

EFEITO DE FERTILIZANTES MINERAIS E ORGANOMINERAIS NOS RENDIMENTOS DE CULTURAS E EM FATORES DE FERTILIDADE DO SOLO¹

SÍRIO WIETHÖLTER, OTÁVIO J. F. DE SIQUEIRA², GERALDINO PERUZZO³ e JOSÉ R. BEN⁴

RESUMO – O uso de quantidades adequadas de fertilizantes é importante para o manejo do solo e das culturas. Objetivou-se determinar o efeito de fertilizantes minerais e organominerais e de cama-de-aves na fertilidade do solo e no rendimento de trigo, soja e aveia. As fontes minerais de NPK foram sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio; e as orgânicas, lignito oxidado, turfa e cama-de-aves. Constataram-se diferenças significativas no teor de P do solo entre adubos minerais e organominerais em cinco amostragens. Em outros parâmetros de fertilidade do solo (pH, índice SMP, K, matéria orgânica, Al e Ca+Mg), determinados em oito épocas de amostragem, não foram constatadas diferenças entre fertilizantes minerais e organominerais e entre fertilizantes minerais e cama-de-aves. A cama-de-aves, aplicada "*in natura*", promoveu rendimentos semelhantes aos obtidos com fertilizantes minerais. Os rendimentos médios das culturas, obtidos em parcelas com aplicação de quantidades iguais de NPK, não foram estatisticamente diferentes, independentemente de a fonte ser mineral ou organomineral. Já o custo da unidade NPK dos fertilizantes organominerais foi, aproximadamente, o dobro do custo dos fertilizantes minerais.

Termos para indexação: lignito oxidado, turfa, cama-de-aves, análise de solo, trigo, soja, aveia.

EFFECT OF MINERAL AND ORGANIC-MINERAL FERTILIZERS ON YIELDS OF CROPS AND ON SOIL FERTILITY FACTORS

ABSTRACT – The use of adequate amounts of fertilizers is important for soil and crop management. The objective of this study was to determine the effect of mineral and organic-mineral fertilizers and of poultry manure on soil fertility factors and on yield of wheat, soybeans, and oats. Mineral sources of NPK were ammonium sulphate, triple superphosphate and potassium chloride and organic sources were lignite, peat and poultry manure. Significant differences were obtained between mineral and organic-mineral fertilizers in soil P in five samplings. No differences were determined in eight samplings in other soil fertility factors (pH in water, pH in SMP buffer solution, K, organic matter, and exchangeable Al and Ca+Mg). Poultry manure applied to the soil without any previous treatment promoted similar yields as mineral fertilizers. Average yields from plots receiving equal amounts of NPK either through organic or mineral sources, were not statistically different. However, the cost per unit NPK of the organic-mineral fertilizers was about twice as much as that of mineral fertilizers.

Index terms: lignite, peat, poultry manure, soil analysis, wheat, soybeans, oats.

INTRODUÇÃO

O emprego de resíduos de animais como fertilizantes do solo é muito antigo. Segundo Matsuo (1978), fertilizantes orgânicos eram usados no

Japão no século VIII, mas a pesquisa com fertilizantes iniciou efetivamente em 1843, na Estação Experimental de Rothamsted, Inglaterra (Jenkinson, 1991), e nos Estados Unidos em 1876, na Universidade de Illinois, Urbana (Mitchell et al., 1991). Nestes experimentos, ainda em execução, verificou-se que a adição anual de adubos orgânicos proporcionou várias vantagens, inclusive aumentando gradativamente o teor de matéria orgânica do solo.

O estudo de fertilizantes denominados não-convençionais, oriundos de materiais orgânicos diver-

¹ Aceito para publicação em 10 de dezembro de 1993.

² Eng.-Agr., Ph.D, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT) - EMBRAPA, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 - Passo Fundo, RS.

³ Eng.-Agr., M.Sc. - EMBRAPA-CNPT.

⁴ Eng.-Agr., Dr. - EMBRAPA-CNPT.

sos, teve incremento após a publicação dos resultados obtidos com produtos contendo ácidos fúlvicos e húmicos (Martin et al., 1962). Classificados de forma geral como compostos orgânicos ou organominerais, enquadram-se nas seguintes categorias: ativantes biológicos, estimulantes e reguladores do crescimento, fontes de nutrientes minerais de baixa concentração, condicionadores e agentes umectantes. Após a realização de testes com mais de 100 produtos, concluiu-se que a maioria destes fertilizantes não apresentava efeitos benéficos no rendimento das culturas e, quando observado algum benefício, este era função do teor dos nutrientes que tais produtos continham (NCR-103 Committee, 1984).

No Brasil, os fertilizantes organominerais são elaborados mediante a mistura de matéria-prima orgânica, de fertilizantes minerais, e de calcário. A produção iniciou principalmente após a sua inclusão na legislação, em 1982. De acordo com os critérios atuais, o teor máximo de água é de 20%; a concentração mínima, de $N-P_2O_5-K_2O$, de $N-P_2O_5$, de $P_2O_5-K_2O$ ou de $N-K_2O$ é de 12%, e o teor mínimo de matéria orgânica total no produto final é de 25% (Brasil, 1982a, 1983, 1986). Os materiais orgânicos mais empregados são resíduos de animais, lodo de esgoto e deposições geológicas de origem orgânica, com turfa e lignito oxidado (carvão de baixo poder calorífico). A inclusão das duas últimas fontes baseou-se na pressuposição de que, após o seu beneficiamento, os ácidos ou os sais húmicos resultantes apresentariam efeito semelhante ao dos compostos húmicos da matéria orgânica natural do solo. Entretanto, segundo Stevenson (1979, 1982), a composição elementar e a estrutura molecular dos compostos da matéria orgânica do solo são bastante diversas das do lignito ou da turfa, e, em conseqüência, os efeitos no solo e nas plantas seriam distintos também.

