

Recebido em 3 de Dezembro de 1976

# Influência da calagem e da adubação na cultura do bersim<sup>(\*)</sup>

por

J. QUELHAS DOS SANTOS

Prof. Ext. do Instituto Superior de Agronomia

o

FERNANDA M. M. CABRAL

Eng Agr. do Lab. Química Agrícola do I. S. Agronomia

## 1. JUSTIFICAÇÃO

Dado que o nosso País é altamente deficiente em produtos destinados à alimentação animal, e conhecido o contributo essencial que as forragens podem dar à resolução deste problema, parece-nos terem perfeito cabimento todos os estudos tendentes a melhorar, tanto no aspecto quantitativo como qualitativo, o panorama da produção de forragens em Portugal.

É também sabido que, dado o facto de a grande maioria dos nossos solos serem muito ácidos, a maior parte das espécies forragei-

---

(\*) O presente trabalho foi efectuado no Horto de Química Agrícola do Instituto Superior de Agronomia, e integra-se num programa de colaboração que desde há vários anos vem sendo estabelecido com a Empresa «AMONTACO PORTUGUÊS».

Na vasta cobertura analítica que foi exigida colaborou a Preparadora Ana Luzia S. Pereira, a quem os autores manifestam a sua gratidão.

ras, nomeadamente da família das leguminosas, exige a correcção de acidez através da prática vulgarmente designada por calagem.

No caso concreto do bersim, alguns trabalhos já publicados por um dos autores (2, 3, 4) mostram claramente a influência benéfica da calagem no aumento da produção. Em dois daqueles trabalhos (3, 4), em que, além de se apreciar a influência daquela prática na quantidade de forragem, se estudaram também alguns aspectos qualitativos, verificou-se que o aumento de produção obtido nas modalidades em que se corrigiu a acidez era acompanhado duma diminuição do teor dalguns elementos, nomeadamente fósforo e potássio. Este facto, embora pudesse ser atribuído a um efeito de diluição provocado pelo aumento da biomassa total, admitiu-se poder ser também devido a que as quantidades de fertilizantes que haviam sido aplicadas tivessem sido insuficientes para as maiores necessidades da cultura.

Neste último aspecto se baseia, fundamentalmente, o presente trabalho em que se procuram averiguar os efeitos da correcção da acidez e da aplicação de quantidades crescentes de adubos fosfatados e potássicos na produção e nalguns aspectos da composição do bersim, e também nos teores de fósforo e potássio assimiláveis do solo.

## 2. DESCRIÇÃO DO ENSAIO

O ensaio foi efectuado em vasos de Mitscherlich contendo 5 kg de terra (fracção < 5 mm) da camada superficial dum solo Mnx (Solo Litólico Húmico de Xistos) que apresentava as seguintes características:

Areia grossa .....	13, 2 %
Areia fina .....	23, 4 »
Limo .....	34, 2 »
Argila .....	19, 4 »
Matéria orgânica (C × 1,724) .....	7,31 »
pH (H <sub>2</sub> O) .....	4,65
pH (KCl) .....	4,00
pH (Acetato de cálcio) .....	5,75
K <sub>2</sub> O assimilável (Egner-Riehm) .....	108, 0 mg/1000 g
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilável (Egner-Riehm) .....	121, 0 mg/1000 g

Trata-se dum solo muito ácido, rico em matéria orgânica, bem provido em fósforo e potássio assimiláveis.

As modalidades ensaiadas foram as seguintes:

- Testemunha
- Testemunha + calagem
- $N_1P_1K_1$
- $N_1P_1K_1$  + calagem
- $N_1P_2K_2$
- $N_1P_2K_2$  + calagem
- $N_1P_3K_3$
- $N_1P_3K_3$  + calagem

As quantidades de nutrientes e os adubos utilizados foram:

- $N_1$  — 0,25 g de N/vaso, na forma de sulfato de amónio
- $P_1$  — 1,00 g de  $P_2O_5$ /vaso, na forma de superfosfato 18 %
- $P_2$  — 2,00 g de  $P_2O_5$ /vaso, na forma de superfosfato 18 %
- $P_3$  — 3,00 g de  $P_2O_5$ /vaso, na forma de superfosfato 18 %
- $K_1$  — 1,00 g de  $K_2O$ /vaso, na forma de sulfato de potássio
- $K_2$  — 2,00 g de  $K_2O$ /vaso, na forma de sulfato de potássio
- $K_3$  — 3,00 g de  $K_2O$ /vaso, na forma de sulfato de potássio

Nas modalidades em que se efectuou a calagem, foi aplicada uma quantidade de calcário (essencialmente calcítico, com um teor de carbonatos, expresso em  $CaCO_3$ , de 96 %), considerado necessário para corrigir, laboratorialmente, a acidez até pH (KCl) cerca de 6,5. Essa quantidade foi calculada através da fórmula

$$Q = [44,910 + 2,572 C - 2,124 \text{ pH (KCl)} - 5,266 \text{ pH (Ac.)}] \times 50 \times \frac{P}{p}$$

obtida em trabalho anterior (1).

