

# **ROTAÇÃO DE CULTURAS. XIV. EFEITO DE CULTURAS DE INVERNO E DE VERÃO NA DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, NO PERÍODO AGRÍCOLA DE 1980 A 1986<sup>(1)</sup>**

**H. P. dos SANTOS<sup>(2)</sup> & E. S. ROMAN<sup>(2)</sup>**

## **RESUMO**

Durante sete anos, no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), avaliou-se a evolução dos níveis de nutrientes e matéria orgânica do solo, em experimento de rotação de culturas num latossolo vermelho-escuro distrófico. Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de rotação de culturas para trigo: 1) monocultura; 2) rotação de um inverno sem trigo (intercalado por cevada); 3) rotação de dois invernos sem trigo e 4) rotação de três invernos sem trigo. As culturas de inverno foram estabelecidas em plantio convencional. No verão, a área experimental foi cultivada em semeadura convencional com milho, até 1983, e direto, como soja, após essa data. O ensaio observou o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo a área útil das parcelas de 120m<sup>2</sup>. Não se constataram efeitos relevantes das rotações ou das sucessões de cultivos sobre os níveis de nutrientes e de matéria orgânica do solo, na camada superficial deste (0-20cm). Não foi possível concluir sobre os efeitos dos cultivos nos teores de P "disponível" e K "trocável" do solo devido aos diferentes manejos de adubação a que cada espécie foi submetida. Constataram-se aumentos no pH do solo e reflexos sobre os teores de Ca + Mg trocáveis, em função da calagem aplicada, até o terceiro ano após a aplicação do calcário (1/2 SMP), declinando posteriormente. Os teores de cálcio + magnésio e potássio trocáveis e o de matéria orgânica do solo mantiveram-se sempre acima dos teores iniciais após os cultivos tanto de inverno como de verão.

**Termos de indexação:** rotação de culturas, pH, Al trocável, Ca + Mg trocável, matéria orgânica, P e K.

**SUMMARY: CROP ROTATION. XIV. EFFECT OF WINTER AND SUMMER CROPS ON THE AVAILABILITY OF NUTRIENTS AND ON ORGANIC MATTER IN SOIL CULTIVATED FROM 1980 TO 1986**

*A study was carried out in a seven-year period in order to verify the evolution of soil chemical parameters as influenced by crop rotations in a wheat (*Triticum aestivum*) production sys-*

<sup>(1)</sup> Trabalho realizado como parte do Projeto Cooperativo de Pesquisa em Plantio Direto, Brasil/Canadá. Recebido para publicação em julho de 1988 e aprovado em setembro de 1989.

<sup>(2)</sup> Pesquisador da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, 99001 Passo Fundo, RS.

tem. The treatments were four crop rotation systems for wheat: 1) wheat in monoculture; 2) one winter without wheat; 3) two winters without wheat; 4) three winters without wheat. The experimental design was a complete randomized blocks with four replicates and plot size of 120m<sup>2</sup>. Winter crops were established after conventional soil preparation and mayze was grown in the summer, up to 1983. After soybeans were direct drilled. No effects of crop rotations on nutrients and on organic matter contents in the soil surface layer were observed. Conclusions about effects of crops on the levels of P and K were not possible, because of different fertilization levels applied. Calcium plus magnesium contents and soil pH reached the maximum three years after limestone application and declined after that time. The levels of Ca + Mg, K and organic matter were kept above the initial levels after each summer or winter season.

**Index terms:** crop rotation, pH, exchangeable Al, exchangeable Ca + Mg, organic matter, P and K.

## INTRODUÇÃO

A reciclagem de nutrientes é muito importante nos sistemas agrícolas, especialmente nos climas tropicais e subtropicais, onde é intensa a lixiviação de cátions básicos (cálcio, magnésio e potássio).

A rotação de culturas tem papel essencial na reciclagem de nutrientes, uma vez que, de acordo com Mengel & Kirkby (1979), as espécies vegetais diferem entre si com referência à quantidade de resíduos fornecidos, à eficiência de absorção de íons e à exploração de diferentes profundidades do solo.

Autores têm mostrado a influência dos resíduos de culturas sobre as propriedades químicas dos solos. Black (1973) verificou que aumentaram os efeitos da palha do trigo sobre os teores de matéria orgânica, nitrogênio e carbono relação C/N, nas camadas de até 15cm de profundidade. Santos & Reis (1989), constataram o efeito de rotações de cultura sobre os níveis de nutrientes e de matéria orgânica do solo: a soja provocou maior decréscimo no pH do solo e maiores aumentos nos teores de Al<sup>3+</sup>, fósforo e potássio disponíveis que as demais culturas (aveia, colza, linho, trigo e tremoço). Viégas et al. (1960) não observaram efeitos de mucuna (*Stizolobium* sp.) nos teores de matéria orgânica e nas demais propriedades químicas do solo.

Abrão & Canal (1982), Foth & Turk (1972) e Malavolta et al. (1984) verificaram variação nas necessidades de absorção de nutrientes pelas culturas, por unidade de produto obtido, em cevada, colza, linho, trigo, soja e milho. É necessário, portanto, que a adubação seja específica para cada cultura.

Este trabalho objetivou o estudo dos níveis de nutrientes e de matéria orgânica do solo, em quatro sistemas de rotação para trigo, por sete anos (1980-86).

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no campo, em ensaios instalados no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), em Passo Fundo (RS), por sete anos (1980-86), em um latossolo vermelho-escuro distrófico, unidade de mapeamento Passo Fundo (Brasil, 1973).

