

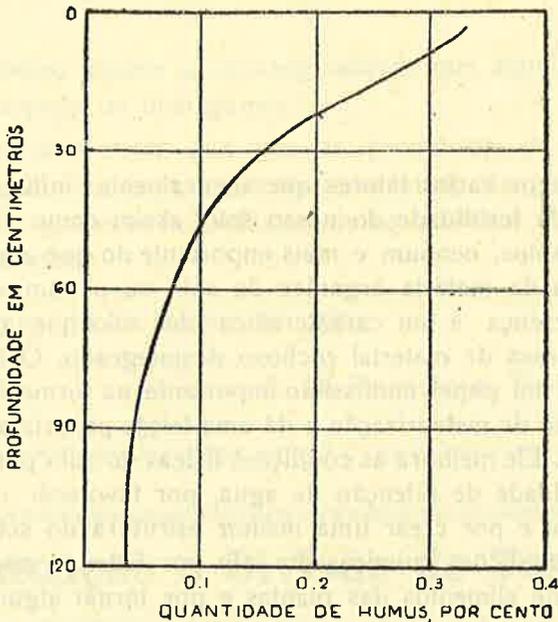
O HUMUS E A CONSERVAÇÃO DO SOLO (1)

SELMAN A. WAKSMAN
(Microbiologista da Estação Experimental
de New Jersey, Est. Unidos)

Entre os varios fatores que seguramente influem na conservação da fertilidade do nosso solo, assim como na de quasi todos os solos, nenhum é mais importante do que a abundancia e natureza da matéria organica do solo ou o humus do solo. A sua presença é um caracteristico do solo que o distingue de uma massa de material rochoso desintegrado. O humus desempenha um papel muitissimo importante na formação do solo, no processo de meteorização e dá uma feição propria a cada perfil do solo. Ele melhora as condições fisicas do solo por aumentar sua capacidade de retenção de agua, por favorecer um melhor arejamento, e por crear uma melhor estrutura do solo. Ele melhora as condições quimicas do solo por fazer o papel de um armazem de alimentos das plantas e por tornar alguns dos elementos inorganicos mais prontamente assimilaveis pela planta, tornando assim o solo mais fertil; ele melhora o poder "tam-pão" do solo ou sua propriedade de resistir a mudanças rápidas de reação, entre a acidez e a alcalinidade; serve tambem para neutralizar as condições toxicas dos solos, que resultam do cultivo intensivo ou do emprego em excesso de adubos artificiais. Ele melhora o solo por ser um meio para o desenvolvimento dos micro-organismos, que são responsaveis por muitos processos altamente importantes para a nutrição da planta.

(1) — Esta síntese esplendida do papel do humus no solo, foi publicada na revista "Soil Conservation" no. de Abril de 1938. Foi traduzida na integra, literalmente, porque diticilmente se consegue uma explanação tão técnica e acessivel, e acima de tudo de autoria dum cientista tão illustre como o Dr. Waksman. — Fernando P. Cardoso.

Finalmente, ele torna o solo um melhor substrato para o crescimento das nossas plantas cultivadas ou não cultivadas. Em geral, o humus exerce um efeito grandemente controlador sobre o solo e sua fertilidade; sem o humus a camada superficial da terra dificilmente poderia ser designada como sendo um solo no verdadeiro sentido. A conservação do humus do solo pôde, portanto, realmente ser considerada como de maxima importancia para a fertilidade do solo e boa produção das culturas.



Embóra tão grandemente significativo no solo e nos processos do solo, o humus constitue, na maioria dos solos, sómente uma pequena fração do corpo total do solo. A quantidade de humus encontrada em qualquer solo depende do tipo do solo, da topografia do terreno, da vegetação e dos métodos culturais. Ela varia de cerca de 0.5 % ou mesmo menos, nos solos arenósos muito pobres, até 5.6 e mesmo 12% no caso dos solos das baixadas. A quantidade de humus pôde ser ainda mais elevada em solos turfósos. O humus está normalmente concentrado na camada ou horizonte superior do solo e diminue rapidamente no sub-solo. (fig. 1).

O termo 'humus' é usado para designar toda a materia organica encontrada no solo, incluindo aquela materia organica que é produzida, por influencia dos microbios, na decomposição dos detritos vegetais e animais nos solos, nos compostos e nos residuos dos esgotos ou lixo. As plantas e restos de plantas formam as fontes de humus de maior importancia quer directamente, como no caso das raizes, restos de cultura, folhas, compostos e adubos verdes, quer indirectamente, depois que os produtos das plantas são digeridos pelos animais e se convertem parcialmente em substancia animal, que se tornará, mais cedo ou mais tarde, em si mesma, uma fonte de humus. As palhas e as folhas, esterco de cavalo ou esterco de vaca, minhocas ou bezouros não são ainda humus; todavia, depois que forem parcialmente digeridos pelos numerosos microbios que habitam o solo, eles serão gradualmente convertidos numa massa amorfa de cor escura, que é o humus.

