



COMPOSTAGEM – O TOQUE DE “MIDAS”

A compostagem de detritos da exploração agropecuária por novas tecnologias, em contexto de economia circular, tem-se revelado capaz de maximizar a sua revalorização ao mesmo tempo que proporciona fertilizantes orgânicos que, em fertilização mista em diversas situações solo/planta, tem dado provas de competir com a fertilização química.

R. Menino⁽¹⁾, I.G. Lopes⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



⁽²⁾ Ingredient Odyssey SA – EntoGreen



Preâmbulo

Que nos perdoem, os adeptos de uma pragmática mais contida, o carácter metafórico do título do nosso presente artigo, mas, no que à mesma se refere, a analogia com o dom (de transformar em ouro tudo em que tocava) com que o deus grego, Dionísio, agraciou o rei Midas, da Frísia, parece-nos inspiradora – senão vejamos:

De acordo com a “lei da conservação da massa”, que o russo Mikhail Lomonossov enunciou, em 1760, com base em trabalho experimental que Lavoisier replicou, mais de uma década depois, e divulgou no ocidente, ficou provado que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. Terá sido este o ponto de partida, intuitivo, para o aperfeiçoamento de técnicas de compostagem ancestrais empíricas e o ponto de partida, cientificamente esclarecido, para a descoberta mais contemporânea de novas tecnologias.

Ao transformar uma matéria incómoda (por ser contaminante da atmosfera, dos solos e dos aquíferos e promotora do aquecimento global) num produto altamente valioso, como o ouro (por acrescentar, de forma resiliente, a fertilidade dos solos, reduzindo e, em algumas situações, evitando a necessidade de recurso aos adubos químicos), os investigadores que desenvolveram as tecnologias para o efeito estão, de certo modo, a emular o rei Midas.

Ainda hoje em dia, tal como Bertoldi e colaboradores referem no último quartel do século passado, persiste “muita confusão sobre o significado da palavra compostagem”. Para estes autores, a compostagem refere-se a “reações microbianas de mineralização e parcial humificação de substratos orgânicos”, a que nós acrescentaríamos “adequadamente controladas e eventualmente coadjuvadas por outros agentes biológicos”, na medida em que esse controlo a diferencia da decomposição natural, e em que a presença da fauna não microbiana não é despicienda em todo o processo.

No título do presente artigo, e em geral no restante texto, o termo “compostagem” é utilizado numa aceção – quiçá abusiva – que transcende a definição legal (Despacho n.º 1230/2018), na qual se define este termo como “a degradação biológica aeró-

bia dos resíduos orgânicos até à sua estabilização, produzindo uma substância húmica (composto ou compostado) utilizável como corretivo orgânico do solo”. Numa perspetiva mais abrangente, e na perceção agronómica tradicional deste termo, por “compostagem” entendemos todas as técnicas de tratamento de resíduos orgânicos determinantes da formação de um fertilizante orgânico – o compostado – e, mais uma vez ao invés do que a lei propõe, rejeitamos como adequado o termo “composto”, com a autoridade que o Professor Quelhas dos Santos nos confere, ao afirmar a ambiguidade do termo, na medida em que o mesmo se aplica aos adubos (Santos, 1995).

Introdução

Na pior das hipóteses, e lamentavelmente ainda prevalecente em algumas situações, os resíduos orgânicos em meio agrário são simplesmente descartados diretamente na natureza, seja no solo, a céu aberto, ou em cursos de água, lagos ou mar, com o inevitável cortejo de consequências nefastas na saúde humana e do próprio planeta.

Face a esta situação, a sua inclusão direta no solo agrícola, na medida da sua contribuição para uma melhoria da sua estrutura física (em particular nos polos opostos na sua textura – arenosa ou argilosa) e pelo aporte em nutrientes para as plantas, seria à partida uma vantagem e, na verdade, durante vários séculos e, atualmente, em certas situações socioeconómicas tem prestado bom serviço aos seus praticantes, nomeadamente na melhoria da estrutura do solo, permitindo uma maior retenção para a água e para os nutrientes das plantas.

