

**EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE RESTO  
DE CULTURA DE MILHO (*Zea mays* L.) SOBRE  
ALGUMAS PROPRIEDADES QUÍMICAS E FÍSICAS  
DE CINCO SÉRIES DE SOLOS DO MUNICÍPIO  
DE PIRACICABA**

**Francisco A.F. Mello (¹)**  
**Rubens José Pietsch Cunha (¹)**  
**Patrocínio Alonso Jara (¹)**  
**Miguel Viscaino Carretero (¹)**  
**Ermor Zambello Jr. (¹)**  
**Sylvio Arzolla (¹)**

**INTRODUÇÃO**

A matéria orgânica exerce importante influência nas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo.

Nas propriedades físicas do solo a influência da matéria orgânica se faz notar nas densidades aparente e real, na porosidade, na superfície específica, na estrutura e na retenção de umidade, como também na cor, consistência, permeabilidade, aeração e temperatura.

Nas propriedades químicas e físico-químicas do solo, a matéria orgânica tem sua importância ressaltada na reação do solo, nos conteúdos de bases trocáveis e na capacidade de troca catiônica.

A matéria orgânica tem importância na biologia do solo como fonte de energia e de nutrição para os microrganismos.

---

(¹) Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», USP, Piracicaba.

Embora seja conhecido o fato de que a matéria orgânica exerce grande influência nas propriedades do solo, no Brasil as pesquisas neste campo são relativamente escassas.

O objetivo do presente trabalho foi o de verificar os efeitos de diferentes quantidades incorporadas de restos de cultura de milho na variação do  $Al^{3+}$  trocável, pH e na capacidade de retenção de umidade em cinco séries de solos do município de Piracicaba.

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A matéria orgânica exerce influência benéfica sobre numerosas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, importantes no que se refere a fertilidade do mesmo. Em relação à retenção de umidade, o humus eleva a capacidade de retenção de umidade de um solo de duas maneiras: 1) absorvendo, ele mesmo, grande quantidade de água — de 4 a 6 vezes seu próprio peso; 2) promovendo a granulação das partículas minerais do solo (MELLO *et alii*, s.d.). Por outro lado, FREIRE (1974) estudando o efeito da matéria orgânica sobre a agregação do solo não observou efeito daquela sobre a agregação deste.

Por muito tempo a adição de vinhaça ao solo foi condenada porquetemia-se o perigo de um abaixamento exagerado no pH, o qual teria reflexos prejudiciais no desenvolvimento das plantas (MALAVOLTA, 1967). Entretanto ensaios conduzidos por Almeida *et alii* (1950), citados por MALAVOLTA (1967), mostraram que a adição de vinhaça não tratada ou neutralizada, provocava, depois de um certo período, uma elevação do pH do solo diretamente proporcional às doses utilizadas.

VALSECHI & GOMES (1954), estudando o efeito da incorporação de vinhaça ao solo sobre o teor de bases trocáveis (valor «S») e sobre a capacidade total de troca (valor «T»), verificaram que a adição de vinhaça determinou um acréscimo significativo dos valores «S» e «T», com apreciável diminuição do valor «H». Constataram, também, um aumento sensível no pH do solo, tendendo a se estabilizar com as doses mais elevadas deste resíduo industrial.

EIRA & CARVALHO (1970), estudando a decomposição da matéria orgânica, pelos microrganismos do solo e sua influên-

cia nas variações do pH, verificaram que diferentes fontes de carbono, quando adicionadas separadamente ao solo comportaram-se diferentemente, quanto à variação do pH. A adição de compostos já fermentados não alterou o pH do solo. Foram notadas elevações significativas de pH na incorporação de palha de cana e torta de algodão. A decomposição da glucose, adicionada ao solo, diminuiu o pH sensivelmente.

