

Decomposição de matéria orgânica marcada com ^{14}C e formação de biomassa microbiana em solo ácido do município de Piracicaba, SP, Brasil¹

CERRI, C. C.²; VOLKOFF, B.³; EDUARDO, B. de P.⁴

RESUMO

Um experimento em condições de laboratório (25°C, 50% da capacidade de campo) foi feito incorporando a um Latossolo Vermelho escuro de textura média, folhas de cana-de-açúcar marcadas com ^{14}C . Foi incorporado o equivalente de 1mg de C/g no solo que continha 14mg de carbono nativo/g. O CO_2 liberado e a biomassa microbiana foram determinadas periodicamente. Após 67 dias de incubação constatou-se que o solo com material vegetal liberou mais carbono nativo que o solo sem adição (724 $\mu\text{g C/g}$ contra 424 $\mu\text{g/g}$) e que 25% do carbono incorporado foi mineralizado. A adição de material vegetal dobrou a quantidade de biomassa microbiana do solo. Esta se formou mais às custas do material vegetal incorporado, que do carbono nativo do solo.

INTRODUÇÃO

O humus e os restos vegetais em vias de decomposição, são os constituintes mais expressivos da matéria orgânica do solo representando respectivamente 90 a 95% e 1 a 5% do seu carbono orgânico (1). A biomassa microbiana é outro componente da matéria orgânica do solo, e apesar de constituir em média 1 a 2% de seu carbono, seus efeitos na fertilidade e nutrição das plantas são talvez mais importantes que os do próprio humus. Os metabólitos provenientes da biomassa mi-

crobiana são, com efeito, muito ricos em nutrientes e com a enorme vantagem de serem prontamente assimiláveis pelas plantas (2, 3).

Nas regiões tropicais e sub tropicais úmidas, a utilização agrícola intensiva dos solos conduz invariavelmente a perdas importantes de humus (4, 5). Os resultados das práticas agrícolas que visam especialmente a reposição do humus perdido são em geral muito demoradas. Há necessidade de incorporar resíduos orgânicos em doses elevadas para se aumentar pouco o teor em humus do solo.

Parece então mais conveniente pensar em adicionar apenas resíduos orgânicos necessários para ativar a biomassa microbiana do solo e depois procurar mantê-la a um nível suficiente.

Este trabalho realizado em condições de laboratório constitui uma primeira etapa de pesquisa. Ele visa quantificar a biomassa microbiana formada depois de uma incorporação de material vegetal ao solo e medir a taxa de decomposição do material incorporado. A utilização de material marcado com isótopos permite acompanhar as transferências de carbono na biomassa como no carbono desprendido sob forma de CO_2 por mineralização.

2. MATERIAL E MÉTODO

Solo e material vegetal marcado

O solo é um Latossolo Vermelho Escuro, textura média coletado na Fazenda Serãozinho, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP. A amostra corresponde aos 10cm superficiais do solo, e contém 21% de argila e 1,4% de carbono orgânico.

O material vegetal utilizado constitui-se de folhas de cana-de-açúcar, variedade NA5679 uniformemente marcadas com ^{14}C e moídas a 50 meshes. Este material foi produzido no CENA em câmara de biossintese com controle automático

(1) Trabalho realizado com o apoio financeiro da Comissão Nacional de Energia Atômica.

(2) Centro de Energia Nuclear na Agricultura USP.

(3) ORSTOM, Instituto de Geociências-USP

(4) Centro de Energia Nuclear na Agricultura USP.

de $^{14}\text{CO}_2$, temperatura, umidade e luz. As plantas foram marcadas desde a germinação até 4 meses de idade. A atividade específica das folhas é de $30\mu\text{Ci/gC}$.

Procedimento Experimental

Em 12 frascos cilíndricos de vidro, com 4 centímetros de diâmetro e 10 centímetros de altura, colocou-se o equivalente a 20 gramas de solo natural seco a 105°C , e incorporados 50mg de material vegetal marcado, seja, 1mg de carbono/g solo. Adicionou-se água suficiente para manter o solo a 50% da capacidade de campo. Em outros 12 frascos sementes também mantido a 50% da capacidade de campo, foram colocados 20 gramas de solo, sem material marcado.