O fabricante de adubos organominerais objetiva, através de processos biológicos, térmicos e químicos (Kiehl, 1985), obter ácidos húmicos e fúlvicos solúveis, pressupondo serem estes agentes potencializadores do processo de disponibilidade dos nutrientes no solo. Efeitos benéficos de aplicação de substâncias húmicas no desenvolvimento das plantas foram constatados em solução nutritiva, por Lee & Bartlett (1976), com a aplicação de até

5 mg de carbono/litro de solução, empregando humato de sódio como fonte de carbono. Já a aplicação de humato de sódio ao solo trouxe benefício apenas quando o teor de matéria orgânica deste era muito baixo (0,65%). Os autores atribuíram os eventuais benefícios da aplicação de humatos ao seu provável funcionamento como agente quelatizante de micronutrientes, e não à sua absorção direta pelas plantas. Tem sido observado, no entanto, que pequenas quantidades dos ácidos húmico e fúlvico podem ser absorvidas pelas raízes, sendo muito pouco translocados para a parte aérea da planta (Chen & Aviad, 1990).

Vários autores (Bauder, 1976; Tedesco & Vogel, 1983; Machado et al., 1983; Goepfert, 1985; Goepfert et al., 1985; Tedesco, 1985) têm comparado fertilizantes organominerais à base de lignito oxidado e de turfa com fertilizantes de origem mineral, em relação ao rendimento de diversas culturas. Foi observado que o valor fertilizante destes produtos decorria teores de nutrientes neles contidos, especialmente em relação a NPK. Por outro lado, Pajenk & Jelevec (1983), na Iugoslávia, obtiveram incrementos no rendimento de milho de 3 a 4%, e no de trigo, de 0 a 24%, com o emprego do adubo organomineral Humofertil, em relação às fontes minerais de nutrientes.

Os efeitos dos fertilizantes organominerais nas propriedades físicas do solo são, em geral, não-mensuráveis, uma vez que as doses utilizadas são insuficientes para afetar os parâmetros físicos do solo (Stevenson, 1979). No entanto, ao adicionarem doses de turfa ou de esterco, capazes de afetar significativamente o teor de matéria orgânica do solo, Fortun et al. (1990) observaram que a turfa aumentou o número de microagregados, e o esterco de bovinos aumentou o número de macroagregados. Segundo estes autores, a diferença reside no maior número de grupos carboxílicos ($COOH^-$) no esterco, resultando em maior número de ligações químicas que as obtidas com turfa, já que esta é constituída por moléculas mais polimerizadas e com menos grupos carboxílicos livres. Segundo Piccolo & Mbagwu (1990), os ácidos húmicos e fúlvicos do solo são os principais agentes de formação de microagregados.

O interesse pela aplicação ao solo de resíduos

de animais e materiais orgânicos industrializados tem aumentado nos últimos anos. As principais dúvidas sobre o uso destes produtos são relacionados com a sua eficiência agrônômica, seu efeito no solo e seu custo, em comparação com fontes convencionais de nutrientes.

Desta forma, objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito de adubos minerais convencionais, de adubos organominerais comerciais à base de lignito oxidado, de turfa e de cama-de-aves, e da aplicação direta da cama-de-aves, nos rendimentos das culturas de trigo, de soja e de aveia, bem como determinar os seus efeitos em alguns fatores de fertilidade do solo e os reflexos econômicos do seu uso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em julho de 1985 com a cultura do trigo. As culturas subsequentes foram soja e dois cultivos de aveia-preta. O solo do local do experimento encontrava-se sob vegetação de campo nativo e está classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, unidade de mapeamento Passo Fundo (Brasil, 1973). Em fevereiro de 1985 foram aplicadas 7 t/ha de calcário, correspondendo à necessidade de calagem para pH 6. Nesta ocasião, o solo apresentava as seguintes características, de acordo com os métodos apresentados por Tedesco et al. (1985): argila, 37%; pH em água, 5,1; índice SMP, 5,5; fósforo (Mehlich), 3,1 mg/L; potássio (Mehlich), 130 mg/L; matéria orgânica, 5,4%; Al trocável, 0,5 cmol_c/L, e Ca+Mg trocável, 7,2 cmol_c/L de solo. Antes da semeadura da soja, em novembro de 1986, foi feita aplicação a lanço, em todas as parcelas, de 3 kg de Zn/ha, na forma de ZnSO₄, sendo incorporado com enxada rotativa.

O delineamento experimental consistiu de blocos completos casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de dois níveis de adubação de pré-plantio de PK (com e sem), de três formulações NPK de fertilizantes (A, B e C) e de duas fontes de produtos (organomineral e mineral), arranjos em fatorial 2 x 3 x 2. O experimento incluiu três tratamentos adicionais: adubação de pré-plantio com cama-de-aves + mineral, adubação de pré-plantio mineral + mineral, e testemunha sem adubação (tratamentos 13, 14 e 15). A organização dos tratamentos e as doses de nutrientes aplicadas nos diversos cultivos constam na Tabela 1. Os teores de N, de P₂O₅ e de K₂O dos produtos testados constam na Tabela 2. As dimensões das parcelas foram

de 2,4 x 6 m, tendo sido semeadas 12 fileiras de trigo e de aveia e 5 fileiras de soja. A cultivar de trigo foi a BR 14, a de soja foi a Cobb, e a de aveia-preta foi a comum. A aplicação dos tratamentos de adubação de pré-plantio foi feita antes da semeadura de trigo, tendo os adubos sido distribuídos a lanço e incorporados com enxada rotativa. Os demais adubos foram aplicados manualmente no sulco de semeadura, em cada cultivo. A dose dos três fertilizantes organominerais (A, B e C) foi 300 kg/ha, segundo a recomendação dos fabricantes. Os adubos minerais foram aplicados em quantidades que forneceram a mesma dose de N, P₂O₅ e K₂O (teor total) que os organominerais, conforme indicado na Tabela 1.

