

A matéria orgânica do solo

A matéria orgânica no solo (MOS) agrícola é determinante para a sua fertilidade e resistência. As fontes da MOS são principalmente os tecidos vegetais. A sua transformação opera-se de acordo com dois processos: mineralização, em que os compostos dos resíduos, por ação da atividade dos microrganismos, são transformados em produtos mais simples e a humificação que compreende uma ação condensadora biológica e química constituindo-se complexos resistentes à mineralização.

Origem, composição e transformações

O solo é um sistema natural vivo e dinâmico situado na interface entre a atmosfera e a rocha, constituído por material mineral a que está associado, a uma profundidade variável, uma fração orgânica, a matéria orgânica do solo (MOS).

Os fatores que presidem à sua formação são o clima, os organismos, a rocha-mãe, o relevo e o tempo (Jenny, 1941). Por ação destes fatores ocorrem múltiplas reações agrupadas em quatro processos: entradas (água, oxigénio, matéria orgânica), remoções (água por evaporação, CO₂, radiação, solo), translocações (movimento de minerais de argila, migração de nutrientes, deslocamento de sais) e transformações (humificação, meteorização de fragmentos minerais, formação de agregados estruturais). Desta forma, constitui-se um corpo tridimensional com camadas paralelas de características distintas designadas por horizontes e que, no seu conjunto, constituem o perfil do solo.

Destes horizontes destaca-se o horizonte (A) situado à superfície e com uma profundidade aproximada de 30 cm, com o teor mais elevado de matéria orgânica e onde ocorre a maior atividade biológica. É neste horizonte que recai a maior atividade agrícola pelo que, decorrente desta, poderão surgir alterações à sua constituição, com particular incidência no teor e tipo de MO, alterando a sua fertilidade atual e potencial.

A matéria orgânica do solo compreende:

1. A biomassa viva constituída por fragmentos de plantas e de animais e por microrganismos;
2. Raízes mortas, bem como outros resíduos vegetais em decomposição;
3. Mistura amorfa e complexa de substâncias orgânicas com dimensões coloidais, o húmus do solo. (Brady and Weil, 2002)

Embora de uma forma geral a sua concentração não ultrapasse o valor de 5% (peso/peso) em relação à camada de solo superficial, é a sua existência que torna o solo vivo. A ausência deste constituinte, como é o caso dos solos de regiões áridas (com valores inferiores a 0,1%), torna-o apenas um suporte físico.

As substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina), que constituem 60-80% da MOS, pela sua estabilidade à alteração e ação fundamental na dinâmica dos processos decorrentes no solo, bem como a população microbiana (fungos, bactérias e actinomicetas), pelo seu papel imprescindível na mineralização dos materiais orgânicos presentes, constituem dois componentes determinantes na resposta do solo como meio de desenvolvimento das culturas.

O doseamento da MO em laboratório é feito numa amostra de terra que passa através de uma malha de 2 mm, onde se quantifica a

Rui Fernandes . INIAV, I.P.



concentração de carbono orgânico: a conversão de carbono para matéria orgânica faz-se multiplicando o valor determinado pelo fator 1,725, considerando que este elemento apresenta em média um teor de 58%. Esta medida não esclarece sobre o tipo de matéria orgânica que quantifica, dado tratar-se de um valor total: o fracionamento das várias componentes, como por exemplo o doseamento do teor de ácidos húmicos ou a percentagem de material com maior ou menor resistência à decomposição, ou até o conhecimento da atividade microbiológica possibilitará uma previsão mais rigorosa da sua alteração ao longo do tempo e das consequências de aplicação de materiais com composição complexa.

As fontes da MOS são principalmente os tecidos vegetais e a sua transformação opera-se de acordo com dois processos: mineralização, em que os compostos dos resíduos, por ação da atividade dos microrganismos, são transformados em produtos mais simples e humificação que compreende uma ação condensadora biológica e química constituindo-se complexos resistentes à mineralização.

A matéria orgânica compreende vários tipos de compostos com diferentes resistências à decomposição. Desta forma, os componentes azotados bem como os amidos e os açúcares são mineralizados de forma mais rápida do que os celulósicos e estes de forma mais expedita que os lenhificados e polifenólicos. Em virtude destas diferenças, os resultados obtidos aquando da aplicação de materiais orgânicos são distintos, com consequências diretas ou indiretas na dinâmica do solo, refletindo-se na disponibilidade dos nutrientes e na estabilidade da estrutura do solo. Para efeitos práticos, estima-se que, em média, de 100 quilogramas de MO aplicados e incorporados no solo só restam, ao fim de um ano, entre 20 a 40 quilogramas, fruto da ação microbiológica,

QUADRO 1 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE AMOSTRAS DE TERRA POR REGIÕES AGRÁRIAS E POR CLASSES DE FERTILIDADE RELATIVAS À MATÉRIA ORGÂNICA

| Regiões agrárias | N.º de amostras | Classes de fertilidade (%) | | | | |
|------------------|-----------------|----------------------------|------|------|------|-----|
| | | MB | B | M | A | MA |
| BL | 36 365 | 4,1 | 20,2 | 63,0 | 12,1 | 0,6 |
| BI | 13 773 | 11,2 | 39,9 | 41,3 | 7,4 | 0,4 |
| RO | 44 189 | 25,5 | 50,7 | 22,6 | 1,1 | 0,1 |
| AI | 24 988 | 24,1 | 53,8 | 21,3 | 0,7 | 0,0 |
| Média | 119 315 | 16,2 | 41,1 | 37,1 | 5,3 | 0,3 |

