EFEITO DO ENXOFRE E DO FÓSFORO NO ESTABELECIMENTO, PRODUÇÃO E RESSEMENTEIRA DE TREVOS SUBTERRÂNEOS EM SOLOS DERIVADOS DE GRANITOS

NUNO MOREIRA

JOÃO COUTINHO

HENRIQUE TRINDADE

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Apartado 202 5001 Vila Real Codex, Portugal

RESUMO

Com o objectivo de estudar as carências manifestadas pelas manchas de solos graníticos de Trás-os-Montes para o estabelecimento de pastagens com trevos subterrâneos, procedeu-se a um ensaio em vasos com cinco solos, duas cultivares de trevo subterrâneo e cinco tratamentos de fertilização fazendo variar o enxofre e o fósforo.

A produção de matéria seca, avaliada em três cortes no 1º ano e num 1º corte no 2º ano, permitiu verificar uma elevada resposta ao enxofre dos solos de origem granítica, em contraste com os derivados de xistos. A resposta ao fósforo foi elevada em ambos os tipos de solos, mas superior nos graníticos.

Quanto à ressementeira natural, avaliada pelo número de plântulas emergidas no 2º ano, verificou-se a importância do fósforo, e o efeito muito positivo do enxofre apenas na cv. Clare.

Concluiu-se a necessidade de apreciáveis adubações com superfosfato de cálcio simples neste tipo de solos derivados de granitos para o estabelecimento e produção de pastagens com trevos subterrâneos, sendo possivelmente necessária uma adubação complementar com S nos primeiros anos.

A utilização de superfosfato de cálcio normal com regularidade é considerada como um requerimento indispensável às pastagens mediterrânicas baseadas em trevos subterrâneos (ROSSITER, 1966). Tal facto deve-se não só à apreciável resposta destas espécies a adubações moderadas de fósforo (ROSSITER, 1966; JONES, 1974), mas também a generalizadas carências de enxofre em muitas áreas de clima mediterrânico, assim como às apreciáveis exigências e resposta ao S das leguminosas, em particular do trevo subterrâneo (JORDAN & ENSMINGER, 1958; ROSSITER, 1966; JONES, 1974).

No decurso de um projecto de investigação aplicada que compreendeu a experi-

mentação de pastagens semeadas de sequeiro mediterrânico em agricultores de diversas áreas de Trás-os-Montes, verificamos a dificuldade de implantação e produção de misturas à base de trevos subterrâneos em manchas de solos de textura grosseira derivados de granitos na região do Planalto de Miranda (MOREIRA, 1986).

A observação expedita da resposta à aplicação de diversos nutrientes no campo e as referências da bibliografia sobre as carências de enxofre em solos deste tipo com baixos teores de matéria orgânica (JORDAN & ENSMINGER, 1956), levaram-nos a estabelecer um ensaio em vasos com diferentes solos da região, entre os quais solos arenosos derivados de granitos, com vista a estudar a resposta de trevos subterrâneos à fertilização com enxofre e com superfosfato de cálcio (18% P_2O_5).

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental e tratamentos em ensaio

O ensaio foi conduzido em vasos contendo 2 kg de solo (terra fina) seco ao ar, num esquema factorial de 5 solos x 2 cultivares x 5 tratamentos de fertilização, com três repetições em blocos casualizados.

Os solos em ensaio foram recolhidos na região de sequeiro mediterrânico de Trás-os-Montes, sendo todos eles classificados como cambissolos dístricos. A sua origem e principais características físico-químicas são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1- Principais características físico-químicas dos solos em ensaio

Solos em ensaio	Origem	Rocha mãe	Granulometria % em peso na terra fina				Classe de textura	pH		P_2O_5 E.R.	K_2O mg/kg	Bases de troca cmol (+)/kg terra fina				Acidez cmol (+)/kg terra fina	Al ⁺⁺⁺	
			Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila		H ₂ O	KCl			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺			
S ₁	Cedões Mirandesa	Ystico	25,1	46,7	17,5	10,7	Franco-arenosa	1,06	5,0	3,5	33	124	1,70	0,31	0,22	0,24	0,97	0,80
S ₂	Valdeços	Granítico	43,5	37,1	11,3	8,1	Arenoso-franca	1,13	5,5	4,2	48	81	1,17	0,45	0,14	0,23	0,31	0,26
S ₃	Urros Mogadouro	Granítico	30,7	47,5	12,2	8,6	Franco-arenosa	1,26	5,1	3,8	67	116	1,53	0,45	0,20	0,24	1,00	0,54
S ₄	Infans Mst. Douro	Granítico	35,0	38,0	12,6	9,4	Franco-arenosa	2,01	5,3	4,0	55	194	1,24	0,51	0,36	0,22	0,88	0,83
S ₅	Ceparedinhos Vileioso	Ystico	11,8	50,2	18,9	11,1	Franco-arenosa	1,78	5,7	4,0	21	57	1,24	0,23	0,11	0,24	1,14	1,27