A área experimental vinha sendo cultivada com cevada e trigo desde 1975, dentro de um sistema de quatro cultivos em dois anos (Pereira & Bouglé, 1976), cujas características químicas e valores de matéria orgânica iniciais foram os seguintes: pH = 5,1; Al trocável: 1,3 meq/100g de solo; Ca + Mg trocáveis = 4,0 meq/100g de solo; matéria orgânica = 4,3%; P "extraível" = 17 ppm e K "trocável" = 92 ppm. Antes do plantio de inverno de 1975, aplicaram-se 3,75t/ha de calcário, correspondendo à metade da dose recomendada. Em 1980, modificou-se o esquema de sucessão, criando-se quatro sistemas de rotação de culturas para trigo: 1) monocultura; 2) rotação de um inverno sem trigo (intercalado por cevada); 3) rotação de dois invernos sem trigo e 4) rotação de três invernos sem trigo (Quadro 1). As culturas de inverno foram estabelecidas em plantio convencional. No verão, a área experimental foi cultivada com milho em semeadura convencional, até 1983, e direto, como a soja, após essa data. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições (Santos et al., 1987).

O preparo do solo de 1980 a 1983 foi feito, individualmente, por parcela (lavração com arado de disco mais gradagem) e, de 1984 a 1986, toda a área experimental foi preparada por lavração com arado de aiveca seguida por gradagem.

A calagem foi aplicada em 1981, antes da semeadura das culturas de inverno, em toda a área experimental, correspondente à metade da dose necessária para pH 6,0 (1 SMP: 7,2 t/ha) e incorporada com grade de discos, utilizando-se calcário com PRNT equivalente a 56%. As doses de adubos constam no quadro 2. As fórmulas de adubo aplicadas nesse período foram as seguintes: 1980 (4-24-18 e 0-30-15); 1981 a 1984 (6-28-20 e 0-30-17); 1985 (6-28-20 e 0-20-30) e 1986 (5-25-25 e 0-20-30). A adubação nitrogenada de cobertura foi uréia de 1980 a 1984 e sulfato de amônio, de 1985 a 1986. Coletaram-se as amostras dos solos logo após a colheita das culturas, tanto no inverno como no verão, na profundidade de 0-20cm, colhendo-se oito subamostras por parcela. As determinações foram executadas no Laboratório de Análise do CNPT.

As análises químicas (pH em H<sub>2</sub>O, fósforo extraível, potássio disponível, matéria orgânica, alumínio trocável e cálcio + magnésio trocáveis seguiram o método descrito por Tedesco et al. (1986).

Procedeu-se à análise estatística por época de amostragem do solo acima descrita, sendo as médias comparadas entre si, pela aplicação do teste de Duncan ao nível de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das análises do solo referentes às amostras coletadas na camada superficial (0-20cm), nos

diversos tratamentos (sistemas de cultivo), após cada plantio, no período 1980/86, encontram-se nos quadros 3 a 8. Os teores referidos como "iniciais" correspondem a análises de solo realizadas antes dos cultivos de inverno de 1980, ou seja, na reorganização dos sistemas de cultivo no ensaio.

Os valores de pH do solo em água, verificados após cada cultivo nas diversas seqüências de culturas estudadas oscilaram entre 4,7 e 5,6 - Quadro 3. Na

Quadro 1. Sistemas de cultivos (rendimentos de grãos) obtidos pelas culturas de inverno e de verão relativos aos anos agrícolas de 1980/86

Trata- mentos	1980		1981		1982		1983	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
nº	t/ha							
1	Trigo (2,4)	Soja (2,1)	Trigo (2,2)	Soja (1,8)	Trigo (0,4)	Soja (4,4)	Trigo (0,2)	Soja (3,3)
2	Trigo (2,5)	Soja (2,0)	Colza (1,6)	Soja (1,3)	Cevada (1,2)	Soja (4,8)	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (5,2)
3	Colza (0,6)	Soja (2,0)	Cevada (3,0)	Soja (1,9)	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (4,3)	Trigo (1,5)	Soja (3,5)
4	Trigo (2,5)	Soja (2,1)	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (2,4)	Trigo (1,0)	Soja (4,4)	Colza (1,0)	Soja (3,5)
5	Tremoço <sup>(1)</sup>	Soja (2,5)	Trigo (3,0)	Soja (1,7)	Colza (0,9)	Soja (3,0)	Cevada (2,3)	Soja (3,3)
6	Trigo (2,5)	Soja (2,0)	Trevo <sup>(2)</sup>	Trevo <sup>(2)</sup>	Trevo <sup>(2)</sup>	Milho (3,8)	Trigo (0,4)	Soja (3,1)
7	Trevo <sup>(2)</sup>	Trevo <sup>(2)</sup>	Milho (0,7)	Trigo (2,0)	Soja (2,8)	Trevo <sup>(2)</sup>	Trevo <sup>(2)</sup>	Trevo <sup>(2)</sup>
8	Trevo <sup>(2)</sup>	Milho (5,9)	Trigo (2,7)	Soja (1,8)	Trevo <sup>(2)</sup>	Trevo <sup>(2)</sup>	Trevo <sup>(2)</sup>	Milho (4,2)
9	Trigo (2,3)	Soja (2,0)	Colza (1,6)	Soja (1,4)	Linho (0,6)	Soja (4,3)	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (4,7)
10	Colza (0,6)	Soja (2,2)	Linho (1,3)	Soja (1,3)	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (4,6)	Trigo (1,8)	Soja (3,4)
11	Pousio ( . . . )	Soja (2,5)	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (2,0)	Trigo (2,1)	Soja (2,4)	Colza (1,1)	Soja (3,4)
12	Pousio ( . . . )	Milho (7,2)	Trigo (2,8)	Soja (1,8)	Colza (0,8)	Soja (2,8)	Linho (1,2)	Soja (3,5)
C. V. (%)								
Trigo	6		4		16		29	
Colza	15		11		15		11	
Soja	13		20		9		8	
Milho	8		13		12		17	