GLÓRIA, PELEGRINO & MATTIAZZO (1976) pesquisando o efeito da adição de torta de mamona na solubilização de fosfatos no Regossolo série Sertãozinho, constataram que em todos os tratamentos que receberam torta de mamona, houve um aumento no pH do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por GLÓRIA & MATTIAZZO (1976) quando estudaram o efeito de resíduos de usinas de açúcar e destilarias (bagaço de cana, torta de filtro e vinhaça) sobre a elevação do pH do solo.

A pesquisa conduzida por PAZ *et alii* (1976), sobre o efeito da aplicação de torta de mamona sobre algumas propriedades químicas de dois solos do município de Piracicaba (séries Sertãozinho e Iracema) mostrou, dentre outros resultados, uma elevação do pH dos solos proporcional ao aumento de material incorporado. Os autores constataram também uma redução do  $Al^{3+}$  trocável com a adição de matéria orgânica, principalmente nas dosagens mais baixas. Com o aumento da quantidade de material incorporado, a concentração de  $Al^{3+}$  trocável estabilizou, apresentando uma tendência de se elevar novamente nas dosagens mais elevadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram utilizados cinco tipos de solos do município de Piracicaba: Podzólicos, séries Anhumas, Quebra-Dente e Godinhos; Regossolos, série Sertãozinho e Hidromórfico, série Monte Olimpo.

Os solos utilizados, provenientes da camada arável (20 cm) apresentam as seguintes características químicas e granulométricas, segundo RANZANI *et alii* (1966). (quadros I e II)

O material orgânico empregado foi resto de cultura de milho (*Zea mays*, L.) não fermentado e triturado em moinho Wiley.

**QUADRO I - Características químicas dos solos utilizados — Horizonte Ap (RANZANI et alii, 1966).**

Características	SÉRIES				
	Anhu- mas	Quebra Dente	Godi- dinhos	Sertão- zinho	Monte Olímpo
pH (relação 1:1)	6,20	5,30	5,20	4,30	4,20
C %	1,21	0,98	0,39	0,38	2,92
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> e.mg/100 g terra	0,02	0,02	0,06	0,03	0,07
K <sup>+</sup> "	0,14	0,14	0,15	0,06	0,04
C <sup>2+</sup> "	1,87	2,91	4,83	0,14	1,16
Mg <sup>2+</sup> "	0,34	0,38	1,44	0,02	0,60
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> "	2,51	2,45	9,83	1,80	8,35

**QUADRO II - Características granulométricas dos solos utilizados (RANZANI et alii, 1966).**

Séries Solos	Camada cm	Areia %	Limo %	Argila %
Anhumas	0 – 50	75,0	9,0	16,0
Quebra Dente	0 – 25	76,0	19,1	4,9
Godinhos	0 – 25	25,9	51,6	22,5
Sertãozinho	0 – 25	83,0	1,2	15,6
Monte Olímpo	0 – 30	79,3	10,7	10,0

Os tratamentos foram: 0 (testemunha), 25 e 50 t/ha de matéria seca.

Cada vaso recebeu 200 g de terra e a quantidade de matéria seca correspondente ao tratamento. Os vasos foram bem homogêneos e incubados por um período de 40 dias. Durante o período de incubação as terras foram mantidas úmidas a 50-70% do poder de retenção de umidade.

Para o cálculo da quantidade de matéria seca adicionada em cada vaso, considerou-se o peso de um ha de cada solo até a profundidade de 20 cm.

Após a incubação, as terras foram secas e destorroadas para a determinação do pH em água,  $Al^{3+}$  trocável e a capacidade de retenção de umidade, da maneira descrita abaixo:

pH: relação solo-água de 1:2,5.

$Al^{3+}$  trocável: extração com solução de KCl N e titulação com solução 0,02N de NaOH.