Todas as modalidades foram efectuadas em triplicado.

Na produção de forragem obtida nos sucessivos cortes procedeu-se à determinação do azoto, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

O azoto foi determinado pelo método de Kjeldahl; o fósforo pelo método do vanadomolibdato, e o potássio, cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atómica.

No final do ensaio foram analisadas as terras das diferentes modalidades, tendo-se procedido à determinação dos teores de fósforo e potássio assimiláveis.

### 3. RESULTADOS E SUA APRECIACÃO

#### 3.1 — Aspectos quantitativos da produção

No quadro 1 são indicadas as produções médias, parciais e totais, de substância seca a 60-70° C obtida nas diferentes modalidades.

QUADRO 1

*Produção de bersim obtida*

Modalidades	Substância seca a 60-70° C (g)							Total
	1.º Corte	2.º Corte	3.º Corte	4.º Corte	5.º Corte	6.º Corte	7.º Corte	
Testemunha	0,58	1,86	2,18	2,41	1,90	0,35	—	9,28
Testemunha + calagem	1,25	2,36	7,20	9,15	6,66	5,50	3,50	35,62
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,71	2,93	3,28	1,43	0,65	—	—	11,00
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> + calagem	3,21	6,73	17,05	20,58	12,61	6,16	2,25	68,59
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	4,58	5,63	1,95	1,40	—	—	—	13,56
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> + calagem	4,38	7,98	21,45	25,68	18,26	10,76	2,30	90,81
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	5,65	5,26	2,00	1,21	—	—	—	14,12
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> + calagem	5,96	11,13	29,68	36,31	21,13	12,23	3,33	117,77

Os resultados apresentados permitem, na generalidade, salientar os seguintes aspectos:

- Verifica-se, confirmando resultados obtidos noutros trabalhos, uma elevada resposta à calagem. Na realidade, a simples correcção da acidez, sem qualquer adubação, determinou uma produção muito superior à que se verificou quando, sem calagem, se utilizaram as mais elevadas quantidades de adubos fosfatado e potássico.
- As maiores adubações, sobretudo nas modalidades em que se corrigiu a acidez (as únicas, aliás, em que as produções têm um nível aceitável), originaram também aumentos de produção, a significar que a cultura respondeu à aplicação de maiores quantidades de fósforo e potássio.
- A influência da calagem, dum modo geral, só começa a manifestar-se no 2.º corte, o que leva a concluir que, quando se efectuou o primeiro corte, o calcário não tinha ainda actuado. Até essa altura, na ausência duma influência da calagem, manifesta-se a acção das doses crescentes de adubos.

### 3.2 — *Alguns aspectos qualitativos da produção*

No quadro 2 são apresentados os valores médios da determinação do azoto, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, expressos em percentagem da substância seca a 100-105° C.

A apreciação destes resultados sugere, em linhas gerais, as seguintes considerações:

#### 3.2.1 — Azoto

O teor de azoto, praticamente, não foi afectado nem pela correcção da acidez nem pelo nível da adubação, embora se manifeste tendência para um ligeiro aumento quando se efectuou a calagem, e um pequeno decréscimo quando se aplicou maior quantidade de adubos fosfatado e potássico.