No entanto, para além do prejudicial efeito ambiental, acarreta diversos inconvenientes, entre outros, por: (a) a flora microbiana, preponderante no material incorporado no solo, competir com a flora microbiana preexistente; (b) a decomposição, no solo, da matéria orgânica se processar em competição com a flora microbiana nativa e com as culturas; (c) eventual contaminação por agentes patogénicos das plantas e do homem; etc.

Com a compostagem pretende-se conciliar os benefícios dos resíduos orgânicos na fertilização do

solo agrícola, a curto e longo prazo, e o descarte menos agressivo dos mesmos.

Para o efeito, no entanto, no âmbito das condicionantes da alteração climática e da deterioração do ambiente que, por razões cientificamente comprovadas e amplamente propaladas, estão na agenda mediática do dia, e pela imperiosa necessidade de se progredir na persecução da segurança alimentar à escala global, a investigação científica, na esfera agronómica, tem investido no aperfeiçoamento em novas tecnologias de compostagem que permitam a potenciação de uma produção agrícola maximizada e sustentada, em parceria, ou mesmo em competição, com os fertilizantes químicos, para a situação socioeconómica e edafoclimática em que se insere. Note-se, no entanto, que a filosofia que informa a investigação na área das técnicas de compostagem, na nossa perspetiva, não se enquadra no contencioso “Agricultura Convencional vs. Agricultura Orgânica”; antes pelo contrário, pretende conciliar o melhor de dois mundos – as vantagens destas duas filosofias no que se refere à fertilização do solo, porquanto se é verdade que de todos os insumos necessários para o aumento da produção agrícola os nutrientes são considerados os mais importantes, também é verdade que a fertilização orgânica, sendo também um contributo no que se refere aos nutrientes das plantas, é, pelo menos até à data, o meio mais importante para a manutenção continuada da fertilidade dos solos.

De facto, os fertilizantes químicos são passíveis de proporcionar, nos solos, uma relação **química** rigorosa para cada cultura, por disponibilização dos nutrientes em doses e formulações adequadas ao longo do seu desenvolvimento, mas sem interferência positiva na manutenção da fertilidade do solo; por seu lado, os fertilizantes orgânicos, contribuem de forma assinalável para a fertilidade sustentada, na medida da sua interferência nas características **físicas e microbiológicas do solo**, quer por melhoria da sua estrutura, quer pelas interações da microflora com o sistema radicular das plantas. Podemos, assim, assumir que os primeiros são **fertilizantes das plantas** e os segundos são, primordialmente, **fertilizantes do solo**.

Enquanto não estiver disponível o fertilizante orgânico ideal, a complementaridade não deve, pois, ser descartada na programação da fertilização das culturas, na medida em que a fertilização química, mesmo quando efetuada de forma rigorosa em termos de dotação e oportunidade, tem consequências em detrimento da fertilidade sustentada do solo e, por outro lado, a fertilização orgânica dificilmente coaduna o processo de mineralização dos nutrientes com o ritmo de assimilação pelas plantas.

Note-se, no entanto, que enquanto os fertilizantes minerais se apresentam em formulações rigorosas, permitindo um cálculo preciso para cada situação “solo/planta” ao longo do período cultural, já os compostados divergem, de forma assinalável, em função das técnicas de compostagem e da natureza dos resíduos orgânicos.

É, pois, neste contexto que, com o presente artigo, para além de uma “breve resenha histórica da compostagem” e de uma “abordagem contemporânea à compostagem em meio agrícola”, apresentamos dados experimentais, recentemente por nós obtidos, em diferentes situações do trinómio “fertilizante/ /solo/planta”.