Capacidade de retenção de umidade: Pesou-se 100 g de terra de cada tratamento. As amostras foram colocadas em copos plásticos com os fundos perfurados e protegidos por rodela de papel de filtro para se evitar a perda de terra através dos orifícios. Os vasilhames foram colocados em bandejas contendo água, durante um período de duas horas, para que ocorresse o umedecimento das amostras de terra por ascensão capilar. Após este período os copos com terra saturada de água foram retirados das bandejas para o escoamento da água gravitacional, por um período de 24 horas. Após este período as amostras foram pesadas. Por diferença de peso das amostras úmidas (24 horas) e das amostras secas, determinou-se a capacidade de retenção de umidade de cada solo.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 repetições, num esquema fatorial. As análises de variância foram baseadas em PIMENTEL GOMES (1970).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são encontrados nos quadros a seguir:

QUADRO III - Valores pH das amostras, em função das quantidades adicionadas de restos de cultura de milho.

t/ha de restos de cultura de milho												
Godinhos	Sertãozinho			Monte Olímpo			Anhumas			Quebra Dente		
	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
5,3	5,5	5,7	5,1	5,7	6,0	5,2	5,4	5,5	5,5	5,7	5,6	6,1
5,3	5,5	5,6	4,8	5,7	6,2	5,0	5,4	5,3	5,5	5,7	5,5	6,2
5,3	5,5	5,7	4,9	5,8	6,2	5,0	5,5	5,4	5,5	5,8	5,5	6,1
5,2	5,5	5,7	5,0	5,9	6,2	5,1	5,3	5,2	5,5	5,8	5,4	6,2

QUADRO IV - Análise de variância dos valores pH.

C. Variação	GL	SQ	QM	F	C. V. %
Solos (S)	4	5,01	1,2525	208,75**	
Tratamentos (T)	2	4,93	2,4650	410,83**	
Interação S X T	8	1,72	0,2150	35,83**	
Resíduo	45	0,27	0,0060		1,38%
Total	59	11,93			

**QUADRO V - Desdobramento da interação da Análise de Variância dos valores de pH.**

C. Variação	GL	SQ	QM	F
Componente Linear	1	0,320	0,320	53,33**
Componente Quadrática	1	0,002	0,002	0,33ns
Trats. dentro de Godinhos	(2)	(0,322)		
Componente Linear	1	2,880	2,880	480,00**
Componente Quadrática	1	0,135	0,135	22,50**
Trats. dentro de Sertãozinho	(2)	(3,015)		
Componente Linear	1	0,211	0,211	35,17**
Componente Quadrática	1	0,004	0,004	0,67 ns
Trats. dentro de Monte Olímpo	(2)	(0,215)		
Componente Linear	1	0,320	0,320	53,33**
Componente Quadrática	1	0,007	0,007	1,17 ns
Trats. dentro de Anhumas	(2)	(0,327)		
Componente Linear	1	2,761	2,761	460,17**
Componente Quadrática	1	0,011	0,011	1,83 ns
Trats. dentro de Quebra Dente	(2)	(2,772)		
Resíduo	45	0,270	0,006	

Através dos resultados obtidos na análise de variância (quadro IV), verifica-se que o teste F foi altamente significativo para as variáveis «Solos» e «Tratamentos», indicando, como era esperado, uma variação de pH de solo para solo, como também uma elevação no pH em função das adições de material orgânico.

A interação altamente significativa indica que o comportamento de um fator depende das doses do outro. No caso presente, o efeito da matéria orgânica sobre o pH é variável para os diferentes solos estudados. Isto pode ser comprovado observando o quadro V, onde se verifica que na maioria dos solos estudados, o aumento das doses de matéria orgânica correspondeu a uma elevação linear do pH desses solos, com exceção da série Sertãozinho onde o pH tendeu a estabilizar-se com a dosagem mais elevada de matéria orgânica. Isto pode ser comprovado pela alta significância do teste F da componente quadrática.