QUADRO 2

Alguns aspectos qualitativos do bersim

Modalidades	Azoto (N %)							Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %)							Potássio (K <sub>2</sub> O %)							Cálcio (Ca <sup>++</sup> %)							Magnésio (Mg <sup>++</sup> %)						
	Cortes							Cortes							Cortes							Cortes							Cortes						
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º
Testemunha	4,96	3,38	3,47	3,43	3,17	—	—	0,37	0,59	0,62	0,45	0,98	—	—	3,61	3,13	3,25	3,73	3,37	—	—	1,45	1,96	2,22	1,25	0,91	—	—	0,16	0,31	0,37	0,30	0,47	—	—
Testemunha+calagem	5,60	3,50	3,50	3,51	3,28	3,25	2,84	0,42	0,63	0,62	0,49	1,03	0,67	0,62	3,57	2,23	2,40	2,96	2,45	2,77	1,16	2,39	2,73	4,17	1,87	1,60	1,23	1,82	0,12	0,16	0,31	0,21	0,31	0,30	0,40
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	4,97	3,70	3,65	3,76	3,42	—	—	0,59	0,65	0,78	0,80	1,12	—	—	5,90	5,04	5,34	7,49	6,16	—	—	1,94	1,83	2,11	1,09	1,46	—	—	0,21	0,19	0,37	0,50	0,49	—	—
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> +calagem	5,45	3,87	3,66	4,16	3,49	3,42	3,02	0,53	0,72	0,80	0,82	1,24	0,74	0,82	5,90	4,44	4,72	6,84	5,54	3,25	1,57	2,95	2,57	4,19	2,54	1,98	1,48	1,86	0,16	0,15	0,32	0,20	0,38	0,32	0,39
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	4,59	2,87	3,07	3,07	—	—	—	0,66	1,04	0,92	1,15	—	—	—	6,75	6,10	6,58	8,52	—	—	—	2,22	2,04	2,20	1,17	—	—	—	0,40	0,44	0,39	0,49	—	—	—
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> +calagem	4,89	3,05	3,10	3,38	3,37	3,33	2,89	0,64	1,10	1,19	1,19	1,41	0,87	0,92	6,70	5,80	6,26	8,19	6,26	3,49	2,09	3,31	3,23	4,27	2,89	2,15	1,97	1,97	0,36	0,41	0,23	0,20	0,26	0,23	0,33
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	4,53	2,55	2,69	2,98	—	—	—	0,81	1,13	1,19	1,27	—	—	—	6,75	6,86	6,74	8,79	—	—	—	2,50	2,26	2,21	1,23	—	—	—	0,49	0,49	0,37	0,41	—	—	—
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> +calagem	5,17	2,71	2,79	3,17	3,27	3,22	2,39	0,77	1,21	1,23	1,33	1,45	0,99	1,00	6,68	6,70	6,62	8,62	6,50	3,85	2,65	3,61	3,44	4,53	3,39	2,47	2,58	2,49	0,30	0,34	0,28	0,25	0,25	0,26	0,36

De salientar que a forragem do primeiro corte é muito mais rica em azoto e, conseqüentemente, em proteína, do que a dos cortes restantes. A partir do 2.º corte, a percentagem de azoto pode considerar-se praticamente igual, embora com uma ligeira tendência para decrescer nos últimos cortes.

### 3.2.2 — Fósforo

O teor de fósforo da forragem reflecte, em linhas gerais, a influência positiva da calagem e da aplicação de maiores quantidades de adubos fosfatado e potássico. No primeiro corte, à semelhança do que se observou acerca da influência da fertilização na quantidade de substância obtida, a percentagem de fósforo tende a reflectir, apenas, a acção da adubação mais elevada.

De salientar, como aspecto muito positivo, o facto de, através dum aumento da adubação, se ter conseguido aumentar o teor de fósforo da forragem, mesmo quando, em consequência da calagem, a quantidade de biomassa aumentou substancialmente.

Ao contrário do que se verificou com o azoto, a forragem do primeiro corte é bastante mais pobre em fósforo do que a dos cortes seguintes, manifestando-se, no entanto, uma tendência para decrescer nos últimos cortes.

### 3.2.3 — Potássio

Com excepção do primeiro corte, em que também o teor do potássio aparece, apenas, positivamente correlacionado com a maior quantidade de adubo potássico aplicado, a percentagem de potássio na forragem diminui com a calagem e aumenta com a elevação da quantidade de adubo potássico aplicado. A diminuição, no entanto, tende a atenuar-se à medida que se utilizou maior quantidade de potássio. Quer dizer, também em relação ao potássio se verifica ser possível, mediante a utilização de maiores quantidades de adubos potássicos, conseguir que as maiores produções obtidas com a calagem pouco sejam afectadas no seu teor daquele elemento.

Ao longo dos diferentes cortes verifica-se que a percentagem de potássio se mantém em nível semelhante do primeiro ao quinto, decrescendo acentuadamente nos sexto e sétimo.

