

A aplicação de adubos em cobertura em estádios tardios da cultura fez com que a planta produzisse grãos mais pesados e/ou mais panículas úteis, mas esses efeitos não compensaram o menor número de grãos por panícula produzidos nas épocas correspondentes.

O sorgo parece ter aproveitado tanto o nitrogênio como o fósforo e o potássio aplicados em cobertura, pois não houve diferença significativa da produção em função das fórmulas utilizadas.

LITERATURA CITADA

- INSTITUTO AGRONÔMICO - Tabelas de adubação e calagem. Campinas, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1977. 198p. (Boletim 209)
- LANE, H.C. & WALKER, H.J. - Mineral accumulation and distribution in grain sorghum. Texas Agr. Exp. Sta. 1961. 9p. (MP-533)
- MALAVOLA, E. - Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. S.Paulo. Ed. Agron. Ceres, 1976. 528p.
- MATSUSHIMA, S. - Crop science in rice. Tokio, Fuji Publis. Co. Ltd., 1970. 379p.
- MATSUSHIMA, S. & TANAKA, T. - Theory of plant growth. In: MATSUBAYASHI, M. *et alii*, ed. - Theory and practice of growing rice. Tokio, Fuji Publis. Co., Ltd., 1967. p.77-90.

- MUZILLI, O.; LANTMANN, A.F.; PALHANO, J.B.; OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S.; COSTA, A.; CHAVES, J.D.C. & ZOCOLER, D.C. - Análise de solos: interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 1978. 49p. (Circular n.º 9)
- OLIVEIRA, L.B. & OLIVEIRA, H.F. - Relação entre a precipitação pluviométrica e as perdas de minerais solúveis por lixiviação. I. Lixiviação do potássio em laboratório. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 15, Campinas, 1975. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p.89-94.
- RAO, D.V. & REDDY, K.S. - Studies on time and rate of application of nitrogen in sorghum. Sorghum Newsletter, 17: 23-24, 1974.
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; NAKAGAWA, J.; MALAVOLTA, E. & DANTAS, J.P. - Respostas do sorgo granífero (*Sorghum* sp.) a N, P e K, em Latossolo Vermelho-Escuro - fase arenosa. In: Jornada Científica do Campus de Botucatu, VII, Botucatu, 1977. Anais. Botucatu, Associação dos Docentes do Campus de Botucatu (No prelo)
- THOMAS, G.W. - Soil and climatic factors which affect nutrient mobility. In: ENGELSTAD, O.P., ed. Nutrient mobility in soils: accumulation and losses. Madison, Soil Sci. Soc. Amer., Inc., 1970. p.1-20.
- TUCKER, B.B. & BENNETT, N.F. - Fertilizer use on grain sorghum. In: NELSON, L.B., ed. - Changing patterns in fertilizer use. Madison, Soil Sci. Soc. Amer., Inc. 1968. p.189-220.
- VANDERLIP, R.L. & REEVES, H.E. - Growth stages of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Agron. J., 61: 13-16, 1972.

COMISSÃO V - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

COMPARAÇÃO DE HÚMUS DE UM SOLONTCHAK, UM RENDZINA

SUMMARY: HUMUS COMPARATION OF A SOLONTCHAK, A RENDZINA AND A LITHOLIC SOIL FROM SEMI-ARID REGION OF RIO GRANDE DO NORTE

The relative amounts of fulvic and humic acids, the types of humin (inherited, precipitated, residual), the humic acids electrophoretic mobility and E₄/E₆ ratio, were compared in a litholic eutrophic soil, a solontchak and a rendzina.

Either the montmorillonite or the calcium carbonate has conditioned the humus nature, because the montmorillonite favours the polymerization of the small organic molecules in humic substances highly condensed, and the calcium carbonate blocks the new humic substances evolution.

When the montmorillonite and calcium carbonate are absent, but under good drainage and aeration, the humus is less condensed, less stabilized and has characteristics of a young humus that can be easily destroyed by any small alteration of the environment.

INTRODUÇÃO

Nas regiões tropicais semi-áridas, a escassa vegetação fornece pouco material a ser transformado em húmus, e também o clima quente acelera bastante a mineralização da matéria orgânica: por isso, os solos são geralmente pobres em húmus, e portanto este tem sido pouco estudado.

