

1. TITULO

DETERMINAÇÃO DO EFEITO RESIDUAL ACUMULATIVO DA ADUBAÇÃO E CALAGEM SOBRE AS PROPRIEDADES DO SOLO E O RENDIMENTO DO TRIGO, EM SUCESSÃO TRIGO-SOJA (1)

Clóvis M. Borkert (2)
Otávio J.F.de Siqueira(3)
Rainoldo A. Kochhann (5)
J.A. Martini (4)

-
- (1) Trabalho em realização através do Projeto BRA 69/535.
(2) Eng^o Agr^o Mestre em Solos, contratado pelo Convênio MA/DNPEA/ABCAR, segundo Portaria do Secretário Executivo da ASCAR, para trabalhos junto ao IPEAS.
(3) Eng^o Agr^o Mestre em Solos, contratado, categoria econômica 3.1.3.1 Contrapartida brasileira do Projeto - BRA 69/535. Conforme Portaria n^o 160, de 10 de novembro de 1971, do Diretor do IPEAS.
(4) Eng^o Agr^o, Ph.D., Cientista de Solo. FAO.

2. INTRODUÇÃO

O trabalho é desenvolvido pela equipe técnica de fertilidade do solo, em 7 locais assim distribuídos: EEPF (PASSO FUNDO), C.E.P. - Fecotrigo (CRUZ ALTA), EEFJC (JÚLIO DE CASTILHOS), P.A.C. (CARAZINHO) em LAGOA VERMELHA e VACARIA em propriedades particulares e na Estação Experimental de PONTA GROSSA (IPEAME-PR).

O principal objetivo é determinar o efeito residual acumulativo da adubação e calagem sobre as propriedades do solo e o rendimento do trigo, em sucessão trigo-soja, nos principais solos da região tritícola.

Os resultados de PASSO FUNDO, CRUZ ALTA e JÚLIO DE CASTILHOS, correspondem ao segundo ano de experimentação e representam o efeito residual acumulativo da adubação.

Os demais experimentos (CARAZINHO, LAGOA VERMELHA VACARIA e PONTA GROSSA) foram instalados em 1972 e representam o efeito simples de tratamentos de adubação sobre o rendimento do trigo.

Este trabalho deverá ser repetido por um período de quatro a cinco anos nos mesmos locais, para avaliar os efeitos acumulativos da adubação N, P e K, e também, quando um destes elementos torna-se limitante pelo uso intensivo do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Experimento fatorial $2 \times 2 \times 2$, com dois tratamentos adicionais, no delineamento blocos completos casualizados, com tres repetições.

As fontes de nutrientes utilizadas são:

N - Uréia

P - Superfosfato simples

K - Cloreto de potássio

Ca e Mg - Calcário (Bagé PRNT 98%)

S - Sulfato de amônio

Micronutrientes - "Fritted Trace Elements (Fritas)

Os níveis e combinações dos tratamentos são:

nº dos tratamentos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		kg/ha	
1	0	0	0
2	50	0	0
3	0	300	0
4	0	0	100
5	50	300	0
6	50	0	100
7	0	300	100
8	50	300	100
9	50	300	100+Calcário
10	50	300	100+Calcário+S+FTE

N - Aplicado metade na base e metade em cobertura,
(45-60 dias após o plantio).

Calcário 7 ton/ha

S - 60 kg/ha

Fritas - 500 kg/ha

Variedades cultivadas: 1971 - IAS 52

1972 - IAS 59 (IAC-5 em Pon
ta Grossa)

Característica do Experimento

- Área total 43 x 16 m
- Tamanho parcela 6 x 2,4m
- Área útil da parcela 10 m²
- Número sulcos/parcela 12
- Bordadura - 0,5 nas cabeceiras e uma linha de plantas de cada lado da parcela.
- Densidade plantio 100 kg/ha
- Espaçamento 20 cm entre filas.

CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Os tratamentos são aplicados antes da sementeira do trigo e incorporados com enxada rotativa.

Após a colheita há o preparo do solo com enxada rotativa e sementeira da soja para estudo do efeito residual. As amostras de solo são coletadas anualmente em duas profundidades (0-12 e 12-24cm) e em três épocas, antes do cultivo do trigo, um mês após a sementeira e após a colheita.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito dos tratamentos de adubo e calcário sobre o rendimento do trigo, é apresentado na TABELA 1. A análise da variância consta na TABELA 2.

I - Resultados de 2º ano de experimentação

Analisando-se na TABELA 1 os resultados de 2º ano referentes aos locais de PASSO FUNDO, CRUZ ALTA e JÚLIO DE CASTILHOS, observa-se o baixo teto de produção verificado nos experimentos. Embora tenha havido diferenças significativas, ($P \leq 0,01$) para o efeito dos tratamentos (TABELA 2), estes resultados não serão analisados em maior profundidade.