**QUADRO VI - Aluminio trocável, em e.mg/100 g de TFSA, em função das quantidades adicionadas de restos de cultura de milho.**

t/ha de restos de cultura de milho														
Godinhos		Sertãozinho			Monte Olímpo			Anhumas			Quebra Dente			
0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
0,64	0,60	0,53	0,52	0,31	0,38	0,72	0,65	0,49	0,36	0,30	0,38	0,22	0,17	0,20
0,82	0,59	0,54	0,50	0,26	0,34	0,76	0,62	0,48	0,40	0,30	0,38	0,27	0,16	0,21
0,64	0,58	0,51	0,48	0,26	0,30	0,76	0,63	0,48	0,39	0,28	0,37	0,25	0,15	0,24
0,66	0,59	0,53	0,44	0,29	0,30	0,74	0,64	0,50	0,37	0,30	0,36	0,26	0,15	0,20



Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por VALSECHI & GOMES (1954); EIRA & CARVALHO (1970); GLÓRIA & MATTIAZZO (1976); GLÓRIA, PELLEGRINO & MATTIAZZO (1976) e PAZ *et alii* (1976).

**QUADRO VII - Análise de variância dos teores de Al trocável.**

C. Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Solos (S)	4	1,529	0,3820	424,4**	
Tratamentos (T)	2	0,196	0,0980	108,9**	
Interação S x T	8	0,118	0,0150	16,7**	
Resíduo	45	0,039	0,0009		6,98%
Total	59	1,883			

**QUADRO VIII - Desdobramento da Interação da Análise de Variância — Alumínio trocável.**

C. Variação	GL	SQ	QM	F
Componente Linear	1	0,0528	0,0528	58,66**
Componente Quadrática	1	0,0010	0,0010	1,11 ns
Trats. dentro de Godinhos	(2)	(0,0538)		
Componente Linear	1	0,0481	0,0481	53,44**
Componente Quadrática	1	0,0433	0,0433	48,11**
Trats. dentro de Sertãozinho	(2)	(0,0914)		
Componente Linear	1	0,1326	0,1326	147,33**
Componente Quadrática	1	0,0009	0,0009	1,00 ns
Trats. dentro de Monte Olímpo	(2)	(0,1335)		
Componente Linear	1	0,0001	0,0001	0,11 ns
Componente Quadrática	1	0,0176	0,0176	19,55**
Trats. dentro de Anhumas	(2)	(0,0177)		
Componente Linear	1	0,0028	0,0028	3,11 ns
Componente Quadrática	1	0,0146	0,0146	16,22**
Trats. dentro de Quebra Dente	(2)	(0,0174)		
Resíduo	45	0,039	0,0009	

**QUADRO IX - Capacidade de retenção de umidade, em porcentagem, em função das quantidades adicionadas de restos de cultura de milho.**

Godinhos		t/ha de restos de cultura de milho												
		Sertãozinho			Monte Olímpo			Anhumas			Quebra Dente			
0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
44,0	48,3	49,5	34,4	37,8	42,7	29,4	33,8	35,3	31,4	33,8	34,4	24,5	27,9	31,1
42,4	48,7	49,1	33,8	37,7	44,6	28,2	33,1	34,5	33,3	36,3	31,2	25,3	26,7	28,0
46,2	45,0	49,1	36,6	40,2	40,6	29,1	34,2	34,5	34,3	35,4	34,4	25,1	25,9	27,2
45,9	45,0	49,5	30,0	38,9	42,2	28,9	34,1	35,8	30,9	36,2	37,5	23,1	26,1	26,5

A análise da variância (quadro VII) revelou uma variação de alumínio trocável de solo para solo como também uma redução do  $Al^{3+}$  em função das incorporações de matéria orgânica, como pode ser verificado pelas altas significâncias do teste F para as variáveis «Solos» e «Tratamentos».

A alta significância da interação Solos x Tratamentos indica que o material orgânico incorporado agiu de modo diferente entre os diversos solos estudados.

Estes resultados podem ser comprovados através do quadro VIII onde se verifica que para as séries de solos Godinhos e Monte Olimpo o aumento na adição de material orgânico correspondeu a um decréscimo linear do  $Al^{3+}$  trocável desses solos: enquanto que para os demais solos o alumínio trocável diminuiu na dose mais baixa para aumentar novamente na dosagem mais elevada de matéria orgânica.