O conhecimento do húmus, porém, é de fundamental importância, especialmente em clima tropical semi-árido, quando se pensa em conservação de solos. O húmus, mesmo em pequenas quantidades, condiciona o comportamento físico do solo: interfere nos regimes hídricos, favorecendo a penetração e a armazenagem de água no subsolo, e aumenta a resistência à erosão tanto hídrica como eólica. Isto justifica plenamente o seu estudo.

No Brasil a semi-aridez caracteriza uma faixa importante do Nordeste, desde o médio rio São Francisco, na Bahia, até o oceano Atlântico, abrangendo a quase totalidade dos Estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Nessas áreas, a temperatura média anual é elevada (acima de 25°) e a pluviosidade média inferior a 1.000mm, com sete a oito meses secos por ano (Nimer, 1977). A aridez está sempre associada a uma vegetação espinhosa que varia de fisionomia de acordo com o grau daquela. A caatinga é geralmente arbustiva e densa, mas, nas regiões mais secas, ela se torna

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos

Utilizando-se os mapas de solos (Brasil, 1971), coletou-se, em três áreas previamente selecionadas e em locais não cultivados, um *Solontchak-solonetzico*, um *Rendzina* e um solo litólico. Os dois primeiros encontram-se na região de Mossoró e, o terceiro, no Seridó, a sudeste de Caicó, no Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1).

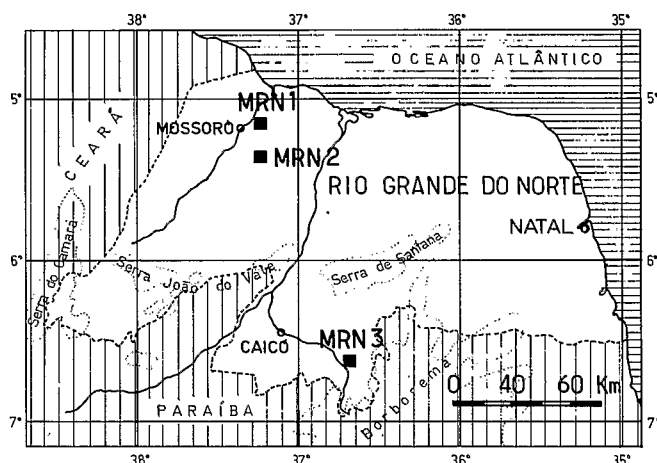


Figura 1. Mapa de localização dos perfis estudados (MRN 1, MRN 2 e MRN 3)

O *Solontchak-solonetzico* (perfil MRN 1) está localizado a 12km de Mossoró, na estrada Mossoró-Areia Branca, numa baixada relacionada com um vale de 300-400m de largura, a alguns metros apenas de altitude e, devido a essa situação, é provável que periodicamente tenha sido submetido

Quadro 1. Características granulométricas e químicas: arg. = argila; sf = silte; C = carbono orgânico; N = nitrogênio total (a análise granulométrica é feita no solo seco ao ar, eliminando os sais solúveis para MR1 e os carbonatos, para MRN 2)

Horizonte	Profundidade cm	arg.	sf	arcia	C	N	CO ₃ Ca	pH		Fe ₂ O ₃	
								H ₂ O	KCl	Total	Livre
%											
PERFIL MRN 1 (Solontchack)											
A	0-10	39	17	38	7,1	0,65	0,5	7,3	6,5	4,9	1,2
AB	10-20	42	17	35	7,7	0,54	0,6	7,2	6,8	5,0	1,1
C1	25-35	39	15	39	6,3	0,42	0,5	7,1	6,4	4,7	1,0
C2g	50-60	63	9	20	6,8	0,49	0,7	7,4	7,0	6,3	1,6
PERFIL MRN 2 (Rendzina)											
A11	0-10	21	1	40	18,5	1,16	30,4	7,2	6,8	3,9	2,2
A12	10-20	21	1	39	12,3	0,99	32,0	7,2	7,2	4,6	2,9
AC	20-30	19	4	34	8,0	0,72	38,5	7,1	7,0	4,0	2,4
Clca	35-45	18	-	25	3,6	0,34	64,5	7,9	7,0	2,1	0,3
C2ca	60-70	16	1	3	1,3	-	81,0	7,8	6,8	1,4	0,1
PERFIL MRN 3 (Solo litólico)											
A	0-10	15	1	81	15,6	1,21	0,8	7,2	6,4	2,2	1,0
A	10-20	17	1	80	8,5	0,65	-	7,0	6,0	3,0	1,5
AB	20-30	19	2	77	6,5	0,43	-	7,0	5,2	3,5	1,9
(B)	35-45	19	5	74	3,3	-	-	7,0	4,8	4,3	2,0
C	60-70	14	8	77	1,3	-	-	7,0	4,7	4,9	2,0

da a 300°C (teste de Hofmann-Klemen); de acordo com Robert & Tessier (1974), é, pois, uma montmorilonita.

