

Atividade Proteolítica e Amonificante de
vários tipos de solo do Estado de São Paulo.
I. - Solo Latosol Vermelho Amarelo, com
e sem cobertura morta (*)

L. Neptune Ménard
E. S. A. «Luiz de Queiroz»

S. Joly
Instituto Zimotécnico
E. S. A. «Luiz de Queiroz»

* Recebido para publicação em 5/7/60.

1. INTRODUÇÃO

Iniciamos, com esta publicação, a primeira parte de uma série de trabalhos com os vários tipos de solo do Estado de São Paulo, começando com um solo Latosol Vermelho Amarelo existente na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", cuja classificação pedológica é devida a RANZANI (1958).**

A elaboração de novas técnicas após os estudos sobre a fixação, a amonificação, a nitrificação e a desnitrificação, permitem visualizar melhor os fenômenos biológicos que se processam no solo.

WAKSMAN (1922) traçou o caminho e foi seguido por outros pesquisadores. Atualmente, a apreciação da fertilidade de um solo aparece como algo mais ou menos acessível. Se bem é difícil afirmar a existência de causa e efeito no problema da relação da microflora e da fertilidade do solo, pode-se, entretanto, dizer que, quanto mais fértil o solo, maior a atividade da microflora total. Se considerarmos solos de natureza muito diversas, encontra-se uma relação bem definida entre a fertilidade aparente e a atividade biológica dos mesmos.

Os métodos microbiológicos, individualizando-se, completam os métodos usados em química agrícola e podem dar uma imagem bastante precisa do dinamismo biológico de um solo.

Neste trabalho o solo foi usado com a função de inóculo e de meio nutritivo. Desta forma, os resultados apresentam um reflexo da riqueza do solo em microrganismos capazes de efetuar a série de transformações biológicas, em benefício das plantas que se cultivam nesse solo. Nossa finalidade, ao realizar essa série de estudos, consiste em adotar um método que permita diferenciar dois tipos de solo sob o ponto de vista de sua atividade biológica e, conseqüentemente, da sua fertilidade aparente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. *Método para medir a atividade protelítica.*

2.1.1. *Fundamento do método.*

A quase totalidade do nitrogênio atualmente existente no solo está sob forma orgânica, protéica: nitrogênio, advindo da fixação, de tecidos animais e vegetais, de adubos verdes, esterco naturais, compostos; nitrogênio das reservas húmicas, elaboradas biologicamente no próprio solo. Todo esse nitrogênio não pode ser utilizado diretamente pelas plantas superiores, senão através de sua decom-

** Comunicação pessoal.

posição pelos microrganismos do solo. Quando a matéria orgânica é adicionada ao solo, bactérias, leveduras, fungos, protozoários e outros organismos atacam os seus vários constituintes, degradando-os em compostos mais simples. A porção protéica da matéria orgânica, através da ação de enzimas proteolíticas dos microrganismos, é transformada em aminoácidos (CROCOMO e NEPTUNE MÉNARD, 1959). Partindo desse fato, podemos semear uma certa quantidade de solo com uma proteína e, após um período de incubação, dosar o grau de hidrólise dessa proteína.

2.1.2. *Técnica do método.*

A técnica adotada foi a de BROUWERS (1958)*, com ligeiras modificações. Prepara-se uma solução de gelatina a 10%, distribuindo-se 20 ml da mesma em frascos Erlenmeyer de 100 ml. Esteriliza-se a 1 atmosfera por 20 minutos. Semeia-se com solo. No nosso caso, usamos as seguintes quantidades: 1,0, 2,0 e 5,0 g. Foram testemunhas das respectivas quantidades, que sofreram esterilização após a inoculação. Depois de incubado a 35°C durante vários dias (2, 4, 6 e 8 dias), retira-se, procede-se à centrifugação e, tomando-se 5 ml do sobrenadante, acrescenta-se 5 ml de uma solução de formaldeído, previamente neutralizado. Titula-se com uma solução de soda. O experimento foi realizado em duplicata.

Sendo o volume em ml de NaOH gasto para titular a gelatina hidrolizada e Y o volume em ml gasto para titular a testemunha, temos: $X - Y = I_p$ (índice da atividade protelítica do solo).