Os adubos organominerais foram adquiridos no mercado, sendo constituídos das seguintes matérias-primas orgânicas: lignito oxidado (carvão), turfa, e cama-de-aves. Os adubos minerais foram elaborados através da mistura de sulfato de amônio, de superfosfato triplo e de cloreto de potássio. A cama-de-aves foi procedente de um aviário de frangos de corte, tendo sido estocada previamente, em local coberto, por cerca de três meses.

Por ser o teor total dos nutrientes o critério mais utilizado para a interpretação dos teores dos nutrientes em resíduos de animais, e pelo fato de a cama-de-aves ter sido utilizada nos tratamentos 5, 11 e 13 (Tabela 1), optou-se pela adoção deste critério para o cálculo das doses de nutrientes de todas as formulações testadas.

A avaliação do rendimento foi feita através da colheita de grãos em 5 m das dez fileiras centrais de trigo e das três fileiras centrais de soja. O rendimento de matéria seca de aveia foi obtido mediante a colheita das plantas em 5 m das dez fileiras centrais, no estádio de enchimento de grãos. Imediatamente após o corte da aveia, foi obtido o peso da massa verde, por parcela, e retirada uma amostra de peso conhecido, para secagem, e, posteriormente, procedeu-se à pesagem e ao cálculo do teor de umidade. Com base nestes dados, estimou-se o rendimento de matéria seca de aveia, por hectare.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises de solo

Foram encontradas diferenças significativas entre os valores de análises de solo, nas diversas épocas de amostragem, apenas no teor de P. Por esta razão, na Tabela 3 são apresentados somente os dados médios de pH, do índice SMP, de P, de K, de matéria orgânica, de Al e de Ca + Mg, obtidos nas oito amostragens efetuadas, verificando-se, na primeira amostragem, realizada antes da insta-

TABELA 1. Tratamentos e doses de nutrientes aplicados por cultivo. EMBRAPA-CNPT.

N ^o Tratamento	Trigo 1985		Soja 1986		Aveia 1986		Aveia 1987	
	N-P ₂ O ₅ - K ₂ O	N cob.	N-P ₂ O ₅ - K ₂ O	N-P ₂ O ₅ - K ₂ O	N-P ₂ O ₅ - K ₂ O	N cob.	N-P ₂ O ₅ - K ₂ O	N cob.
	*1	*2	*1	*1	*1	*3	*1	*4
----- kg/ha -----								
Sem adubação de pré-plantio:								
1 Organomineral A (*5)	6-50-17	40	6-35-19	6-50-17	6-50-17	20	6-50-17	40
2 Mineral A	6-50-17	40	6-35-19	6-50-17	6-50-17	20	6-50-17	40
3 Organomineral B (*6)	9-23-22	40	10-28-11	9-23-22	9-23-22	20	9-23-22	40
4 Mineral B	9-23-22	40	10-28-11	9-23-22	9-23-22	20	9-23-22	40
5 Organomineral C (*7)	4-21-3	40	7-20-3	4-21-3	4-21-3	20	4-21-3	40
6 Mineral C	4-21-3	40	7-20-3	4-21-3	4-21-3	20	4-21-3	40
Com adubação de pré-plantio: (*8)								
7 Organomineral A (*5)	6-50-17	40	6-35-19	6-50-17	6-50-17	20	6-50-17	40
8 Mineral A	6-50-17	40	6-35-19	6-50-17	6-50-17	20	6-50-17	40
9 Organomineral B (*6)	9-23-22	40	10-28-11	9-23-22	9-23-22	20	9-23-22	40
10 Mineral B	9-23-22	40	10-28-11	9-23-22	9-23-22	20	9-23-22	40
11 Organomineral C (*7)	4-21-3	40	7-20-3	4-21-3	4-21-3	20	4-21-3	40
12 Mineral C	4-21-3	40	7-20-3	4-21-3	4-21-3	20	4-21-3	40
Tratamentos adicionais:								
13 Cama-de-aves (pré-plantio) (*9) + mineral	0-70-30	40	0-70-50	15-70-50	15-70-50	20	15-70-50	40
14 Mineral (pré-plantio) (*8) + mineral	15-70-30	40	0-70-50	15-70-50	15-70-50	20	15-70-50	40
15 Testemunha	-	-	-	-	-	-	-	-

*1 Aplicado na linha de semeadura; no caso dos tratamentos com adubos minerais a fonte de N foi sulfato de amônio (20,5% de N), a de P foi superfosfato triplo (45,4% de P₂O₅) e a de K foi cloreto de potássio (58,8% de K₂O).

*2 20 kg/ha n afilhamento e 20 kg/ha no início do alongamento, na forma de sulfato de amônio.

*3 Aplicado no afilhamento, na forma de uréia.

*4 20 kg/ha no afilhamento e 20 kg/ha no início do alongamento, na forma de uréia.

*5 *6 e *7 Vide fórmulas na Tabela 2; a dose dos fertilizantes organominerais, em todos os tratamentos e cultivos, foi 300 kg/ha.

*8 Aplicado a lança antes da semeadura do trigo, constituindo-se de 120 kg de P₂O₅/ha na forma de superfosfato triplo e de 80 kg de K₂O/ha na forma de cloreto de potássio.

*9 Aplicação de 4 t/ha como adubação de pré-plantio, antes da cultura do trigo, apresentando a seguinte composição de N-P₂O₅ - K₂O: 1,7-3,2-1,4%.

lação do experimento, deficiência de P (3,1 mg/L de solo) e teor satisfatório de K (130 mg/L de solo) (Comissão... 1989). Apesar das doses de K aplicadas (Tabela 1), o teor médio de K do solo foi, gradativamente, sendo reduzido, tendo-se igualado a 65 mg/L na oitava coleta. Na Tabela 4 constam os valores das determinações de pH, do índice SMP, de K, de matéria orgânica, de Al e de Ca + Mg, obtidos nos vários tratamentos, na primeira (inicial) e oitava (final) coletas. Conforme indicado acima, não houve diferença significativa, entre os tratamentos, nestas determinações, em nenhuma das oito coletas. Desta forma, os dados da

Tabela 4 representam as condições de solo no qual agiram individualmente os tratamentos. Diferenças significativas entre fatores de fertilidade do solo também não foram obtidas no estudo conduzido por Peavy & Greig (1972), em que foram comparadas a aplicação de 90 t/ha de esterco bovino e quantidades equivalentes de NPK na forma mineral.