Breve resenha histórica da compostagem

A compostagem é um processo cuja ancestralidade pode ser comprovada nas Geórgicas, de Virgílio, no século I antes de Cristo, mas que possivelmente poderá recuar para tempos mais longínquos, no início da era Holocénica do período Quaternário, estando o empirismo na base do seu lento aperfeiçoamento, e cujo impulso na era moderna terá inicialmente persistido na perspetiva tradicional da fertilização do solo agrícola, como no caso esporádico da experiência por George Washington, relatada no seu diário, no século XVIII, e com o incremento da experimentação neste setor, em particular com as experiências de Johnson, já a meados do século XIX. No entanto, é só no início do século passado que se verificam os mais notáveis avanços nos processos de compostagem de resíduos orgânicos, com diversas iniciativas na reciclagem dos mesmos, na perspetiva, então mais premente, da resposta ao crescente

impacte negativo, sobre o ambiente, dos resíduos urbanos, à medida que aumenta a pressão demográfica e o êxodo rural. São exemplo disto, as técnicas de compostagem de Becari ou de Itano 1928 e, posteriormente, outras iniciativas em diversas partes do mundo economicamente desenvolvido.

Numa perspetiva estritamente agrária, é na Índia, na terceira década do século passado, que os agrónomos britânicos Howard e Wad contribuem com importantes avanços na área da compostagem em contexto agrário, em particular o primeiro (Sir Albert Howard) que, em publicação posterior (Howard, 1935), reporta o processo de compostagem que apelidou por “Indore”, em referência ao Estado da Índia em que este processo foi concebido.

O processo “Indore” pretendeu demonstrar a potencialidade da compostagem de efluentes da exploração pecuária e de outros resíduos orgânicos da exploração agrária, como alternativa à queima e ao *dumping*, e constituiu inspiração fundamental para o “*Organic Gardening Movement*” (da iniciativa de J.I. Rodale, em 1942), com todas as vantagens desta filosofia agrária nos nichos sociais e económicos em que se justifica.

Abordagem contemporânea à compostagem em meio agrário

A relevância da compostagem aeróbica tem-se vindo a reforçar, a partir do último quartel do século passado, com a adoção de novas técnicas de compostagem, incentivadas pela pressão dos resíduos sólidos urbanos. Compostagem anaeróbica, vermicompostagem ou entomocompostagem são exemplos, entre nós, de sucesso em diversas situações. Atualmente, em particular pela necessidade de encurtar o período de compostagem, por razões de ordem económica e ambiental, e para incremento do potencial fertilizante do compostado, a reciclagem de resíduos orgânicos da atividade agrária por compostagem não se limita ao recurso ao acervo microbiano aeróbico, mais ou menos coadjuvado pela atividade da fauna subterrânea. Para uma nova geração de fertilizantes orgânicos faz-se, então, apelo a novos protagonistas na compostagem de resíduos orgânicos.

A flora microbiana anaeróbica, para a digestão de resíduos orgânicos em meio aquoso, foi um dos candidatos que, para além do compostado, permite a produção de biogás, por captação do metano libertado na digestão anaeróbica.

Também a fauna subterrânea é “chamada à liça”, sendo a minhoca o candidato óbvio, pela reconhecida função destes anelídeos no melhoramento físico, químico e microbiológico dos solos, sendo utilizados em grandes concentrações na chamada “vermicompostagem”, por forma a aproveitar o seu excretado como fertilizante, o qual, para além de um assinalável contributo para a melhoria das características físicas e químicas do solo, constitui um apoio inestimável na promoção de uma flora microbiana do solo, promotora do crescimento das plantas e inibidora de agentes patogénicos, para as plantas e para o homem, eventualmente prevalentes no material original da compostagem.

Finalmente, a fauna detritívora artrópode – em particular na classe dos insetos – entrou na competição, destacando-se inúmeras espécies, por vocação para aspetos específicos da qualidade dos compostados, ou para a generalidade das virtudes que destes se esperam. Neste último contexto, destaca-se um “campeão” – a “mosca-soldado-negro” (*Hermetia illucens* L., referida na presente comunicação pela sigla MSN) – sendo atualmente consensual a sua superior eficiência, tanto no encurtamento do período de compostagem como na qualidade do seu excretado, para além de outras inúmeras vantagens, já amplamente divulgadas (Menino, 2022).