O atraso da época de plantio devido a chuvas, geadas e excesso de chuvas na floração e ocorrência de moléstias reduziram o rendimento do trigo, mascarando o efeito dos tratamentos.

Comparando-se os resultados das análises de solo, sob o efeito dos vários tratamentos (FIGURAS 1, 2 e 3) observa-se:

- a) Redução dos teores de alumínio trocável do solo nos tratamentos com calcário.
- b) Maiores efeitos de interação dupla entre N e P.

II - Resultados de 1º ano de experimentação.

Os resultados de rendimento, referentes a CARAZINHO, LAGOA VERMELHA, VACARIA e PONTA GROSSA (1º ano) encontram-se na TABELA 1.

Analisando-se os resultados da TABELA 2. observa-se que houve da mesma forma que para os experimentos de 2º ano as diferenças significativas para os efeitos dos tratamentos.

As mesmas observações feitas as condições climáticas sobre o rendimento do trigo, aplicam-se para CARAZINHO (FIGURA 4).

Tabela 1. Efeito da adubação e calagem sobre o rendimento do trigo em sete locais, 1972. Médias de tres repetições.

nº	Níveis kg/ha			Rendimento kg/ha						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P. Fundo ++	C. Alta ++	J. Castilhos ++	Carazinho +	L. Vermelha+	Vacaria+	P. Grossa+
1	0	0	0	292	185	315	140	7	202	40
2	60	0	0	402	177	383	168	12	178	58
3	0	300	0	597	200	303	243	540	473	143
4	0	0	100	500	243	312	207	17	217	67
5	60	300	0	675	188	410	235	735	588	640
6	60	0	100	625	228	400	243	37	158	83
7	0	300	100	695	275	355	288	677	667	128
8	60	300	100	872	210	448	327	910	918	740
9	60	300	100+calc	602	130	475	177	1060	1150	823
10	60	300	100+calc. +S+FTE	698	157	392	202	1127	1182	872
DMS 1%				170 kg/ha	78 kg/ha	98 kg/ha	105 kg/ha	190kg/ha	236 kg/ha	115kg/ha

+ 1º ano de cultivo

++2º ano de cultivo.

Tabela 2. Análise da variância para os efeitos dos tratamentos de adubação e calcário sobre o rendimento do trigo, em sete locais, 1972.

Causas da variação	Quadrados médios						
	P.Fundo ++	C.Alta++	J.Castilhos++	Carazinho+	L.Vermelha+	Vacaria+	P.Grossa+
Flocos	11.756 NS	528 NS	22.191 **	1.023 NS	12.732 NS	55.506 *	2.193NS
Tratamentos	80.993 **	5.362 **	10.178 **	9.577 **	630.159 **	478.057**	385.294**
Erro Experimental	5.224	1.107	1.725	2.008	6.510	10.102	2.393
C.V.	12%	17%	11%	20%	16%	18%	14%

+ em 1º ano de cultivo

++ em 2º ano de cultivo

NS não significativo

** $P \leq 0,01$

Analisando-se as FIGURAS 5, 6 e 7, observa-se em LAGOA VERMELHA, VACARIA e PONTA GROSSA (PR), que as maiores respostas, em rendimento verificaram-se pela aplicação de a dubo fosfatado e a associação nitrogênio-fósforo, devido aos baixos teores originais de fósforo do solo, inferiores a 4,0 ppm. Houve baixa resposta isolada ao potássio, devido aos teores originalmente elevados no solo (> 100 ppm de K).

Os tratamentos de calcário aumentaram o rendimento do trigo e houve efeito positivo mas reduzido, para a as sociação de calcário e micronutrientes (FTE).

Tabela 3. Análise inicial dos solos (profundidade 0 a 12 cm)

Locais *	Determinações					
	pH	Al ³⁺ me/100g	M.O. %	P ppm	K ppm	Ca+Mg me/100g
Carazinho	4,8	1,0	2,1	4,0	44	3,4
Lagoa Vermelha	4,5	2,7	3,9	2,3	192	3,8
Vacaria	4,6	2,3	3,9	2,8	132	3,3
Ponta Grossa	5,2	1,8	2,4	0,6	112	2,7

* Experimentos de 1º ano.