Trata- mentos	1984		1985		1986	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
1	Trigo (1,7)	Soja (3,6)	Trigo (2,0)	Soja (2,7)	Trigo (2,2)	Soja (1,5)
2	Trigo (2,0)	Soja (3,7)	Colza (0,8)	Soja (0,9)	Cevada (3,2)	Soja (1,6)
3	Colza (1,2)	Soja (3,5)	Cevada (2,6)	Soja (2,6)	Serradela <sup>(1)</sup>	Milho (5,1)
4	Cevada (2,2)	Soja (3,7)	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (3,8)	Trigo (2,6)	Soja (1,5)
5	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (5,9)	Trigo (2,5)	Soja (2,7)	Colza (1,4)	Soja (1,3)
6	Aveia <sup>(3)</sup>	Soja (3,5)	Ervilhaca <sup>(1)</sup>	Milho (3,4)	Trigo (2,8)	Soja (1,8)
7	Ervilhaca <sup>(1)</sup>	Milho (5,6)	Trigo (2,7)	Soja (2,8)	Aveia <sup>(3)</sup>	Soja (1,8)
8	Trigo (1,9)	Soja (3,6)	Aveia <sup>(3)</sup>	Soja (2,6)	Ervilhaca <sup>(1)</sup>	Milho (5,6)
9	Trigo (2,0)	Soja (3,7)	Colza (0,7)	Soja (1,1)	Linho (0,7)	Soja (1,6)
10	Colza (1,2)	Soja (3,4)	Linho (0,8)	Soja (2,8)	Serradela <sup>(1)</sup>	Milho (5,4)
11	Linho (1,4)	Soja (3,8)	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (3,4)	Trigo (2,8)	Soja (1,8)
12	Tremoço <sup>(1)</sup>	Milho (5,7)	Trigo (2,8)	Soja (2,9)	Colza (1,4)	Soja (1,4)
C.V. (%)						
Trigo	6		9		2	
Colza	4		21		9	
Soja	6		9		9	
Milho	7		11		6	

(1) Adubação verde. (2) Mantida na forma de pastagem no inverno e no verão. (3) Cobertura de solo no inverno.

instalação deste ensaio, junho de 1975, aplicou-se metade da dose recomendada de calagem (1/2 SMP) e metade (1/2 SMP) antes dos cultivos de inverno, em junho de 1981, o que explica os dados referidos. Pode-se verificar que os cultivos de inverno provocaram mudanças significativas no pH do solo, ao nível estatístico de 5% em três dos sete anos estudados

(1982, 1984 e 1985), e que, em geral, constataram-se os valores mais elevados após as seqüências soja-tremoço, soja-colza e trevo-ervilhaca e, mais baixos, após as gramíneas de inverno. Na média de valores de pH, por época de amostragem - Quadro 3 - os valores máximos foram atingidos após os cultivos de verão de 1982 e de inverno de 1983, isto é, decorridos 18 meses da

Quadro 2. Adubação nitrogenada, fosfatada e potássica, colocada para as culturas de inverno e de verão de 1980/86

Trata- mentos	Nutri- entes	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986		
		Inverno	Verão													
nº		kg/ha														
1	N	58	0 <sup>(1)</sup>	39	0 <sup>(1)</sup>	39	0 <sup>(1)</sup>	69	0 <sup>(1)</sup>	38	0 <sup>(1)</sup>	45	0 <sup>(1)</sup>	42,5	0 <sup>(1)</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	60	42	75	42	45	42	60	84	75	70	50	62,5	52,5	
	K <sub>2</sub> O	36	30	30	42,5	30	25,5	30	34	60	42,5	50	75	62,5	75	
2	N	58	0 <sup>(1)</sup>	62	0 <sup>(1)</sup>	39	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	9	38	0 <sup>(1)</sup>	45	0 <sup>(1)</sup>	42,5	0 <sup>(1)</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	60	56	75	42	45	0 <sup>(1)</sup>	42	84	75	70	50	62,5	52,5	
	K <sub>2</sub> O	36	30	40	42,5	30	25,5	0 <sup>(1)</sup>	30	60	42,5	50	75	62,5	75	
3	N	38	0 <sup>(1)</sup>	39	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	42	69	0 <sup>(1)</sup>	38	0 <sup>(1)</sup>	45	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	10	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	60	42	75	0 <sup>(1)</sup>	56	42	60	84	75	70	50	0 <sup>(1)</sup>	50	
	K <sub>2</sub> O	36	30	30	42,5	0 <sup>(1)</sup>	40	30	34	60	42,5	50	75	0 <sup>(1)</sup>	50	
4	N	58	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	50	39	0 <sup>(1)</sup>	54	0 <sup>(1)</sup>	38	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	21	42,5	0 <sup>(1)</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	60	0 <sup>(1)</sup>	90	42	45	42	60	84	75	0 <sup>(1)</sup>	78	62,5	52,5	
	K <sub>2</sub> O	36	30	0 <sup>(1)</sup>	51	30	25,5	30	34	60	42,5	0 <sup>(1)</sup>	70	62,5	75	
5	N	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	39	0 <sup>(1)</sup>	76,8	0 <sup>(1)</sup>	54	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	45	45	0 <sup>(1)</sup>	42,5	0 <sup>(1)</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	60	42	75	78,4	45	42	60	0 <sup>(1)</sup>	67,5	70	50	62,5	52,5	
	K <sub>2</sub> O	36	30	30	42,5	56	25,5	30	34	0 <sup>(1)</sup>	38,3	50	75	62,5	75	
6	N	58	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	42	69	0 <sup>(1)</sup>	22	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	21	42,5	0 <sup>(1)</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	60	56	0 <sup>(1)</sup>	60	56	42	60	56	75	0 <sup>(1)</sup>	98	62,5	52,5	
	K <sub>2</sub> O	36	30	40	0 <sup>(1)</sup>	60	40	30	34	40	42,5	0 <sup>(1)</sup>	70	62,5	75	
7	N	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	50	39	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	45	45	0 <sup>(1)</sup>	30	0 <sup>(1)</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	0 <sup>(1)</sup>	56	90	42	45	45	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	67,5	70	50	50	52,5	
	K <sub>2</sub> O	36	0 <sup>(1)</sup>	40	51	30	25,5	25,5	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	38,3	50	75	50	75	
8	N	0 <sup>(1)</sup>	42	39	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	9	38	0 <sup>(1)</sup>	35	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	10	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	56	42	75	60	0 <sup>(1)</sup>	45	42	84	75	70	50	0 <sup>(1)</sup>	50	
	K <sub>2</sub> O	36	40	30	42,5	60	0 <sup>(1)</sup>	25,5	30	60	42,5	50	75	0 <sup>(1)</sup>	50	
9	N	58	0 <sup>(1)</sup>	62	0 <sup>(1)</sup>	39	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	9	38	0 <sup>(1)</sup>	45	0 <sup>(1)</sup>	30	0 <sup>(1)</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	60	56	75	42	45	0 <sup>(1)</sup>	42	84	75	70	50	50	52,5	
	K <sub>2</sub> O	36	30	40	42,5	30	25,5	0 <sup>(1)</sup>	30	60	42,5	50	75	50	75	
10	N	38	0 <sup>(1)</sup>	9	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	42	69	0 <sup>(1)</sup>	38	0 <sup>(1)</sup>	35	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	10	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48	60	42	75	0 <sup>(1)</sup>	56	42	60	84	75	70	50	0 <sup>(1)</sup>	50	
	K <sub>2</sub> O	36	30	40	42,5	0 <sup>(1)</sup>	40	30	34	60	42,5	50	75	0 <sup>(1)</sup>	50	
11	N	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	50	39	0 <sup>(1)</sup>	54	0 <sup>(1)</sup>	30	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	21	42,5	0 <sup>(1)</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0 <sup>(1)</sup>	60	0 <sup>(1)</sup>	90	42	45	42	60	56	75	0 <sup>(1)</sup>	98	62,5	52,5	
	K <sub>2</sub> O	0 <sup>(1)</sup>	30	0 <sup>(1)</sup>	51	30	25,5	30	34	40	42,5	0 <sup>(1)</sup>	70	62,5	75	
12	N	0 <sup>(1)</sup>	42	39	0 <sup>(1)</sup>	76,8	0 <sup>(1)</sup>	36	0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	45	45	0 <sup>(1)</sup>	42,5	0 <sup>(1)</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0 <sup>(1)</sup>	56	42	75	78,4	45	28	60	0 <sup>(1)</sup>	67,5	70	50	62,5	52,5	
	K <sub>2</sub> O	0 <sup>(1)</sup>	40	30	42,5	56	25,5	20	34	0 <sup>(1)</sup>	38,3	50	75	62,5	75	