2.2. *Método para medir a atividade amonificante.*

2.2.1. *Fundamento do método.*

Da degradação das proteínas no solo, resultam os diferentes aminoácidos. Estes, por sua vez, por influência da microflora, específica ou não, degradam-se em amoníaco, nitrito e nitrato. Inocula-se uma solução de aminoácido, com quantidades determinadas de um solo: após a incubação é medido o grau de decomposição do aminoácido.

2.2.2. *Técnica do método.*

Prepara-se uma solução de glicina a 5‰ e distribui-se em tubos de cultura, 5 ml em cada. Acrescente-se a quantidade de solo necessária. No caso usamos 0,5, 1,0 e 2,0 g. Após incubação a 28°C por 2, 4, 6 e 8 dias, junta-se 5 ml de água destilada,

* Comunicação pessoal.

seguinte a técnica anterior. Seja Y o volume em ml de NaOH gasto para titular a testemunha estéril e X o volume em ml gasto para titular a solução de glicina degradada, temos então : $Y - X = Ia$ (índice da atividade amonificante).

2.3. Amostragem.

Trabalhamos com amostras compostas para evitar quanto possível o efeito da heterogeneidade do solo.

As amostras foram tiradas em duas profundidades diferentes: uma superficial, de 0-2 cm; outra de 0-20 cm. Essas amostras provêm de um solo Latosol Vermelho Amarelo, cultivado com caféiro, com dois tratamentos diferentes: um com cobertura morta e outro sem cobertura morta. Querendo evitar certas perturbações no equilíbrio da microflora do solo, resolvemos não deixar secar ao ar essas mesmas amostras, conforme recomendam vários autores e, por isso, peneiramos em tamis n.º 10, malha 1,651 mm, colocando em caixa de Petri e deixando em câmara úmida. Esta foi conseguida usando um dessecador provido de um vaso com água. Esse processo revelou-se bastante satisfatório. Foi tirado o teor de umidade das diferentes amostras antes de cada pesagem.

QUADRO I

Solo	Profundidade em cm	Teor de umidade em %
Com cobertura morta	0-2	27,6
Sem " "	0-2	5,0
Sem " "	0-20	14,8
Com " "	0-20	9,3

2.4. Análise química.

As análises químicas foram efetuadas de acordo com os métodos estabelecidos por CATANI *et al.* (1955).

2.5. Contagem da população microbiana.

Foram realizadas diluições de 10^{-1} a 10^{-8} e, daí o material foi semeado em caixa de Petri com meio nutritivo apropriado; após o desenvolvimento das colônias, procedeu-se à contagem, que permitiu o resultado que aparece no Quadro IV.

3. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados do presente trabalho são apresentados nos quadros e gráficos abaixo.

3.1. *Análise química.*

QUADRO II

Solo: Profundidade, 0-20 cm				
Característica	Com cobertura		Sem cobertura	
	Valor	Interpretação	Valor	Interpretação
pH	5,5	acidez média	5,7	acidez média
Mat. orgânica %	1,032	teor baixo	0,772	teor baixo
N total %	0,145	" alto	0,120	" médio
PO ₄ ⁻³ em e. mg	0,048	" baixo	0,031	" baixo
K ⁺ trocável em e. mg	1,350	" alto	0,513	" alto
Ca ²⁺ trocável em e. mg	5,1	" alto	7,3	" alto

QUADRO III

Solo: Profundidade, 0-2 cm				
Característica	Com cobertura		Sem cobertura	
	Valor	Interpretação	Valor	Interpretação
pH	5,9	acidez média	5,4	acidez média
Mat. orgânica %	7,533	teor alto	1,290	teor alto
N total %	0,294	" alto	0,176	" médio
PO ₄ ⁻³ em e. mg	0,256	" médio	2,214	" médio
K ⁺ trocável em e. mg	3,020	" alto	0,815	" alto
Ca ²⁺ trocável em e. mg	6,0	" alto	4,5	" médio