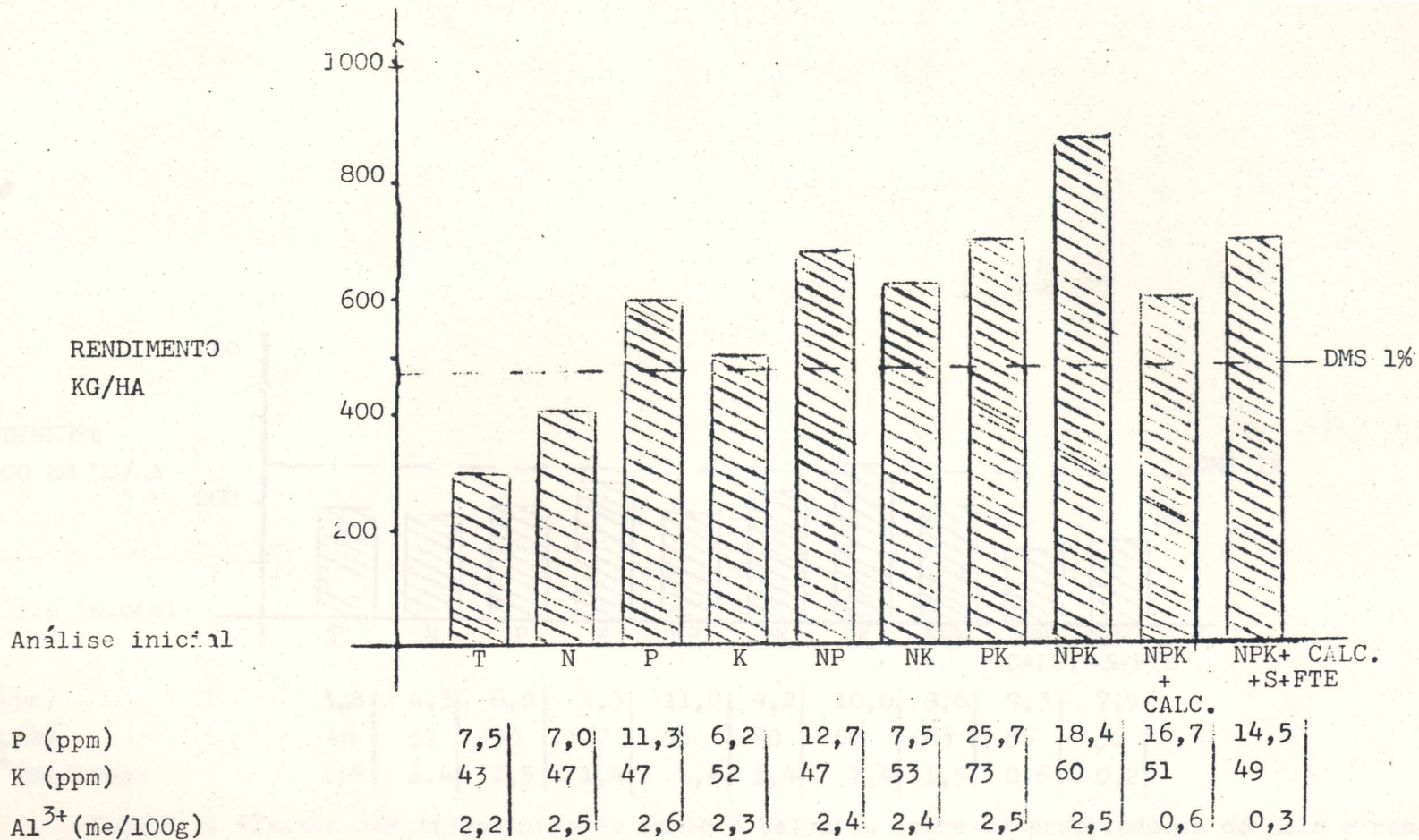


FIGURA 1. Efeitos dos tratamentos de adubo e calcário sobre as propriedades do solo e rendimento do trigo. Variedade IAS-59. Passo Fundo, 1972, Resultados de 2º ano.

