

II. Área de Pesquisa: Ecologia, Fisiologia e Práticas culturais

1. Título: Rotação de culturas. XII. Avaliação do rendimento de grãos de trigo e de doenças radiculares, observando-se um intervalo de dois anos de rotação e de outras culturas de inverno e da soja de 1979 a 1986.

1.1. Pesquisadores: Henrique Pereira dos Santos, Erlei Melo Reis, Luiz Ricardo Pereira e Simião Alano Vieira

Colaborador: Ary Jorge Dal'Piaz

1.2. Objetivos:

Avaliar o efeito de sistemas de rotação de culturas sobre o rendimento de grãos de trigo e sobre a incidência de doenças radiculares.

Testar o comportamento de culturas alternativas de inverno, em rotação com trigo.

Verificar o efeito das culturas de inverno (aveia, colza, linho, tremoço e trigo) sobre o rendimento de grãos de soja cultivada em sucessão, no sistema de plantio direto.

1.3. Metodologia

O experimento foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), em Passo Fundo, RS, região do Planalto Médio, durante os anos de 1979 a 1986, em solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, unidade de mapeamento Passo Fundo (Brasil, Ministério da Agricultura 1973). Neste mesmo local vinha sendo estudado um sistema de cultivo com trigo de 1975 a 1978, denominado "Três cultivos de dois anos" (Pereira et al. 1984).

Os tratamentos constaram de dois sistemas de rotação para trigo. Este cereal retornou a mesma área a cada três anos, pois foi intercalado com aveia e linho ou tremoço e colza (Tabela 1). No verão, toda a área experimental foi cultivada com soja em semeadura direta.

O preparo do solo, até o ano de 1983, foi feito em cada parcela, individualmente. Porém, de 1984 a 1986, toda a área experimental foi preparada com arado de aiveca.

Aducação de manutenção foi baseada nos resultados de análise do solo e realizada de acordo com as recomendações para cada cultura. As amostras de solo

foram coletadas após a colheita das culturas de inverno e de verão. Em 1981 e 1986, antes da semeadura de inverno, foram aplicadas, respectivamente, 6,5 e 6,0 t/ha de calcário com PRNT de 56 e 90 %.

As culturas de inverno foram estabelecidas em plantio convencional, utilizando-se semeadora-adubadora marca Nordsten. A soja foi semeada em plantio direto, usando-se semeadora-adubadora com triplo disco (Bettison 3.D) ou duplo disco (Lavrale).

As épocas de semeadura, controle das plantas daninhas e tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com a recomendação para cada cultura.

A semente de trigo foi tratada com fungicida recomendado.

A colheita foi realizada com automotriz de parcelas, marca Hege 125 B ou Nursery-Master Hidrostatic.

Para a avaliação do rendimento, a umidade foi corrigida conforme a cultura: colza 9 %, linho 10 %, aveia, tremoço trigo e soja 13 %.

A avaliação do grau de intensidade (GI) das doenças do sistema radicular e do mosaico comum do trigo foi precedida de acordo com o método utilizado por Reis et al. 1985.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. O tamanho da parcela, foi de 20,0 m de comprimento por 6,0 m de largura (120,0 m²). Foi feita uma análise estatística individual e conjunta para as características estudadas. As médias foram comparadas entre si, pela aplicação do teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

1.4. Resultados e Discussão

Rendimento de grãos e avaliação de doenças radiculares do trigo: A análise conjunta para a intensidade das doenças do sistema radicular apresentou efeito altamente significativo para o fator Anos. O rendimento de grãos do trigo mostrou efeito altamente significativo para os fatores Anos e Tipos de sistemas (Tabela 2).

Os dados serão discutidos a partir do ano em que foi possível observar o tratamento com um intervalo de dois invernos de rotação para a cultura do trigo (1981)

De 1981 a 1986, não houve diferença entre intensidade das doenças do sistema radicular, nos sistemas estudados (Tabela 3).

Observaram-se que, os maiores rendimentos de grãos do trigo foram obtidos, em valores absolutos, em todos os anos e estatisticamente em 3 dos 6 anos, no sistema após tremoço e colza, em comparação ao sistema depois de aveia

e de linho, (Tabela 4). Harris (1976) trabalhando com trigo de inverno já havia registrado algo semelhante.