As plantas em ensaio foram 2 trevos subterrâneos, a cultivar Nungarin (*Trifolium subterraneum* L.) e a cultivar Clare (*Trifolium brachycalycinum* Katzn. & Morley).

Os tratamentos de fertilização foram os seguintes:

$S_0 - P_1 + S_0 + SP_0$ (40 mg P/vaso)

$S_1 - P_1 + S_1 + SP_0$ (40 mg P + 60 mg S/vaso)

$S_2 - P_1 + S_2 + SP_0$ (40 mg P + 120 mg S/vaso)

$P_0S_1 - P_0 + S_1 + SP_0$ (60 mg S/vaso)

$SP_1 - P_0 + S_0 + SP_1$ (500 mg superfosfato de cálcio 18% P_2O_5 /vaso)

Técnicas culturais

No início do ensaio procedeu-se à fertilização dos vasos com uma solução nutritiva comum contendo 186 mg N/vaso (nitratos de K, Mn, Zn, Cu); 500 mg K/vaso (nitrato de potássio); 20 mg Fe/vaso (citrato de ferro); 10 mg Mn/vaso (nitrato de manganês); 10 mg Zn/vaso (nitrato de zinco); 4 mg Cu/vaso (nitrato de cobre); 2,7 mg B/vaso (ácido bórico); 0,1 mg Mo/vaso (molibdato de amónio) e 4 g de calcário dolomítico/vaso (81,1% $CaCO_3$ + 12,4% $MgCO_3$).

A sementeira foi feita em 2 de Outubro de 1987 com 15 sementes por vaso, sendo 3 semanas depois realizada a monda para 10 plantas por vaso.

O ensaio foi regado regularmente com água destilada, por forma a manter os vasos a peso constante, equivalente a 80% da capacidade de campo para cada solo. A rega foi interrompida em 13 de Junho e retomada no 2º ano de ensaio a 5 de Setembro de 1988.

Colheita, determinações e análise estatística dos resultados

No 1º ano de ensaio realizaram-se três cortes, o 1º a 11 de Março, o 2º a 10 de Maio e o 3º e último a 27 de Junho. No 2º ano realizou-se apenas um corte em 11 de Novembro. Os cortes foram feitos com tesouras manuais a uma altura de cerca de 0,5 cm acima da superfície do solo.

As amostras colhidas em cada vaso foram secas em estufa a 65°C e pesadas para determinação das produções de matéria seca (MS) por vaso. No início do 2º ano de ensaio, três semanas após o início da rega, procedeu-se à contagem do número de plantas emergidas por vaso.

Os resultados obtidos foram sujeitos a análises de variância para ensaios factoriais. Os 3 cortes do 1º ano foram também analisados em conjunto, com uma análise

de variância para "split-plot" em que os cortes corresponderam aos subtalhões e para efeitos do teste de F os seus graus de liberdade, os das suas interações e respectivo erro (b) foram reduzidos tal como sugerido por LITTLE & HILLS (1978).

RESULTADOS

Os valores das produções de matéria seca obtidos nos diversos cortes são apresentados no Quadro 2. As respectivas análises de variância (Quadros 4 e 5) mostram o efeito altamente significativo dos tratamentos de fertilização em ensaio. Porém, a análise desses efeitos tem de atender às interações significativas com alguns dos restantes factores em ensaio.

Em primeiro lugar é de salientar que, embora as diferenças de produção das duas cultivares no 19 ano sejam altamente significativas, a sua interacção com os tratamentos de fertilização não é significativa, o que indica que, tal como no corte do 20 ano, a resposta das duas cultivares é do mesmo tipo.