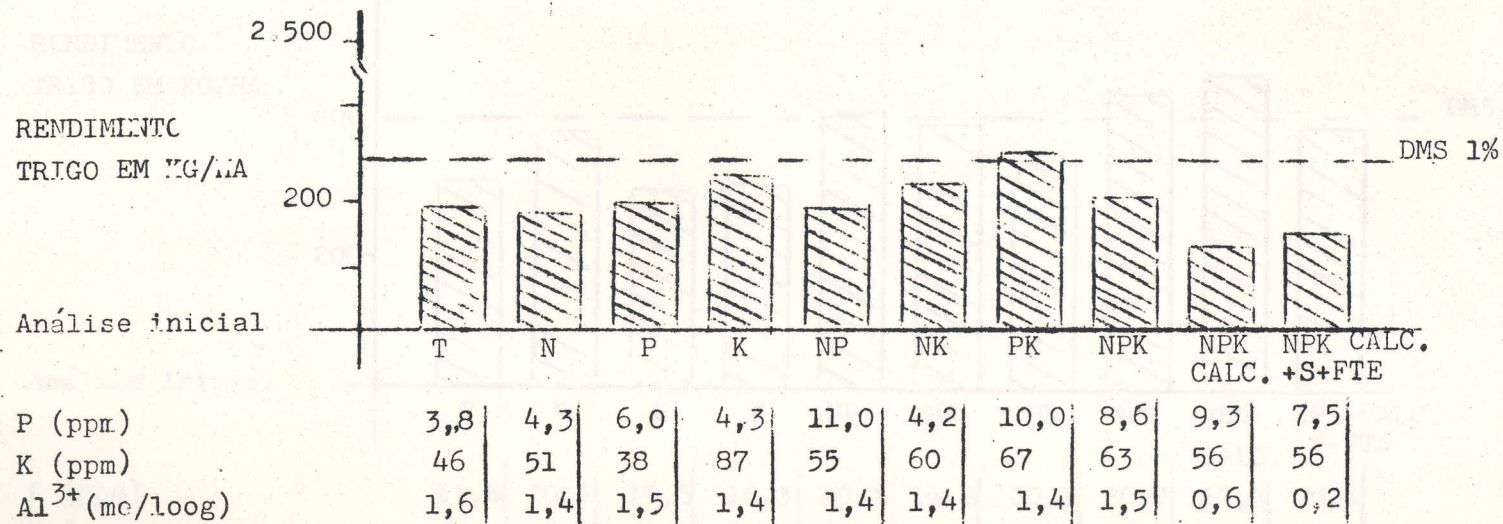


FIGURA 2. Efeitos dos tratamentos de adubo e calcário sobre as propriedades do solo e rendimentos do trigo. Variedade IAS-59. Cruz Alta, 1972. Resultados de 2º ano.