(1) Não foi colocada adubação nesse ano.

reaplicação de calcário, declinando posteriormente. No entanto, ao longo dos anos, os valores de pH do solo mantiveram-se acima dos teores "iniciais" obtidos na reorganização do experimento.

Os valores referentes ao Al trocável no solo, nas diversas épocas de amostragem, no período total, acham-se no Quadro 4: observaram-se diferenças significativas devidas aos tratamentos somente após os cultivos de inverno de 1985, mas a amplitude de variação dos valores médios, após os referidos cultivos (0,3 a 0,6 meq/100g), não permite separar efeitos nítidos em função das várias seqüências de culturas. Quando o ensaio foi instaurado, os teores "iniciais" de Al trocável estavam relativamente altos, chegando no final dos cultivos de verão ao redor de 1,0 meq/100g de solo. Após

a calagem, observou-se redução para 0,1 e 0,7 meq/100g de solo ao longo dos anos. Na média dos dados de Al trocável, seu conteúdo se reduziu de 1,0 para cerca de 0,3 a 0,5 meq/100g de solo, após a reaplicação de 1/2 SMP de calagem, em 1981 até o verão de 1986.

Os teores de cálcio + magnésio trocáveis do solo, nos diferentes tratamentos, em todo o período, variaram aproximadamente, entre 5 e 9 meq/100g - Quadro 5. Somente nas amostragens realizadas no verão de 1983 encontraram-se diferenças significativas entre os efeitos dos tratamentos sobre os teores de Ca + Mg trocáveis, cujo valor mais elevado ocorreu após uma seqüência de três cultivos de trevo e um de milho. Em geral, os valores mais altos de Ca + Mg foram observados após as sucessões com leguminosas. Como estas assimilam mais N na forma de  $\text{NH}_4^+$ , devido à

Quadro 3. Valores de pH em  $\text{H}_2\text{O}$  relação 1:1, na camada arável do solo (0-20cm), determinados após as culturas de inverno e de verão de 1980/86