3.2. *Contagem da população total.*

QUADRO IV

Solo	Profundidade em cm	N.º de células por g de solo
Com cobertura morta	0-20	5.446.009
Sem " "	0-20	2.138.930
Sem " "	0-2	40.386.740
Com " "	0-2	12.526.315

3.3. Resultado da atividade proteolítica do solo em estudo.

QUADRO V

Atividade proteolítica de um solo Latosol Vermelho Amarelo							
Tempo de incubação	Quantidade de solo em g	Com cobertura morta Profundidade: 0-20 cm			Sem cobertura morta Profundidade: 0-20 cm		
		ml de NaOH 0,1 N	Média	Índice proteolítico (Ip)	ml de NaOH 0,1 N	Média	Índice proteolítico (Ip)
	1,0 g Testemunha	2,7 2,8			2,8 2,8	2,8	
2 dias		3,0 3,0	3,0	0,3	2,9 2,9	2,9	0,1
4 dias		7,0 7,1	7,1	4,4	6,3 6,1	6,2	3,4
6 dias		16,0 16,4	16,2	13,5	12,0 12,6	12,3	9,5
8 dias		26,6 26,2	26,4	23,7	21,6 22,4	22,0	19,2
	2,0 g Testemunha	2,4 2,3		2,4 2,8			
2 dias		3,2 3,4	3,3	0,9	3,1 3,2	3,2	0,6
4 dias		8,6 9,4	9,0	6,6	7,8 8,2	8,0	5,4
6 dias		21,0 20,6	20,3	18,4	16,8 17,0	16,9	14,3
8 dias		28,8 28,4	28,6	25,9	26,2 25,8	26,0	23,2
	5,0 g Testemunha	2,4 2,2	2,3		2,3 2,3	2,3	
2 dias		3,7 3,8	3,8	1,5	3,5 3,6	3,6	1,3
4 dias		12,9 12,3	12,6	10,3	11,8 11,6	11,7	9,4
6 dias		24,0 25,6	24,8	22,5	22,1 21,7	21,9	18,6
8 dias		34,2 34,6	34,4	32,1	32,4 33,0	32,7	30,4

QUADRO VI

Atividade proteolítica de um solo Latosol Vermelho Amarelo

Tempo de incubação	Quantidade de solo em g	Com cobertura morta Profundidade: 0-20 cm			Sem cobertura morta Profundidade: 0-20 cm		
		ml de NaOH 0,1 N	Média	Índice proteolítico (Ip)	ml de NaOH 0,1 N	Média	Índice proteolítico (Ip)
	1,0 g Testemunha	2,5 2,7	2,6		2,5 2,7	2,6	
2 dias		13,4 12,4	12,9	10,3	5,6 5,2	5,4	2,8
4 dias		37,7 34,3	36,0	33,4	18,2 17,6	17,9	15,3
6 dias		40,3 39,5	39,9	37,3	27,2 25,9	26,5	23,9
8 dias		43,3 42,7	43,0	40,4	38,0 37,6	37,8	35,2
	2,0 g Testemunha	2,6 2,6	2,6		2,6 2,5	2,6	
2 dias		17,2 17,6	16,4	14,8	5,7 5,9	5,8	3,2
4 dias		36,7 34,3	35,5	32,9	19,5 19,9	19,7	17,1
6 dias		39,3 37,9	38,6	36,0	33,2 34,6	33,9	31,3
8 dias		39,0 39,2	39,1	36,5	37,0 39,2	38,1	35,5
	5,0 g Testemunha	3,0 2,8	2,9		2,4 2,5	2,5	
2 dias		18,6 17,8	18,2	15,3	6,0 5,8	5,9	3,4
4 dias		24,7 31,2	27,9	24,7	21,8 20,6	21,2	18,7
6 dias		33,4 31,8	32,6	31,2	31,7 31,3	31,5	29,0
8 dias		38,5 34,7	36,5	33,6	36,4 34,3	35,4	32,9