No ano de 1982, houve condições climáticas propícias para o aparecimento das doenças do sistema radicular e da parte aérea mas, mesmo assim, os rendimentos para o trigo podem ser considerados satisfatórios. Com destaque das doenças da parte aérea, em 1982, ocorreu em grande escala a ferrugem da folha (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*), a qual foi devidamente controlada com fungicida. As doenças do sistema radicular (mal-do-pé, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* e podridão comum *Helminthosporium sativum*) registradas neste ano mantiveram-se em níveis baixos, devido ao manejo do solo, através de dois anos de rotação de culturas.

Os menores rendimentos de trigo foram observados no ano de 1983. Neste ano, durante o período vegetativo do trigo ocorreram, no mês de julho, precipitações acima do normal (Boletim Agrometeorológico 1984). Isto proporcionou o acúmulo de água em determinadas partes das parcelas do experimento, durante algum tempo, após cada chuva. O levantamento feito neste ensaio constatou a ocorrência de podridão comum, de mal-do-pé e de mosaico do trigo. O grau de infecção das doenças radiculares e do mosaico do trigo, neste ano, foi bastante alto.

Provavelmente, a aração com arado de aiveca em 1984 a 1986, deve ter colaborado para elevar o rendimento de grãos, nos dois sistemas em estudo. Os levantamentos feitos à nível de lavoura por Wiethölter (1978) comprova em parte estes dados, ou seja, observou que, houve uma redução do ataque de mal-do-pé e incremento do rendimento de grãos do trigo devido à lavra em profundidade maior, bem como a diluição do inóculo, já que boa parte do solo da camada superior é tombada para o fundo do sulco na operação de aração.

Os dois sistemas de rotação proporcionaram, com exceção do ano de 1983, boa estabilidade de rendimento (Tabela 4). Apesar de ter havido rendimento de grãos mais elevados no segundo sistema, em relação ao primeiro, o desempenho do tremoço deixou muito a desejar. Considerando os problemas que vem ocorrendo nesta cultura, em termos de doenças da parte aérea, e considerando as dificuldades atuais com a colza, especialmente em relação à sua colheita, no momento, o primeiro sistema parece ser o mais adequado, pois a aveia e o linho mostram boa estabilidade de rendimento e vêm sendo explorados tradicionalmente pelos agricultores.

Rendimento de grãos da aveia, da colza, do linho e do tremoço: A aveia foi a cultura que apresentou, ao longo dos anos, rendimentos médios de

grãos superiores aos dois sistemas para trigo (Tabela 5). No ano de 1982, houve dano de ferrugem da folha (*Puccinia coronata*), daí o baixo rendimento de grãos obtido.

A colza e o linho mostram rendimentos médios de grãos semelhantes, respectivamente, 1.104 e 888 kg/ha (Tabela 5). Os baixos rendimentos de 1982 são atribuídos, principalmente, ao excesso de chuva antes da colheita e, os de 1985, à seca ocorrente na fase de enchimento de grãos da colza e do linho.

O tremoço, ao longo dos anos, foi a cultura mais instável (Tabela 5). Nos anos de 1982 e 1983, esta cultura foi afetada, drasticamente, pela mancha da folha (*Pleiochaeta setosa*). De acordo com Diehl et al. (1982), a mancha da folha do tremoço, quando ocorre nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas, pode causar a morte das mesmas. Em 1982, 1984 e 1985, houve também, ataque de antracnose (*Glomerella cingulata*) no tremoço. Reis et al. (1983), relatam o efeito altamente destrutivo da antracnose em tremoço, devido ao enrolamento e posterior morte do ápice da planta.

Rendimento de grãos da soja: O rendimento de grãos da soja, apresentou efeito altamente significativo, para o fator anos mais a interação Anos x Tipos de sucessão (Tabela 2). Isto indica que os tipos de sucessão para a soja são influenciados pelo ano.