Tratamentos	Teores iniciais	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986	
		Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
<i>nº</i>															
1	5,1	5,1	5,0	5,4	5,3	5,38ab	5,4	5,4	5,3	5,13c	5,3	5,18cd	5,2	5,4	5,4
2	5,1	5,1	4,9	5,4	5,2	5,30abc	5,3	5,3	5,4	5,15c	5,4	5,28cd	5,3	5,4	5,3
3	5,1	5,2	4,9	5,3	5,4	5,48a	5,5	5,4	5,3	5,15c	5,3	5,20cd	5,2	5,3	5,3
4	5,1	5,1	4,9	5,3	5,3	5,35abc	5,4	5,5	5,4	5,13c	5,3	5,38ab	5,3	5,3	5,4
5	5,1	5,0	4,9	5,3	5,3	5,20bc	5,5	5,4	5,4	5,35b	5,3	5,20cd	5,2	5,3	5,4
6	5,1	5,1	4,9	...	...	5,15c	5,4	5,3	5,3	5,28ab	5,3	5,33bc	5,2	5,2	5,2
7	5,1	5,0	4,7	5,3	5,3	5,38ab	5,4	5,3	5,3	5,50a	5,4	5,20cd	5,2	5,4	5,4
8	5,1	5,1	5,0	5,4	5,2	...	5,2	5,4	5,4	5,08c	5,3	5,23bc	5,1	5,2	5,3
9	5,1	5,1	4,9	5,4	5,3	5,30abc	5,4	5,4	5,4	5,08c	5,3	5,23bc	5,3	5,4	5,4
10	5,1	5,1	5,0	5,4	5,3	5,45a	5,4	5,5	5,3	5,10c	5,3	5,15d	5,4	5,3	5,4
11	5,1	5,1	5,0	5,4	5,4	5,23bc	5,4	5,4	5,4	5,01c	5,3	5,50a	5,2	5,4	5,4
12	5,1	...	5,0	5,4	5,5	5,48a	5,5	5,6	5,4	5,48ab	5,3	5,25bcd	5,3	5,4	5,4
Média		5,1	4,9	5,3	5,3	5,34	5,4	5,4	5,3	5,21	5,3	5,26	5,3	5,3	5,3
C.V. (%)		2,36	3,37	2,39	2,85	2,45	2,41	2,52	2,25	1,86	1,80	2,03	2,17	2,40	2,16
Q.M.erro		0,0143ns	0,0273ns	0,0163ns	0,0229ns	0,0171*	0,0169ns	0,0184ns	0,0145ns	0,0094**	0,6225ns	1 114**	0,0129ns	0,0164ns	0,0132ns

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Duncan. ns: não significativo. \*Nível de significância de 5%. \*\*Nível de significância de 1%.

Quadro 4. Valores de alumínio trocável, na camada arável do solo (0-20cm), determinados após as culturas de inverno e de verão de 1980/86

Tratamentos	Teores iniciais	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986	
		Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
<i>nº</i>															
		meq/100g													
1	0,9	0,83	1,00	0,26	0,46	0,20	0,21	0,23	0,45	0,35	0,33	0,33c	0,54	0,36	0,41
2	0,9	0,89	1,15	0,50	0,38	0,28	0,31	0,31	0,33	0,35	0,20	0,29c	0,38	0,35	0,50
3	0,9	0,79	1,06	0,41	0,31	0,29	0,23	0,30	0,59	0,34	0,34	0,38c	0,50	0,45	0,50
4	0,9	0,89	1,08	0,41	0,30	0,31	0,23	0,24	0,49	0,33	0,30	0,46bc	0,40	0,41	0,53
5	0,9	0,84	1,06	0,53	0,50	0,44	0,20	0,39	0,41	0,29	0,30	0,40c	0,41	0,48	0,51
6	0,9	0,88	1,10	...	...	0,36	0,36	0,53	0,65	0,44	0,41	0,63ab	0,58	0,60	0,68
7	0,9	0,91	0,98	0,38	0,34	0,21	0,29	0,36	0,39	0,19	0,21	0,31c	0,43	0,35	0,44
8	0,9	0,83	1,01	0,36	0,58	...	0,46	0,31	0,30	0,46	0,40	0,38c	0,60	0,49	0,49
9	0,9	0,78	1,04	0,43	0,39	0,34	0,25	0,26	0,28	0,36	0,29	0,38c	0,45	0,40	0,53
10	0,9	0,79	0,96	0,30	0,40	0,10	0,27	0,19	0,58	0,31	0,31	0,44c	0,40	0,41	0,48
11	0,9	0,85	1,06	0,54	0,26	0,39	0,40	0,31	0,50	0,49	0,38	0,65a	0,46	0,45	0,55
12	0,9	...	0,93	0,36	0,23	0,16	0,18	0,14	0,39	0,14	0,24	0,30c	0,28	0,33	0,38
Média		0,84	1,04	0,41	0,38	0,28	0,29	0,30	0,44	0,34	0,31	0,41	0,45	0,42	0,50
C.V. %		20,95	20,62	56,08	50,70	60,44	58,60	55,01	44,22	45,66	48,24	31,26	31,09	31,99	29,16
Q.M.erro		0,0310ns	0,045ns	0,0521ns	0,0364ns	0,0285ns	0,0272ns	0,0267ns	0,0387ns	0,0236ns	0,0221ns	0,0165**	0,0197ns	0,0183ns	0,0212ns

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Duncan. ns: não significativo. \*Nível de significância de 1%.

fixação de N<sub>2</sub> atmosférico, é possível que, para manter o balanço de carga nas plantas, tenham excretado íons H<sup>+</sup>. Este pode ter reduzido o pH da rizosfera e limitado a absorção de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. Nota-se que os dados, em geral, estiveram sempre acima dos teores "iniciais", registrados na reorganização do ensaio. Considerando-se os dados médios, verifica-se que os valores de Ca + Mg trocáveis situavam-se ao redor de 5,0 meq/100g antes da reaplicação do calcário, elevando-se para 6,8 meq/100g logo após a calagem, isto é, após os cultivos de inverno, em 1981, atingindo valores máximos após os cultivos de inverno de 1983, declinando, posteriormente, para cerca de 6,8 meq/100g de solo no verão de 1986.

Fazendo-se uma análise dos dados de pH em água, alumínio trocável e valores de Ca + Mg trocáveis do solo, nas diversas épocas de amostragem, em função dos resultados médios - Quadros 3 a 5 - verifica-se que a calagem de junho de 1981 apresentou um efeito residual de cerca de 2,5 anos, como se pode observar, nos valores de Ca + Mg trocáveis, reduzindo-se a partir de 1983. Neste ano, a calagem apresenta um efeito residual menos prolongado do que o normalmente preconizado para cinco anos, quando aplicado 1/2 SMP, como ocorreu neste estudo. Isso está de acordo com os dados obtidos por Bouglé & Pereira (1978). Deveria ter sido aplicado calcário mais frequente, para solucionar esse problema.