Afim de determinar a natureza quimica do humus, e conhecer os processos que conduzem á sua conservação, é necessario acima de tudo saber a composição quimica das materias vegetais das quais ele é formado. Essas materias, quer sejam restos de culturas plantadas ou não plantadas, quer produzidas especialmente como fonte de humus, na forma de adubo verde, não são uniformes quanto a composição quimica. Elas compreendem um numero de corpos que são decompostos pelos microbios do solo com graus diferentes de rapidez. Entre estes corpos pode-se mencionar uma variedade de carboidratos começando pelos açucars e amidos e terminando na celulose, esta ultima sendo a matéria fibrosa tão característica no algodão, palha e madeira; de proteínas e seus derivados, ou os constituintes das plantas que contêm nitrogenio; de várias graxas, ceras, e corpos resinosos; de ligninas, ou substancias que causam a dureza ou consistencia lenhosa da porção de madeira das plantas; de elementos minerais e sais, alguns dos quais são soluveis na agua e outros insolúveis; finalmente, de diversos corpos quimicos, que variam em natureza e abundancia, dependendo da especie de planta, sua idade e condições de crescimento.

QUADRO N.º 1

Composição química de plantas e centeio em diferentes fases de crescimento

(Por cento sobre a matéria secca)

Fases do crescimento da planta (1)	Compostos solúveis em água fria			Carboidratos Celulares	Lignina	Nitrogênio Total	Minerais Totais
	Total solúv.	Carbohidratos solúv.	Minerais				
	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o
I — 25 a 35 cms. de altura	34,2	3,5	5,1	34,7	9,1	2,50	7,7
II — Pouco antes das espigas começarem a se formar	22,7	6,0	4,6	48,2	11,8	1,86	5,9
III — Pouco antes da floração	18,2	2,8	2,4	53,3	18,0	1,01	4,9
IV — Plantas adultas	9,9	2,1	2,1	29,2	19,8	24	3,9

Quando misturados ao solo ou a um composto, os resíduos das plantas são atacados imediatamente por uma grande variedade de bactérias, fungos, vermes, insetos e outras formas microscópicas da vida que existem no solo ou o composto. Os vários constituintes químicos da planta não são decompostos do mesmo modo pelos diferentes organismos. Alguns corpos, como no caso dos açúcares, amidos e certas proteínas, são decompostos muito rapidamente; outros, como a celulose, graxas, e diferentes corpos nitrogenados, são atacados mais vagarosamente; ainda outros, como as ligninas, ceras e resinas, são grandemente resistentes á decomposição. Os microorganismos mesmo são altamente especializados na escolha dos seus alimentos; uns preferem decompor certos corpos químicos e alguns são capazes de atacar outras substancias; certos organismos desenvolvem-se em primeiro lugar nos resíduos frescos, enquanto outros vêm em seguida; alguns se desenvolvem sob certas condições do solo, influenciados pela reação, temperatura, arejamento, quantidade de água, etc., enquanto outros or-

(1) No caso de III e IV somente as hastes e as folhas foram empregadas.

ganismos se desenvolvem sob outras condições. Como resultado da influencia destes varios fatores, isto é, natureza dos residuos das plantas, natureza dos micro-organismos e condições da decomposição, o humus resultante variará consideravelmente em abundancia e em composição química.

Os processos de decomposição dos complexos constituintes das plantas são frequentemente designados como "apodrecimento", "mineralisação", "humificação"; eles não provocam uma destruição completa destas substancias, mas conduzem á formação de varios produtos volateis e não volateis. Entre estes estão o anhidrido carbonico, os fosfatos, os sulfatos e outros; a amonea é rapidamente oxidada por certos organismos para nitrato. Os varios microbios, que realizam a decomposição dos residuos das plantas, elaboram uma quantidade consideravel de substancia celular resultante da sua extensiva multiplicação. O material sintetizado, consistindo de proteínas, carboidratos, graxas, etc., pòde chegar até a 10 e 30% dos residuos decompostos. Os nóvos corpos, juntamente com as porções não decompostas dos residuos vegetais e animais, formam a maior parte de humus nos solos e nos compostos.