As características analíticas principais estão apresentadas nos quadros 1, 2 e 3. Evidencia-se que o solo é rico em sais solúveis, principalmente em cloretos. O pH próximo de 7, como também os valores da relação de adsorção de sódio (RAS) determinados no extrato 1:10, indicam que não há alcalinização (ou sodificação); o solo é apenas salino, apesar de sua morfologia, que seria a de um solo intermediário entre um *Solontchak* e um *Solonetz*, por causa da transição distinta entre A e AB da estrutura prismática do B (Brasil, 1971). No presente trabalho este solo será chamado simplesmente *solontchak*.

O *Rendzina* (perfil MRN 2) está localizado a 20km a leste de Mossoró, ao longo da estrada Mossoró-Natal, numa

área de relevo plano ou suavemente ondulado. O substrato geológico é o calcário da formação Jandaíra pertencente ao cretáceo. A altitude é aproximadamente de 50m (50-100m). A vegetação é a caatinga hiperxerófila. No local do perfil, o declive é inferior a 1%. Na superfície do solo encontram-se pedras de calcário branco duro e alguns seixos subangulosos de quartzo.

O perfil esquemático é o seguinte:

A - 0-20cm, bruno (10YR 3/3), argilo-siltoso; estrutura grumosa a poliédrica subangular, bem desenvolvida. Cascalho de calcário duro e nódulos arredondados de calcário friável. A terra fina apresenta forte efervescência com ácido a frio.

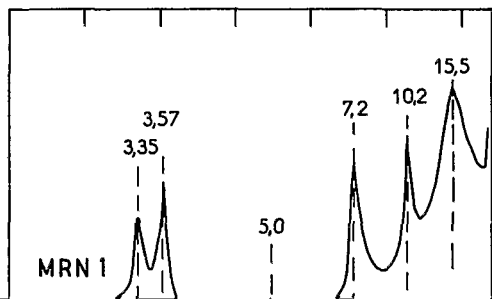
AC - 20-30cm, horizonte de transição.

Quadro 2. Características físico-químicas: composição do extrato com CH₃COONH₄ M a pH 7; ΣC = soma dos cátions; ΣA = soma dos ânions; T = capacidade de troca catiônica determinada com Ca²⁺ a pH 7; V = 100 (ΣC - ΣA)/T

Horizonte	Troca e dissolução por CH ₃ COONH ₄ M a pH 7,0										
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	ΣC	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	ΣA	ΣC - ΣA	T	V
meq/100g de solo											
%											
PERFIL MRN 1 (Solontchack)											
A	30,0	7,5	0,45	9,8	47,8	10,5	8,0	18,5	29,3	28,1	100
AB	28,5	11,5	1,08	23,1	64,2	18,3	13,0	31,3	32,9	28,7	100
C1	26,5	17,5	1,10	38,5	83,6	37,5	9,8	47,3	36,3	29,6	100
C2g	25,0	19,0	1,25	41,25	86,5	38,8	4,3	43,1	43,4	34,4	100
PERFIL MRN 2 (Rendzina)											
A11	137,5	5,0	2,03	0,8	145,3	0,1	0,5	0,5	144,8	15,3	100
A12	140,0	5,0	1,25	0,7	147,0	tr	0,2	0,2	146,8	15,0	100
AC	165,0	12,5	0,80	0,8	179,1	-	0,1	0,1	179,0	12,7	100
Clca	186,0	11,0	0,58	0,93	198,5	-	0,2	0,2	198,3	11,4	100
C2ca	192,0	10,0	0,28	0,97	203,3	-	0,1	0,1	203,2	13,8	100
PERFIL MRN 3 (Solo litólico)											
A	6,1	3,0	0,23	0,03	9,4	tr	0,5	0,5	8,9	10,0	89
A	2,5	2,5	0,15	0,03	5,2	tr	0,5	0,5	4,7	5,5	85
AB	2,5	2,5	0,10	0,03	5,1	tr	0,5	0,5	4,6	6,0	77
(B)	2,5	2,5	0,07	0,07	5,1	tr	0,5	0,5	4,6	7,5	62
C	5,0	4,9	0,07	0,43	10,4	tr	0,3	0,3	10,1	10,8	94

C - 30-70cm, calcário branco, muito friável. A partir de 50cm o material friável é misturado com blocos de calcário duro.