Observa-se Tabela 6 que, nos anos de 1980/1981, 1981/1982 e 1985/1986, houveram diferenças significativas no rendimento de grãos da soja, em relação aos diferentes tipos de sucessão estudados. No ano agrícola 1980/1981, os melhores rendimentos de grãos ocorreram onde a soja foi cultivada após o tremoço, o linho, a colza e o trigo (intercalado por tremoço e colza). Provavelmente, em 1981/1982, as diferenças entre as médias foram em função das épocas de semeadura do que os cultivos anteriores. No ano de 1985/1986, o rendimento de grãos mais elevado manifestou-se na soja, após o tremoço e o trigo (intercalado por tremoço e colza); entretanto, este último foi semelhante, estatisticamente, à soja, após o linho e o trigo (intercalado por aveia e linho).

Contudo, análise da variância conjunta dos dados de rendimento de grãos da soja não mostrou efeito significativo dos tipos de sucessão sobre aquela variável (Tabela 6).

A prática de adoção do plantio direto da soja, neste trabalho, diminui o atraso da semeadura, minimizando os efeitos negativos sobre a produção, quando cultivada além da época preferencial. Os dados obtidos estão de acordo com o trabalho desenvolvido por Pereira (1978), o qual afirma que o plantio direto pode ser uma alternativa para amenizar o problema do atraso de semeadura

da soja, quando em sucessão às culturas de inverno. Este resultado evidencia que qualquer uma das espécies de inverno, objeto deste estudo, pode ser cultivada sem afetar, significativamente, o rendimento da soja. Na avaliação correta do retorno econômico, deve ser considerado o sistema como um todo e não uma espécie isoladamente. Uma pequena diminuição da produtividade da soja pode ser plenamente compensada com a exploração de uma espécie de inverno somada aos efeitos benéficos da rotação de culturas.

Mudanças das propriedades químicas do solo e dos níveis de matéria orgânica após as culturas de inverno e da soja: As mudanças das propriedades químicas do solo e dos níveis de matéria orgânica de 1979 a 1985, na média dos tratamentos para as culturas de inverno, foi a seguinte: o pH, o Ca + Mg trocáveis e o P aumentaram, enquanto que, o Al trocável, o K e a matéria orgânica diminuíram, em relação aos teores iniciais (Figuras 1 e 2). Depois da soja esta situação foi um pouco diferente, ou seja, o Ca + Mg trocáveis e o P do solo aumentaram, enquanto que, o pH, Al trocável, o K e a matéria orgânica diminuíram, em comparação aos teores iniciais.

Antes da semeadura dos cultivos de inverno, no ano de 1981, foi aplicado calcário equivalente à metade da dose recomendada, daí o aumento no pH e nos níveis de Ca + Mg trocáveis, com a diminuição do Al trocável no solo, nas amostras após as culturas de inverno (1981) e de verão (1981/1982).

O Ca + Mg do solo atingiu o valor mais elevado 30 meses depois da aplicação do calcário (1983) no inverno.

Após oscilar ano depois de ano, o P do solo tendeu a subir, principalmente nos dois últimos anos, enquanto que o K do solo tendeu a diminuir. Isto vem a confirmar o que está sendo observado, com relação às fórmulas de fertilizantes utilizadas para adubação de manutenção dos cultivos de inverno e da soja, ou seja, ricas em P e pobres em K, provocando, assim, o esgotamento nos teores iniciais de K no solo. Isto, também, já foi observado por Bouglé & Pereira (1978), para P e, principalmente, para K.

A matéria orgânica do solo, depois de diminuir em relação aos teores iniciais, manteve-se estável ao longo dos anos.

O preparo do solo, com arado de arado nos anos de 1984 e 1985, pode ter contribuído para alterar algumas propriedades químicas do mesmo, pelo fato de ter mobilizado camada mais profunda. Considerando que, os níveis críticos de P e K do solo, mantiveram-se acima dos teores críticos, permite dizer que o efeito não tenha refletido no desenvolvimento das culturas.