Inspirados na perspetiva económica e ambiental, os preceitos da chamada “economia circular”, de Zink e Geyer (2017), apelam fundamentalmente à reciclagem e reutilização e, por outro lado, é bem conhecido o conceito económico de que, em qualquer atividade produtiva, a valorização do subproduto deverá ponderar, decisivamente, nos custos de produção.

Para além, é claro, dos benefícios do descarte seguro de resíduos nocivos, duas tecnologias de compostagem permitem explorar estas duas vertentes, são elas a compostagem anaeróbica e a “entomo-

compostagem”; em ambas, no entanto, é discutível qual é o produto e qual é o subproduto – o que no atual contexto é irrelevante.

No que se refere a resíduos orgânicos da atividade pecuária, disponibilizados como efluentes líquidos, a tecnologia mais adequada é a “compostagem anaeróbica”, com aproveitamento do metano libertado para a produção de energia; o compostado é então separado da água, restituindo ambos ao circuito produtivo.

Já no que se refere aos resíduos sólidos da atividade agrícola, pecuária e silvícola (ao nos restringirmos ao contexto do atual artigo), a compostagem apela a tecnologias de vanguarda em meio aeróbico, como é o caso da “entomocompostagem”, em particular quando protagonizada por agentes entomológicos com preferências alimentares diversificadas, dotados de uma elevada prolificidade e capazes de reduzir substancialmente o tempo de compostagem. Nas Figuras 1, 2 e 3 pode observar-se, respectivamente, o aspeto de um produto resultante da digestão anaeróbia de chorume de suíno, de uma pi-



Figura 1 – Produto obtido após digestão anaeróbia de chorume de suíno.



Figura 2 – Pilha de compostagem aeróbia.



Figura 3 – “Entomocompostado” pelas larvas da mosca-soldado-negro.

lha de compostagem pela via “tradicional” e o de um “entomocompostado” pelas larvas de MSN.

Recentes resultados experimentais por nós observados

A existência de extensas áreas de solos arenosos com baixa fertilidade, que se estendem ao longo do litoral, desde o Minho até ao Sotavento Algarvio, tem sido um dos alvos da experimentação agronómica no nosso País, mais recentemente com particular incidência no estudo de interações de compostados pela MSN com o complexo “solo/planta”, pela penúria em matéria orgânica destes solos.

Dada a variabilidade dos compostados em função da tecnologia que informa a sua produção, da natureza dos resíduos orgânicos que estão na sua origem e do binómio solo/planta que melhor os possa rentabilizar, a curto e longo prazo, inúmeras são as combinações destes fatores que apelam à experimentação.

Neste contexto, para além do “prestar de contas” em revistas científicas da especialidade, vamos dando nota dos resultados em artigos de divulgação. Assim, por exemplo, num artigo recente publicado nesta mesma revista (Menino *et al.*, 2023), tivemos oportunidade de comunicar os resultados da comparação de um compostado pela via aeróbica convencional com o compostado por digestão pela MSN, ambos produzidos a partir de detritos orgânicos da mesma precedência. Nesse ensaio, os resultados foram mais favoráveis para o compostado com a intervenção da MSN.