Conforme os dados da Tabela 5, foram encontradas diferenças significativas no teor de P, entre tratamentos, na segunda, na terceira, na quinta, na sexta e na oitava épocas de coleta. Na média geral, os adubos organominerais apresentaram tendência

TABELA 2. Teores de nutrientes contidos nos fertilizantes empregados. EMBRAPA-CNPT.

Fertilizante	Trigo e aveia				Soja			
	N	P ₂ O ₅		K ₂ O	N	P ₂ O ₅		K ₂ O
		CNA* + H ₂ O	Total			CNA* + H ₂ O	Total	
	----- % -----							
Sulfato de amônio	20,5	-	-	-	20,5	-	-	-
Superfostato triplo	-	-	45,4	-	-	-	45,4	-
Cloreto de potássio	-	-	-	58,8	-	-	-	58,8
Organomineral A (lignito oxidado)	2,0	11,3	16,5	5,8	1,9	9,6	11,6	6,2
Organomineral B (turfa e lignito oxidado)	2,9	6,0	7,6	7,4	3,3	7,3	9,3	3,6
Organomineral C (cama-de-aves)	1,4	3,7	6,9	1,1	2,2	3,9	6,8	1,1
Cama-de-aves# (aplicado em pré-plantio)	1,7	-	3,2	1,4	-	-	-	-

* Citrato neutro de amônio.

Frango de corte, usado no tratamento 13 como adubação de pré-plantio.

Métodos de análise de acordo com Brasil (1982b).

TABELA 3. Valores médios das análises de solo na instalação e durante a condução dos experimentos. EMBRAPA-CNPT.

Análise#	Épocas de amostragem							
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª
	*1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	*8
pH em água	5,1	4,9	5,3	5,1	5,6	5,3	5,3	5,4
Índice SMP	5,5	5,5	5,9	5,7	5,8	5,5	5,8	5,7
P, mg/L solo	3,1	6,1	7,7	7,3	5,0	6,4	4,7	8,0
K, mg/L solo	130	110	126	106	88	97	75	65
Matéria orgânica, %	5,4	5,0	5,4	5,2	5,2	5,2	5,3	5,4
Al, mmol/L solo	0,5	0,5	0,2	0,5	0,2	0,4	0,3	0,4
Ca+Mg, mmol/L solo	7,2	6,1	7,3	7,4	7,8	7,8	8,6	7,4

Segundo procedimentos descritos em Tedesco et al. (1985).

*1 Julho de 1985 - antes da instalação do experimento.

*2 Dezembro de 1985 - após a colheita do trigo.

*3 Fevereiro de 1986 - na floração da soja.

*4 Maio de 1986 - na colheita da soja.

*5 Outubro de 1986 - após o corte da aveia.

*6 Outubro de 1986 - após o preparo do solo com enxada rotativa e antes da semeadura da soja.

*7 Abril de 1987 - após a remoção da soja, não colhida devido a incidência de rizoctonia.

*8 Novembro de 1987 - após corte da aveia.

Amostras coletadas entre fileiras.

Teste F não-significativo para nenhuma das análises e épocas de amostragens, exceto para P (vide Tabela 5).

de conferir teores médios maiores de P ao solo em quatro épocas de amostragem (2ª, 3ª, 5ª e 8ª). Estas diferenças, apesar de não significativas, po-

dem ter sido conseqüência do uso de fosfatos naturais nos fertilizantes organominerais, uma vez que o teor total de P, em todos os produtos, foi superi-

TABELA 4. Efeito de fertilizantes minerais, fertilizantes organominerais e cama-de-aves em fatores de fertilidade do solo, no início e no final do experimento. EMBRAPA-CNPT.

Nº Tratamento	pH		Índice SMP		K		Mat.orgânica		Al		Ca + Mg	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
					--mg/L solo--		-----%-----		-----mmol/L solo-----			
Sem adubação de pré-plantio:												
1 Organomineral A	5,0	5,4	5,4	5,6	121	61	5,4	5,4	0,6	0,4	6,8	7,7
2 Mineral A	5,2	5,4	5,4	5,6	128	59	5,5	5,3	0,6	0,5	7,0	7,7
3 Organomineral B	5,1	5,5	5,4	5,7	120	59	5,7	5,4	0,3	0,3	8,0	7,7
4 Mineral B	5,1	5,4	5,5	5,5	143	71	5,2	5,3	0,6	0,6	7,5	7,4
5 Organomineral C	5,1	5,4	5,4	5,6	139	63	5,5	5,4	0,6	0,5	7,0	7,2
6 Mineral C	5,0	5,4	5,5	5,7	103	57	5,3	5,4	0,5	0,5	6,2	6,9
Com adubação de pré-plantio:												
7 Organomineral A	5,1	5,4	5,5	5,7	123	61	5,2	5,4	0,6	0,4	6,8	7,4
8 Mineral A	5,1	5,4	5,6	5,6	157	72	5,4	5,4	0,4	0,4	8,3	6,7
9 Organomineral B	5,1	5,5	5,5	5,7	125	67	5,3	5,4	0,4	0,5	7,2	7,0
10 Mineral B	5,2	5,5	5,5	5,7	123	61	5,5	5,3	0,4	0,2	7,0	7,7
11 Organomineral C	5,1	5,5	5,4	5,7	133	63	5,2	5,4	0,3	0,3	6,7	7,6
12 Mineral C	5,0	5,6	5,4	5,8	121	62	5,3	5,6	0,5	0,3	7,2	7,9
Tratamentos adicionais:												
13 Cama-de-aves (pré-plantio) + mineral	5,0	5,4	5,3	5,6	112	67	5,1	5,3	0,7	0,5	7,2	6,8
14 Mineral (pré-plantio) + mineral	5,2	5,4	5,4	5,6	114	74	5,4	5,4	0,4	0,5	7,1	7,5
15 Testemunha	5,3	5,3	5,7	5,8	146	71	5,5	5,1	0,1	0,5	8,6	6,8
Média geral organomineral	5,1	5,4	5,4	5,6	127	62	5,4	5,4	0,5	0,5	7,4	7,5
Média geral mineral	5,1	5,4	5,5	5,6	130	64	5,4	5,4	0,5	0,5	6,6	7,5
Teste F para tratamentos	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV, %	3,0	2,5	2,9	2,0	18,4	13,0	6,0	2,8	50,4	44,5	14,5	10,4