Cada frasco com solo foi colocado num jarro de vidro de 3 litros de capacidade, contendo 10ml de água no fundo, para conservar a umidade do solo, e um outro frasco de vidro com 20ml de NaOH (1N).

Os jarros hermêticamente fechados, foram guardados em ambiente de temperatura controlada a 25°C , por 67 dias. Três jarros contendo apenas o frasco com NaOH (1N), serviram de branco.

Determinação do carbono (CO_2) liberado do solo

A intervalos de aproximadamente 10 dias os frascos com NaOH (1N) foram substituídos e o carbono evoluído do solo é retido pela soda na forma de Na_2CO_3 foi imediatamente analisado. Em uma alíquota de 5ml, adicionou-se BaCl_2 saturado para se obter um precipitado (BaCO_3) estável. A soda em excesso foi titulada com HCl 0,5N. O carbono fixado foi obtido por diferença entre o volume de HCl gasto com a prova em branco e o da amostra.

O carbono ($^{14}\text{CO}_2$) liberado pela decomposição do material vegetal marcado incorporado ao solo foi analisado em outras alíquotas de 0,2ml da solução alcalina diluída com 0,8ml de água e 10ml de solução cintiladora e a radiação contida em cintilador líquido (Beckman modelo LS 230). A solução cintiladora é constituída de 4g de PPO, 100mg de POPOP, 666ml de Tolueno e 333ml de Triton X-100. Para relacionar contagem com quantidade de carbono marcado, 4 amostras de 20mg de folhas de cana-de-açúcar marcadas, foram insinerasadas em forno de combustão a 950°C e o CO_2 produzido foi borbulhado em coluna de vidro contendo 10ml NaOH (1N). Alíquotas (0,2ml) da solução alcalina, foram submetidas então à contagem, e serviram como referência. Em todas as amostras a eficiência de contagem foi superior a 85%.

O carbono-14 remanescente no solo no final do experimento foi analisado em triplicata pelo método da combustão em via seca. O CO_2 produzido na combustão foi absorvido pela soda e o procedimento para a contagem foi igual ao adotado na análise do material vegetal.

Quantificação da biomassa microbiana do solo.

Para a quantificação da biomassa microbiana formada nos tratamentos com e sem incorporação de material vegetal, utilizou-se o método de fumigação descrito por Jenkinson e Powlson (6). Depois de 6, 26 e 57 dias de incubação, 6 frascos com solo de cada tratamento, foram removidos dos jarros. Três frascos foram fumigados por 24 horas em vapor de CHCl_3 purificado. Após fumigação, o CHCl_3 foi removido por sucessivas aspirações e o solo de cada frasco foi inoculado com 20mg do solo natural e incubado por 10 dias a 25°C em jarros de 3 litros contendo um becker com 20ml de NaOH e 10ml de água. Os outros três frascos foram incubados do mesmo modo sem sofrer fumigação.

A biomassa, expressada em carbono, foi obtida pela relação:

$$\text{Biomassa } C = F/Kc$$

onde Kc é 0,45 (2) e F (fluxo de decomposição) é a diferença entre a quantidade de $\text{CO}_2\text{-C}$ (carbono do CO_2) liberado pela amostra fumigada em 10 dias, e o $\text{CO}_2\text{-C}$ liberado pelo controle não fumigado, no mesmo período. A biomassa microbiana marcada foi igualmente quantificada pelo cálculo da diferença do ^{14}C retido pela soda após fumigação, e o ^{14}C retido pela amostra não fumigada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

EVOLUÇÃO DE CO_2

1. Solo sem adição de material vegetal

No solo que não sofreu adição de matéria orgânica, $424\mu\text{g}$ de C/g solo (Fig. 1, curva I), ou seja 3% do carbono total do solo foram liberados na forma de CO_2 , durante todo o período de incubação. A maior porcentagem de perda ocorreu nas duas primeiras semanas. Estas perdas devem-se tanto pela maior oxigenação, do solo por ocasião do preparo das amostras para incubação como pela adição de água para manter o solo com 50% da capacidade de campo. Nestas condições há um estímulo temporário da biomassa microbiana dormente do solo que passa a decompor a matéria orgânica nativa, liberando CO_2 .