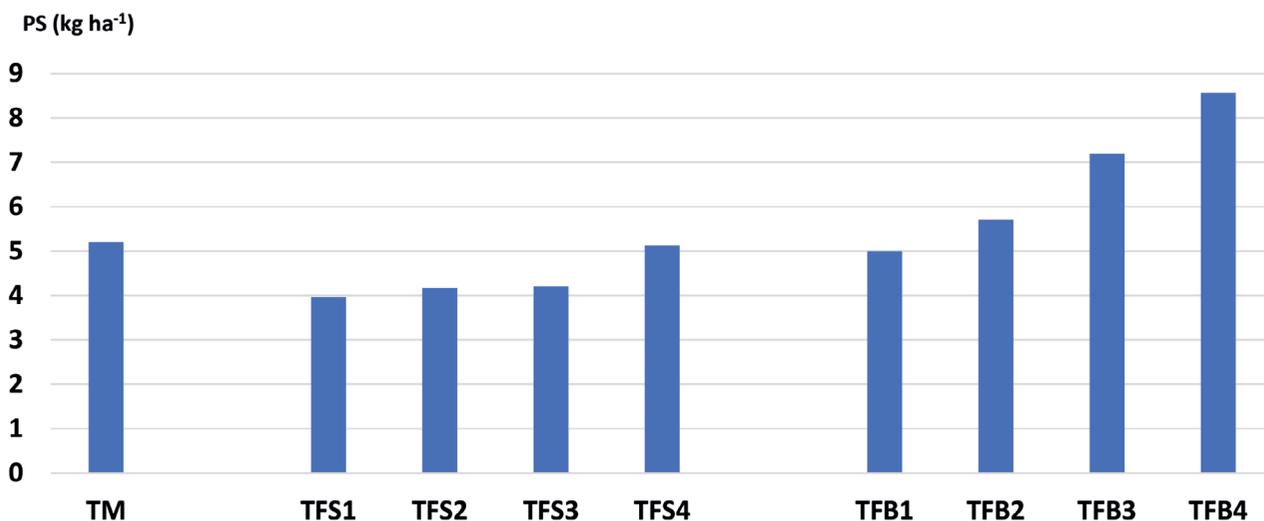
No presente artigo reportamo-nos a um ensaio, em vasos, com o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), em solo arenoso (Podzol gleizado), com três repetições, no qual tivemos oportunidade de proceder à comparação – entre si e com um adubo químico (TM), numa dotação equivalente a 140 kg ha⁻¹ de N nitroamoniaco – de dois fertilizantes orgânicos obtidos por digestão, pela MSN, de resíduos orgânicos da exploração de suínos e da exploração de bovinos, nas dotações totais equivalentes a 70 (TFS1 e TFB1), 140 (TM, TFS2 e TFB2), 210 (TFS3 e

TFB3) e 280 (TFS4 e TFB4) quilos de N por hectare, após complementação com 10% de N nitroamoniaco do mesmo fertilizante químico.

No gráfico da Figura 4 estão inseridos os resultados médios da produção de massa seca. Neste gráfico, fica bem evidente a consistência de uma resposta positiva a doses crescentes dos TFB, atingindo valores do peso seco produzido que, a partir do tratamento TFB2, ultrapassam, de forma evidente, o verificado para a modalidade com fertilização exclusivamente mineral. Já no que se refere aos TFS, não se evidencia uma tendência generalizada, com produção apenas da mesma ordem de grandeza à verificada para a modalidade com fertilização exclusivamente mineral no tratamento TFS4.

O aspeto imediatamente antes do segundo corte, dos diferentes tratamentos aqui referidos, é o que se evidencia na Figura 5.

Em qualquer dos casos, de acordo com os resultados em TM, TFS e TFB, os fertilizantes orgânicos revelam-se como promissores na competição com o fertilizante químico, em solos arenosos de baixa produtividade; em particular os TFB que, em for-



TM - tratamento mineral; TFS - *frass* obtido com a bioconversão de chorume de suínos; TFB - *frass* obtido a partir de chorume de bovinos; TFS₁, TFS₂, TFS₃ e TFS₄ - respetivamente, com o equivalente a 70, 140, 210 e 280 kg de N por ha, nos quais estão incluídos 10% de N mineral e; TFB₁, TFB₂, TFB₃, TFB₄ – idem, *mutatis mutandis*.