A coluna inicial refere-se às amostras coletadas antes da instalação do experimento (julho de 1985) e a coluna final refere-se a oitava coleta (novembro de 1987), realizada após o encerramento do experimento.

Os procedimentos analíticos adotados constam em Tedesco et al. (1985).

or ao teor solúvel em citrato neutro de amônio e água (Tabela 2). Sabe-se que o extrator de e água (Tabela 2). Sabe-se que o extrator de Mehlich, usado para determinar o P do solo, solubiliza fosfatos naturais que com ele ainda não reagiram, elevando o teor de P na análise, sem que este esteja disponível às plantas. Segundo Peixoto et al. (1987, 1989), a adição de fosfato natural ao composto de lixo urbano, antes ou após a compostagem, não aumentou a disponibilidade de P para o feijoeiro e para o sorgo forrageiro. Isto evidencia que o P dos adubos organominerais, ainda na forma química natural, provavelmente não reagiria com o solo em uma ou mais safras. Com relação ao teor de P no solo no tratamento testemunha, verificou-se, ao longo do tempo, tendência de aumento nas primeiras quatro amostragens. Estes te-

ores foram iguais a 3,5, a 4,7, a 5,7 e a 6,2 mg/L de solo, respectivamente, para as coletas realizadas em julho de 1985, em dezembro de 1985, em fevereiro de 1986 e em maio de 1986. Na oitava coleta (novembro de 1987), o teor foi igual a 5,5 mg/L (Tabela 5). Pressupõe-se que este incremento no teor de P, à medida que foram sendo realizados os cultivos, pode ter sido função da mineralização do P da matéria orgânica do solo (Tiessen et al., 1984), uma vez que este encontrava-se sob vegetação de campo nativo, ao ser iniciado o experimento e apresentar 5,4% de matéria orgânica.

Rendimento das culturas

Os rendimentos médios de grãos de trigo e de soja e de matéria seca de aveia, bem como o soma-

TABELA 5. Efeito de fertilizantes minerais, fertilizantes organominerais e cama-de-aves nos teores de fósforo do solo. EMBRAPA-CNPT.

Nº Tratamento	Época de amostragem							
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª
	-----mg/L solo-----							
Sem adubação de pré-plantio:								
1 Organomineral A	3,5	3,6d	6,5e	7,2	4,4def	6,7bcde	7,2	8,7abcd
2 Mineral A	2,8	4,3d	5,8e	6,5	4,2ef	5,5bcde	5,7	7,7defg
3 Organomineral B	2,6	4,8cd	6,7e	6,2	3,5ef	6,3bcde	3,8	6,7fgh
4 Mineral B	4,0	5,5bcd	6,2e	6,5	4,2ef	8,0abcd	4,5	6,5gh
5 Organomineral C	3,5	4,2d	5,5e	5,0	3,2f	4,6de	3,2	8,8abcd
6 Mineral C	2,9	4,0d	5,8e	6,7	3,9ef	3,5e	2,8	6,7fgh
Com adubação de pré-plantio:								
7 Organomineral A	3,0	6,3abcd	10,2abc	7,7	5,5bcde	4,8cde	5,0	9,3a
8 Mineral A	2,8	8,5ab	7,5bcde	6,5	5,0bcdef	11,5a	5,5	7,0efg
9 Organomineral B	3,4	8,0abc	8,3abcde	8,3	5,5bcde	6,8bcde	4,7	7,8cdef
10 Mineral B	2,9	6,5abcd	7,3cde	8,7	5,0bcdef	4,8cde	5,0	7,8cdef
11 Organomineral C	3,2	9,2a	10,3ab	8,7	7,0ab	5,8bcde	4,3	8,0bcde
12 Mineral C	2,6	5,3bcd	8,0abcde	8,2	4,8cdef	6,3bcde	4,8	7,8cdef
Tratamentos adicionais:								
13 Cama-de-aves (pré-plantio) + mineral	2,8	6,8abcd	10,7a	7,2	6,7abc	7,5bcd	5,0	9,3a
14 Mineral (pré-plantio) + mineral	2,8	5,2bcd	9,7abcd	7,7	8,0a	9,0ab	4,2	8,8abcd
15 Testemunha	3,5	4,7cd	5,7e	6,2	3,2f	4,8cde	3,2	5,5h
Média geral organomineral	3,2	6,0	7,9	7,2	4,8	5,8	4,7	8,2
Média geral mineral	3,0	5,7	6,8	7,2	4,5	6,6	4,7	7,2
Teste F para tratamentos	NS	*	**	NS	**	*	NS	**
CV, %	23,9	34,2	22,4	20,6	25,6	33,4	38,9	10,0

Segundo procedimentos descritos em Tedesco et al. (1985).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Valores seguidos de uma mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

tório dos quatro cultivos e a correspondente análise estatística para o efeito geral dos tratamentos, constam na Tabela 6. Em todos os cultivos foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos. As respostas significativas à fertilização, observadas entre o tratamento testemunha (tratamento 15) e os demais tratamentos, permitem caracterizar as condições experimentais como satisfatórias, para a comparação dos produtos testados.