Quadro 5. Valores de Ca + Mg trocáveis, na camada arável do solo (0-20cm), determinados após as culturas de inverno e de verão de 1980/86

Tratamentos	Teores iniciais	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986	
		Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
nº		meq/100g													
1	4,8	5,11	5,28	7,09	6,51	7,38	7,27	8,44	6,74bc	6,94	7,09	7,06	6,21	7,04	7,19
2	4,8	5,09	5,14	6,79	6,88	7,15	6,95	8,73	7,35ab	6,91	7,35	7,11	6,53	6,79	7,02
3	4,8	5,15	5,19	6,68	6,99	7,15	7,35	8,38	6,59bc	6,95	7,15	6,73	6,28	6,63	6,88
4	4,8	4,93	5,28	6,68	6,98	6,90	7,20	8,75	6,89abc	6,99	7,15	7,26	6,40	6,80	6,79
5	4,8	5,03	5,30	6,53	6,26	6,50	7,21	8,54	6,93abc	6,50	7,35	6,65	6,21	6,51	6,77
6	4,8	5,11	5,29	...	...	6,98	6,99	7,78	6,58bc	6,25	7,06	6,81	6,06	6,70	6,43
7	4,8	4,75	5,33	7,00	6,85	6,98	7,01	8,34	6,86abc	6,81	7,55	7,00	6,40	6,85	6,82
8	4,8	5,21	5,26	6,99	6,28	...	6,86	8,79	7,59a	6,71	7,13	6,76	6,36	6,58	7,19
9	4,8	5,03	5,28	6,95	6,68	6,79	7,21	8,96	7,28abc	6,65	7,14	6,81	6,56	6,69	6,54
10	4,8	5,20	5,45	7,00	6,71	7,28	7,17	8,83	6,54c	6,74	7,08	6,59	6,51	6,60	7,03
11	4,8	5,10	5,16	6,81	7,11	6,89	7,00	8,91	6,64bc	6,73	6,96	6,71	6,56	6,85	6,64
12	4,8	...	5,49	6,90	7,33	7,94	7,49	9,36	7,16abc	7,19	7,45	6,98	6,75	7,24	7,26
Média		5,06	5,29	6,85	6,78	7,08	7,14	8,65	6,93	6,78	7,20	6,87	6,40	6,77	6,87
C.V. %		7,01	7,34	9,59	7,87	8,73	7,42	8,70	6,72	6,67	8,15	6,37	5,39	6,53	6,93
Q.M. erro		0,1262ns	0,1507ns	0,4317ns	0,2845ns	0,3825ns	0,2809ns	0,5665ns	0,2166*	0,2045ns	0,3448ns	0,1919ns	0,1191ns	0,1956ns	0,2269ns

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferença significativa ao nível de 5%, pelo teste de Duncan. ns: não significativo. \*Nível de significância de 5%.

Quadro 6. Valores de matéria orgânica na camada arável do solo (0-20cm), determinados após as culturas de inverno e de verão de 1980-86

Tratamentos	Teores iniciais	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986	
		Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
nº		%													
1	3,2	3,6	3,6	3,38bcd	3,7ab	3,5abc	3,5	3,35bcd	3,3	3,3	3,4	3,53cde	3,4	3,6	3,4
2	3,2	3,6	3,7	3,50ab	3,9a	3,7a	3,4	3,60a	3,5	3,2	3,5	3,65bcd	3,4	3,4	3,4
3	3,2	3,5	3,5	3,25cd	3,5b	3,6ab	3,4	3,35bcd	3,4	3,2	3,4	3,58de	3,3	3,4	3,4
4	3,2	3,6	3,5	3,73a	3,5b	3,2c	3,3	3,23d	3,4	3,2	3,3	3,75abc	3,4	3,4	3,3
5	3,2	3,4	3,5	3,33bcd	3,5b	3,5abc	3,4	3,45abc	3,4	3,3	3,5	3,55cde	3,4	3,5	3,4
6	3,2	3,5	3,5	...	...	3,4bc	3,3	3,23d	3,3	3,3	3,4	3,95a	3,5	3,5	3,3
7	3,2	3,5	3,7	3,43bc	3,6b	3,4bc	3,4	3,45abc	3,4	3,2	3,4	3,35e	3,3	3,4	3,3
8	3,2	3,6	3,7	3,40bc	3,6b	...	3,4	3,45abc	3,6	3,2	3,4	3,38e	3,5	3,6	3,4
9	3,2	3,5	3,7	3,38bcd	3,5b	3,7a	3,4	3,50ab	3,5	3,2	3,4	3,53cde	3,4	3,5	3,4
10	3,2	3,4	3,6	3,38bcd	3,5b	3,6ab	3,3	3,35bcd	3,4	3,2	3,5	3,40e	3,3	3,4	3,5
11	3,2	3,5	3,6	3,68a	3,7ab	3,6ab	3,3	3,28cd	3,4	3,2	3,4	3,85ab	3,2	3,6	3,3
12	3,2	...	3,5	3,15d	3,4b	3,6ab	3,3	3,48ab	3,4	3,3	3,4	3,33e	3,4	3,5	3,4
Média		3,5	3,6	3,42	3,6	3,5	3,4	3,4	3,4	3,2	3,4	3,56	3,4	3,5	3,4
C.V. %		4,52	4,02	4,37	4,23	4,59	2,89	3,77	3,66	2,78	5,03	4,42	4,25	4,76	2,78
Q.M. erro		0,0249ns	0,0207ns	0,023**	0,0227*	0,0260**	0,0094ns	0,0163**	0,0157ns	0,0080	0,0294ns	0,0248**	0,0205ns	0,0271ns	0,0088ns

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan. ns: não significativo. \*nível de significância de 5%.

\*\*nível de significância de 1%.