QUADRO 2 – CLASSIFICAÇÃO DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA DOS SOLOS AGRÍCOLAS

| Classes de fertilidade | Textura | |
|------------------------|-----------|------------|
| | Grosseira | Média/Fina |
| Muito Baixa | ≤0,5% | ≤1,0% |
| Baixa | 0,6-1,5% | 1,1-2,0% |
| Média | 1,6-3,0% | 2,1-4,0% |
| Alta | 3,1-4,5% | 4,1-6,0% |
| Muito Alta | >4,5% | >6,0% |

Fonte: LQARS: Manual de Fertilização das Culturas (2006)

perdendo-se o restante principalmente na forma de CO_2 para a atmosfera.

O teor de MO da camada superficial do solo está fortemente relacionada com a temperatura e a humidade. Caso a humidade seja constante, o teor de MO decresce exponencialmente com o aumento de temperatura (Costa, 1973). Os efeitos benéficos mais importantes que a MO provoca nas propriedades do solo são os seguintes:

- Propriedades físicas – alteração da cor (que fica mais escura) permitindo maior retenção de calor, aumento da capacidade de retenção da água, estabilização da estrutura do solo através da ação de agregação das partículas minerais, aumento de canais e macroporos (facilitando a difusão de ar e água);
- Propriedades químicas – aumento da capacidade de troca catiónica, aumento da retenção de metais nocivos incluindo o alumínio, aumento do poder tampão para

Distribuição percentual média das classes de fertilidade de MO

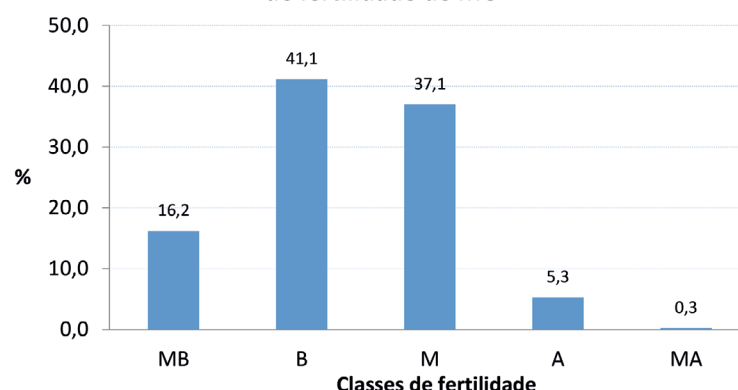


Figura 1 – Percentagem média de amostras de terra relativas a cada uma das cinco classes de fertilidade estabelecidas para os teores de matéria orgânica do solo doseados em amostras de terra colhidas nas regiões agrárias de Beira Litoral, Beira Interior, Ribatejo e Oeste e Alentejo

a reação (pH) e para a salinização, armazenamento de CO_2 atmosférico e fornecimento de alguns nutrientes (N, P e S e micronutrientes);

- Propriedades biológicas – reserva de energia e aumento da disponibilidade dos nutrientes para os diferentes organismos existentes, e aumento da resiliência do solo.

A MO dos solos agrícolas em Portugal

Os solos do nosso País apresentam-se com baixo teor de MO e com tendência para a sua diminuição progressiva em resultado de condições climáticas favoráveis à decomposição, assim como de práticas culturais (lavouras continuadas e não incorporação de restos no solo), sem reposição adequada dos seus níveis.

Um levantamento feito com base na análise química de cerca de 120 000 amostras de terra colhidas na camada superficial no período 1980-1988

(Dias, J.C., Fernandes, R. et al., 1989), permitiu elaborar uma distribuição percentual pelas diferentes classes de fertilidade deste parâmetro [Muito Baixa (MB), Baixa (B), Média (M), Alta (A) e Muito Alta (MA)], e por quatro das regiões agrárias do continente – Beira Litoral (BL), Beira Interior (BI), Ribatejo e Oeste (RO) e Alentejo (AL) – como se detalha no Quadro 1.

PUB

PUBLICIDADE
1/2 página

A classificação utilizada é função do teor de MO e da textura das terras, englobando valores que vão de percentagens superiores a 6%, classe Muito Alta, a inferiores a 0,5%, classe Muito Baixa, como se pode ver no Quadro 2.

O rastreio efetuado abrange uma área de cerca de 2740×10^3 ha, cerca de 77% da Superfície Agrícola Utilizada (SAU) de Portugal continental (INE, 2006), podendo-se afirmar que os resultados refletem com alguma representatividade a condição dos solos agrícolas da parte continental de Portugal.