**QUADRO X - Análise da Variância da Capacidade de retenção de umidade.**

C. Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Solos (S)	4	2758,52	689,63	284,97**	
Tratamentos (T)	2	265,14	132,57	54,78**	
Interação S x T	8	64,77	8,10	3,35**	
Resíduo	45	108,75	2,42		4,36%
Total	59	3197,18			

A incorporação de restos de cultura de milho aumentou a capacidade de retenção de umidade dos solos como pode ser verificado pela alta significância do teste F (quadro X) e pelas médias dos tratamentos (quadro XII).

Como era esperado, os solos com maior porcentagem de argila apresentaram as porcentagens médias de retenção de umidade mais elevadas do que os solos arenosos. Tal fato pode ser comprovado pela comparação dos quadros II e XII.

Através do quadro XI podemos verificar um aumento linear da capacidade de retenção de umidade com o aumento da adição de material orgânico para quatro das cinco séries estudadas (Godinhos, Sertãozinho, Monte Olimpo e Quebra Dente). Es-

tes resultados concordam com as afirmações de MELLO *et alii*, s.d.

**QUADRO XI - Desdobramento da Interação da Análise de Variância — Capacidade de retenção de umidade.**

C. Variação	GL	SQ	QM	F
Componente Linear	1	43,71	43,71	18,06**
Componente Quadrática	1	0,12	0,12	0,05 ns
Trats. dentro de Godinhos	(2)	(43,83)		
Componente Linear	1	155,76	155,76	64,36**
Componente Quadrática	1	0,77	0,77	0,32 ns
Trats. dentro de Sertãozinho	(2)	(156,53)		
Componente Linear	1	75,03	75,03	31,00**
Componente Quadrática	1	9,00	9,00	3,72 ns
Trats. dentro de Monte Olímpo	(2)	(84,03)		
Componente Linear	1	7,22	7,22	2,98 ns
Componente Quadrática	1	10,67	10,67	4,41*
Trats. dentro de Anhumas	(2)	(17,89)		
Componente Linear	1	27,38	27,38	11,31**
Componente Quadrática	1	0,24	0,24	0,10 ns
Trats. dentro de Quebra Dente	(2)	(27,62)		
Resíduo	45	108,75	2,42	

**QUADRO XII - Médias das porcentagens da capacidade de retenção de umidade.**

Tratamentos t/ha	SOLOS				
	Godinhos	Sertãozi- nho	Monte Olímpo	Anhumas	Quebra Dente
0	44,63	33,70	28,90	32,48	24,50
25	46,75	38,65	33,80	35,43	26,65
50	49,30	43,53	35,03	34,38	28,20
Médias solos	46,89	38,29	32,58	34,09	26,45

Para a série Anhumas o poder de embebição aumentou somente com a dosagem de 25 toneladas de material orgânico por ha, diminuindo na dosagem de 50 toneladas. Este comportamento, divergente das demais séries ocorreu, provavelmente, por ter sido insuficiente para este solo, o período de embebição (2 horas).

### CONCLUSÃO

A análise e a interpretação dos resultados obtidos nas condições do presente trabalho, permitiram tirar a seguinte conclusão:

A adição de restos de cultura de milho, material não fermentado, de uma maneira geral, influenciou nas características físicas e químicas estudadas: aumentando o pH, reduzindo o  $Al^{3+}$  trocável e aumentando a capacidade de retenção de umidade dos solos estudados.

### RESUMO

Estudaram-se os efeitos da incorporação de diferentes quantidades de restos de cultura de milho na variação do  $Al^{3+}$  trocável, do pH e da capacidade de retenção de umidade de cinco séries de solos do município de Piracicaba, Estado de São Paulo (Séries: Anhumas, Quebra Dente, Godinhos, Sertãozinho e Monte Olimpo).

Os tratamentos foram correspondentes à adição de: 0 (testemunha), 25 e 50 toneladas de matéria seca por ha.

O ensaio foi conduzido em laboratório, em vasos que receberam 200 g de terra e a quantidade de matéria seca correspondente ao tratamento.