Verificou-se diferença significativa entre os fertilizantes organominerais e os minerais apenas para o produto A (sem adubação de pré-plantio, tratamentos 1 e 2), no segundo cultivo de aveia, em que o rendimento obtido com as fontes minerais foi superior (Tabela 6). As diferenças no rendimento das culturas entre os adubos minerais e os organominerais foram, em geral, pequenas, e é

possível que tenham decorrido dos graus de solubilidade do P dos produtos (Tabela 2). Considerando-se o critério de comparação adotado neste trabalho (teores totais), pode-se inferir que as várias fontes orgânicas de fertilizantes testados apresentaram eficiência agrônômica equivalente às fontes minerais, e que as diferenças nas doses de P, solúvel em citrato neutro de amônio e água (Tabela 2), também não foram suficientes para promover rendimentos significativamente diferentes.

A última coluna da Tabela 6 constitui-se na soma dos rendimentos dos quatro cultivos, verificando-se valores equivalentes para cada um dos três tipos de adubos minerais e de organominerais testados. De forma semelhante, as diferenças no rendimento entre a cama-de-aves e os adubos minerais (tratamentos 13 e 14) não foram significati-

TABELA 6. Rendimentos de grãos de trigo e soja e de matéria seca de aveia, em função de fertilizantes minerais, organominerais e cama-de-aves. EMBRAPA-CNPT

Nº Tratamento	Trigo 1985	Soja 1986	Aveia 1986	Aveia 1987	Soma#
	kg/ha				
Sem adubação de pré-plantio:					
1 Organomineral A	2734defg	2622fg	5896bcde	8148cdef	19.400f
2 Mineral A	2767defg	2959def	5967bcde	8977ab	20.670cdef
3 Organomineral B	2651fgh	2667fg	6048abcd	8076def	19.442f
4 Mineral B	2724efg	2843ef	6003abcd	8456bcde	20.026ef
5 Organomineral C	2428gh	2563fgh	4765f	7278g	17.034g
6 Mineral C	2305h	2406gh	5322ef	7718efg	17.751g
Com adubação de pré-plantio:					
7 Organomineral A	3415a	3328abcd	6131abcd	8493bcde	21.367bcde
8 Mineral A	3107abcde	3533ab	6505ab	8592abcd	21.737abcd
9 Organomineral B	3078abcde	3105cde	6019abcd	8176cdef	20.378cdef
10 Mineral B	3122abcd	3376abc	6453ab	8917abc	21.868abc
11 Organomineral C	3277ab	3279bcd	5581de	8125def	20.262def
12 Mineral C	3014bcdef	3278bcd	5898bcde	8390bcde	20.580cdef
Tratamentos adicionais:					
13 Cama-de-aves (pré-plantio) + mineral	3251abc	3628ab	6650a	9375a	22.904a
14 Mineral (pré-plantio) + mineral	3167abc	3703a	6272abc	9176ab	22.318ab
15 Testemunha	1824i	2219h	3099g	4332h	11.474h
Média geral organomineral	2930	2927	5740	8049	19.646
Média geral mineral	2840	3066	6025	8508	20.439
Teste F para tratamentos	**	**	**	**	**
CV, %	7,1	7,6	7,0	5,9	4,5

Refere-se a soma dos rendimentos obtidos com as quatro culturas.

Valores numa mesma coluna seguidos de uma letra comum não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

vas. Verificou-se, no entanto, uma tendência de obtenção de rendimentos maiores no tratamento cama-de-aves + fertilizante mineral. Semelhante constatação foi observada por Ben et al. (1981), Ernani (1981), Holanda et al. (1982) e Nuernberg & Stammel (1989) em que a combinação de adubo orgânico e mineral conferiu rendimentos equivalentes ou levemente superiores.

Uma vez constatada a diferença entre os tratamentos (Tabela 6), analisaram-se os dados de forma a verificarem-se as possíveis interações, e realizou-se o teste de médias dos três fatores em estudo. Na Tabela 7 são apresentados os resultados da análise de variância do rendimento, desmembrando os graus de liberdade dos tratamentos, no arranjo fatorial 2 x 3 x 2. Nesta análise, excluíram-se, portanto, os três tratamentos adicionais. Com base nesta análise, constataram-se diferenças

significativas, graças à adubação de pré-plantio, em todos os cultivos (Tabelas 7 e 8). Excetuando-se a cultura da soja, foram constatadas também diferenças significativas entre as formulações de NPK (A, B e C). Diferenças significativas entre as fontes (organomineral e mineral) foram observadas somente nos dois cultivos de aveia. De acordo com os dados da Tabela 8, a adubação de pré-plantio resultou em aumentos no rendimento que variaram de 4% (aveia 1987) a 24% (soja 1986). Na maioria dos cultivos, bem como na soma dos rendimentos, a formulação C resultou em rendimentos menores, o que era esperado, uma vez que as doses de NPK foram menores que nas formulações A e B (Tabela 1). Nos dois cultivos de aveia, foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as fontes (organomineral e mineral), tendo os fertilizantes minerais apresentado rendimentos superiores.

TABELA 7. Quadrado médio do rendimento em função dos seguintes fatores: adubação de pré-plantio (Pré, sem/com), formulação (FORM, A/B/C) e fontes de nutrientes (FONTE, organomineral/mineral). EMBRAPA-CNPT

Fator de variação	GL	Trigo 1985	Soja 1986	Aveia 1986	Aveia 1987	Soma#
----- quadrado médio do rendimento -----						
Blocos	2	603480 **	19082NS	91752NS	428604NS	2569002NS
Pré	1	2896237 **	3682561**	1671418**	1040060*	35206422**
Form	2	188271 *	157223NS	2169110**	1511978**	12021342**
Fonte	1	73893 NS	172502NS	728462*	1897506**	5638250*
Pré x Form	2	107757 NS	71457NS	181658NS	463321NS	2495180NS
PRé x Fonte	1	65110 NS	3481NS	73531NS	74075NS	38875NS
Form x Fonte	2	52225 NS	107938NS	52693NS	32408NS	203546NS
Pré x Form x Fonte	2	18773 NS	17507NS	105335NS	223472NS	651749NS
Resíduo	22	43594	55192	166457	191228	859692
Total	35					

Refere-se a soma dos rendimentos obtidos com as quatro culturas.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS Não-significativo.