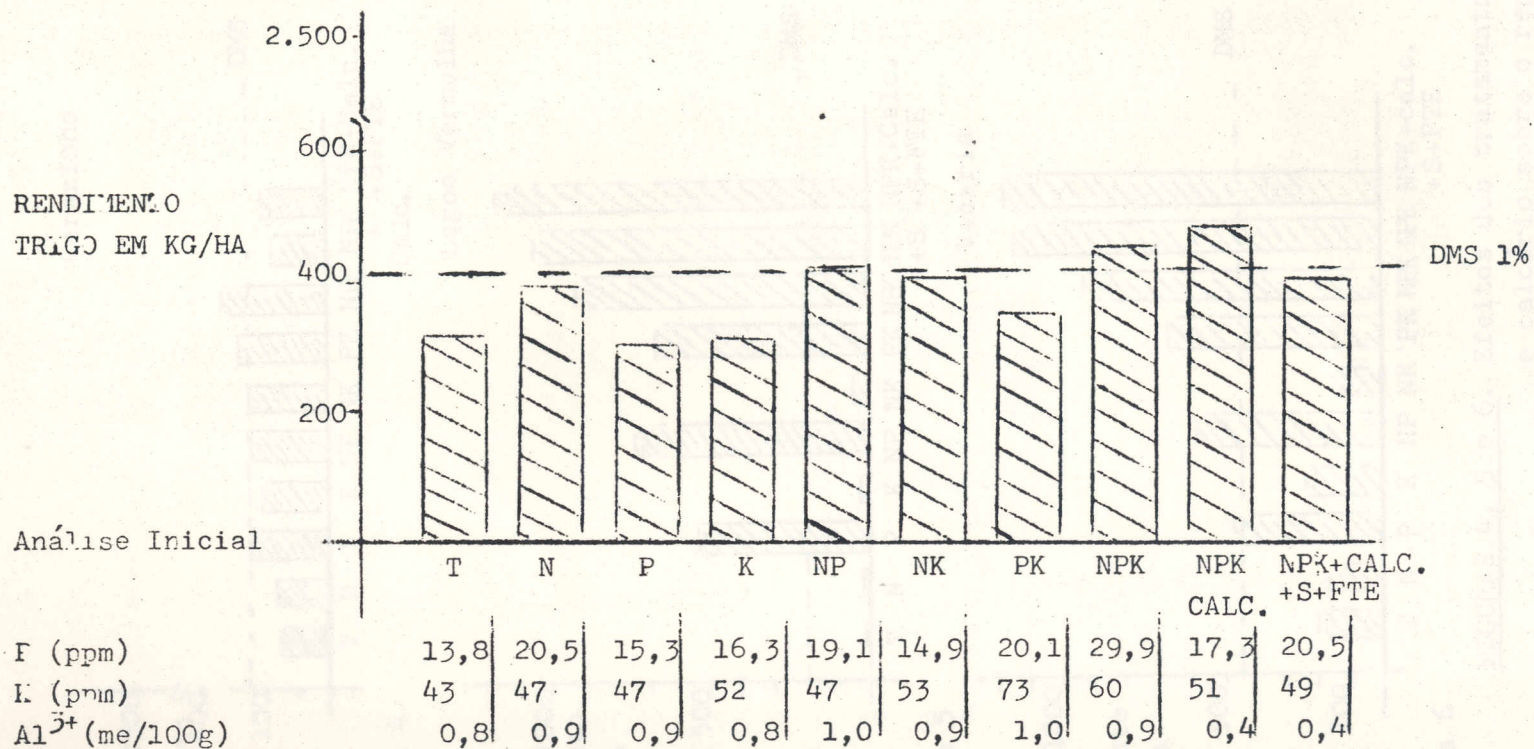
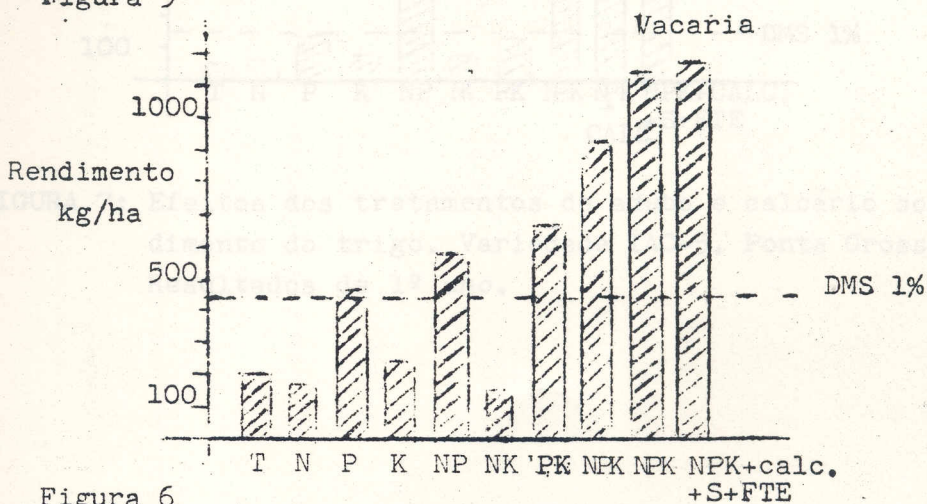
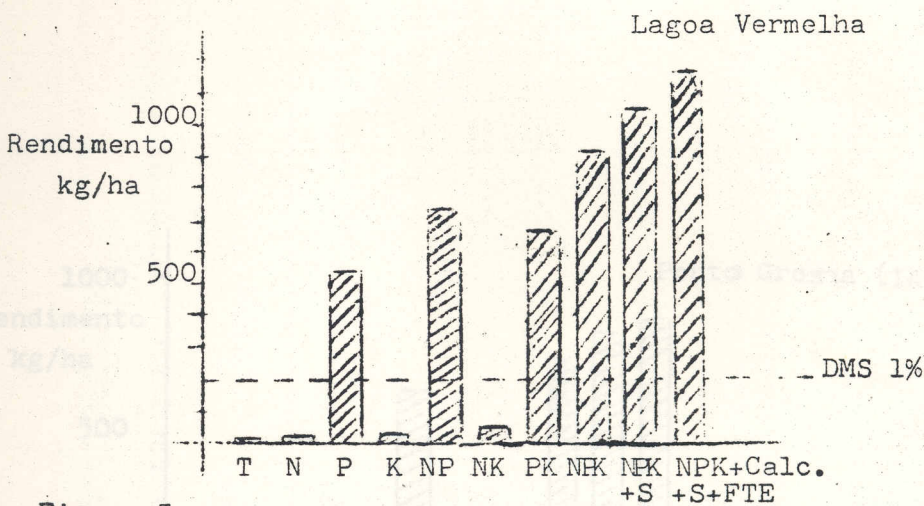
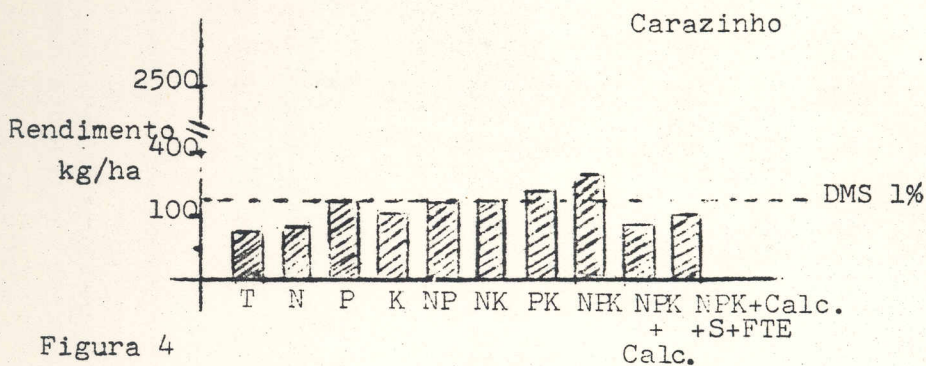


