

CONSEQUÊNCIAS DO CULTIVO E DO POUSIO SOBRE A MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO SOB FLORESTA NATURAL NA AMAZÔNIA ORIENTAL. (*)

P. F. da S. Martins (**)
B. Volkoff (***)
C. C. Cerri (****)
F. Andreux (***)

RESUMO

São comparadas num mesmo latossolo podzólico amarelo de textura média, situações sob vegetação natural, depois da queimada, após um e cinco anos de cultivo e após três anos de pousio consecutivos a dois anos de cultivo. Depois da queimada e um ano de cultivo, há uma forte diminuição de todos os resíduos vegetais. Esta diminuição foi quantificada na liteira e na camada 0-15 cm do solo através do fracionamento granulométrico da matéria orgânica. Esta evolução continua durante os cinco anos de cultivo e se inverte quando o solo é abandonado à capoeira após dois anos de cultivo. O carbono da fração 0-50 µm, que concentra o complexo argilo-húmico, não sofre grandes variações quantitativas. O fracionamento químico desta fração mostra que, sob cultivo, o húmus é caracterizado por um equilíbrio, comportando mais ácidos fúlvicos, principalmente os extraídos pelo hidróxido de sódio, e menos ácidos húmicos do que no ecossistema natural. Isto indica que o húmus incorpora frações jovens pouco polimerizadas e que há, ao mesmo tempo, despolimerização das frações ligadas às argilas. O equilíbrio inicial se restabelece quando, depois de um curto período de cultivo, se deixa o solo em pousio.

INTRODUÇÃO

O cultivo itinerante é a forma tradicional de cultivo da Amazônia e vem sendo utilizado há tempo pois se iniciou com as tribos indígenas da região. Consiste em se derrubar e queimar áreas de floresta primárias para cultivar a terra por poucos anos usando cultivo de subsistência como o arroz, milho, feijão e depois deixá-la em pousio por vários anos. O número de anos de cultivo é variável em função da fertilidade natural do

(*) Trabalho realizado dentro do Convênio de Cooperação Científica Internacional ORSTOM/CNPq e Projeto Amazônia I. UNDP/IAEA/BRA/0/010.
(**) Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP).
(***) ORSTOM (França) e Centro de Energia Nuclear na Agricultura - USP.
(****) Centro de Energia Nuclear na Agricultura - USP, Convênio ORSTOM/CNPq.



solo, mas na maioria das vezes não ultrapassa a dois anos. Quando a atividade deixa de ser compensadora, a área é abandonada e busca-se outra área de floresta primária. Se o agricultor porventura não dispõe de áreas de floresta primária, passa a utilizar área de floresta secundária com vários anos pousio, a cuja vegetação denomina "capoeira".

A implantação de cultivos requer a erradicação da vegetação que, na forma tradicional, é feita com a derrubada das árvores em pequenas áreas seguida da queimada e da coivara.

Como o objetivo de verificar as modificações decorrentes do desmatamento e do cultivo sobre a matéria orgânica da parte superior do perfil do solo de um ecossistema de terra firme, estudou-se, tendo como base a comparação às condições naturais, áreas próximas submetidas à queimada, ao cultivo e ao pousio.

O solo do referido ecossistema sob condição natural é um latossolo amarelo podzolizado (Rego *et al.*, 1973). Ele foi caracterizado sob os aspectos químicos e físicos por Martins & Cerri (1986) e teve a matéria orgânica do horizonte A estudada por Martins *et al.* (em preparação).

MATERIAL E MÉTODO

Para efeito de caracterização tomou-se, no ecossistema natural, um pedon de cada uma das três classes de drenagem que ocorrem na área: pedon imperfeitamente drenado, pedon moderadamente drenado e pedon bem drenado (Martins & Cerri, 1986).

O solo sob ecossistema alterado corresponde a quatro, diferentes e sequenciadas, fases de utilização. Em cada uma delas foi caracterizado um pedon, designado como segue: recém queimado, cultivado por um ano, cultivado por cinco anos e pousio de três anos após dois anos de cultivo. As referidas áreas ficam próximas a no máximo 2500 metros uma da outra. Cada pedon do ecossistema alterado possui um padrão no ecossistema natural selecionado a partir da granulometria. Assim sendo, os pedons imperfeitamente drenados servem de padrão ao pedon referente a fase cultivada por um ano, enquanto o pedon bem drenado constitui o padrão dos pedons das demais fases (Martins *et al.*, em preparação b).