1.5. Conclusões

A análise do ensaio permite as seguintes conclusões:

1. o trigo apresentou rendimento mais elevado, após o tremoço e a colza em comparação a trigo após a aveia e o linho;

2. o trigo, nos dois sistemas propostos para dois invernos sem este cereal, com excessão de 1983, apresentou estabilidade de rendimento de grãos;

3. no momento, considerando-se o sistema como um todo, o mais viável, parece ser trigo depois de aveia e de linho;

4. a aveia foi a cultura que apresentou, ao longo dos anos, rendimento de grãos mais elevados;

5. na média dos anos, as culturas de inverno (aveia, colza, linho, tremoço e trigo) não influenciaram os rendimentos de grãos de soja;

5. na média dos anos, as culturas de inverno (aveia, colza, linho, tremoço e trigo) não influenciaram os rendimentos de grãos de soja;

6. durante este período de experimentação, a adubação de manutenção não foi suficiente para manter os níveis iniciais de potássio no solo;

7. os níveis de Ca + Mg trocáveis do solo atingiram os valores mais elevados 30 meses após a aplicação de calcário, nas culturas de inverno;

8. o fósforo do solo tendeu a elevar-se, principalmente, nos últimos dois anos, em comparação aos níveis iniciais;

9. a matéria orgânica do solo, após diminuir em relação aos teores iniciais, manteve-se praticamente estável ao longo dos demais anos;

10. na média dos anos, os valores de pH e de Ca+ Mg, avaliados nas amostras de solo coletadas depois da soja, tenderam a diminuir mais do que após as culturas de inverno, enquanto que para Al trocável, o P e o K do solo ocorreu ao contrário.

1.6. Referências Bibliográficas

BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO 1983. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1984.

BOUGLÉ, B.R. & PEREIRA, L.R. Sistema de produção 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.31-9.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul.** Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- DIEHL, J.A.; BRIZZARDI, G.C. & PIEROBOM, C.R. Ocorrência da mancha marrom do tremoço causada por *Fleischhuetia costosa* (Kirchn.) Hughes no Rio Grande do Sul. **Fitopatol. bras.**, Brasília, 7:117-20, 1982a.
- HARRIS, P.B. Look at entries for winter wheat. **Arable Farming**, 3(198):25 e 27, 1976.
- PEREIRA, L.R. **Resultados de pesquisa obtidos em semeadura direta.** s.n.t. 50f. Trabalho apresentado no Treinamento sobre Semeadura Direta em Trigo e Soja, Passo Fundo, RS, 1978.
- PEREIRA, L.R.; BOUGLÉ, B.F.; LHAMBY, J.C.B. & SANTOS, H.P. dos. Rotação de culturas. III. Efeito no rendimento de grãos do trigo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 13, Cruz Alta, RS, 1984. **Resultados de Pesquisa do Centro Nacional e Pesquisa de Trigo...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1984. p.170-9.
- REIS, E.M.; SANTOS, H.P. dos & FERRETTO, M.F. Ocorrência da antracnose do tremoço no Rio Grande do Sul, causada por *Glomerella singulata*. **Fitopatol. bras.**, Brasília, 8(2):353-6, 1983.
- REIS, E.M.; SANTOS, H.P. dos & PEREIRA, L.R. Rotação de culturas. IV. Efeito sobre mosaico e doenças radiculares do trigo em 1983. **Fitopatol. bras.**, Brasília, 10:637-42, 1985.
- WIETHOLTER, S. **Pousio e lavra profunda e seu efeito na ocorrência de mal-do-pé em trigo.** s.n.t. 13p. Relatório Interno de Andamento, Subprojeto 01.04.01., 1978.

Tabela 1. Sistemas de cultivos para trigo com culturas de inverno/verão de 1979/80 a 1986/87 do ensaio A. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS, 1987

1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
L/S	T/S	Tr/S	C/S	T/S	A/S	L/S	T/S
A/S	L/S	T/S	Tr/S	C/S	T/S	A/S	L/S
Tr/S	C/S	T/S	A/S	L/S	T/S	Tr/S	C/S
T ¹ /S	A/S	L/S	T/S	Tr/S	C/S	T/S	A/S
T ² /S	Tr/S	C/S	T/S	A/S	L/S	T/S	Tr/S
C/S	T/S	A/S	L/S	T/S	Tr/S	C/S	T/S

¹ Trigo após aveia e linho.

² Trigo após tremoço e colza

A - Aveia, C - Colza, L - Linho, S - Soja, Tr - Tremoço, T - Trigo.