### 3.2.4 — Cálcio

O teor de cálcio da forragem, como aliás seria de esperar, aumentou sempre com a calagem.

Verifica-se, também, um ligeiro aumento do teor de cálcio com o nível da adubação, o que poderá justificar-se pelo facto de ter sido usado, como adubo fosfatado, um fertilizante com elevada percentagem de cálcio — o superfosfato.

### 3.2.5 — Magnésio

O teor de magnésio na forragem baixa sistematicamente com a calagem, facto que se explica por se ter utilizado um calcário constituído quase exclusivamente por carbonato de cálcio.

## 3.3 — *Aspectos referentes à evolução dos teores de fósforo e potássio assimiláveis*

Dado que, como anteriormente foi referido, os fertilizantes utilizados no ensaio, sobretudo os correctivos da acidez, aumentaram substancialmente as produções sem que, dum modo geral, baixassem o teor de elementos da forragem, considerou-se ser conveniente averiguar até que ponto certos aspectos da fertilidade do solo, concretamente os seus teores de fósforo e potássio assimiláveis, poderiam ter sido afectados em consequência das mais elevadas remoções operadas pela cultura.

Com tal objectivo, no fim do ensaio, procedeu-se à análise das terras quanto ao seu teor de fósforo e de potássio assimiláveis.

No quadro 3 são apresentados os teores daqueles nutrientes encontrados nas terras em que se efectuaram as diferentes modalidades de fertilização.

Com o fim de mais facilmente se poderem comparar aqueles valores com as extracções da cultura, apresentam-se no mesmo quadro as quantidades de fósforo e potássio removidos, calculadas com base na produção (Quadro 1) e na composição (Quadro 2) da forragem obtida na totalidade dos cortes.

QUADRO 3

Fósforo e potássio extraídos pela cultura e existentes no solo, em formas assimiláveis, após o ensaio

Modalidades	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	Extraído pela cultura (mg/vaso)	Assimilável após o ensaio (mg/1000 g)	Extraído pela cultura (mg/vaso)	Assimilável após o ensaio (mg/1000 g)
Testemunha	56	115	304	71
Testemunha+calagem	237	98	897	58
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	79	198	630	177
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> +calagem	591	247	3 634	81
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	122	275	900	453
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> +calagem	995	357	5 769	93
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	144	318	983	610
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> +calagem	1 189	454	8 171	193

Os resultados referem-se, tal como nos quadros anteriores, à média das três repetições de cada uma das modalidades.

A observação dos resultados mostra que, no caso do fósforo, mesmo nas modalidades em que, como consequência de muito maiores produções, foi extraída maior quantidade daquele elemento, houve um progressivo aumento do teor de fósforo assimilável do solo. Na realidade, a comparação entre as modalidades com aplicação de doses crescentes de fósforo e as modalidades correspondentes mas em que se efectuou também a calagem, mostra, de forma muito evidente que, nesta última, apesar de, para a mesma quantidade de fósforo aplicado, ter havido extracção muito maior, o solo aparece, no fim do ensaio, muito mais rico em fósforo. Confirma-se assim o importante papel da calagem na mobilização do fósforo em solos ácidos.

No que se refere ao potássio, a análise conjunta dos valores da extracção e do teor assimilável com que ficou o solo, mostra que nas modalidades em que se efectuou a calagem as extracções foram muito mais elevadas e o solo ficou com menos potássio assimilável. Quer dizer, ao contrário do que se verificou com o fósforo, a calagem não deve ter exercido qualquer influência positiva na mobilização do potássio do solo. Verifica-se também que, ainda para as modalidades com calagem, só quando se aplicou a mais elevada dose de potássio (3g de  $K_2O$ /vaso) o solo aumentou substancialmente, em relação à testemunha e às outras modalidades de adubação com calagem, o seu teor de potássio assimilável.

Este facto sugere que, para compensar as mais elevadas extracções de potássio em consequência das maiores produções obtidas quando se corrigiu a acidez, houve vantagem na aplicação da mais elevada dose de potássio. De facto, só nesta modalidade se conseguiu satisfazer as maiores exigências da produção e, simultaneamente, enriquecer consideravelmente o solo em potássio assimilável.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados anteriormente apresentados, além de confirmarem a indispensabilidade da calagem quando se pretende efectuar a cultura do bersim em solos ácidos, permitem concluir que é possível manter, ou mesmo melhorar, vários aspectos qualitativos da maior quantidade de forragem obtida quando se corrige a acidez, desde que se reforce a adubação fosfo-potássica.