A FORMAÇÃO DO HUMUS EM SUAS DIVERSAS FASES

Afim de ilustrar os processos acima, é suficiente citar certas experiencias levadas a efeito na Estação Experimental de New Jersey, sobre a formação de humus na decomposição de plantas de centeio, cortadas em diferentes fases do crescimento.

O quadro I mostra a composição química destas plantas, o quadro II a rapidez da sua decomposição, medida pela evolução do anhidro carbonico, e o quadro III a quantidade e natureza do humus produzido a partir do material de plantas novas e maduras. Quando as plantas são novas, elas são ricas em minerais soluveis em agua, em carboidratos soluveis, e em substancias nitrogenadas. Ao passo que se tornam mais velhas, esses corpos diminuem, enquanto as substancias celulares, especialmente os materiais fibrosos e as ligninas ou corpo lenhificados, aumentam.

QUADRO N.º II

Decomposição das plantas de centeio nas diferentes fases de crescimento (1)

(2 gras. de matéria seca juntadas ao sólo)

Fase do crescimento da planta	Anhidrido carbonico desprendido Miligramas	Nitrogenio libertado ou consumido Miligramas (2)
I	286,8	(x) 22,2
II	280,4	(x) 30
III	199,5	— 7,5
IV	187,9	— 8,9

(1) Período da decomposição 27 dias.

(2) (x) indica que o nitrogenio foi libertado como amonea, que então foi oxidada para nitrato.

x indica que foi requerido nitrogenio afim de que os organismos pudessem decompor esses materiais ; sem adição de nitrogenio, a velocidade de decomposição, medida pela evolução do anhidrido carbonico teria sido ainda menor.

* * *

QUADRO N.º III

Formação de humus das plantas novas de centeio e das plantas adultas de centeio

Fase do crescimento da planta	Dias de decomposição	Total de matéria organica restante o/o	Total de carbohidratos cellulares restantes o/o	Lignina restante o/o	Proteina restante o/o
Plantas novas					
(2.a fase)	30	27,0	21,0	63,6	31,0
Plantas maduras					
(4.a fase)	60	58	41,8	88,7	286,7 (1)

(1) o aumento de proteina é devido ter sido ela elaborada pelos migro-organismos que decompuzeram as palhas ; corresponde ao consúmo de nitrogenio indicado no quadro II.

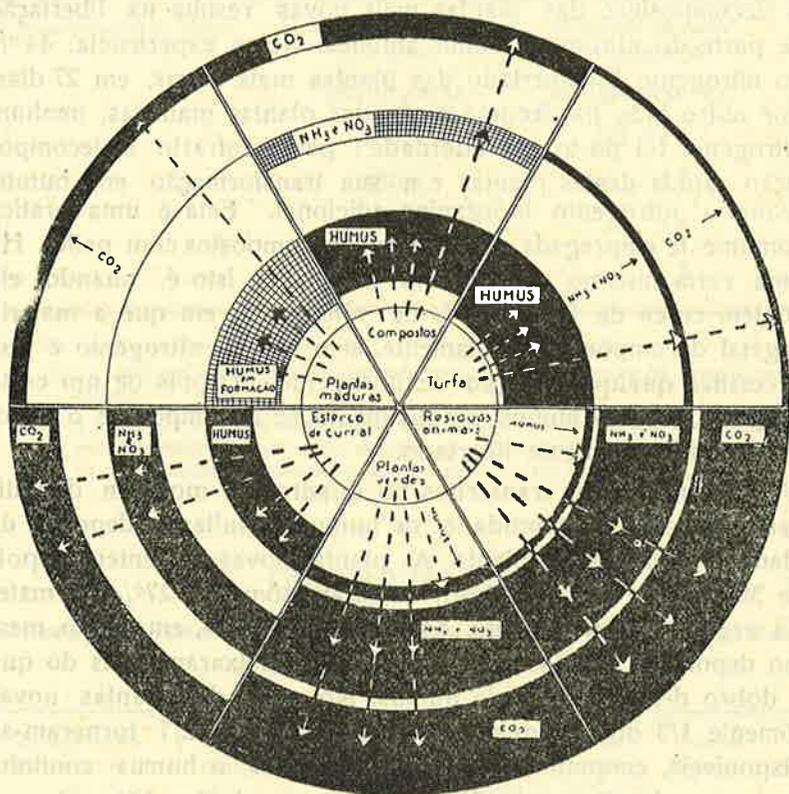
As modificações na composição química da planta em crescimento têm uma importante influencia sobre a velocidade da sua decomposição e sobre os produtos formados. Quanto mais nova a planta tão mais rapidamente ela se decompõe e tanto menos humus é formado. Entre os diferentes produtos da decomposição, nenhum é mais importante do que o nitrogenio. A decomposição das plantas mais novas resulta na libertação de parte do nitrogenio como amonea. Nessa experiencia, 44% do nitrogenio foi libertado das plantas mais novas, em 27 dias. Por outro lado na decomposição das plantas maduras, nenhum nitrogenio foi posto em liderdade; pelo contrario a decomposição rápida destas plantas e a sua transformação em humus requeria nitrogenio inorganico adicional. Esta é uma pratica comumente empregada no preparo de compostos com palha. Ha uma certa fase no crescimento da planta, isto é, quando ela contem cerca de 1,5 a 1,7% de nitrogenio, em que a materia vegetal decompõe-se rapidamente, sem libertar nitrogenio e sem necessitar qualquer adição de nitrogenio. Depois de um certo tempo o proprio humus gradualmente se decomporá e o nitrogenio será lentamente libertado.