Em segundo lugar, devemos atender a que os diferentes solos em ensaio, para além de permitirem produções significativamente diferentes em todos os cortes e de o fazerem diferentemente para cada uma das cultivares, apresentaram no 19 ano uma interacção significativa com os tratamentos de fertilização (Quadro 4). A análise desta interacção permite verificar que a principal diferença de comportamento se observou entre os solos derivados de xisto (S_1 e S_5) e os derivados de granito (S_2 , S_3 e S_4). De facto, enquanto que estes últimos revelaram uma elevada resposta ao enxofre ($S_1 + 85\%$ e $S_2 + 111\%$), os solos derivados de xisto não respondem.

A resposta ao fósforo (S_1 versus P_0S_1) é apreciável em ambos os casos, pois conduziu ao aumento médio da produção em 47% nos solos derivados de xisto e em 98% nos derivados de granito.

A aplicação de superfosfato (SP_1) contendo a mesma quantidade de enxofre que o tratamento S_1 com enxofre elementar, permitiu respostas próximas, embora um pouco inferiores a este último.

No corte efectuado no 20 ano de ensaio a resposta às fertilizações não foi sig

Quadro 2- Produções de matéria seca (g/vaso) dos tratamentos em ensaio

Tipo de Solo	Tratamento de Fertilização	Tr. subterrâneo cv. NUNGARIN					Tr. subterrâneo cv. CLARE				
		1º ano (87/88)				2º ano	1º ano (87/88)				2º ano
		1º corte	2º corte	3º corte	total	1º corte	1º corte	2º corte	3º corte	total	1º corte
S ₁	S ₀	3,90	0,43	0,13	4,47	4,60	8,77	3,30	1,40	13,47	2,57
	S ₁	3,53	1,33	0,27	5,13	4,37	7,53	6,30	2,00	15,83	3,33
	S ₂	4,13	2,13	0,60	6,87	4,47	6,53	3,40	1,33	11,27	2,07
	P ₀ S ₁	2,13	1,00	0,27	3,40	4,07	5,83	4,77	1,43	12,03	1,60
	SP ₁	3,63	1,57	0,60	5,80	3,77	7,73	5,37	1,40	14,50	3,73
S ₂	S ₀	4,07	0,23	0,47	4,77	6,00	8,00	1,57	1,00	10,57	2,70
	S ₁	6,90	3,83	1,10	11,83	6,43	9,97	9,53	2,73	22,23	6,03
	S ₂	7,70	4,43	1,50	13,63	6,37	10,47	9,50	3,27	23,23	5,53
	P ₀ S ₁	3,80	1,03	0,43	5,27	3,50	5,53	6,63	1,87	14,03	3,67
	SP ₁	5,83	2,17	1,33	9,33	5,20	7,87	7,30	2,83	18,00	3,63
S ₃	S ₀	1,13	0,33	0,33	1,80	1,80	3,63	1,73	1,23	6,60	1,67
	S ₁	2,23	0,80	0,37	3,40	4,03	5,73	4,90	2,00	12,53	2,73
	S ₂	4,97	1,83	0,80	7,60	3,13	5,50	5,27	3,17	13,93	4,53
	P ₀ S ₁	0,73	0,00	0,07	0,80	0,67	1,80	3,10	1,37	6,27	2,60
	SP ₁	4,47	0,73	0,70	5,90	1,90	5,13	4,87	2,30	12,30	4,20
S ₄	S ₀	3,80	1,40	0,63	5,83	4,67	5,50	4,53	1,20	11,23	5,00
	S ₁	4,23	3,23	0,60	8,07	4,43	5,87	9,40	2,10	17,37	5,87
	S ₂	5,40	3,13	0,83	9,37	5,87	7,17	8,33	2,77	18,27	5,63
	P ₀ S ₁	1,10	1,50	0,50	3,10	2,00	2,03	5,30	1,37	8,70	2,50
	SP ₁	4,23	1,60	1,40	7,23	2,93	6,83	7,93	2,30	17,07	3,33
S ₅	S ₀	4,13	1,93	0,77	6,83	2,40	4,80	2,53	0,67	8,00	1,33
	S ₁	3,17	3,63	0,30	7,10	2,33	4,10	2,60	0,70	7,40	2,57
	S ₂	3,63	2,53	0,40	6,57	1,73	4,37	3,60	0,80	8,77	2,33
	P ₀ S ₁	1,20	2,10	0,37	3,67	0,80	2,13	2,23	0,67	5,03	0,83
	SP ₁	2,90	2,93	0,60	6,43	1,63	3,00	2,30	0,93	6,23	1,53

nificativamente diferente entre solos, verificando-se uma resposta apenas ao 1º nível de enxofre, com um valor médio de +29%, enquanto que a resposta ao fósforo foi muito superior (+ 90%).