A liteira foi coletada manualmente em áreas de um metro quadrado, seca e pesada. Três repetições foram feitas em cada pedon.

No solo efetuou-se o fracionamento granulométrico da matéria orgânica segundo Feller (1979) e o fracionamento do húmus de acordo com Dabin (1971), em amostras compostas correspondentes à camada de 0-15 cm, reconstituída em função da densidade global através das amostras coletadas em cada um dos pedons nos horizontes A11, A12 e A3 ou A1 e A3 no caso do pedon da área cultivada por 5 anos.

Pelo fracionamento granulométrico da matéria orgânica são separadas as seguintes frações: 0-50 μ m (F 0-50), 50-200 μ m (F 50-200) e 200-2000 μ m (F 200-2000). O teor em carbono foi determinado em cada uma delas. O fracionamento do húmus separa: ácidos fúlvicos livres (AFL); ácidos húmicos e fúlvicos extraídos pelo pirofosfato de sódio (AHP e

AFP); os ácidos húmicos e fúlvicos extraídos pelo hidróxido de sódio (AHS e AFS); e a humina (H).

RESULTADOS

Relação carbono da liteira, carbono da camada 0-15 cm do solo

O total do carbono da liteira e do horizonte A do solo apresenta uma nítida queda no ecossistema alterado (Tabela 1; Figura 1). A quantidade de liteira diminui fortemente depois da queima e continua decrescendo com o tempo de cultivo. O carbono da liteira que era, em relação ao total, cerca de 20% (Tabela 1) passa a 11% depois da queima e a 3% depois de cinco anos de cultivo. Entretanto, ele volta a 18% depois de três anos de pousio. A quantidade de carbono na camada de 0-15 cm diminui também após a queimada e continua a diminuir nos solos cultivados por um e cinco anos, porém o teor de carbono sobe de novo em consequência do pousio.

Fracionamento granulométrico da matéria orgânica da camada 0-15 cm do solo

Em relação ao ecossistema natural, o solo do ecossistema alterado contém menores quantidades de carbono ligadas as frações 200-2000 e 50-200 μm e relativamente mais carbono ligado com a fração 0-50 μm . Portanto, a alteração do ecossistema afeta sobretudo o estoque de carbono nos resíduos vegetais do solo e nem tanto o complexo organo-mineral.

A análise da seqüência queimada-cultivo-pousio revela algumas variações significativas: a quantidade de carbono na fração F 50-200 μm diminui progressivamente com a queimada e o cultivo, e aumenta com o pousio. Quanto a fração F 200-2000 μm ; ela também cresce com a queimada e após um ano de cultivo, porém aumenta após cinco anos de cultivo.

Na fração 0-50 μm , observa-se que, em termos absolutos, a quantidade de carbono varia pouco (Tabela 1; Figura 1). Entretanto, expressos os valores em quantidade de carbono por unidade de massa da fração (Tabela 2), constata-se que a concentração de carbono do pedon da fase recém-queimado ultrapassa a do pedon bem drenado do ecossistema natural. Os dois pedons sendo do mesmo padrão textural (Tabela 3), isto indica que na fração 0-50 μm da fase recém queimada houve um ganho de carbono.

Após um ano de cultivo a quantidade absoluta de carbono na fração 0-50 μm se mantém elevada (1578 gC/m²) mas nota-se que o teor desta fração também é o mais elevado (Tabela 3) enquanto a quantidade de carbono por unidade de massa da fração é muito baixa (20,2 mgC/g - Tabela 2). Portanto, não há evidências de ganhos mas sim de perdas de material orgânico na fração.

Fazendo um mesmo raciocínio poderia-se dizer, embora sem poder verificá-lo com certeza, que o carbono voltou a aumentar na fração F 0-50 da fase cultivada por cinco anos e da fase do pousio.

Fracionamento químico do húmus da fração 0-50 μm

Observa-se (Tabela 2) que depois do desmatamento a composição, isto é, a proporção relativa de cada frações do húmus, é modificada. As modificações mais nítidas afetam as frações extraídas pelo hidróxido de sódio: o ácido fúlvico aumenta com a queima e o cultivo e diminui com o pousio.