3.4. Resultado da atividade amonificante do solo em estudo.

QUADRO VII

Atividade amonificante de um solo Latosol Vermelho Amarelo

Tempo de incubação	Quantidade de solo em g	Com cobertura morta Profundidade: 0-20 cm			Sem cobertura morta Profundidade: 0-20 cm		
		ml de NaOH 0,1 N	Média	Índice proteolítico (Ip)	ml de NaOH 0,1 N	Média	Índice proteolítico (Ip)
	1,0 g Testemunha	17,0	17,1		17,9	17,7	
		17,2			17,5		
2 dias		16,6	16,4	0,7	16,9	16,7	1,0
		15,8			16,5		
4 dias		15,8	15,9	1,2	15,9	15,9	1,8
		15,9			15,9		
6 dias		13,6	13,9	3,2	15,5	15,7	2,0
		14,2			15,9		
8 dias		14,8	14,5	2,6	16,2	15,9	1,8
		14,2			15,6		
	2,0 g Testemunha	15,7	15,9		16,8	17,1	
		16,1			17,4		
2 dias		14,8	14,7	1,2	16,1	16,0	1,1
		14,6			15,9		
4 dias		14,7	14,6	1,3	15,5	15,5	1,6
		14,5			15,5		
6 dias		9,2	8,9	7,0	14,2	14,5	2,6
		8,6			14,8		
8 dias		9,7	9,6	6,3	14,9	14,8	2,3
		9,5			14,7		
	5,0 g Testemunha	13,0	13,1		16,0	16,3	
		13,2			16,6		
2 dias		12,2	11,9	1,2	14,5	14,4	1,9
		11,6			14,3		
4 dias		9,9	10,3	2,8	13,7	13,6	2,7
		10,7			13,5		
6 dias		6,8	6,6	6,5	12,4	12,7	3,6
		6,4			13,0		
8 dias		7,7	8,3	4,8	12,8	13,1	3,2
		8,9			13,4		

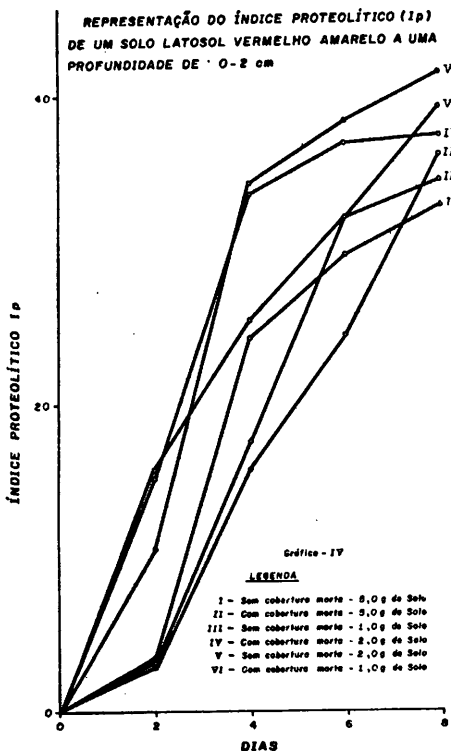
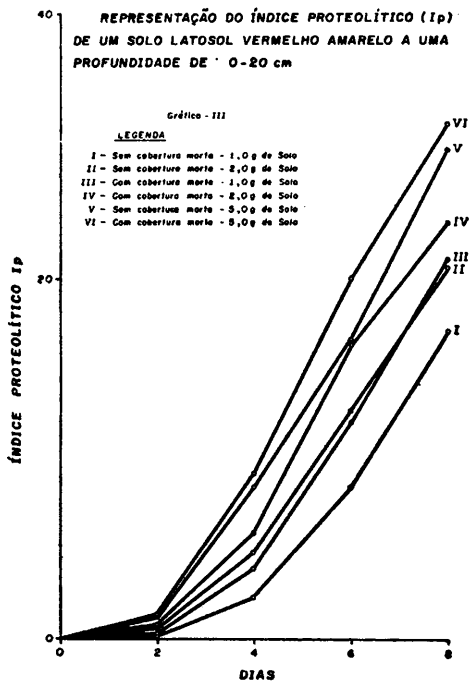
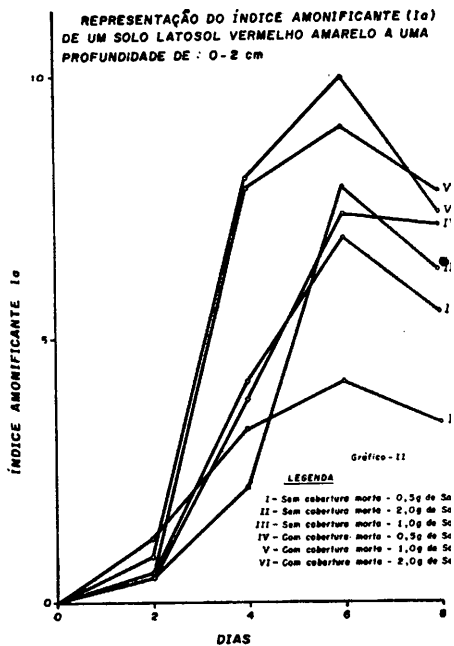
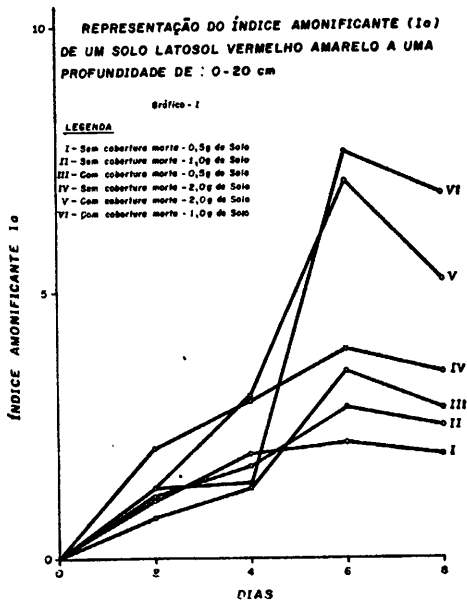
QUADRO VIII