O teor em carbonato de cálcio é de 30% no A, 80% na base do perfil (quadro 1). O pH é de 7 no A, de aproximadamente 8 no C. A argila presente é do tipo illita (Figura 2).



também cascalhenta e arenosa, de cor mais clara, e um horizonte B incipiente, bruno, areno-argiloso de aproximadamente 15cm de espessura. O horizonte B é bastante poroso, com estrutura poliédrica pouco desenvolvida. A 50cm de profundidade encontra-se a rocha alterada, com todos os minerais bem visíveis. A textura é areno-argilosa, o pH aproximadamente 7 em todo o perfil e, o complexo sortivo, quase saturado (Quadro 2). A fração argilosa é uma mistura de caulinita e illita (Figura 2). Do ponto de vista pedogenético, corresponde a um estágio pouco evoluído de um solo fersialítico eutrófico empobrecido em argila (França, C.P.C.S., 1967).

Em resumo, os três solos selecionados apresentam horizontes A de reação neutra e complexo sortivo saturado. Um é argiloso, com montmorilonita e sais solúveis; outro é essencialmente caracterizado pela presença de carbonatos de cálcio; o terceiro, enfim, é apenas areno-argiloso, sendo a sua argila uma mistura de caulinita e illita.

Métodos de estudo da matéria orgânica

O carbono orgânico total foi determinado diretamente

volta de 1% (0,5 a 0,7% de carbono orgânico), em todos os horizontes (Figura 3).

No *Rendzina* (perfil MRN 2), há uma diminuição gradual da matéria orgânica, desde a superfície até o horizonte de profundidade. Os teores passam de 3,5% (2% de carbono) no horizonte A11 a menos de 0,5% no horizonte C a 40cm de profundidade.

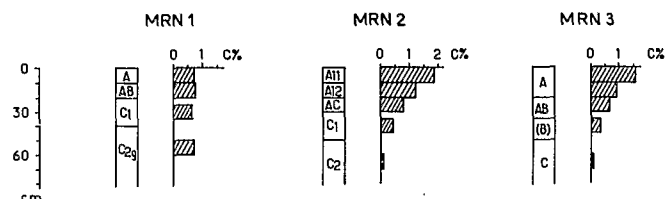


Figura 3. Distribuição do carbono orgânico total nos horizontes do Solontchak (MRN 1), do Rendzina (MRN 2) e do solo litólico (MRN 3)

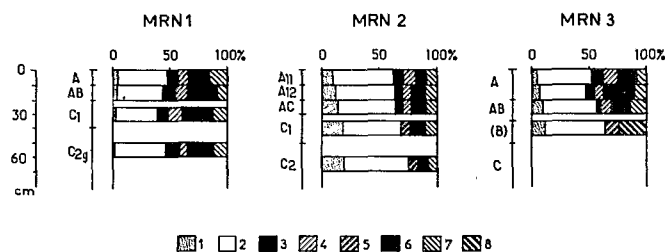


Figura 4. Distribuição dos teores em carbono das frações do húmus nos horizontes sucessivos do Solontchak (MRN 1), do Rendzina (MRN 2) e do solo litólico (MRN 3): (1) ácidos fúlvicos livres; (2) humina; (3) ácidos húmicos extraídos pela soda; (4) ácidos fúlvicos extraídos pela soda; (5) ácidos húmicos e fúlvicos extraídos pela soda, não separados; (6) ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio; (7) ácidos fúlvicos extraídos pelo pirofosfato de sódio; (8) ácidos húmicos e fúlvicos extraídos pelo pirofosfato de sódio, não separados.

No solo litólico (perfil MRN 3), nota-se também uma diminuição gradual a partir da camada superficial mais rica do horizonte A.

Matéria orgânica não humidificada (matéria orgânica leve)

No *Solontchak* não há matéria orgânica leve; todo o carbono orgânico encontra-se na forma de húmus.