Com o cultivo nota-se apenas uma variação na distribuição da humina e do ácido fúlvico extraído pelo pirofosfato de sódio após o primeiro ano de cultivo: aumenta a proporção de humina enquanto decresce a de ácido fúlvico extraído pelo pirofosfato. Excluindo esta ocorrência constata-se que não há variação considerável da fração extraível no ecossistema alterado, o que também foi verificado por Turenne (1977) e Manarino et al. (1982).

Entretanto, do mesmo modo que Turenne (1977) e Manarino et al. (1982), detectou-se, na seqüência cultivo-pousio, uma diminuição na quantidade de ácidos fúlvicos e com um correspondente aumento de ácidos húmicos, porém aqui apenas na fração extraível pelo hidróxido de sódio (Tabela 2).

O aumento na quantidade de ácidos fúlvicos observado por Turenne (1977) a partir do segundo ano de cultivo foi também aqui observado apenas na fração extraída pelo hidróxido de sódio e desde logo depois da queimada.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Evolução da matéria orgânica

Com auxílio dos dados apresentados, delinear-se-á o processo de evolução da matéria orgânica da parte superior do solo em consequência da queimada, do cultivo e do pousio (Figura 1 e 2).

Em decorrência da queimada, parte da liteira sofre combustão, liberando cinzas ricas em bases que se incorporam ao solo. A quantidade de resíduos vegetais sobre o solo decresce, juntamente com os resíduos alterados existentes no interior do solo. No total, a quantidade de carbono existente até 15 cm de profundidade decresce 25%. Ao mesmo tempo há um discreto acréscimo nas frações 0-50 μm da matéria orgânica (Figura 1A). O ácido húmico extraído pelo hidróxido de sódio decresce e o ácido fúlvico extraído pelo hidróxido de sódio aumenta (Figura 2A), o que indica uma tendência a despolimerização da matéria orgânica.

Durante o primeiro ano de cultivo, por não haver reposição dos resíduos em quantidade suficiente, como acontecia no ecossistema natural, observa-se um pequeno decréscimo na quantidade da matéria orgânica total na parte superior do perfil. Este decréscimo é decorrente da mineralização dos resíduos vegetais incorporados pela queimada. A quantidade total de carbono decresce mais 5% em relação à fase recém-queimada. Talvez haja também migração de compostos orgânicos em profundidade como sugere a maior concentração de carbono nos horizontes sub-superficiais. Além disto, continua ocorrendo modificação nos compartimentos húmicos: diminuição dos ácidos húmicos envolvendo também a

fração extraída pelo pirofosfato de sódio. Porém o ácido fúlvico extraído pelo pirofosfato de sódio também diminui, enquanto a humina aumenta. Não dispõe-se de dados referentes as fases intermediárias entre 1 e 5 anos de cultivo, porém, após este tempo observa-se ainda um decréscimo notável no teor de matéria orgânica total do solo: após 5 anos de cultivo a quantidade de carbono existente corresponde a apenas 70% da encontrada no ecossistema natural sob condição de boa drenagem e a 60% da encontrada no pedon moderadamente drenado o que menos acumula matéria orgânica. Há um aumento dos resíduos grosseiros (200-2000 μm) incorporados no solo pela vegetação secundária e um decréscimo dos resíduos mais finos (50-200 μm) provavelmente herdados do ecossistema natural. Quanto as frações húmicas, verifica-se que tendem a estabilizar-se as frações extraídas pelo hidróxido de sódio e a variar as frações extraídas pelo pirofosfato de sódio, seguindo o seguinte padrão: diminuição de ácidos húmicos e aumento de ácidos fúlvicos.

Em resumo, pode-se dizer que após o desmatamento, não havendo mais deposição de resíduos vegetais em grande quantidade, a decomposição progressiva dos ainda existentes suprime a formação de fragmentos muito finos, que por sua vez alimentam a formação dos compostos húmicos, especialmente do ácido fúlvico extraído pelo hidróxido de sódio, denotando o predomínio da via de solubilização (Dabin, 1981) no processo de humificação. Após o primeiro ano começa a haver também a ocorrência de via de condensação e a humina tende a aumentar. Porém, a esta altura, o teor de matéria orgânica total inicia a decrescer, baixando consideravelmente após 5 anos de cultivo. Com isto o processo de decomposição tende a estabilizar as frações extraídas pelo hidróxido de sódio devido a falta de resíduos vegetais que alimentam o processo global de decomposição, passando a haver variação entre as frações extraídas pelo pirofosfato de sódio.