Tabela 2. Resumo da análise conjunta da variância para intensidade das doenças do sistema radicular (GI), para rendimento de grãos (RG) do trigo de 1981 a 1986 e rendimento de grãos (RC) da soja de 1979/1980 a 1985/1986, do ensaio A. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS, 1987.

Causas da variância	GL	QM do GI	GL	QM do RG do trigo	GL	QM do RG do soja
Anos	5	2.287,48 **	5	1.252.207,28 **	7	3.094.445,00 **
Tipos de sistemas ou de sucessão	1	90,75 NS	1	177.876,75 **	5	92.795,40
Anos x Tipos de sistemas ou de sucessão	2	44,55 NS	3	6.419,55 NS	19	84.552,71 **
Erro médio	6	38,76	27	4.521,08	62	14.287,59

** Nível de significância de 1 %.

NS Não significativo.

Tabela 3. Intensidade de doenças do sistema radicular (GI) de 1981 a 1986 e de mosaico comum (MC) (1983) de trigo do ensaio A. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS, 1987

Sistemas de cultivo	1981	1982	1983		1984	1985	1986	Média
	GI (%)	GI (%)	GI (%)	MC (%)	GI (%)	GI (%)	GI (%)	GI (%)
Trigo após:								
Aveia e linho	22	19	88	64	87	53	11	47
Tremoço e colza	20	16	83	77	85	29	14	41
Médias	21	18	86	71	86	41	13	44
C.V. (%)	39,82	71,50	5,51	22,40	6,57	60,50	42,06	
F de tratamentos	0,15 NS	0,12 NS	2,99 NS	1,24 NS	0,90 NS	1,85 NS	0,83 NS	2,04 NS

NS Não significativo.

Tabela 4. Rendimento de grãos (kg/ha) de trigo de 1981 a 1986 de ensaio A. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS, 1987

Sistemas de cultivo	Ano e cultivar						Média
	1981 CNT 10	1982 CNT 10	1983 CNT 10	1984 BR 5	1985 BR 14	1986 BR 14	
Trigo após:							
Aveia e linho	2.430 b	2.134	440	2.332 b	2.331	2.710 b	2.063 b
Tremoço e colza	2.826 a	2.320	811	2.460 a	2.487	2.934 a	2.306 a
Médias	2.628	2.227	626	2.396	2.409	2.822	2.185
C.V. (%)	5,29	6,82	37,28	0,97	4,14	1,33	
F de tratamentos	16,17 *	2,98 NS	5,04 NS	91,65 **	4,8 NS	71,90 **	27,71 **

Médias, seguidas pela mesma letra, na vertical, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

* Nível de significância de 5 %.

NS Não significativa.

** Nível de significância de 1 %.

Tabela 5. Rendimento de grãos (kg/ha) de trigo, de aveia, de linho, de colza e de tremoço de 1981 a 1986 no ensaio A. EMBRAPA-CNPQ, Passo Fundo, RS, 1987

Tratamentos	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Média
Aveia após colza e trigo	2.569	1.379	2.579	3.407	2.887	2.939	2.627
Trigo após tremoço e colza	2.826	2.320	811	2.460	2.487	2.934	2.306
Trigo após aveia e linho	2.430	2.134	440	2.332	2.351	2.710	2.063
Linho após trigo e aveia	1.239	601	1.115	1.304	428	640	888
Colza após trigo e tremoço	1.594	708	1.007	1.104	725	1.425	1.104
Tremoço após linho e trigo	2.252	-	188	-	-	1.661	664

Tabela 6. Rendimento de grãos em (RG) (kg/ha) e a data de plantio (DP) da soja após as culturas de inverno, ano agrícola 1979/1980 a 1986/1987 do ensaio A. EMBRAPA/CNPT, Passo Fundo, RS, 1987