Finalmente convém analisar a interacção altamente significativa entre cortes e tratamentos de fertilização, observada no 1º ano (Quadro 4). Ela revela uma diferente resposta dos trevos subterrâneos ao longo do período de cortes. De facto, no 1º corte o efeito mais pronunciado sobre a produção deveu-se ao fósforo (+ 103%), no 2º corte deveu-se ao enxofre (+ 153%) embora com resposta apenas ao 1º nível (S₁), e no 3º e último corte ambos os nutrientes afectaram a produção em termos apreciáveis

Quadro 3- Número de plantas emergidas/vaso nos tratamentos em ensaio (2º ano)

Tratamento de Fertilização	Trevo subterrâneo cv. NUNGARIN					Trevo subterrâneo cv. CLARE				
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
S ₀	45,0	55,0	3,3	28,7	13,0	7,3	7,3	4,3	11,0	5,0
S ₁	31,3	38,7	16,7	31,0	12,3	7,3	22,7	8,7	20,7	6,7
S ₂	35,3	38,3	23,7	37,3	7,0	4,7	16,7	10,3	20,7	7,0
P ₀ S ₁	34,7	26,0	4,3	13,3	1,7	9,0	16,7	2,0	4,3	4,3
SP ₁	28,0	45,3	16,0	17,0	9,0	12,7	15,0	14,7	12,7	5,7

Quadro 4- Análise de variância das produções dos três cortes do 1º ano

Origem da variação	g.l.	Valor de F	Nível signif.
Repetições	2	33,3	***
Solos (A)	4	21,0	***
Fertiliz. (B)	4	17,3	***
AB	16	2,1	*
Cultivares (C)	1	146,3	***
AC	4	7,1	***
BC	4	0,7	ns
ABC	16	0,4	ns
Erro (a)	98		
Cortes (D)	2 (1)	296,6	***
AD	8 (4)	10,2	***
BD	8 (4)	9,5	***
ABD	32 (16)	0,8	ns
CD	2 (1)	25,0	***
ACD	8 (4)	4,6	**
BCD	8 (4)	1,6	ns
ABCD	32 (16)	0,5	ns
Erro (b)	200 (100)		

Nota: Os graus de liberdade indicados entre parêntesis foram os utilizados para a obtenção dos valores da tabela de F (LITTLE & HILLS, 1978)

Quadro 5- Análise de variância das produções do 1º corte do 2º ano

Origem da variação	g.l.	Valor de F	Nível signif.
Repetições	2	29,8	
Solos (A)	4	20,1	***
Fertiliz. (B)	4	8,9	***
AB	16	1,1	ns
Cultivares (C)	1	1,5	ns
AC	4	3,7	**
BC	4	1,0	ns
ABC	16	0,7	ns
Erro	98		

Quadro 6- Análise de variância do número de plântulas emergidas no 2º ano

Origem da variação	g.l.	Valor de F	Nível signif.
Repetições	2	53,9	
Solos (A)	4	25,0	***
Fertiliz. (B)	4	4,2	**
AB	16	1,3	ns
Cultivares (C)	1	92,6	***
AC	4	10,8	***
BC	4	3,1	*
ABC	16	0,9	ns
Erro	98		

(± 98% o S e ± 46% o P), com o enxofre a apresentar resposta linear até ao nível S₂ tal como se havia observado no 1º corte.

Os resultados da contagem do número de plântulas de trevo subterrâneo emergidas no 2º ano após a ressementeira natural são apresentados no Quadro 3. A respectiva análise de variância (Quadro 6) mostra que para além do efeito altamente significativo dos solos, das cultivares e sua interacção na ressementeira natural, os tra-

tamentos de fertilização também a afectaram, e diferentemente a uma e outra cultivar. De facto, o enxofre não se mostrou benéfico para a ressementeira da cv. Nungarin, mas a sua aplicação no nível S_1 permitiu quase duplicar o número de plântulas emergidas na cv. Clare. Já o fósforo revelou-se importante em ambas as cultivares, elevando o número de plântulas em dois terços a quatro quintos.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A crescente tendência para o uso de adubos concentrados é desde há muito tempo apontada como uma causa que, a par da variação entre solos e da lavagem em zonas de maior precipitação, pode conduzir à deficiência de S (JORDAN & ENSMINGER, 1958).