Com o pousio, ao contrário, ocorre a produção elevada de resíduos pela vegetação secundária. A quantidade de carbono contida no solo aumenta e passa ser de 80% da encontrada no ecossistema natural (Figura 1B). Os resíduos realimentam o processo de decomposição, contribuindo tanto para o aumento do teor da matéria orgânica total do solo quanto para a formação dos ácidos húmicos e degradação dos ácidos fúlvicos (Figura 2B). Em suma, com o desenvolvimento da vegetação natural secundária, o sentido do processo de decomposição inverte em relação ao que ocorre quando o solo é mantido sob cultivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo apoio recebido, à equipe de técnicos da Seção de Química do Solo do CENA-USP: Sandra Maria Genaro Nicolete, José Roberto Martins, Dacir Bortoletto e Antonia Mara Piacentini.

SUMMARY

In an area of yellow podzolic latossol, five different conditions of soil use, Conseqüências do cultivo ...

were compared: natural forest, recently burned forest, one and five years of annual crops, and three years of fallow following two years of annual crops. The organic matter was characterized by grain-size fractionation method. In the soils after burning and one year of cropping, plant residues in the litter and 0-15 cm layer were much less abundant than under the natural vegetation. Such evolution continued up to five years of cultivation, but was reversed when the soil was abandoned and fallow developed. Carbon of the very fine fractions (less than 50 μm), which concentrates the clay-humic complex material, remained almost unchanged. Chemical fractionation of this material showed that under annual crops the humus composition changed, and the amount of fulvic acids, principally those soluble in sodium hydroxide, increased, contrary to the humic acids. These results suggest that humus incorporated non-polymeric material from the crops, and that a de-polymerisation process of the pre-existing clay-humic complex material occurred. This process stopped under fallow and the humus then returned to its initial equilibrium.

Tabela 1. Distribuição do carbono contido na parte superior do solo (littera ou resíduos vegetais sobre a superfície mais 15 cm superficiais) sob diferentes condições do ecossistema.

SITUAÇÕES	CARBONO				
	Solo + littera		Littera		Solo (0-15 cm)
	gC/m ²	gC/m ²	%	gC/m ²	%
ECOSSISTEMA NATURAL					
Imperfeitamente drenado	2868	694	23	2219	77
Moderadamente drenado	2679	478	18	2201	82
Bem drenado	3205	709	22	2496	78
ECOSSISTEMA ALTERADO					
Recém queimado	2396	274	11	2122	89
Cultivado 1 ano	2241	109	5	2132	95
Cultivado 5 anos	1856	50	3	1806	97
Pousio 3 anos	2554	448	18	2106	82

Tabela 2. Fracionamento granulométrico da matéria orgânica da camada 0-15 cm do solo.

SITUAÇÕES	CARBONO NAS FRAÇÕES DO SOLO						
	Solo total	F 200-2000 μ m		F 50-200 μ m		F 0-50 μ m	
		gC/m ²	%	gC/m ²	%	gC/m ²	%
ECOSSISTEMA NATURAL							
Imperfeitamente drenado	2219	688	31	399	18	1132	51
Moderadamente drenado	2201	726	33	418	19	1057	48
Bem drenado	2496	524	21	599	24	1373	55
ECOSSISTEMA ALTERADO							
Recém queimado	2122	318	15	446	21	1358	64
Cultivado 1 ano	2132	256	11	298	13	1578	71
Cultivado 5 anos	1806	307	17	199	11	1300	72
Pousio 3 anos	2106	400	19	337	16	1369	65

Tabela 3. Concentração do carbono e distribuição dos compartimentos húmicos na fração F 0-50 μ m.