No quadro 6, podem ser observados os teores de matéria orgânica do solo após diversas seqüências de culturas no período. Os valores oscilaram entre 3,2 e 3,9%. Após as culturas de verão, verificaram-se diferenças entre os tratamentos em 1981, ao nível de 5%. Com respeito às culturas de inverno, em geral, ocorreram maiores teores de matéria orgânica no solo após cultivos de leguminosas, mas isso não repercutiu nesse componente do solo a longo prazo (cinco a seis anos). O oposto foi observado, em geral, após duas gramíneas, em seqüência. Considerando-se os dados médios, os valores de matéria orgânica oscilaram, ao longo dos anos, entre 3,2 e 3,6%, após a reorganização do ensaio. Esses teores estiveram sempre acima dos denominados "iniciais", exceto no inverno de 1984, quando foram iguais aos referidos.

Os teores de P extraível, após os cultivos de inverno e de verão, em 1980/86, constam no Quadro 7. Houve diferenças significativas, em todo o experimento, após a reorganização do ensaio, depois dos cultivos de inverno de 1980, 1981 e 1985 e de verão de 1982 e 1983. Nessas oportunidades, os valores de P do solo mais elevados foram verificados nos sistemas de cultivo envolvendo a sucessão trevo-trevo, trigo-soja, tremoço-milho e milho-trigo. Considerando-se os dados médios, verifica-se que os teores de P extraível situaram-se entre 10,9 e 23,8 ppm, permanecendo, em média, acima dos considerados "críticos" para esse tipo de solo, ou seja, 9 ppm (Siqueira et al., 1987). As quantidades de fósforo aplicadas via fertilizantes foram, portanto, suficientes para manter seus teores no solo em nível adequado.

Quadro 7. Valores de P "extraível" na camada arável do solo (0-20cm), determinados após as culturas de inverno e de verão de 1980/86

Trata- mentos	Teores iniciais	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986	
		Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
<sup>nº</sup>															
1	12,5	12,3bc	10,8	13,1b	14,8	18,6	11,9bc	13,6	10,8abc	15,5	17,9	21,0bcd	19,9	24,5	19,1
2	12,5	12,1bc	11,3	12,1b	13,1	13,8	13,5bc	16,0	13,1a	14,1	17,0	19,9bcd	24,3	20,1	21,4
3	12,5	18,0a	10,4	13,0b	13,8	14,5	11,5bc	12,8	9,5bc	18,5	15,1	22,3bc	20,1	22,0	17,8
4	12,5	11,9bc	10,1	10,6b	11,5	17,3	10,1c	12,5	8,8c	15,5	16,0	16,1de	20,6	25,1	18,4
5	12,5	14,5abc	12,0	13,9ab	14,3	16,8	15,3ab	14,5	11,6abc	14,8	14,0	17,5cde	22,6	20,3	17,6
6	12,5	14,5abc	11,1	...	...	18,6	12,3bc	12,8	8,8c	19,8	13,9	18,1bcde	24,8	28,3	20,8
7	12,5	13,4bc	12,0	16,5a	16,6	20,4	18,5a	18,5	14,0a	18,8	18,6	30,9a	24,4	25,6	18,5
8	12,5	12,8bc	12,0	13,5ab	13,9	...	14,1abc	14,6	12,6ab	14,9	18,0	23,3b	22,4	23,8	20,1
9	12,5	13,1bc	10,4	13,9ab	14,1	14,0	13,1bc	13,1	10,6abc	16,5	12,8	21,4bcd	21,4	23,9	17,1
10	12,5	16,4ab	13,1	12,9b	14,8	13,5	11,5bc	13,6	8,8c	17,8	14,4	22,1bc	21,3	24,0	20,5
11	12,5	13,8bc	12,0	11,6b	11,9	15,6	11,5bc	13,5	10,9abc	15,8	15,8	14,1e	21,3	25,5	16,4
12	12,5	...	12,9	11,6b	13,8	16,3	13,6bc	14,6	10,9abc	14,3	14,0	19,8bcde	20,4	22,9	17,9
Média		13,9	11,5	13,0	13,9	16,3	13,1	14,2	10,9	16,3	15,7	20,5	21,9	23,8	18,8
C.V. %		18,38	14,79	15,89	18,26	19,97	23,08	17,15	18,94	21,61	17,37	19,21	19,33	14,21	15,90
Q.M. erro		6,5042*	2,8939ns	4,2538ns	6,3996ns	10,5909ns	9,1210*	5,9143ns	4,2254*	12,4621ns	7,3600ns	15,5519**	17,9686ns	11,4560ns	8,9268ns

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan. ns: não significativo. \*nível de significância de 5%. \*\*nível de significância de 1%.

Quadro 8. Valores de K trocável na camada arável do solo (0-20cm) determinados após as culturas de inverno e de verão de 1980/86

Trata- mentos	Teores iniciais	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986	
		Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
<sup>nº</sup>															
1	50	184a	106	131ab	113bc	145abc	126a	125a	90bcd	123b	125ab	140a	103abc	167ab	126
2	50	181a	102	81d	150a	149ab	109abc	118ab	90bc	146a	140a	142a	111ab	159ab	117
3	50	154ab	90	111bc	112bc	129bcd	132a	127a	83bcd	122b	123ab	142a	116a	125cd	110
4	50	154ab	101	129ab	98c	135bcd	91c	99abc	79cd	125b	97cde	110bc	94c	141bc	110
5	50	135b	97	100cd	92c	94f	98bc	83c	77cd	90b	89e	120abc	97bc	102d	102
6	50	169ab	104	...	...	105ef	90c	92bc	66d	85d	98cde	112bc	92c	147abc	97
7	50	135b	109	148a	121abc	161a	127a	109abc	106ab	118b	114bcd	131ab	115a	148abc	104
8	50	170ab	114	126ab	98c	...	88c	82c	83bcd	114bc	112bcd	110bc	96bc	124cd	94
9	50	181a	107	81d	132ab	131bcd	122ab	110abc	126a	133ab	120b	139a	115a	173a	118
10	50	141b	95	120bc	112bc	114def	106abc	121ab	76cd	119b	120b	133ab	111ab	128cd	116
11	50	166ab	107	135ab	104bc	125cde	111ab	116ab	94bc	128ab	115bc	123abc	96bc	172d	101
12	50	...	118	114bc	101bc	117de	92c	117ab	80cd	95cd	94de	106c	103abc	111d	106
Média		161	104	116	112	128	108	108	88	116	112	126	104	141	108
C.V. %		13,29	14,88	14,0	17,26	10,70	16,09	16,47	17,85	11,94	12,21	13,75	11,21	13,64	13,26
Q.M. erro		457,2727*	239,6263ns	263,9394**	372,9515**	186,2121**	298,6111**	317,1919**	244,9091**	192,4268**	187,4,773**	297,1338*	135,5556*	370,9091**	205,0101n

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan. ns: não significativo. \*nível de significância de 5%. \*\*nível de significância de 1%.