Figura 4 – Dados da produção acumulada ao segundo corte (expressa em kg de peso seco, PS), registados para a fertilização química nitroamoniaco e fertilização mista de duas alternativas de compostados, obtidos por biodigestão pela MSN, nomeadamente, de resíduos orgânicos da exploração de suínos e da exploração de bovinos, complementados com 10% de N nitroamoniaco.



Figura 5 – Aspeto da resposta das plantas aos diferentes tratamentos, nomeadamente TM, TFS1, TFS2, TFS3, TFS4, TFB1, TFB2, TFB3 e TFB4.

mulação mista com complemento de 10% de adubo químico, proporcionou (nas atuais condições experimentais), a partir da formulação TFB2, produções que superam por margem ampla as verificadas para o TM.

A resposta mais modesta verificada para as modalidades TFS, não implica, *a priori*, um potencial fertilizante inferior ao do TFB, sendo necessário, para se poder chegar a esta conclusão, o estudo do comportamento relativo dos dois em outros tipos de solos.

Com os resultados do presente trabalho experimental, confirmam-se duas das hipóteses subjacentes à sua realização, concretamente, a diferença do potencial produtivo de compostados por uma mesma tecnologia, mas com base em detritos de origem diferente numa determinada situação edáfica, e o superior comportamento do compostado pela MSN em solo de areia.

Considerações finais

No que se refere à economia agrária, tal como em qualquer atividade produtiva, se é verdade que a produtividade imediata se pode refletir diretamente na conta bancária, a produtividade diferida, por opção no âmbito individual e global, reflete-se na sustentabilidade das produções e, como tal, na consciência cívica e no assegurar o futuro.

Muito embora o axioma “o ótimo é inimigo do bom” (no sentido de que ao perseguir o primeiro acabamos por perder o último), o facto é que, no que se refere à fertilização das culturas, “o ótimo é amigo do bom”, e há que tratá-lo como tal, enquanto não seja possível maximizar as produções somente com compostados.

Mas, como o título deste nosso artigo anuncia, a compostagem (e lembramos o leitor que esta palavra é aqui referente a seja qual for o método de transformação de resíduos orgânicos em fertilizantes do solo), com a evolução da tecnologia que a informa, tem vindo a revelar também, em muitas situações, um potencial como fertilizante único das plantas. Até que este potencial se concretize para a produção de escala global, compete-nos porfiar na pesquisa de novas técnicas de compostagem e no estudo das situações concretas para que os diferentes compostados são adequados. Os exemplos que aqui apresentámos, neste último contexto, são apenas duas peças do almejado *puzzle* em prol da segurança alimentar global, *puzzle* este para resolução do qual a comunidade científica internacional tem vindo a colaborar. ☺

Agradecimentos

O presente artigo foi elaborado no âmbito do projeto NETA “Novas estratégias no tratamento de águas residuais” (POCI-01-0247-FEDER-046959), financiado pelo programa PORTUGAL 2020.

Referências bibliográficas

- Despacho n.º 1230/2018 (2018). Código de Boas Práticas Agrícolas. D.R. n.º 25/2018, Série II de 2018-02-05.
- Howard, A. (1935). The manufacture of humus by the Indore process. *J. Roy. Soc. Arts*, **84**(4387):144–147.
- Menino, R. (2022). Guerra das moscas. *Vida Rural*, **1874**:64–69.
- Menino, R.; Lopes, I.G.; Moreira, O; Murta, D. (2023). Areias de Portugal. *Vida Rural*, **1883**:58–64.
- Santos, J.Q. (1995). Fertilização e Poluição. *Reciclagem Agro-florestal de resíduos orgânicos*. Ed. J. Quelhas dos Santos. 192 p.
- Timsina, J. (2018). Can organic sources of nutrients increase crop yields to meet global food demand? *Agronomy*, **8**:214. doi: 10.3390/agronomy8100214.
- Zink, T. & Geyer, R. (2017). Circular Economy Rebound. *Journal of Industrial Ecology*, **00**. doi: 10.1111/jiec.12545.