SITUAÇÕES	Fração 0-50 μ m	AFL	AFS	AFP	AHS	AHP	H
mgC/g fração							
ECOSSISTEMA NATURAL							
Imperfeitamente drenado	25,2	15	9	8	20	5	43
Moderadamente drenado	30,0	17	8	7	19	7	42
Bem drenado	29,9	15	0	6	31	8	40
ECOSSISTEMA ALTERADO							
Recém queimado	33,5	14	13	6	21	8	38
Cultivado 1 ano	20,2	16	13	3	16	6	46
Cultivado 5 anos	31,0	14	14	8	18	6	40
Pousio 3 anos	30,0	17	4	7	24	7	41

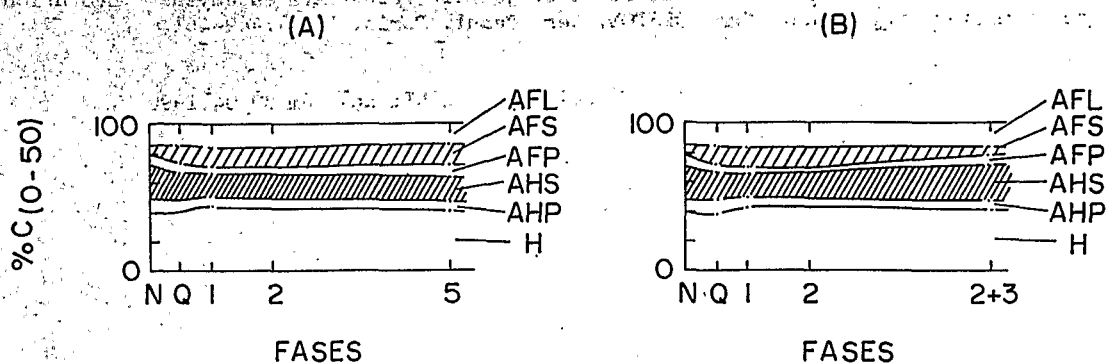


Fig. 2. Distribuição relativa dos compartimentos húmicos da fração 0-50 µm dos 15cm su-
perficiais do solo sob diferentes condições do ecossistema (A) evolução na se-
quência: ecossistema natural (N, média) - recém queimada (Q) - 1 ano de culti-
vo (1) - 5 anos de cultivo (5); (B) evolução na sequência: ecossistema natural
(N, média) - recém queimada (Q) - 1 ano de cultivo (1) - 3 anos de pousio (2+
3); (AFL, ácido fúlvico livre; AFS, ácido fúlvico extraído pelo hidróxido de so-
dio; AFP, ácido fúlvico extraído pelo pirofosfato de sódio; AHS, ácido húmico
extraído pelo hidróxido de sódio; AHP, ácido húmico extraído pelo pirofosfato
de sódio; H, humina).

Referências bibliográficas

- Dabin, B. - 1971. Etude d'une méthode de fractionnement des matières humiques du sol. *Science du Sol*, Paris, 1:47-63.
- - 1981. Les matières organiques dans les sols tropicaux normalment drainés. *Cah. ORSTOM. Sér. Pedol.*, Paris, 26(3-4):197-215.
- Feller, C. - 1979. Une méthode de fractionnement granulométrique de la matière organi-
que des sols, application aux sols tropicaux, à textures grossières, très pauvres en
humus. *Cah. ORSTOM. Sér. Pedol.*, Paris, 17(4):339-346.
- Manarino, R. P.; Volkoff, B.; Cerri, C. C. - 1982. Comparação do húmus de capoeira e
de floresta natural em latossolo amarelo da região amazônica, Brasil. In: Cerri, C.
C. et al. ed. *Anais do Colóquio Regional sobre Matéria Orgânica do Solo*. Piracica-
ba, CENA-USP/PROMOCET. p. 51-58.
- Martins, P. F. S. & Cerri, C. C. - 1986. O solo de um ecossistema natural de floresta
localizado na Amazônia oriental. I. Caracterização Química e Física. In: *Anais do*
1º Simpósio do Trópico Úmido, Belém, PA., v. 1:271-286.
- Martins, P. F. S.; Cerri, C. C.; Andreux, F. - 1989. O solo de um ecossistema natural
de floresta localizada na Amazônia oriental. II. Fracionamento da matéria orgânica.
[em preparação a].
- Martins, P. F. S.; Cerri, C. C.; Volkoff, B. - 1989. Efeito do desmatamento e do culti-
vo sobre as características físicas e químicas do solo sob floresta natural na Amazô-
nia oriental. [em preparação b].
- Rego, R. S.; Vieira, L. S.; Amaral Filho, Z. P.; Santos, P. L.; Lopes, D. N.; Reis, C.
M.; Gama, J. R. N. F.; Costa, M. F.; Serruya, L. M. - 1973. *Estudo detalhado do só-
lo de uma área do município de Capitão Poço*. Belém, Instituto de Desenvolvimento Eco-
nômico-Social do Estado do Pará. 117 p. (Série Cadernos Paraenses, n. 9).