No *Rendzina* como no solo litólico, há muito pouca matéria orgânica leve; ela representa menos de 5% do carbono total do horizonte A do *Rendzina* e menos de 3% do carbono total do horizonte A do solo litólico.

Distribuição e composição do húmus

Húmus do Solontchak - Pequenas quantidades de hidrossolúveis (menos de 4% do carbono total) e traços de ácidos fúlvicos livres foram encontrados apenas no horizonte A (Figura 4). O húmus é constituído principalmente de substâncias alcalino-solúveis (frações solúveis no pirofosfato de sódio e na soda), que representam mais de 50% do carbono do solo, sendo que a maior parte é de ácidos húmicos. Nesses extra-

carbono dos ácidos fúlvicos oscila entre 1 e 2. Por outro lado, observa-se que os ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato são duas a três vezes mais abundantes que aqueles extraídos pela soda. Não há variações importantes no perfil, apenas pequena diminuição das proporções de ácidos húmicos-pirofosfato e, paralelamente, um aumento dos ácidos fúlvicos-pirofosfato no horizonte A. A humina (parte do húmus não diretamente extraível) aparece sempre em proporções pequenas (menos de 40% do carbono do solo).

Em resumo, o húmus do *Solontchak* apresenta a mesma composição ao longo do perfil: é pobre em humina e rico em frações alcalino-solúveis, notadamente em ácidos húmicos-pirofosfato.

Húmus do Rendzina - Aproximadamente 10-15% do carbono total está em forma de ácidos fúlvicos livres (10% na parte superior do perfil, 15% na parte inferior); há muito pouco hidrossolúveis (menos de 0,5 do carbono total). As frações alcalino-solúveis representam 35% do carbono total. Há um pouco mais de ácidos húmicos-pirofosfato do que ácidos húmicos-soda, e a relação ácidos húmicos/ácidos fúlvicos é de 0,8-1,0. As proporções de humina são elevadas: mais da metade do carbono orgânico do solo está na forma de humina.

No perfil as variações são mínimas, notando-se apenas um aumento pequeno e gradativo dos ácidos fúlvicos livres em profundidade e, ao mesmo tempo, um empobrecimento relativo em frações alcalino-solúveis. Há também uma diminuição na proporção das frações extraíveis pela soda.

Em resumo, no *Rendzina*, o húmus é rico em humina e pobre em ácidos húmicos. Além disso, nota-se ainda a presença de ácidos fúlvicos livres.

Húmus do solo litólico - Há poucas frações hidrossolúveis (menos de 1% de carbono total) e pequenas proporções de ácidos fúlvicos livres (5% do carbono total na superfície, 10% em profundidade). As frações alcalino-solúveis representam 50% do carbono total no horizonte A, 35-40% em profundidade. Há mais ácidos húmicos do que ácidos fúlvicos no A, menos em profundidade. Por outro lado, os ácidos húmicos-pirofosfato são sempre mais abundantes que os ácidos húmicos-soda. A proporção de ácidos húmicos-pirofosfato varia no perfil de acordo com os horizontes, sendo a parte inferior do horizonte A a mais rica. A humina representa 40-50% do carbono orgânico do solo.

Em resumo, o húmus do solo litólico varia de composição de um horizonte para outro. O A é rico em frações alcalino-solúveis, em ácidos húmicos-pirofosfato sobretudo, e é ainda bastante rico em humina. Há pequenas quantidades de ácidos fúlvicos livres.

Ao comparar os três perfis, constata-se que a composição do húmus varia de acordo com o tipo de solo: o do *Solontchak* é pobre em

bastante ácidos húmicos. O do *Rendzina* é rico em humina e contém pequenas quantidades de ácidos fúlvicos livres e ácidos húmicos. O do solo litólico é, do ponto de vista da riqueza em humina, intermediário entre o *Solontchak* e o *Rendzina*; tem muito poucos ácidos fúlvicos livres, mas é rico, pelo menos no horizonte A, em ácidos húmicos.

Fracionamento dos ácidos húmicos por eletroforese em papel

O fracionamento dos ácidos húmicos por eletroforese é geralmente muito pequeno, pois a maior parte deles não migra no campo elétrico. O aspecto comum dos eletroforegramas é o apresentado na figura 5, exemplos MRN 1 e MRN 3. A separação nítida em duas frações foi apenas observada em uma amostra (exemplo MRN 2 da mesma figura).