FIGURA 3: Efeitos dos tratamentos de adubo e calcário sobre às propriedades do solo e rendimento do trigo. Variedade IAS-59. Julio de Castilhos, 1972. Resultados de 2º ano.



FIGURAS 4, 5 e 6. Efeitos dos tratamentos de adubo e calcário sobre o rendimento do trigo em 3 locais. Variedade IAS 59. 1972. Resultados de 1º ano.

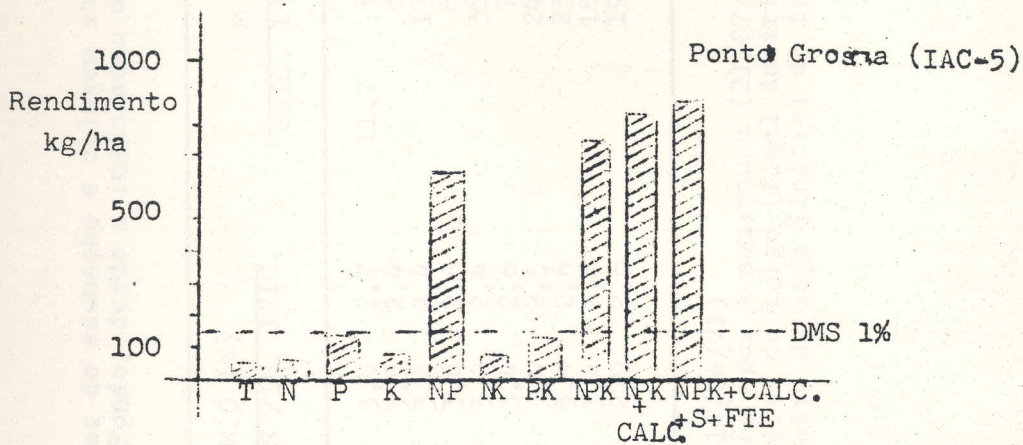


FIGURA 7: Efeitos dos tratamentos de adubo e calcário sobre o rendimento do trigo. Variedade IAC-5. Ponta Grossa, 1972. Resultados de 1º ano.

Tabela 4. Efeitos dos tratamentos de adubação e calagem sobre Matéria Orgânica, fósforo e potássio do experimento de Passo Fundo, desde a instalação do experimento. Médias de três repetições

Níveis kg/ha Nº N P ₂ O ₅ K ₂ O	M.O (%)				P (ppm)				K (ppm)			
	ORIG.	1º MÊS	FIN.	INIC.	ORIG.	1º MÊS	FIN.	INIC.	ORIG.	1º MÊS	FIN.	INIC.
1 0 0 0	3,6	2,4	3,6	2,7	11,7	9,0	12,2	7,5	156	147	123	43
2 50 0 0		2,3	3,3	2,4		8,2	11,5	7,0		140	111	47
3 0 300 0		2,5	3,4	2,4		19,5	16,2	11,3		161	112	47
4 0 0 100		2,2	3,6	2,8		6,0	12,1	6,2		152	145	52
5 50 300 0		2,3	3,2	2,4		36,3	20,3	12,7		140	133	47
6 50 0 100		2,5	3,4	2,6		7,3	21,1	7,5		145	132	53
7 0 300 100		2,7	3,4	2,5		24,0	19,1	25,7		185	131	73
8 50 300 100		2,4	3,4	2,6		23,3	26,2	18,4		160	124	60
9 50 300 100+calcario		2,4	3,4	2,6		18,9	21,2	16,7		165	133	51
10 50 300 100+cal.+S+FTE		2,5	2,9	2,6		19,4	20,3	14,5		179	127	49

ORIG. = teor original do solo (14/04/71)

1º MÊS = amostragem feita - um mês após a semeadura (21/07/71)

FIN. = amostragem feita na colheita do trigo (final do trigo) (16/11/71)

INIC. = amostragem feita na colheita da soja (inicial do trigo) (10/05/72)

Tabela 5. Efeitos dos tratamentos de adubação e calagem, sobre o pH, Alumínio, trocavel, e Calcio+Magnésio do experimento de Passo Fundo, desde a instalação do experimento. Medias de tres repetições