Tipos de sucessão	Ano e cultivar									
	1979/1980 Bossier RG	1980/1981 BR 1 RG	1981/1982 BR 4 RG	DP	1982/1983 Bossier RG	1983/1984 BR 4 RG	1984/1985 BR 4 RG	1985/1986 BR 4 RG	1986/1987 BR 4 RG	Média RG
Soja após: trigo ¹	1.855	2.033 b	2.273 a	27.11	2.574	3.134	3.364	2.055 b	1.150	2.305
trigo ²	1.867	2.308 a	2.091 a	27.11	2.459	3.117	3.277	2.154 ab	1.214	2.311
linho	1.787	2.372 a	1.624 ab	07.12	2.509	3.291	3.395	2.081 b	1.221	2.285
aveia	1.644	1.792 c	1.982 a	27.11	2.400	3.445	3.292	1.805 c	1.197	2.195
tremoço	1.883	2.512 a	948 b	04.01	2.449	3.312	2.911	2.278 a	1.380	2.209
colza	1.921	2.338 a	1.206 b	07.12	2.338	3.189	3.042	876 d	1.300	2.026
Média	1.826	2.225	1.687		2.455	3.248	3.214	1.875	1.244	2.221
C.V. (%)	8,12	7,18	25,68		8,85	6,21	9,63	6,00	12,89	
F tratamentos	1,80 NS	10,89 **	5,86 **		0,57 NS	1,54 NS	1,56 NS	83,47 **	1,06 NS	1,10 NS

1 Trigo após aveia e linho.

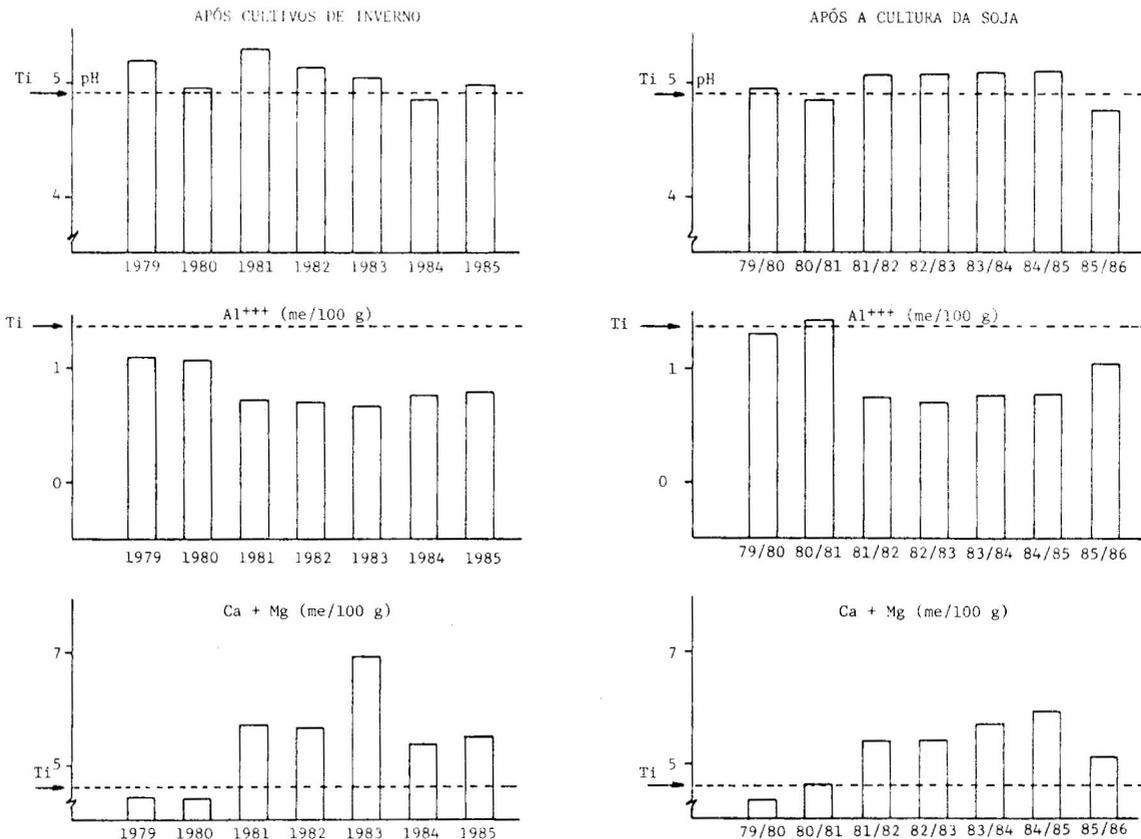
2 Trigo após tremoço e colza.