Atividade amonificante de um solo Latosol Vermelho Amarelo

Tempo de incubação	Quantidade de solo em g	Com cobertura morta Profundidade: 0-20 cm			Sem cobertura morta Profundidade: 0-20 cm		
		ml de NaOH 0,1 N	Média	Índice proteolítico (Ip)	ml de NaOH 0,1 N	Média	Índice proteolítico (Ip)
	1,0 g Testemunha	17,0			18,5		
		17,2	17,1		17,7	18,1	
2 dias		17,4			17,2		
		17,6	17,5	0,4	16,9	17,0	1,1
4 dias		13,4			16,1		
		13,8	13,6	3,5	14,1	15,1	3,0
6 dias		10,9			14,9		
		9,9	10,4	6,7	13,7	14,3	3,8
8 dias		10,2			15,0		
		11,0	10,6	6,5	15,0	15,0	3,1
	2,0 g Testemunha	15,3			17,2		
		16,3	15,8		16,6	16,9	
2 dias		15,0			16,5		
		15,0	15,0	0,8	16,5	16,5	0,4
4 dias		8,5			15,0		
		8,6	8,5	7,3	14,8	14,9	2,0
6 dias		7,2			10,2		
		6,2	6,7	9,1	10,1	10,1	6,8
8 dias		10,1			11,2		
		8,0	9,1	6,7	11,1	11,2	5,7
	5,0 g Testemunha	13,4			16,3		
		13,6	13,5		16,5	16,4	
2 dias		13,1			16,0		
		13,0	13,0	0,5	16,0	16,0	0,4
4 dias		6,5			11,6		
		6,9	6,7	6,8	13,6	12,6	3,8
6 dias		5,6			10,5		
		4,9	5,3	8,2	9,7	10,1	6,3
8 dias		6,7			9,6		
		6,2	6,4	7,1	9,2	9,4	5,0

3.5. Resultado do índice proteolítico do solo em estudo.
(Gráfico I e II).

3.6. Resultado do índice amonificante do solo em estudo.
(Gráfico III e IV).



4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Não é sem motivo que escolhemos um solo da mesma origem pedológica, mas com tratamento diferente. A cobertura morta tem uma importância capital no problema da conservação e da regeneração dos solos tropicais. A ação benéfica da cobertura morta manifesta-se por uma melhor retenção da umidade, por um aumento da atividade biológica, por uma melhor utilização de adubos minerais pelas plantas e por uma melhor conservação do solo. Observando o Quadro I, pode-se notar a diferença nítida entre os teores de umidade nos dois tratamentos; é de salientar que o experimento ocorreu durante os meses de Junho e Julho, meses em que a precipitação pluviométrica foi nula.