O aumento da quantidade de fósforo e potássio aplicados sob a forma de adubos torna-se também indispensável para manter, ou elevar, os teores de fósforo e potássio assimiláveis do solo, facto que se irá reflectir, beneficemente, na sua capacidade produtiva futura. O problema apresenta-se, aliás, com maior expressão no que se refere ao potássio, uma vez que, no caso do fósforo, como se demonstrou, a correcção da acidez, por si só, pode mobilizar grandes quantidades do fósforo existente no solo em formas consideradas não assimiláveis.

O teor de cálcio da forragem, como seria de esperar, foi altamente beneficiado com a calagem enquanto que o teor de magnésio, certamente por não se terem utilizado fertilizantes que contivessem apreciáveis quantidades deste nutriente, mostrou tendência para decrescer nas modalidades em que, como consequência directa da calagem, se obtiveram produções muito mais elevadas.

Quanto a este último elemento, sugere-se a continuação de ensaios deste género, comparando modalidades em que se corrija a acidez com calcários calcíticos e com calcários magnesianos.

### RESUMO

Apresentam-se os resultados dum ensaio efectuado com o objectivo de avaliar a influência da calagem e da adubação fosfo-potássica na quantidade e qualidade do bersim, e nos teores de fósforo e potássio assimiláveis dos solos.

Verificou-se que a calagem aumentou substancialmente as produções, e que a qualidade da forragem era dum modo geral mantida, ou até mesmo melhorada, quando aquela prática era acompanhada da aplicação de maiores quantidades de fósforo e de potássio sob a forma de adubos.

Apesar das extracções muito mais elevadas de fósforo e potássio quando se corrigiu a acidez, verificou-se que o teor de fósforo assimilável do solo, após o ensaio, tinha aumentado consideravelmente, o que prova a influência benéfica da calagem na mobilização do fósforo do solo.

Embora o teor de potássio do bersim tenha diminuído quando se efectuou a calagem, verifica-se que a diminuição é menor nas modalidades em que se utilizou maior quantidade daquele nutriente, e que, para a dose de potássio mais elevada, havia também, apesar das maiores remoções pela cultura, um significativo enriquecimento do solo em potássio assimilável.

Conclui-se que, quando se efectua a correcção da acidez dum solo, as mais elevadas produções de bersim que passam a ser possíveis exigem um reforço da adubação fosfo-potássica, não só para manter a qualidade da forragem mas também para manter, ou mesmo aumentar, a fertilidade do solo quanto aos teores de fósforo e potássio assimiláveis.

### SYNOPSIS

#### **Influence of liming and manure on the culture of berseem**

We present the results of an evaluation test regarding the effects of liming and PK fertilization upon the quantity and quality of berseem and upon the contents of the available soil P and K.

The results of the test show that liming has given rise to a considerable increase of yields, while maintaining the forage quality, or even improving it, when larger quantities of phosphorus and potassium were used in fertilizer form together with liming.

Although the phosphorus and potassium extractions were considerably higher after correction of acidity, we have noted that the content of the soil available phosphorus, after the test, had a remarkable increase. This proves the beneficial influence of liming over the mobilization of the soil phosphorus.

While noting a decrease of the potassium content in the berseem after liming, we found that the decrease was lower when using a greater quantity of this nutrient. Also, for a higher proportion of potassium, there was a remarkable enrichment of the available soil potassium, in spite of greater removals by the crop.

We come to the conclusion that, when correcting the soil acidity, the higher yields of berseem, that will then be possible, require a reinforcement of the PK fertilization, not only for maintaining the forage quality but also for maintaining or even improving, the soil fertility as to the contents of available phosphorus and potassium.

#### BIBLIOGRAFIA

1. SANTOS, J. QUELHAS — 1965 — Aspectos da correção da acidez dos solos. *An. Inst. Sup. Agron.* 27: 11-67.
2. SANTOS, J. QUELHAS — 1966 — Acidez dos solos e deficiência em cálcio. *An. Inst. Sup. Agron.* 29: 263-269.
3. SANTOS, J. QUELHAS — 1970 — A aplicação de cálcio sob a forma de calcário e gesso em solos ácidos. *An. Inst. Sup. Agron.* 31: 127-142.
4. SANTOS, J. QUELHAS — 1972 — Influência da calagem e sobre-calagem nas culturas do trigo e do berseim. *An. Inst. Sup. Agron.* 32: 9-19.