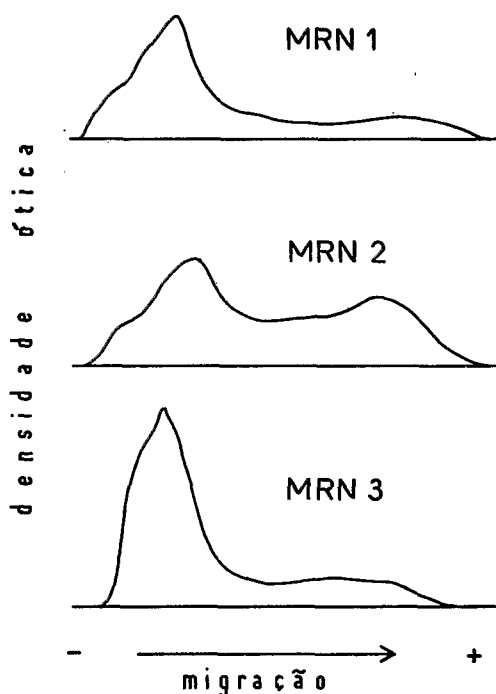


Figura 5. Curvas de densidade óptica dos ácidos húmicos separados por eletroforese; ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio na camada 0-10cm do *Solontchak* (MRN 1), do *Rendzina* (MRN 2) e do solo litólico (MRN 3).

Em todos os solos, qualquer que seja o horizonte ou o tipo de ácido húmico (extraído pelo pirofosfato ou pela soda), há sempre forte predominância dos ácidos húmicos imóveis. Para os ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio, as proporções são de 70-80%. Notam-se apenas proporções menores no horizonte 0-10cm do perfil MRN 1 (*Solontchak*) e principalmente no horizonte 0-10cm do perfil MRN 2 (*Rendzina*).

A mobilidade eletroforética está relacionada com o tamanho das moléculas, movimentando-se as grandes menos que as pequenas. A proporção importante de ácidos húmicos imóveis na eletroforese é, portanto, uma indicação de que os ácidos húmicos apresentam cadeia

grande. Comparando-se os três solos, constata-se que as diferenças são pequenas. Isso significa que nos três o grau de polimerização dos ácidos húmicos é semelhante, apenas os ácidos húmicos do horizonte superficial do *rendzina* apresentariam um grau de polimerização inferior.

Tais interpretações, baseadas na eletroforese, devem ser confirmadas por outros métodos porque a mobilidade dos ácidos húmicos depende também dos cátions metálicos e dos minerais associados (Dabin & Thomann, 1970 e Dorado, Polo & Del Rio, 1972) e não é uma função exclusiva do tamanho.

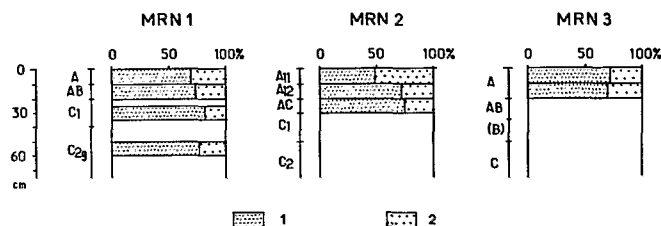


Figura 6. Variação das proporções relativas de ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio e separados por eletroforese nos horizontes do *Solontchak* (MRN 1), do *Rendzina* (MRN 2) e do solo litólico (MRN 3): (1) ácidos húmicos imóveis; (2) ácidos húmicos móveis.

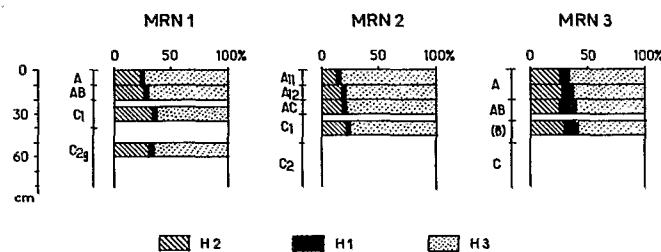


Figura 7. Distribuição dos teores em carbono das frações da humina total nos horizontes sucessivos do *Solontchak* (MRN 1), do *Rendzina* (MRN 2) e do solo litólico (MRN 3): (H1) humina herdada; (H2) humina de precipitação; (H3) humina residual.