Níveis kg/ha Nº	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH				Al ³⁺ (me/100g)				Ca+Mg(me/100g)			
				ORIG.	1ºMES	FIN.	INIC.	ORIG.	1ºMES	FIN.	INIC.	ORIG.	1ºMES	FIN.	INIC.
1	0	0	0	4,6	4,8	4,7	4,9	3,7	2,4	2,0	2,2	3,7	4,7	3,6	3,9
2	50	0	0		4,8	4,7	4,8		2,5	2,1	2,5		3,8	3,9	3,4
3	0	300	0		4,8	4,7	4,9		2,4	2,0	2,6		3,8	3,7	3,8
4	0	100	100		4,8	4,7	5,0		2,8	2,1	2,3		4,9	3,6	3,0
5	50	300	0		4,8	4,7	5,0		2,7	2,0	2,4		4,9	3,3	3,9
6	50	0	100		4,7	4,7	4,9		2,6	2,0	2,4		4,8	3,5	4,5
7	0	300	100		4,8	4,8	4,9		2,3	2,0	2,5		4,8	3,1	4,2
8	50	300	100		4,7	4,1	4,9		2,4	2,0	2,5		5,9	3,2	3,9
9	50	300	100 + cal.		5,6	5,1	5,6		0,3	1,4	0,6		8,5	4,7	8,0
10	50	300	100+cal.+S+FTE		5,2	5,3	5,7		0,6	0,4	0,3		7,5	6,7	8,1

Orig. = teor original do solo (14/04/71).

1º mês = amostragem feita um mês após a semeadura (21/07/71)

FIN. = amostragem feita na colheita do trigo (final do trigo) (16/11/71)

INIC. = amostragem feita na colheita da soja (inicial trigo); 10/05/72)

Tabela 6. Efeito dos tratamentos de adubação e calagem sobre a matéria orgânica, fósforo e potássio do experimento de Cruz Alta, desde a instalação do experimento. Médias de três repetições.

Níveis kg/ha				M.O (%)				P (ppm)				K (ppm)			
Nº	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ORIG.	1º MÊS	FIN.	INIC.	ORIG.	1º MÊS	FIN.	INIC.	ORIG.	1º MÊS	FIN.	INIC.
1	0	0	0	2,8	2,8	3,0	2,5	8,1	5,1	6,6	3,8	144	133	111	46
2	50	0	0		3,0	2,9	2,5		6,2	6,1	4,3		135	108	51
3	0	300	0		2,9	2,8	2,5		17,4	15,7	6,0		128	99	38
4	0	0	100		2,9	3,0	2,6		5,4	6,9	4,3		179	109	87
5	50	300	0		2,9	3,2	2,3		28,7	23,1	11,0		140	121	55
6	50	0	100		3,0	2,7	2,5		5,0	7,2	4,2		147	107	60
7	0	300	100		3,2	3,0	2,6		27,0	20,6	10,0		173	128	67
8	50	300	100		2,9	2,9	2,4		22,0	14,5	8,6		163	123	63
9	50	300	100 + calcário		3,1	3,0	2,2		16,4	23,0	9,3		143	115	56
10	50	300	100+cal+S+FTE		2,9	2,6	2,2		20,3	24,3	7,5		131	111	56

ORIG. = teor original do solo (23/4/71)

1º MÊS = amostragem feita - um mes apos a sementeira (3/8/71)

FIN. = amostragem feita na colheita do trigo (final do trigo) (12/11/71)

INIC. = amostragem feita na colheita da soja (inicial do trigo) (06/05/72)

Tabela 7. Efeito dos tratamentos de adubação e calcário sobre o pH, alumínio trocável e cálcio + magnésio do experimento de Cruz Alta, desde a instalação do experimento. Médias de tres repetições.

Níveis kg/ha				pH				Al ³⁺ (me/100g)				Ca+Mg (me/100g)			
Nº	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ORIG.	1ºMÊS	FIN.	INIC.	ORIG.	1ºMÊS	FIN.	INIC.	ORIG.	1ºMÊS	FIN.	INIC.
1	0	0	0	5,0	5,1	5,1	5,1	0,9	1,1	1,0	1,6	6,5	5,4	5,7	6,3
2	50	0	0		5,0	5,0	5,0		1,1	1,1	1,4		5,0	6,1	5,7
3	0	300	0		5,0	5,1	5,0		1,1	1,1	1,5		5,3	6,6	6,5
4	0	0	100		5,0	5,0	5,1		1,1	1,0	1,4		5,2	7,7	5,4
5	50	300	0		5,0	5,0	5,1		1,0	1,1	1,4		5,0	6,0	5,5
6	50	0	100		5,0	5,0	5,1		1,1	1,2	1,4		4,9	5,8	5,9
7	0	300	100		4,9	5,0	5,0		1,0	1,0	1,4		4,9	6,3	5,9
8	50	300	100		4,9	5,0	5,0		1,1	1,1	1,5		4,8	6,2	6,1
9	50	300	100 + calcário		5,5	5,3	5,6		0,03	0,1	0,6		8,5	8,0	7,8
10	50	300	100+cal+S+FTE		5,7	5,3	5,6		0,0	0,1	0,2		8,3	8,6	7,8

