer sus necesidades, recurre parcialmente al nitrógeno añadido al suelo en lugar de fijarlo de la atmósfera a través de sus nódulos.

En El Gaitán y Alburquerque las plantas inoculadas que recibieron nitrógeno dieron un peso algo mayor que las que no lo recibieron (tabla 3), lo cual pudo ser debido a que en estos sitios los nódulos no eran del todo efectivos.

La cantidad de lluvia caída, así como la textura del suelo, determinan en gran manera la cantidad de nitrógeno lavado del perfil del suelo; por esta razón la cantidad de nitrógeno disponible del añadido inicialmente, es de esperar que fuera distinta en cada ensayo, lo cual limita y complica la interpretación de este tratamiento.

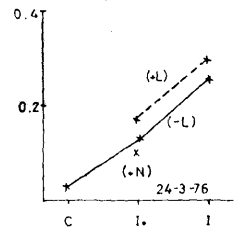
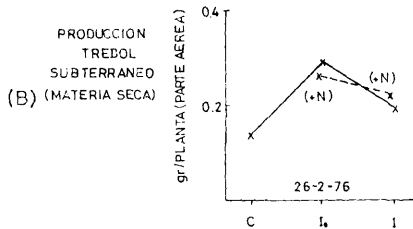
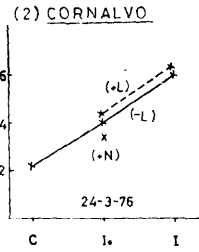
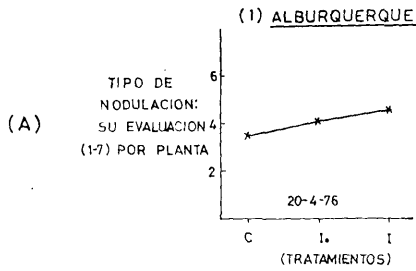
d) *Respuestas a la dolomita*

En Cornalvo, donde se estudió por separado el efecto de la dolomita, se vio que ésta mejoró la calidad de la nodulación y aumentó el peso medio de las plantas (tablas 2 y 3 y gráfico 1), pero las respuestas obtenidas no fueron significativas.

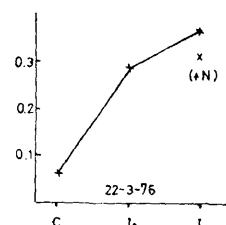
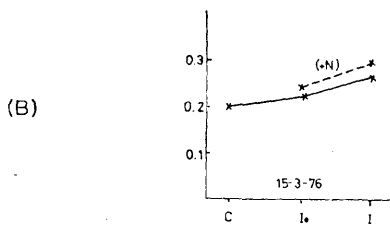
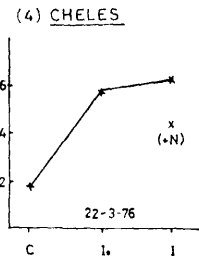
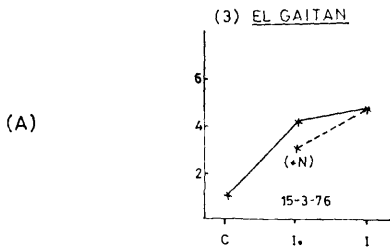
GRAFICO NUM. 1

RESPUESTAS DEL TREBOL SUBTERRANEO A LA INOCULACION Y AL FERTILIZANTE EN CUATRO SITIOS DE EXTREMADURA

SUELOS GRANITICOS



SUELOS SOBRE PIZARRAS



C = Control
 I₁ = Con fosfato sin inóculo
 I₂ = Con fosfato e inóculo

- N = Efecto del nitrógeno
 - L = Efecto de la dolomita

e) *Interacciones con otros factores*

En Cheles, en uno de los bloques en donde las plantas sufrieron mayormente los efectos de la falta de agua, se obtuvieron respuestas a la inoculación, pese a que la media de los tres bloques no dio respuesta (el análisis estadístico dio que los bloques eran significativamente distintos al nivel del 5 %). Este resultado sugiere que el contenido de humedad en el suelo puede influir sobre la respuesta a la inoculación.

De igual manera se observó que el tiempo en que se midieron las respuestas tuvo una influencia sobre ellas; como ya se mencionó, en algunos de los ensayos (Cheles y Gaitán) las respuestas iniciales desaparecieron en parte durante la primavera, lo cual indica que la temperatura del suelo puede tener también influencia sobre la actividad de los nódulos o sobre el contenido de nitrógeno asimilable en el suelo.