Os resultados por nós observados apontam, porém, para uma clara diferença entre solos, com uma elevada resposta ao S dos três solos derivados de granitos. Embora já observada em outras áreas da península em solos deste tipo (JIMENEZ *et. al.*, 1978), os presentes valores são bem mais elevados.

Também na resposta ao P os solos graníticos excederam os derivados de xisto, o que inclusive contraria o que seria de esperar em face dos valores fornecidos pela análise sobre a disponibilidade dos solos em fósforo (Quadro 1).

As respostas menos acentuadas ao S no 1º corte de ambos os anos poderão dever-se ao facto de corresponderem a períodos de menos intenso crescimento (JONES, 1964), agravadas no 2º ano pelo efeito do diferente número de plantas por vaso, o que interfere com o efeito do nutriente na produção (GILBERT & ROBSON, 1984 a).

Os resultados obtidos para as duas cultivares em ensaio, embora não revelem respostas significativamente diferentes da produção de MS, apontam para a importância do S na ressementeira da cv. Clare, o que pode ser devido a diferenças na capacidade de translocar o S dentro da planta (GILBERT & ROBSON, 1984 b).

Em conclusão, as elevadas respostas conjugadas ao S e P dos solos arenosos de origem granítica em ensaio, sugerem a necessidade de importantes adubações com superfosfato de cálcio 18% no estabelecimento de pastagens com trevos subterrâneos, para além dos valores sugeridos pelos resultados das análises sobre a disponibilidade em fósforo deste tipo de solos. Não excluem, possivelmente, a necessidade de adubação

suplementar em enxofre, pelo menos nos primeiros anos da pastagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GILBERT, M.A. & ROBSON, A.D. (1984 a). Studies on Competition for Sulfur between Subterranean Clover and Annual Ryegrass. III Effect of Plant Density and Nitrogen Supply. Aust. J. Agric. Res., 35, 75-83.
- GILBERT, M.A. & ROBSON, A.D. (1984 b). Sulfur Nutrition of Temperate Pasture Species. I Effects of Nitrogen Supply on the External and Internal Sulfur Requirements of Subterranean Clover and Ryegrass. Aust. J. Agric. Res., 35, 379-388.
- JIMENEZ, J.; LOWE, J.; MARTINEZ, T. & LIBRAN, D. (1978). Consideraciones sobre las necesidades nutritivas en praderas sembradas y pastos naturales en Extremadura. Anales INIA, Prod.-Veg., 8, 17-35.
- JONES, M.B. (1964). Effect of applied sulfur on yield and sulfur uptake of various California dryland pasture species. Agron. J. 56, 235-237.
- JONES, M.B. (1974). Fertilization of annual grasslands of California and Oregon. In Forage Fertilization, ed. D.A. Mays, The Amer. Soc. of Agronomy, Madison, Wisconsin p. 255-275.
- JORDAN, H.V. & ENSMINGER, L.E. (1958). The role of sulfur in soil fertility. Advances in Agronomy, 10, 407-434.
- LITTLE, T.M. & HILLS, F.J. (1978). Agricultural experimentation. New York, John Wiley and Sons, p. 125-137.
- MOREIRA, N. (1986). Produção de Forragens e Pastagens nas Áreas de Sequeiro Mediterrânico de Trás-os-Montes. 29 Relatório Anual de Progresso. Vila Real, UTAD, 43 p.
- ROSSITER, R.C. (1966). Ecology of the mediterranean annual-type pasture. Advances in Agronomy, 18, 1-56.

THE EFFECT OF SULPHUR AND PHOSPHORUS ON THE ESTABLISHMENT, YIELD AND PERSISTENCE OF SUBCLOVER ON GRANITE SOILS

ABSTRACT

Nutrient deficiencies in granite-derived soils from different areas of north-east Portugal were studied in a pot experiment using five topsoils, two subclover cultivars and five fertilizer treatments with varying proportions of sulphur and phosphorus.

Dry matter yields from three cuts in the first year and a first cut in the second year showed a very high yield response to sulphur in the granite soils, in contrast with schist soils. The response to phosphorus was important in both soil types, but higher in the granite soils.

The persistence of subclover was evaluated according to the number of seedlings in the second year, and this revealed the importance of phosphorus for both cultivars and a very high positive effect of sulphur, but only in the case of the cultivar Clare.

It was concluded that major fertilizer dressings with normal superphosphate and possibly extra S in the first years should be considered for the establishment and maintenance of pastures with subclovers in similar granite soils.