TABELA 8. Comparação entre os rendimentos médios obtidos em função da adubação de pré-plantio (sem/com), formulações NPK (A/B/C) e fontes de fertilizantes (organomineral/mineral). EMBRAPA-CNPT.

Fator de variação	Rendimento				
	Trigo 1985	Soja 1986	Aveia 1986	Aveia 1987	Soma#
----- kg/ha -----					
Pré-plantio:					
Sem	2602b	2677b	5667b	8109b	19054b
Com	3169a	3316a	6098a	8449a	21032a
Formulação:					
A	3006a	3110a	6125a	8553a	20794a
B	2894ab	2998a	6131a	8406a	20429a
C	2756b	2882a	5392b	7878b	18907b
Fonte:					
Organomineral	2930a	2927a	5740b	8049b	19646b
Mineral	2840a	3066a	6025a	8508a	20439a

Refere-se a soma dos rendimentos obtidos com as quatro culturas.

Valores de um mesmo fator acompanhados por uma letra comum não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Em termos gerais, o efeito dos adubos organominerais em relação aos adubos minerais convencionais foi semelhante ao obtido por outros autores (Bauder, 1976; Pons & Gutterres, 1979; Pons & Coelho, 1982; Machado et al. 1983; Tedesco & Vogel 1983; NCR-103 Committee, 1984; Tedesco, 1985), apresentando os adubos organominerais eficiência agrônômica semelhante à dos adubos de

origem mineral. A explicação para esta constatação provavelmente reside no fato de as doses geralmente utilizadas não serem suficientes para promover um aumento significativo no teor de materiais orgânicos do solo.

Custo dos fertilizantes

Na Tabela 9 constam algumas das quantidades

TABELA 9. Doses de fertilizantes aplicados em alguns tratamentos e seus custos relativos. EMBRAPA-CNPT.

Nº	Tratamento	Trigo 1985			Soja 1986		
		Adubo	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Custo#	Adubo	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Custo#
		kg/ha		%	kg/ha		%
Sem adubação de pré-plantio:							
1	Organomineral A	300	6-50-17	134	300	6-35-19	157
2	Mineral A	168	6-50-17	100	139	6-35-19	100
3	Organomineral B	300	9-23-22	152	300	10-28-11	195
4	Mineral B	132	9-23-22	78	129	10-28-11	88
5	Organomineral C	300	4-21-3	134	300	7-20-3	131
6	Mineral C	71	4-21-3	43	83	7-20-3	62
Média organomineral		300	6-31-14	140	300	8-28-11	161
Média mineral		124	6-31-14	74	117	8-28-11	83

% em relação ao tratamento 2, considerando o preço do produto posto em depósito na região de Passo Fundo, RS, na época de semeadura das culturas. Para o cálculo do custo das formulações minerais, utilizou-se o preço do sulfato de amônio, do superfosfato triplo e do cloreto de potássio.

de fertilizantes empregadas nas culturas de trigo e de soja, e o custo relativo destas quantidades. Verificou-se que os adubos organominerais, na média, custaram aproximadamente o dobro do valor dos fertilizantes minerais. Assim sendo, a escolha dos produtos testados, para fins de uso em escala de lavoura, deveria ser feita em função do custo da unidade dos nutrientes NPK contidos nos fertilizantes.

CONCLUSÕES

1. À exceção do teor de P do solo, outros fatores de fertilidade do solo (pH, índice SMP, K, matéria orgânica, Al e Ca+Mg) não foram afetados diferentemente por adubos minerais ou por adubos organominerais à base de lignito oxidado, de turfa e de cama-de-aves.

2. Em termos de rendimento das culturas de trigo, de soja e de aveia, os fertilizantes minerais apresentaram eficiência agrônômica equivalente à dos fertilizantes organominerais e à cama-de-aves.

3. A cama-de-aves aplicada "in natura" proporcionou rendimentos equivalentes aos obtidos com fertilizantes minerais, contendo N, P e K.

4. O custo dos fertilizantes organominerais, por unidade de nutrientes NPK, foi, aproximadamente, o dobro do dos fertilizantes minerais.

REFERÊNCIAS

- BAUDER, J. W. Soil conditioners; a problem or a solution. **Farm Research**, v.33, n.4, p.21-24, 1976.
- BEN, J. R.; VIEIRA, S. A.; SCHERER, E. E.; BARTZ, H. R. Efeito da adubação com esterco de galinha na cultura do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.2, p.165-170, 1981.
- 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).
- BRASIL. Portaria Nº 1, de 20 de abr. 1982. Aprova normas sobre especificações, garantias, tolerâncias e procedimentos para coleta de amostras de produtos e os modelos oficiais a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura. **Diário Oficial**, Brasília, p.7416-7421, 27 abr. 1982a. Seção 1.
- BRASIL. Portaria Nº 31, de 8 de jun. 1982. Aprova os métodos analíticos padrões, oficiais, para análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes sujeitos a inspeção e fiscalização previstas na legislação. **Diário Oficial**. Brasília, p.10763-10796, 14 jun. 1982b. Seção 1.