2. Solo com adição de matéria orgânica

Nota-se pela figura 1, que o solo que recebeu adição de material vegetal, evoluiu aproximadamente o dobro de carbono quando comparado com o solo natural por igual período. Ao final de 67 dias o solo com adição de matéria orgânica liberou $980\mu\text{g}$ $\text{CO}_2\text{-C/g}$ solo (Fig. 1 curva II) contra $424\mu\text{g}$ de $\text{CO}_2\text{-C/g}$ solo (curva I) do solo sem incorporação. Do total de CO_2 evoluído a mais no solo incubado com matéria orgânica, praticamente a metade ou seja $256\mu\text{g}$ de $\text{CO}_2\text{-C/g}$ solo (curva Iib) originou-se do material vegetal marcado, incorporado.

A figura 1 mostra também que a evolução do carbono não marcado, isto é, o carbono original foi maior no solo que

recebeu adição de matéria orgânica. No final do período de incubação, 724µg CO₂-C/g solo (curva IIa) foram liberados do solo com matéria orgânica, contra 424µg de CO₂-C/g solo do solo natural. Pode-se então considerar que houve efeito "priming" (7) ou seja, a incorporação de material vegetal acelerará a mineralização da matéria orgânica nativa do solo.

A mineralização da matéria vegetal marcada e incorporada é relativamente lenta. Do total de matéria orgânica marcada incorporada ao solo, apenas 25% foi liberado com ¹⁴C₂ nos 67 dias de incubação. Os 75% de carbono-14 remanescentes (Figura 2) estão distribuídos sob as formas de matéria orgânica em via de decomposição, humus e biomassa microbiana.

FORMAÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA

1. Biomassa microbiana total

A biomassa microbiana do solo em condições naturais é constituída de uma enorme população dormente (8). Basta porém a simples manipulação do solo, para que esta população se estimule e em consequência, mais CO₂ seja liberado. Apenas o umedecimento do solo, foi o suficiente para após 6 dias de incubação formar uma biomassa microbiana equivalente a 208µg-C/g solo nas amostras que não sofreram incorporação de matéria orgânica marcada (Quadro 1). Contudo, passado este estímulo inicial, a biomassa microbiana, decresce rapidamente chegando ao final de 57 dias de incubação a 60µg de C/g solo.

A formação de biomassa microbiana foi maior no solo com matéria orgânica fresca incorporada. Após 6 dias de incubação há o dobro de biomassa microbiana no solo com matéria orgânica, quando comparado com o solo natural incubado por igual período. O decaimento da biomassa microbiana formada com o tempo, é mais lento quando comparado ao decaimento do solo natural sem aplicação de matéria orgânica. No final de 57 dias de incubação há 2,5 vezes mais biomassa microbiana no solo com matéria orgânica.

2. Biomassa microbiana marcada

Os dados do Quadro 2 indicam que 13% da biomassa microbiana total está marcada após 6 dias de incubação com material vegetal. A proporção decresce em seguida e se estabiliza em 6-8%.

Os resultados do Quadro 1 mostram que com uma adição de 1000µg de C/g o solo sofreu, após 6 dias de incubação um acréscimo de 209µg de C/g de biomassa microbiana.

Após 6 dias portanto, 20% do C adicionado está na biomassa. Após o mesmo período, no solo sem material vegetal a biomassa microbiana representa apenas 1,5% do carbono do solo.