Os dados relativos ao potássio trocável em função dos diversos sistemas de cultivo, em todo o experimento, encontram-se no Quadro 8. Constataram-se diferenças significativas nesse período, após a reorganização do ensaio, em doze das catorze amostras, predominando depois dos cultivos de inverno, em relação ao verão. Os teores mais baixos de potássio no solo aparecem após cultivos de colza, na maioria dos casos. Considerando-se os dados médios, os valores oscilaram entre 88 e 161 ppm, mantendo-se em média, acima dos valores tidos como "críticos" para este tipo de solo, isto é, 80 ppm, conforme Siqueira et al. (1987). Os níveis de adubação aplicada foram suficientes para manter os teores de potássio no solo em níveis adequados.

## CONCLUSÕES

- Após sete anos de cultivo, não se observaram diferenças relevantes no pH, nos teores de Al trocável, no Ca + Mg trocáveis e no teor de matéria orgânica do solo, em função das diversas sucessões de culturas estudadas.

- O manejo diferenciado, por espécie, da adubação fosfatada e potássica, não permite análise exclusiva do efeito dos sistemas de cultivo sobre a disponibilidade dos referidos nutrientes no solo. O nível de adubação aplicada ao longo dos anos foi suficiente para manter os teores de P e K no solo acima do valor considerado crítico.

- O Ca + Mg trocáveis, o K trocável e a matéria orgânica do solo mantiveram-se sempre acima dos teores iniciais, após as culturas tanto de inverno como de verão.

- A quantidade de cálcio aplicada ao solo, equivalente à metade da recomendada (1/2 SMP), teve seu efeito residual diminuído no solo, requerendo reaplicação mais freqüente do que o normalmente recomendado, ou seja, cinco anos.

- Em sete anos (catorze cultivos), não houve modificações relevantes nas características químicas do solo estudado, apesar das várias opções de sistemas de rotação e sucessões de cultura.

## LITERATURA CITADA

ABRÃO, J.J.R. & CANAL, L.N. Adubação e calagem na cultura do linho (*Linum usitatissimum* L.). In: REUNIÃO ESTADUAL DE PESQUISA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DO LINHO, 1., Cruz Alta, RS, 1982. Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa, à 1ª Reunião Estadual de Pesquisa e Assistência Técnica do Linho. Cruz Alta, FECOTRIGO-CEP, 1982. p.19-44.

BLACK, A.L. Soil property changes associated with crop residue management in wheat-fallow rotation. Proc. Soil Sci. Soc. Am., Madison, 37:943-946, 1973.

BOUGLÉ, B.R. & PEREIRA, L.R. Sistemas de produção de trigo-soja. Informe preliminar sobre a evolução de algumas características do solo. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 10., Porto Alegre, RS, 1978. Solos e técnicas culturais, economia e sanidade. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1978. v.2, p.31-39.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30)

FOTH, H.D. & TURK, L.M. Nutrient requirement and mineral nutrition of plants. In: FOTH, H.D. & TURK, L.M. Fundamentals of soil science. 5.ed. New York, John Wiley, 1972. Chap.11, p.273-297.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO, D.; CARVALHO, J.G.; MALAVOLTA, M.L. & ZAMBELLO, F.C. Efeitos de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico. II. Colza (*Brassica napus* L. var. oleifera). In: MALAVOLTA, E., coord. Efeitos de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico: capim-colonião, colza, sorgo sacarino. São Paulo, SN-Centro de Pesquisa de Promoção de Sulfato de Amônio, 1984. p.25-42. (Divulgação Técnica, Boletim Técnico, 3)

MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 2.ed. Bern, International Potash Institute, 1979, 593p.

PEREIRA, L.R. & BOUGLÉ, B.R. Informe sobre o comportamento das culturas de inverno, trigo e cevada em ensaios de rotação. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 8., Ponta Grossa, PR, 1976. Solos e técnicas culturais. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1976. p.76-88.

SANTOS, H.P. dos & REIS, E.M. Rotação de culturas. X. Efeitos de culturas de inverno e de soja na evolução dos níveis de nutrientes e de matéria orgânica do solo. R. bras. Ci. solo, Campinas, 13:295-308, 1989.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; PEREIRA, L.R. & VIEIRA, S.A. Rotação de culturas. XIII. Efeito no rendimento de grãos e de doenças radiculares de trigo e de outras culturas de inverno e de verão de 1980 a 1986. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NO SUL, 15., Cruz Alta, RS, 1987. Soja; resultados de pesquisa 1986-1987. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1987. p.90-104.

SIQUEIRA, O.J.F. de; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G.; ANGHNONI, I.; PATELLA, J.F.; TEDESCO, M.J.; MILAN, P.A. & ERNANI, P.R. Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1987. 100p.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. Análise de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre, UFRGS, 1986. UFRGS - Departamento de Solos. (Boletim Técnico, 5)

VIÉGAS, G.P.; GARGANTINI, H. & FREIRE, E.S. Adubação do milho. XIII. Efeitos de mucuna, do calcário e de outros adubos, sobre as propriedades químicas do solo. Bragantia, Campinas, 19(8):91-100, 1960.