ORIG. = teor original do solo (23/04/71)

1º. MÊS = amostragem feita - um mês após a sementeira (3/08/71)

FIN. = amostragem feita na colheita do trigo (final do trigo) (12/11/71)

INIC. = amostragem feita na colheita da soja (inicial do trigo) (06/05/72)

Tabela 8. Efeito dos tratamentos de adubação e calcário sobre a matéria orgânica, fósforo e potássio do experimento de Julio de Castilhos desde a instalação do experimento. Médias de três repetições.

Níveis kg/ha Nº N P ₂ O ₅ K ₂ O	M. O. (%)			P (ppm)			K (ppm)		
	ORIG.	1ºMÊS	FIN. INIC.	ORIG.	1ºMÊS	FIN. INIC.	ORIG.	1ºMÊS	FIN. INIC.
1 0 0 0	3,2	2,6	2,1 1,8	35,5	41,7	32,7 13,8	200	209	143 43
2 50 0 0		2,7	1,9 2,1		33,2	26,5 20,5		201	147 47
3 0 300 0		2,7	1,8 1,9		81,7	33,7 15,3		199	141 47
4 0 0 100		2,8	2,1 1,8		39,2	43,0 16,3		268	160 52
5 50 300 0		2,7	1,8 2,0		108,3	48,3 19,1		197	127 47
6 50 0 100		2,4	2,0 2,1		40,0	36,0 14,9		237	155 53
7 0 300 100		2,6	1,9 2,0		95,0	44,3 20,1		241	160 73
8 50 300 100		2,6	1,7 2,1		83,3	44,5 29,9		221	156 60
9 50 300 100 + calcário		2,8	1,8 2,2		100,0	34,0 17,3		223	141 51
10 50 300 100+cal+S+FTE		2,8	1,8 2,0		118,3	46,7 20,5		249	151 49

ORIG. = teor original do solo (30/04/71).

1ºMÊS = amostragem feita - um mês após a semeadura (27/08/71)

FIN. = amostragem feita na colheita do trigo (final do trigo) (09/11/71)

INIC. = amostragem feita na colheita da soja (inicial do trigo) (02/05/71)

Tabela 9. Efeito dos tratamentos de adubação e calcário sobre o pH, alumínio trocável e cálcio + magnésio do experimento de Julio de Castilhos, desde a instalação do experimento. Médias de tres repetições.

Níveis kg/ha Nº N P ₂ O ₅ K ₂ O	pH				Al ³⁺ (me/100g)				Ca+Mg (me/100g)			
	ORIG.	1ºMÊS	FIN.	INIC.	ORIG.	1ºMÊS	FIN.	INIC.	ORIG.	1ºMÊS	FIN.	INIC.
1 0 0 0	5,1	5,1	5,0	5,1	0,6	0,7	0,5	0,8	5,5	7,1	5,6	7,6
2 50 0 0		5,0	4,9	5,1		0,9	0,8	0,9		7,8	5,4	6,9
3 0 300 0		5,1	5,1	5,1		0,9	0,5	0,9		7,6	5,4	7,4
4 0 0 100		5,1	5,0	5,2		0,9	0,6	0,8		6,8	4,9	6,6
5 50 300 0		5,1	4,9	5,0		0,7	0,6	1,0		7,3	4,9	6,4
6 50 0 100		5,1	5,0	5,2		0,5	0,5	0,9		6,5	5,3	6,6
7 0 300 100		5,0	5,0	5,2		0,8	0,5	1,0		8,0	5,5	6,5
8 50 300 100		5,0	5,0	5,1		0,7	0,6	0,9		7,9	5,4	6,6
9 50 300 100 + calcário		5,9	5,6	5,5		0,2	0,0	0,4		11,5	7,1	10,9
10 50 300 100+cal+S+FTE		5,9	5,3	5,5		0,0	0,1	0,4		10,5	6,2	9,6

ORIG. = teor original do solo (30/04/71)

1ºMÊS = amostragem feita - um mês após a sementeira do trigo (27/08/71)

FIN. = amostragem feita na colheita do trigo (final do trigo) (09/11/71)

INIC. = amostragem feita na colheita da soja (inicial do trigo) (02/05/72)