- BRASIL. Portaria Nº 1, de 30 jan. 1986. Determina a soma mínima dos teores de NPK, NP, PK, NK dos fertilizantes organominerais em 12% e o teor mínimo de matéria orgânica em 25%. **Diário Oficial**, Brasília, 3 fev. 1986.
- BRASIL. **Inspecção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados a agricultura: Legislação**. [Brasília], [1983]. 88p.
- CHEN, Y.; AVIAD, T. Effects of humic substances on plant growth. In: MACCARTHY, P.; CLAPP, C. E.; MALCOLM, R. L.; BLOOM, P. R. **Humic substances in soil and crop sciences: selected readings**. Madison: ASA, 1990. p.161-186.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2.ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 1989. 128p.
- ERNANI, P. R. **Utilização de materiais orgânicos e adubos minerais na fertilização do solo**. Porto Alegre: UFRGS-Departamento de Solos, 1981. 82p. Tese de Mestrado.
- FORTUN, A.; BENAYAS, J.; FORTUN, C. The effects of fulvic and humic acids on soil aggregation: a morphological study. **Journal of Soil Science**, Dorchester, v.41, n.4, p.563-572, 1990.
- GOEPFERT, C. F. **Adubos orgânicos e organominerais**. [S.l.:s.n.], [1985]. 10p. Trabalho apresentado no I Ciclo de debates sobre fertilizantes. Bagé, 1985.
- GOEPFERT, C. F.; SALGADO, V.; MÜLLER, P. R. Resposta da cultura do milho e adubação com fertilizantes químico e organomineral em um planossol. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 30., 1985, Porto Alegre. **Ata...** Porto Alegre: IPAGRO/EMATER-RS, 1985. p. 122-125.
- HOLANDA, J. S. de; MIELNICZUK, J.; STAMMEL, J. G. Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo de encosta basáltica do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, n.1, p.47-51, 1982.
- JENKINSON, D. S. The Rothamsted long-term experiments: are they still of use? **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.2, p.2-10, 1991.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica CERES, 1985. 492p.
- LEE, Y. S.; BARTLET, R. J. Stimulation of plant growth by humic substances. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.40, n.6, p.876-879, 1976.
- MACHADO, M. O.; GOMES, A. S.; TURATTI, A. L.; PAULETTO, E. A.; SILVEIRA JUNIOR, P. S. Efeito da adubação orgânica e mineral na produção do arroz irrigado e nas propriedades químicas e físicas do solo de Pelotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.6, p.583-591, 1983.
- MARTIN, J. A.; SENN, T. L.; CRAWFORD, J. H.; MOORE, M. D. **Influence of humic and fulvic acids on the growth yield and quality of certain horticultural crops**. Clemson: South Carolina Agricultural Experiment Station, 1962. 69p. (Research Series, 30).
- MATSUO, H. Review of recent studies on organic matter as fertilizers. In: FAO. **Organic recycling in Asia**. Rome: SIDA, 1978. p.267-286. (FAO Soils Bulletin, 36).
- MITCHELL, C. C.; WESTERMAN, R. L.; BROWN, J. R.; PECK, T. R. Overview of long-term agronomic research. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.2, p.24-29, 1991.
- NCR-103 COMMITTEE. **NON-TRADITIONAL SOIL AMENDMENTS AND GROWTH STIMULANTS. Compendium of research reports on use of non-traditional materials for crop production**. Ames: Iowa State University. Cooperative Extension Service, 1984. 473p.
- NUERNBERG, N. J.; STAMMEL, J. G. Rendimento de culturas e características químicas do solo sob diferentes sucessões e adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.1, p.87-93, 1989.
- PAJENK, F.; JELEVÉC, D. B. The effect of the organo-mineral fertilizer "Humofertil" on the maintenance and increase of soil fertility and on the prevention of underground and water pollution. In: SYMPOSIUM ON RESEARCH INTO AGRO-TECHNICAL METHODS AIMING AT INCREASING THE PRODUCTIVITY OF CROPS..., 1983, Geneva, Switzerland. **Efficient use of fertilizers in agriculture**, proceedings. The Hague: Martinus Nijhoff, 1983. p.325-329. (Development in Plant and Soil Science, 10).

- PEAVY, W. S.; GREIG, J. K. Effect of organic and mineral fertilizers on some soil properties. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.3, n.6, p.487-492, 1972.
- PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L.; FRANCO, A. A. Adição de fosfatos à compostagem de lixo urbano e disponibilidade de fósforo residual em sorgo forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.5, p.587-592, 1989.
- PEIXOTO, R. T. G.; FRANCO, A. A.; ALMEIDA, D. L. Efeito do lixo urbano compostado com fosfato natural na nodulação, crescimento e absorção de fósforo em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.11/12, p.1117-1132, 1987.
- PICCOLO, A.; MBAGWU, J. S. C. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.123, n.1, p.27-37, 1990.
- PONS, A. L.; COELHO, C. D. Efeito do Carbohumus sobre o rendimento de milho. In: REUNIÃO ANUAL DO MILHO, 27., 1982, Porto Alegre, RS. Ata... Porto Alegre: IPAGRO/EMATER, 1982. p.90-91.
- PONS, A. L.; GUTTERRES, J. F. Efeito de diversos produtos sobre o rendimento de milho. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 24., e REUNIÃO DO SORGO GRANÍFERO, 8., 1979, Porto Alegre, RS. Ata... Porto Alegre: IPAGRO, 1979. p.41-43.
- STEVENSON, F. J. Humates; facts and fantasies on their value as commercial amendments. **Crops and Soils Magazine**, Madison, v.31, n.7, p.14-16, 1979.
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**. New York: John Wiley, 1982. 443p.
- TEDESCO, M. J. **Resultados de experimentos com materiais orgânicos e organominerais conduzidos em casa-de-vegetação em 1982/83**. [S.l.: s. n., 1985]. 30p. Trabalho apresentado no seminário "Eficiência agrônômica de adubos orgânicos e organominerais", Passo Fundo, RS, 1985.
- TEDESCO, M. J.; VOGEL, E. T. Avaliação da eficiência de adubo Nitrohumomineral. **Agronomia Sulrio-grandense**, Porto Alegre, v.19, n.1, p.129-142, 1983.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS-Departamento de Solos, 1985. 183p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).
- TIESSEN, H.; STEWART, W. B.; COLE, C. V. Pathways of phosphorus transformations in soils of differing pedogenesis. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.48, n.4, p.853-858, 1984.