Pode-se dizer, nestas condições que quando há adição de material vegetal, a biomassa é dobrada e que ela se desenvolve

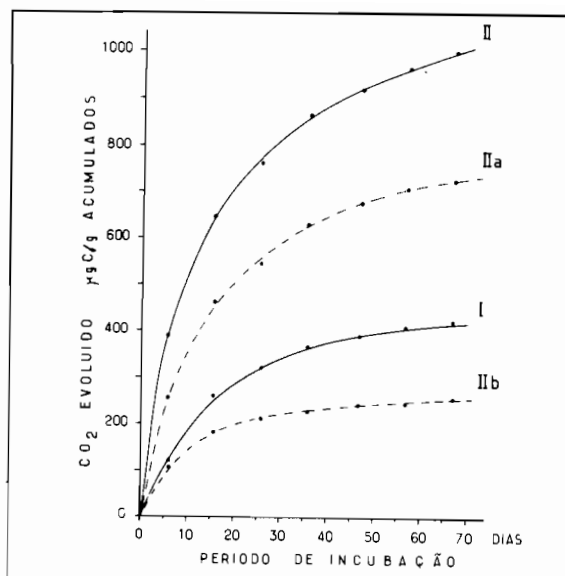


Fig. 1. Carbono liberado sob a forma de CO₂: I, solo sem adição de material vegetal; II, solo com adição de material vegetal (IIa, atribuído a matéria orgânica nativa do solo; IIb, atribuído a material vegetal incorporado).

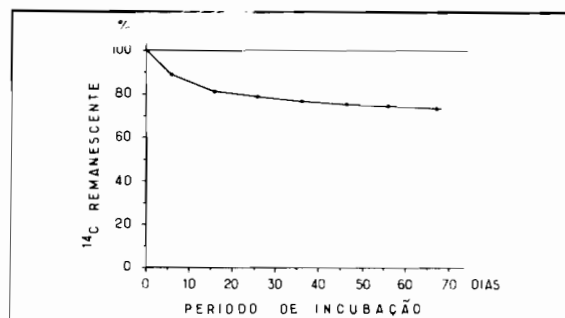


Fig. 2. Carbono-14 remanescente no solo

QUADRO 1 - BIOMASSA MICROBIANA TOTAL DO SOLO COM E SEM INCORPORAÇÃO DE MATERIAL VEGETAL.

Período de Incubação (dias)	Biomassa microbiana (µg. de C/g solo)	
	Solo sem material vegetal	Solo com material vegetal
6	208	417
26	157	184
57	60	155

QUADRO 2 - BIOMASSA MICROBIANA MARCADA DO SOLO INCUBADO COM MATERIAL VEGETAL.

Período de Incubação (dias)	Biomassa Microbiana Marcada	
	µg C/g solo	% da biomassa total
6	55	15
27	11	6
57	13	8

proporcionalmente mais às custas do material vegetal incorporado do que do carbono nativo do solo.

CONCLUSÃO

Quando se incorpora fôlhas de cana-de-açúcar em pequenas quantidades ao solo, aproximadamente 25% do carbono desse material é mineralizado em 70 dias. A incorporação aumenta a mineralização da matéria orgânica nativa do solo em 70%, o que representa uma perda suplementar correspondendo a 2% das reservas. As perdas são entretanto, compensadas pelo material incorporado não decomposto e, num período de 70 dias, o balanço do carbono permanece positivo em favor do solo.

A biomassa microbiana do solo é duplicada quando se incorpora material vegetal fresco. Ela se forma preferencialmente as custas do material fresco mas também utiliza o carbono do solo. A ativação da biomassa explica a aceleração da mineralização do carbono nativo do solo.

Isto significa que incorporação de material vegetal em quantidades equivalentes a uma adubação verde, multiplica por dois a biomassa microbiana sem modificar muito o estoque de carbono do solo.