O solo em questão é ácido e não muito pobre, como se pode ver no Quadro II.

Examinando o Quadro III, nota-se um abaixamento do pH e teor elevadíssimo em matéria orgânica e K^+ trocável no solo com cobertura morta.

Embora o solo acuse um pH baixo, as análises químicas revelam um teor em Ca^{++} trocável mais alto que os outros catiônicos; êsse fenômeno ocorre nos solos do Estado de São Paulo.

Os resultados da contagem da população da microflora total mostrando a profícua atividade biológica do solo, evidenciam ainda mais a importância da cobertura morta.

Além das diferenças patentes entre as atividades biológicas do solo com e sem cobertura morta, e à profundidade de 0-2 e 0-20 cm, é preciso ressaltar as variações regulares e lógicas das curvas, em função da quantidade de solo e do tempo de incubação. (Ver Quadros V, V, VII e VIII, e Gráficos I, II, III e IV).

Nos Gráficos II e III observa-se, nos dois primeiros dias, uma fase latente dos microrganismos, para logo mais uma fase logarítmica que atinge o seu climax aos 6 dias, no Gráfico II. Verifica-se, também, essa mesma fase logarítmica, êsse pico de 6 dias, no Gráfico I. Essa fase latente é menos pronunciada no Gráfico IV.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem estabelecer certa correlação entre o solo Latosol Vermelho Amarelo, com e sem cobertura morta, creditando à prática agrícola da cobertura morta certas vantagens que nos obrigam a dar-lhe o lugar devido para a manutenção da fertilidade e da conservação de um solo do tipo usado.

Por enquanto, o aspecto fragmentário de nosso estudo nos proíbe tirar qualquer conclusão formal. No futuro, de posse de dados relacionados com os demais tipos de solo, poderemos obter conclusões mais concretas a respeito.

A interpretação dos índices da atividade proteolítica e amonificante não nos fornece resultados absolutos, mas nos parecem ser uma boa expressão da intensidade e da qualidade da atividade biológica dos solos.

6. SUMARIO

Os autores estudam, no presente trabalho, um solo tipo Lato-sol Vermelho Amarelo, com e sem cobertura morta, em 2 profundidades diferentes.

Concluíram sobre as vantagens de se manter um solo com cobertura morta que permite um aumento da microflora total e dos elementos nutritivos, confirmado pelo pronunciado índice de atividade proteolítica e amonificante do solo.

7. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Les auteurs ont mesuré l'activité protéolytique et amonifiante d'un sol latéritique de l'Etat de São Paulo (Brésil) avec e sans paillis. Ils ont choisi, à cet effet, des échantillons à deux profondeurs différentes: 0-2 cm. et 0-20 cm..

Ils ont démontré, à la suite des résultats obtenus, les avantages du paillis sur ce type de sol. D'ailleurs, on n'ignore pas l'action bienfaisante du paillis dans le problème de la conservation et de la régénération des sols de la zone tropicale et subtropicale.

Les auteurs ont constaté un accroissement considérable de la microflore totale, une teneur plus élevée de la matière organique et des éléments minéraux, confirmés par les indices protéolytique et amonifiante dans le sol sous paillis. Ces différences ont été encore beaucoup plus sensibles quand on compare les échantillons de sol tirés à une profondeur de 0-2 cm..

8. LITERATURA CITADA

- CATANI, R. A., J. R. GALLO e H. GARGANTINI, 1955 — Amostragem de solo, métodos de análise. Interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Inst. Agr., Boletim n.º 69.
- CROCOMO, O. J. e L. N. MÉNARD, 1959 — Ciclo do Nitrogênio. Piracicaba, Apost. Mimeog., pág. 11.
- WAKSMAN, S., 1922 — Microbiological analysis of soil as an index of soil fertility. III. Influence of fertilization upon numbers of microorganisms in the soil. Soil Sci., 14: 321-346.