Os resultados transcritos no quadro III mostram definitivamente como a quantidade de humus resultante depende da idade e natureza da planta. As plantas novas de centeio, depois de 30 dias de decomposição, deixaram somente 27% da materia organica como humus. As plantas maduras, entretanto, mesmo depois de 60 dias de decomposição, deixaram mais do que o dobro dessa quantia de humus. No caso das plantas novas sómente 1/3 do nitrogenio ficou no humus e 2/7 tornaram-se disponiveis, emquanto nas plantas maduras, o humus continha 3 vezes mais nitrogenio do que a propria planta. Este nitrogenio foi obtido de fontes minerais adicionadas.

FONTES DE HUMUS

A quantidade de humus formada na decomposição de materias vegetais, fica assim demonstrada depender em primeiro lugar da composição química dessas materias. Vagas generalizações são feitas normalmente a respeito da quantidade de humus deixado no solo como resultado da incorporação de dife-

rentes substancias vegetais e animais, que servem como fontes de humus. Com o fim de colocar o que se sabe a esse respeito de uma maneira tão comparativa quanto possível, especialmente com o fim de ilustrar a relação entre a decomposição e a formação de humus, um desenho especial é apresentado aqui. (fig. 2).



Este desenho mostra que as várias fontes de humus podem ser divididas em diversos grupos principais, —1. Algumas materias, como plantas verdes e residuos animais, decompõe-se rapidamente deixando comparativamente pouco humus; ao mesmo tempo ha uma libertação rápida do nitrogenio e dos elementos minerais em fórmãs assimilaveis; 2. — Outras materias, como as turfãs, que já sofreram uma intensa decomposição, estão em grande parte num estado de humus e se decompõem

muito vagarosamente; todavia, o uso indiscriminado destas fontes de humus, não podem ser recomendadas sem certas restrições, exceto para as condições especiais, tais como gramados e canteiros; — 3. O esterco animal e os compostos de resíduos de plantas, formam as fontes ideais de humus, uma vez que eles se decompõem gradualmente, libertando alguns dos elementos nutritivos em formas assimiláveis pelas plantas, e deixando considerável humus na terra; — 4. Os restos de plantas maduras, como palhas, folhas e espinhos de árvores, decompõem-se e formam humus muito vagarosamente. Nenhum nitrogênio é libertado antes que um considerável período de tempo tenha passado; A adição de nitrogênio ao solo pode ser necessária para a decomposição rápida dessas matérias; de outro modo, os micro-organismos competirão com as plantas por causa do nitrogênio necessário para eles durante a decomposição dessas matérias pobres em nitrogênio.

O HUMUS E A CONSERVAÇÃO DO SOLO

O enfraquecimento gradual dos solos, como resultado do cultivo, ou como resultado da erosão pelo vento e água, está sempre associada com o empobrecimento da matéria orgânica. *Este empobrecimento pode servir de medida direta da perda da fertilidade do solo.* Antes da introdução dos adubos artificiais, e antes da utilização sistemática das leguminosas na rotação das culturas, o homem dependia inteiramente das reservas de humus do solo para os alimentos, de suas plantas. Estes tornavam-se disponíveis pela decomposição vagarosa e gradual do humus pelos micro-organismos sem conta que habitam o solo. Todavia muitas vezes, mesmo agora, o homem ainda depende dessas reservas para a maior parte das necessidades de alimentos para as suas culturas. O humus é uma dádiva da natureza para servir de celeiro perene para a humanidade, do qual ela pode se utilizar para as suas culturas intermináveis. Não se pode arriscar portanto a continuar a usar o humus sem uma previsão definitiva para a sua renovação.