Densidade óptica dos ácidos húmicos

Como se pode notar, os valores do índice E_4/E_6 dos ácidos húmicos variam de um perfil para outro (Quadro 4). No *Solontchak* (MRN 1) a relação E_4/E_6 dos ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato é da ordem de 4,5; há um pequeno aumento do horizonte A para o horizonte C₂. No *Rendzina* (MRN 2), nos mesmos ácidos, E_4/E_6 é mais elevado e atinge 5,5; nesse perfil há uma diminuição da relação em profundidade. No solo litólico (MRN 3) o índice é pouco acima de 5.

Nota-se também que os ácidos húmicos-soda e os ácidos húmicos-pirofosfato são bastante diferentes no *Solontchak* e no *Rendzina*, pelo menos no horizonte A, único analisado; o mesmo não ocorre no solo litólico, onde os dois tipos de ácidos húmicos apresentam um mesmo índice dentro de um mesmo horizonte.

O índice E_4/E_6 está relacionado com o tamanho dos edifícios húmicos: quanto menor for o índice, maior é o tamanho dos ácidos húmicos (Chen; Cenesi & Schnitzer, 1977). Isso torna possí-

Quadro 4. Relação das densidades ópticas a 465 e 665 nm (relação E_4/E_6) em extratos de ácidos húmicos dos sucessivos horizontes dos três solos: ác. húm. pirof. = ácidos húmicos extraídos pelo pirofosfato de sódio; ác. húm. soda = ácidos húmicos extraídos pela soda

	Perfil MRN 1				Perfil MRN 2			Perfil MRN 3	
	A	AB	Cl	C2g	A11	A12	AC	A	
Profundidade (cm)	0 - 10	10 - 20	25 - 35	50 - 60	0 - 10	10 - 20	20 - 30	0 - 10	10 - 20
E_4/E_6 ác. húm. pirof.	4,3	4,5	4,5	4,6	5,5	5,4	5,1	5,2	5,1
E_4/E_6 ác. húm. soda	3,4	-	-	-	4,4	-	-	5,0	-

(-, não determinado)

vel uma classificação pelo tamanho, portanto, pelo grau de polimerização, que completa as informações obtidas com a eletroforese. Assim, pelo índice E_4/E_6 pode-se dizer que os ácidos húmicos-pirofosfato do horizonte superficial do *Rendzina* e do solo litólico são os que apresentam os menores graus de polimerização; o mais alto grau de polimerização é observado nos ácidos húmicos do *Solontchak*.

Composição da humina

A humina dos solos em geral é constituída por dois tipos de compostos (Duchaufour, 1973): produtos de transformação de materiais vegetais lentamente degradados e produtos de precipitação e insolubilização das pequenas moléculas orgânicas formadas no decorrer da decomposição da matéria vegetal fresca. Os produtos de transformação, na maior parte, são provenientes da lignina e dão origem à humina herdada (H_1). Os produtos de precipitação são divididos em duas frações, uma solubilizável depois do pré-tratamento ácido a quente, que corresponde à humina de insolubilização (H_2), e outra, totalmente insolúvel, que é a humina residual (H_3).

O constituinte principal da humina dos três solos é a humina residual (H_3), que representa sempre mais do que 50% do carbono da humina.

mente extraíveis por reativos alcalino-solúveis, notadamente ácidos húmicos altamente polimerizados, e de pequena parte de humina, cujo fracionamento mostrou uma predominância da humina de precipitação sobre as demais.

No *Rendzina*, o húmus está concentrado na parte superior do perfil. Ao contrário do que acontece no *Solontchak*, esse húmus é pobre em substâncias alcalino-solúveis e rico em humina. Também as proporções das várias subfrações são diferentes: na parte extraível os ácidos húmicos são pouco polimerizados, sendo encontrados ácidos fúlvicos livres (que não existem no *Solontchak*; a humina é quase na totalidade residual.

Nos solos litólicos, a exemplo do que ocorre no *Solontchak*, a fração ácidos húmicos é a mais expressiva, e a humina é constituída de uma parte importante de humina de precipitação, mas, como no *Rendzina*, o húmus concentra-se na superfície e os ácidos húmicos são pouco ou moderadamente polimerizados.

O húmus, portanto, tem características específicas de acordo com o tipo de solo. As particularidades de cada solo se relacionam com sua própria dinâmica.