Tabela 4. Distribuição percentual das frações granulométricas (sem dispersão) nas classes 200-2000 μm , 50-200 μm , 0-50 μm dos 15 cm superficiais do solo sob diferentes condições do ecossistema.

SITUAÇÕES	FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA		
	F 200-2000 μm	F 50-200 μm	F 0-50 μm
ECOSSISTEMA NATURAL			
Imperfeitamente drenado	42	31	27
Moderadamente drenado	46	29	25
Bem drenado	34	46	20
ECOSSISTEMA ALTERADO			
Recém queimado	34	45	21
Cultivado 1 ano	37	27	36
Cultivado 5 anos	42	36	22
Pousio 3 anos	43	36	21

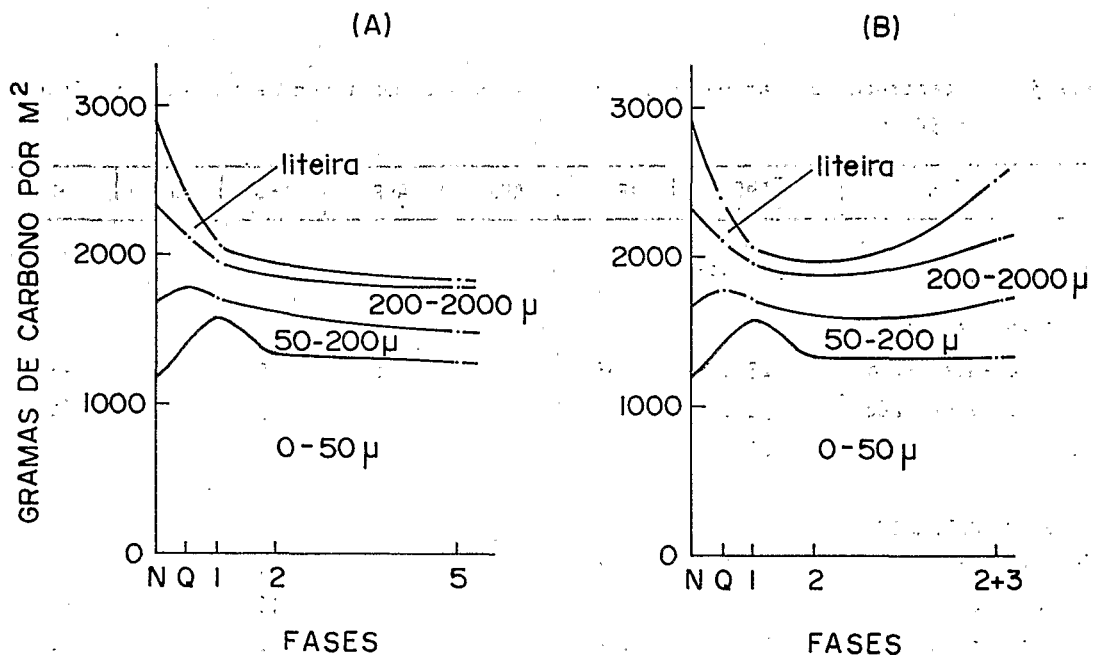


Fig. 1. Distribuição do carbono na liteira e nas frações 200-2000 μm (200-2000), 50-200 μm (50-200), 0-50 μm (0-50) dos 15 cm superficiais do solo sob diferentes condições do ecossistema (A) evolução na seqüência: ecossistema natural (N, média) - recém queimada (Q) - 1 ano de cultivo (1) - 5 anos de cultivo (5), (B) evolução na seqüência: ecossistema natural (N, média) - recém queimada (Q) - 1 ano de cultivo (1), - 3 anos de pousio (2 + 3).

Turenne, J. F. - 1977. Culture itinérante et jachère forestière en Guyane. Evolution de la matière organique. Cah. ORSTOM. Sér. Pedol. Paris, 15(4):449-461.

(Aceito para publicação em 30.04.1990)