SUMMARY

An experiment was carried out under laboratory conditions (25°C, 50% field capacity), using ^{14}C labelled sugarcane leaves, which were incorporated to a medium texture Dark-Red Latosol. The equivalent of 1 mg C/g was added to soil containing 14 mg native soil carbon. CO_2 release and microbial biomass were periodically determined. After 67 days incubation it was noted that release of native carbon was greater

from soil with plant material than the control (724 μg C/g vs 424 μg /g) and that 25% of the incorporated carbon had been mineralized. Addition of plant material doubled the soil microbial biomass, which was formed due to plant material addition rather than to native soil carbon.

BIBLIOGRAFIA

- 1- FLAIG, W., NAGAR, B., SOCHTIG, H. TIE TYEN, C.- Organic materials and soil productivity. FAO, Soils Bulletin nº 35. Rome 119p. 1977.
- 2- JENKINSON, D.S. e LADD, J.N.- Microbial Biomass in soil measurement and turnover. In: Soil Biochemistry, vol. 5, Marcel Dekker Ed., New York, pp. 417-471, 1981.
- 3- ROSWALL, T. e CLARK, F.E.- Terrestrial Nitrogen cycles. Ecological Bulletins nº 33, Stockholm, 714p. 1981.
- 4- LATHWELL, D.J. & BOULDIN, D.R.- Soil organic matter and nitrogen behaviour in cropped soils. Trop. Agric. 58 (4): 341-348, 1981.
- 5- JENNY, H.- Comparison of soil nitrogen and carbon in tropical and temperate regions. Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 765p., 1964.
- 6- JENKINSON, D.S. e POWLSON, D.S.- The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. Method for measuring soil biomass. Soil Biology and Biochemistry 8: 209-213, 1976.
- 7- JENKINSON, D.S.- Studies on the decomposition of ^{14}C labelled organic matter in soil. Soil Science 3, (1): 64-70, 1971.
- 8- ALEXANDER, M.- Organic matter decomposition. In: Soil Microbiology, chap.9: 139-162. John Wiley & Sons, New York, 1961.

Proceedings of the

**REGIONAL COLLOQUIUM
ON SOIL ORGANIC
MATTER STUDIES**

Anais do

**COLÓQUIO REGIONAL
SOBRE MATÉRIA
ORGÂNICA DO SOLO**

*October, 18 - 22, 1982
Piracicaba, SP-Brasil*

Editors

CARLOS CLEMENTE CERRI
DIVA ATHIÉ
DÉCIO SODRZEIESKI



Centro de Energia Nuclear na Agricultura — CENA/USP



*Companhia de Promoção de Pesquisa Científica e
Tecnológica do Estado de São Paulo — PROMOCET*

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador
JOSÉ MARIA MARIN

Secretário da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia
OSVALDO PALMA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor
ANTONIO HÉLIO GUERRA VIEIRA

Centro de Energia Nuclear na Agricultura

Diretor
ENEAS SALATI

The Organizing Committee has sent for publication only the papers received within the established time.

Contents and review of papers published in these Proceedings are of the entire responsibility of the respective authors.

*Copy of the Proceedings can be requested to:
Regional Colloquium on Soil Organic Matter Studies
CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura
Av. Centenário s/n.º - Caixa Postal 96
Phone: (0194) 33-5122 - Telex: (019) 1097 CENA BR
13400 Piracicaba, SP - BRASIL*

O Comitê Organizador do Colóquio encaminhou, para publicação, apenas os trabalhos enviados dentro do prazo pré-estabelecido.

O conteúdo e a revisão dos textos dos trabalhos publicados, nestes Anais, são de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Cópias destes Anais podem ser obtidas mediante solicitação ao:

Colóquio Regional sobre Matéria Orgânica do Solo
CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura
Av. Centenário s/n.º - Caixa Postal 96
Tel.: (0194) 33-5122 - Telex: (019) 1097 CENA BR
13400 Piracicaba, SP - BRASIL

© Companhia de Promoção de Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de São Paulo - PROMOCET

Printed in São Paulo, October, 1982.
Impresso em São Paulo em outubro de 1982.

PROMOCET
Av. Angélica, 2632 - 4.º andar
01228 São Paulo - SP - BRASIL
Telex: (011) 32516 SEAI BR