No *Solontchak*, é difícil pensar que a cobertura vegetal, muito escassa, seja a única fon-

Considerando a presença de ácidos fúlvicos livres e ácidos húmicos pouco polimerizados, pode-se dizer que o húmus do *Rendzina* é pouco evoluído. Referindo-se, porém, somente às proporções de humina residual, o húmus desse solo apresenta-se, ao contrário, bastante evoluído. A humina residual pode ser explicada pela ação do cálcio que, quando em excesso, favorece a formação rápida de complexos totalmente insolúveis (Duchaufour, 1973). Ao mesmo tempo, o cálcio, sob forma de carbonato de cálcio, bloqueia, por coprecipitação, a evolução de outras substâncias húmicas formadas, que permanecem assim pouco polimerizadas (Chouliaras; Vedy & Jacquin, 1975). Nesse caso, o tipo de húmus é diretamente determinado pelo carbonato de cálcio.

No solo litólico, a saturação em bases, a reação neutra, o meio bem drenado, não muito argiloso, portanto bem oxigenado, favorecem a formação de um complexo argilo-húmico que não leva a uma forte condensação das frações orgânicas envolvidas (Duchaufour, 1973). Por seu lado, o clima, com longas estações secas, deveria provocar um amadurecimento por polimerização e policondensação das frações (Duchaufour, 1973), mas tal evolução não é observada e, globalmente, nesse solo, o húmus permanece moderadamente polimerizado sem sofrer estabilização.

Este trabalho confirma, portanto, fatos já conhecidos em outros solos, como a fixação das substâncias húmicas pelas argilas montmoriloníticas e a ação específica do calcário sobre a dinâmica do húmus. O húmus dos solos litólicos, não calcários, sem, ou com pouca argila mont-

LITERATURA CITADA

- BRASIL. Divisão de Pesquisas Pedológicas - Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Ministério da Agricultura, Recife, 1971. 531p. (Boletim Técnico n.º 21)
- CHEN, Y.; SENESI, N. & SCHNITZER, M. - Information provided on humic substances by E₁/E₂ ratio. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41: 352-358, 1977.
- CHOULIARAS, N.; VEDY, J.C. & JACQUIN, F. - Fractionnement et caractérisation de la matière organique dans les rendzines. *Bulletin de l'Ecole Nationale Supérieure D'Agronomie et des Industries Alimentaires de Nancy, França*, 17(1): 65-74, 1975.
- DABIN, B. - Étude d'une méthode de fractionnement des matières humiques du sol. *Science du Sol*, 1: 47-63, 1971.
- DABIN, B. & THOMANN, C. - Étude comparative de deux méthodes de fractionnement des composés humiques (méthodes Tiurin et méthode électrophorétique). *ORS-TOM*, 1970. 66p. (Serie Initiations-documentations Techniques n.º 16)
- DORADO, E.; POLO, A. & DEL RIO, J. - Caracterización de los ácidos húmicos por electroforesis y gel filtración. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 21 (9-10): 693-718, 1972.
- DUCHAUFUR, Ph. - Action des cations sur les processus d'humification. *Science du Sol*, 3: 151-161, 1973.
- DUCHAUFUR, Ph. & JACQUIN, F. - Recherches d'une méthode d'extraction et de fractionnement des composés humiques contrôlée par l'électrophorèse. *Ann. Agron.* 14(6): 885-918, 1963.
- FRANÇA, C.P.C.S. - Classification des sols. Laboratoire de géologie-pédologie de l'E.N.S.A. de Grignon, França, 1967. 96p.
- KIRYUSHIN, V.I. & LEBEDEVA, I.N. - Effect of salinity and solonetzicity on the composition of humus and some properties of humic acids in Kazakhstan chernozems. *Soviet Soil Sci.*, 7(2): 204-214, 1975.
- KONONOVA, M.M. - Humus of virgin and cultivated soils. In: GIESEKING, J.E. (ed.) *Soil Components*, vol. 1, Organic Components, Springer-Verlag, 1975. p.475-526.
- LOWE, L.E. & GODKIN, E.H. - Properties of humic acid fractions in forest humus layers in British Columbia. *Can. J. Soil Sci.*, 55: 381-393, 1975.
- NIMER, E. - Clima. In: *Geografia do Brasil*, vol. 2, Região Nordeste. IBGE, Rio de Janeiro, 1977. p.47-84.
- PERRAUD, A.; KHA, N. & JACQUIN, F. - Essai de caractérisation de l'humine dans plusieurs types de sols