Durante o período de incubação (40 dias) as terras foram mantidas úmidas, em torno de 50-70% do poder de retenção de umidade.

A análise e a interpretação dos resultados obtidos nas condições em que o trabalho se desenvolveu, permitiram tirar a seguinte conclusão: a incorporação de restos de cultura de milho, de uma maneira geral, influenciou nas características físicas e

químicas estudadas aumentando o pH, reduzindo o teor  $Al^{3+}$  trocável e aumentando a capacidade de retenção de umidade dos solos estudados.

### SUMMARY

The effects of the incorporation of different quantities of corn crop residues on the exchangeable  $Al^{3+}$ , pH and humidity retention capacity of 5 series of soils from the Piracicaba municipality, State of São Paulo, Brasil, were studied. The soils were: Anhumas, Quebra Dente, Godinhos, Sertãozinho and Monte Olimpo.

The treatments were correspondent to the addition of 0 (zero), 25 and 50 t/ha of dry matter.

The experiment was realized in pots that received 200 g of soil and the quantities of dry matter corresponding to the treatments.

During the incubation period (40 days), the soils were kept humid, around 50-70% of the humidity retention capacity.

The analysis and the interpretation of the obtained results in the conditons where the work was conducted showed the following conclusions: the corn crops resíduos incorporation, in a general way, affected the physical and chemical characteristics that were studied, increasing the pH, decreasing the exchangeable  $Al^{3+}$  ammount and rising the humidity retention capacity of each of the soils.

### LITERATURA CITADA

- EIRA, A.F. & P.C.T. CARVALHO, 1970. A decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos do solo, e sua influência nas variações do pH. **Revista de Agricultura** 45(1): 15-21.
- FREIRE, W.J., 1974. O efeito da matéria orgânica sobre a agregação do solo. **Revista de Agricultura** 49(1): 83-92.
- GLÓRIA, N.A.; D. PELLEGRINO & M.E. MATTIAZZO, 1976. Efeito da matéria orgânica na solubilização de fosfatos no solo — I: Efeito da torta de mamona. **Revista de Agricultura** 51(3-4): 253-261.
- GLÓRIA, N.A. & M.E. MATTIAZZO, 1976. Efeito da matéria orgânica na solubilização de fosfatos no solo — II: Efeito de resíduos de usinas de açúcar e

- destilaria (bagaço de cana, torta de filtro e vinhaça). **Brasil Açucareiro** 88(5): 22-31.
- GOMES, F.P., 1970. **Curso de Estatística Experimental**, 4.<sup>a</sup> ed., Piracicaba, Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», 430p.
- MALAVOLTA, E., 1967. **Manual de Química Agrícola : Adubos e Adubação**, 2.a ed., Biblioteca Agronômica «Ceres», 606p.
- MELLO, F.A.F.; MOACYR O.C. BRASIL SOBR.º; S. ARZOLLA; ANTONIO C. NETTO & RONALDO I. SILVEIRA, s.d. - Fertilidade, Fertilizantes e Fertilização do Solo. Vol. I: Fertilidade do Solo. Editora Luiz de Queiroz Ltda., 274p.
- PAZ, L.G.; AMARO G. PEDROSA; ANTONIO O. LOBÃO; ESTHER G. CARDOSO; JOÃO SUZUKI; MARINUS A. SLEUTJES; SEBASTIÃO A.L.F.º & FRANCISCO A.F. MELLO, 1976. Efeitos da aplicação de torta de mamona sobre algumas propriedades químicas de um latossol roxo e de um regossol. **Revista de Agricultura** 51(3-4): 207-213.
- RANZANI, G.; O. FREIRE & T. KINJO, 1966. **Carta de Solos do Município de Piracicaba**, ESALQ-USP, 85p.
- VALSECHI, O. & F.P. GOMES, 1954. Solos incorporados de vinhaça e seu teor de bases. **Anais da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz»**, 11: 135-158.