Na Figura 1 pode-se visualizar, de forma gráfica, a distribuição média para as citadas regiões da percentagem de amostras para cada classe de fertilidade de MO. Como se poderá observar e para a camada 0-0,20 m, as terras apresentam-se na sua maioria (cerca de 60%) na classe de fertilidade Baixa e Muito Baixa, correspondendo a valores de MO inferiores a 2%, justificando o aumento do teor deste parâmetro.

Embora o citado levantamento tenha sido executado com base em amostras colhidas há cerca de 30 anos, a tendência da evolução da MOS tem sido no sentido da sua diminuição, para o que tem concorrido o aumento da temperatura ambiental global e a ocorrência de picos de precipitação, com arrasamento das camadas superficiais do solo, pelo que a situação atual não deverá ser melhor do que a existente à altura do estudo.

Aumento do teor da MO

O método direto de elevar os teores da MO do solo é a aplicação, através do espalhamento e incorporação no horizonte superficial, de estrumes e/ou outras matérias orgânicas (lamas de ETAR, compostados de várias fontes, farinha de carne e ossos, bagaço de azeitona e outros), de forma periódica. O conhecimento das características dos materiais aplicados bem como as do solo recetor poderão confirmar os objetivos previstos.



Figura 2 – Aspeto da distribuição do bagaço de azeitona

A aplicação de bagaço de azeitona num olival (Figura 2) é um dos exemplos de benefício direto como se pode ver nos resultados dum ensaio de campo (Quadro 3). Medições efetuadas um ano após a aplicação ao solo deste subproduto de lagar de azeite (Fernandes et al., 2009) revelaram um acréscimo de MO relevante e significativo (aumento de 1% para 4% de carbono na camada 0-0,10 m) para uma quantidade de 120 t ha⁻¹ deste produto (35 t ha⁻¹ de matéria orgânica). A aplicação de 60 t ha⁻¹ (17,5 t ha⁻¹ de matéria orgânica) de bagaço deu origem ao aumento de cerca de 1,3% de MO na 1.ª camada e de 0,5% na camada 0,10-0,20 m: a camada à profundidade de 0,20-0,50 m não viu alterada a sua composição. É de realçar, e a título comparativo com outros materiais, que este apresenta um elevado teor de polifenóis, compostos inibitórios

da atividade microbiológica, pelo que a sua decomposição é muito lenta. Outras medidas favoráveis ao aumento do teor da matéria orgânica do solo é o enterramento de restolhos após a colheita da cultura, a fertilização das culturas executada e calculada de forma a repor os nutrientes que a cultura necessita, sem alterar os níveis de fertilidade do solo mantendo níveis de nutrientes necessários aos microrganismos, a diminuição ou mesmo a não execução de lavouras e/ou gradagens para minimizar a oxidação dos materiais orgânicos e a cobertura do solo nas entrelinhas da cultura principal, com espécies que tenham capacidade de evitar a erosão e sejam capazes de captar azoto da atmosfera (leguminosas).

Referências bibliográficas

Brady and Weil – (2002) *The Nature and Properties of Soils*. 13th edition. NY. USA.
Costa, Joaquim Botelho da, – (1973) *Caraterização e constituição do solo*. Fundação Calouste Gulbenkian. 3.ª ed. Lisboa.
Dias, S., Fernandes, R., et al. – (1989) *Estado geral da fertilidade dos solos da Beira Litoral, Beira Interior, Ribatejo e Oeste e Alentejo*. 1.º Encontro sobre fertilidade do solo e fertilização: Atas do encontro. Lisboa.
INE – (2006) *Estatísticas Agrícolas 2005*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa.
Jenny, Hans – (1941) *Factors of soil formation*. NY. USA.
Rui Fernandes, Cristina Sempiterno & João Reis Mendes – (2009) *Two-phase Olive Mill Waste as soil organic amendment*. Jaén. Spain.

| QUADRO 3 – EFEITOS DA APLICAÇÃO DE BAGAÇO NO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO EM TRÊS PROFUNDIDADES EM RESPOSTA A TRÊS DOSES | | | | | |
|--|-------------|----------------------|----------------------|--|---|
| Bagaço | Camada (cm) | C _{ant} (%) | C _{dep} (%) | C _{dep} - C _{an} (%) | C _{dep} - C _{ant} (t/ha)* |
| 0 t/ha | 0-10 | 1,04 | 1,22 | 0,18 | 2,30 |
| | 10-20 | 0,82 | 0,92 | 0,09 | 1,17 |
| | 20-50 | 0,65 | 0,50 | -0,15 | - |
| 60 t/ha | 0-10 | 1,08 | 2,36 | 1,28 | 16,64 |
| | 10-20 | 0,79 | 1,29 | 0,50 | 6,50 |
| | 20-50 | 0,54 | 0,56 | 0,02 | 0,26 |
| 120 t/ha | 0-10 | 1,06 | 4,14 | 3,08 | 40,04 |
| | 10-20 | 0,85 | 1,90 | 1,04 | 13,65 |
| | 20-50 | 0,51 | 0,46 | -0,05 | - |

%C_{ant} = % C antes da aplicação de bagaço; %C_{dep} = % C depois da aplicação de bagaço; * C (t/ha) foi calculado para uma densidade aparente de 1,30