A soja de 1979/1980, 1980/1981, 1982/1983 a 1986/1987, foram semeadas numa só época, respectivamente, 20.12.79, 13.12.80, 16.12.82, 30.11.83, 07.12.84, 21.11.85 e 04.12.86.

Médias, seguidas da mesma letra, na vertical não apresentam diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

NS Não significativo.

** Nível de significância de 1 %.



Em 1981, antes da semeadura das culturas de inverno foi aplicado em toda a área experimental 6,5 t/ha de calcário, com PRNT de 56 %. Em 1984 e 1985, toda a área experimental foi lavrada com arado de aiveca.

Figura 1. Efeitos de algumas culturas de inverno e de soja, na evolução do pH, de Al⁺⁺⁺ e do Ca + Mg do solo, em relação aos teores iniciais 1979 (Ti) Ensaio A. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS, 1986.

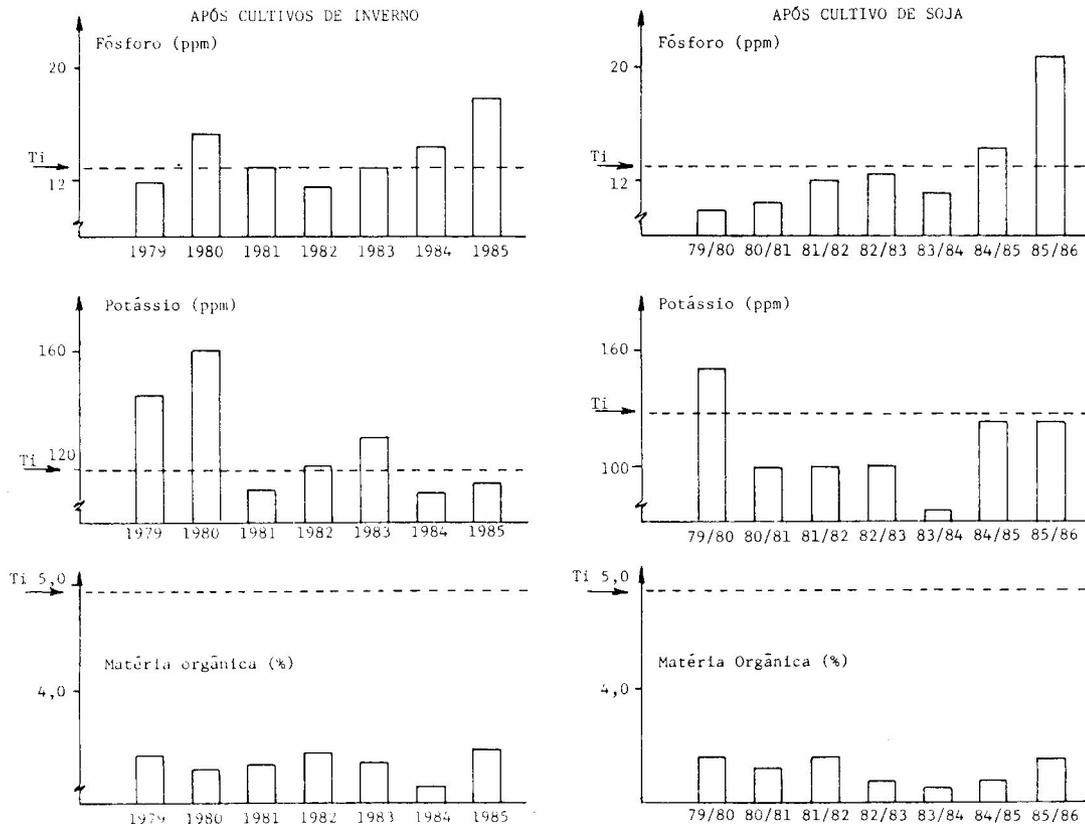


Figura 2. Efeitos de algumas culturas de inverno e da soja, na evolução do P, K e matéria orgânica do solo, em relação aos teores iniciais 1979 (Ti). Ensaio A. EMBRAPA- CNPT, Passo Fundo, RS, 1986.