Foi calculado por exemplo, que, como resultado do cultivo num período de 60 anos, os solos, sem sofrer pela erosão, perderam 1/3 da sua fertilidade total, sendo as perdas muito

QUADRO Nº. IV

Influência da adubação sobre a quantidade de humus no sólo

Tratamento do sólo	Quantidade de Humus	Quantidade de Nitrogenio
	o/o	o/o
Nenhum esterco desde 1843.	1,50	0,10
Esterco de curral desde 1852	4,92	0,26
Adubos artificiais completos (sulfato de amoneo)	1,69	0,10
Adubo artificial completo esterco de curral.	5,38	0,25
Potassa e fosfato sómente, Nenhum nitrogenio.	1,65	0,09

maiores nos primeiros tempos do que nos ultimos. No caso da agricultura em terras secas, as perdas podem ainda ser maiores. Foi calculado além disso, que um solo virgem cultivado perde, num periodo de 50 anos, tanta materia organica quanto tinha sido acumulada durante os 5.000 anos previos. Quando a erosão tambem se torna um fator, as perdas de materia organica tornam-se mesmo maiores, uma vez que o humus está geralmente concentrado nas camadas superiores dos solos como mostra a fig. 1. Estas camadas são justamente aquelas removidas pelo vento ou agua. As enxurradas lamacentas e poeiras mostram conter muito mais humus do que o solo que restou.

E' agora geralmente reconhecido que, afim de evitar o enfraquecimento do solo pela erosão da agua e do vento, a introdução de materia organica é particularmente necessaria. A conservação do solo, dum ponto de vista geral, incluye portanto a conservação da materia organica do solo, ou a introdução de novos suprimentos nos solos onde o estoque foi exgotado. Isto póde ser conseguido pela formação de pastos em grandes areas de terra, pela incorporação mecanica de culturas especiais, na forma de adubos verdes, ou restos de culturas, e pela introdução atual de materia organica na forma de esterco de curral, compostos artificiais ou turfas. O método particular a ser empregado deve ser determinado tomando por base as condições locais, o valor e natureza das colheitas, e outros fatores

Foi concluído, com base em numerosas experiências realizadas neste país e no estrangeiro, que o cultivo contínuo, mesmo bem orientado e com aplicações de adubo, provoca o exgotamento da matéria orgânica do solo. Com aplicações pesadas de esterco de fazenda, a quantidade de matéria orgânica pode ser gradualmente aumentada durante um certo período de anos. Quando comparados com solos não cultivados e não adubados, os solos continuamente cultivados, mesmo se adubados, mostram uma perda gradual de matéria orgânica. É suficiente citar uma das experiências clássicas levadas a efeito nas estações Experimentais de Rothamsted e Woburn na Inglaterra. (Quadro 4).

Além do esterco de curral e dos compostos, o emprego apropriado dos adubos verdes, incluindo as culturas de cobertura, é capaz de manter a matéria orgânica do solo e o nitrogênio do solo, e de melhorar as condições físicas do solo, aumentando a sua capacidade de retenção de água, e evitando a erosão excessiva. Os adubos verdes são utilizados para 4 fins distintos:

- a) — para a conservação dos alimentos das plantas;
- b) — para tornar o nitrogênio disponível para as colheitas seguintes;
- c) — para aumentar a matéria orgânica do solo; e
- d) — para aumentar o suprimento de nitrogênio do solo pela fixação do nitrogênio.

Para resumir a importância do húmus no solo é suficiente apontar as suas 4 maiores funções, isto é:

- 1) — na meteorização do solo, ou a formação do solo a partir da parte inorgânica das rochas;
- 2) — na fertilidade do solo, agindo como um armazém de alimentos para o crescimento das plantas;

- 3) — no melhoramento das condições físicas, químicas e biológicas do sólo, tornando-o assim um meio favorável para o crescimento das plantas e para o desenvolvimento dos micro organismos;
- 4) — finalmente na conservação do sólo, pelo melhoramento da capacidade de retenção da água, capacidade de troca de bases, capacidade de retenção dos elementos nutritivos, e outras propriedades do sólo.

O humus do sólo merece tomar o lugar portanto da expressão já consagrada «a gordura da terra», desde que ele é um sónimo dela.

Trad. Fernando P. Cardoso.

TYPOGRAPHIA ALOISI

IMPRESSOS EM GERAL

Imprime esta revista

ha 13 annos!

Rua S. José, 63 — Phone, 498

PIRACICABA

FERNANDO ALOISI

PROPRIETARIO