3.3. *Producción del pasto*

En tres de los ensayos se midió la producción del pasto (tabla 4). Las únicas respuestas significativas fueron las obtenidas con la aplicación de la mezcla fertilizante en Cornalvo y Cheles y la del nitrógeno en Cornalvo.

TABLA NUM. 4

PRODUCCION (Kg. M.S./Ha.) DEL PASTO

TRATAMIENTO	SUELOS GRANITICOS	SUELOS SOBRE PIZARRAS	
	Cornalvo	El Gaitán	Cheles
C	421 a	1.800 a	25 a
Io	1.661 bcd	2.115 a	290 b
I	1.887 bcd	2.508 a	430 bc
IoN	3.323 ef	2.608 a	
IN		2.671 a	304 bc
IoLo	1.240 ab		
Ilo	1.735 bc		
IoNLo	3.144 ef		
Fecha toma de muestras	25/4/76	5/5/76	22/3/76
Superficie muestreada	0,25 m. ²	0,25 m. ²	1 m. ²

Valores medios sometidos al test de Duncan ($P < 0,05$).

En Cornalvo, con la aplicación de nitrógeno se dobló la producción, debido principalmente, al crecimiento de las gramíneas del pasto natural. Esta última respuesta da una idea de lo que el pasto natural podría dar en algunos sitios si se aumentara el contenido en nitrógeno del suelo, lo cual, a su vez, podría conseguirse aumentando la proporción de leguminosas en el pasto.

Los tratamientos que dieron significación en la respuesta del trébol subterráneo se vieron aquí enmascarados por los otros componentes del pasto; estos resultados indican la necesidad de no limitarse a analizar la respuesta total del pasto.

4. CONCLUSIONES

En tres de los ensayos realizados no se obtuvieron respuestas notables a la inoculación, lo cual parece indicar, pese al reducido número de los ensayos, que esta práctica cultural no debe influir de forma decisiva sobre el establecimiento del trébol en las dehesas extremeñas. Esta conclusión ha sido también corroborada por las observaciones que el doctor Chatel, microbiólogo del Departamento de Agricultura de W. Australia, realizó durante su estancia en Extremadura en la primavera del 76 (CHATEL, 1976).

5. AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al doctor CHATEL por su asistencia en la evaluación e interpretación de los resultados de estos ensayos.

BIBLIOGRAFIA

- (1) CHATEL, D., 1973: Inoculation and lime pelleting. West Austr. Dep. of Agriculture.
- (2) CHATEL, D., 1976: Termination Report U.N.D.P./F.A.O./I.N.I.A.
- (3) FRANCIS, C., 1976: Termination Report U.N.D.P./F.A.O./I.N.I.A. (A.P.A. 71/517).
- (4) GUERRA, A.; MONTURIOL, D.F., y otros colaboradores, 1968: Explicación del mapa provincial de suelos de Badajoz. C.S.I.C. Inst. Nac. de Edafol. y Agrobiol. Madrid.
- (5) HERNANDO, V.; JIMENO, L.; RODRÍGUEZ, J.; GUERRA, A., y otros colaboradores, 1965: Estudio de los suelos de Badajoz. C.S.I.C., Inst. de Edafol. y Biol. Vegetal. Madrid.
- (6) JIMÉNEZ, J.; MARTÍN, T.; LIBRÁN, D., y LOWE, J., 1976: Some considerations of the fertilizer requirements of sown and natural pastures in Extremadura. (South west Spain). 2nd Reunion F.A.O. Study group on Mediterranean Pastures, Tunis.
- (7) QUINLIVAN, B., 1975: Termination Report U.N.D.P./F.A.O./I.N.I.A. (S.P.A. 71/517).

PRELIMINARY WORK ON THE INOCULATION OF SUBTERRANEAN CLOVER IN EXTREMADURA

SUMMARY

In the autumn of 1975, four inoculation trials were established in the west of Spain (Extremadura), two on soils derived from granite and two on soils derived from Silurian shales.

On the granite soils, one site did not respond to inoculation but on the other site, a large response was obtained: the inoculated plants had twice the weight of the uninoculated ones, and their nodulation pattern was 50 % better.

On the shale soils, a small initial winter response in dry matter (18-27 %) had disappeared by spring.