





## BSF – NOVAS FAÇANHAS DE UM IMIGRANTE AMERÍNDIO EM SOLO LUSITANO

Se é verdade que muitas das preocupações que transcendem a economia do imediato (ou mesmo do curto prazo) são da maior premência para a sanidade do planeta, o facto é que o incentivo mais relevante nas escolhas do agricultor é o lucro. Deste modo, no contencioso da “fertilização mineral vs. fertilização orgânica”, deverá ser ponderado o contributo, a curto prazo, dos fertilizantes orgânicos, por forma a incentivar a opção pelos mesmos por parte dos agricultores.

---

Regina Menino

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

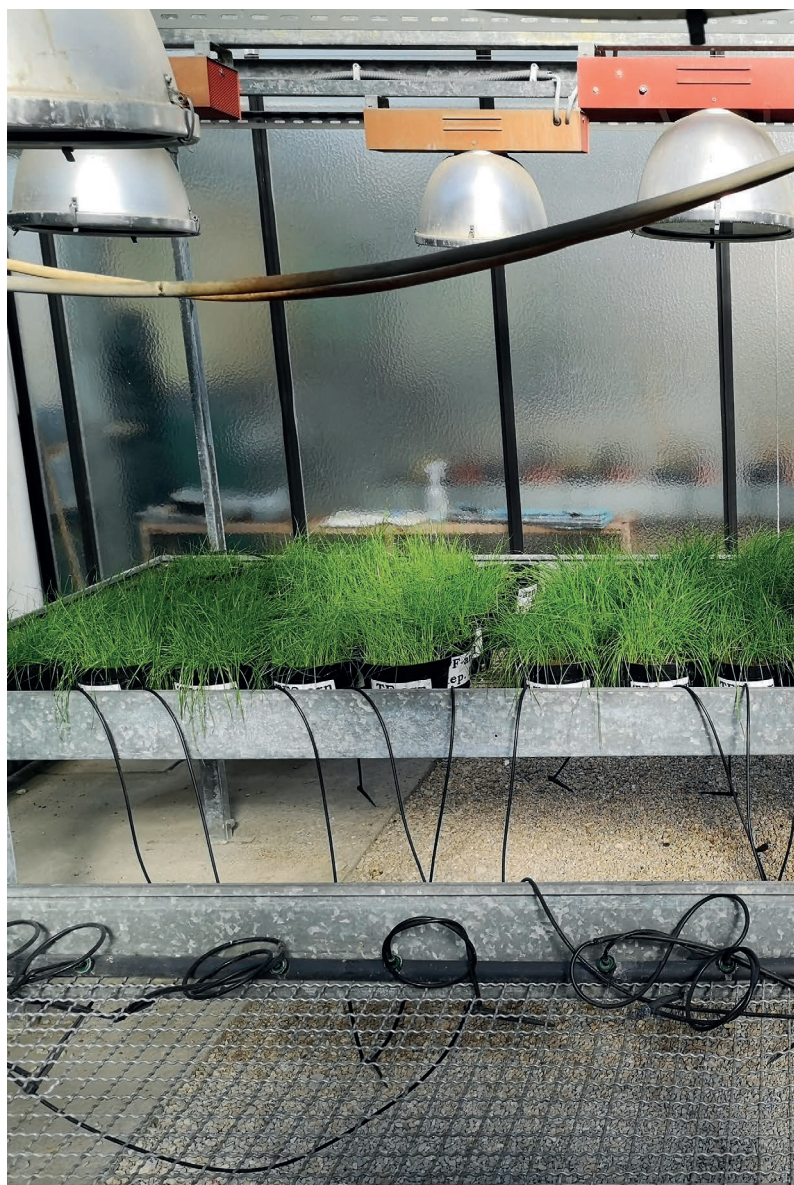


### Preâmbulo

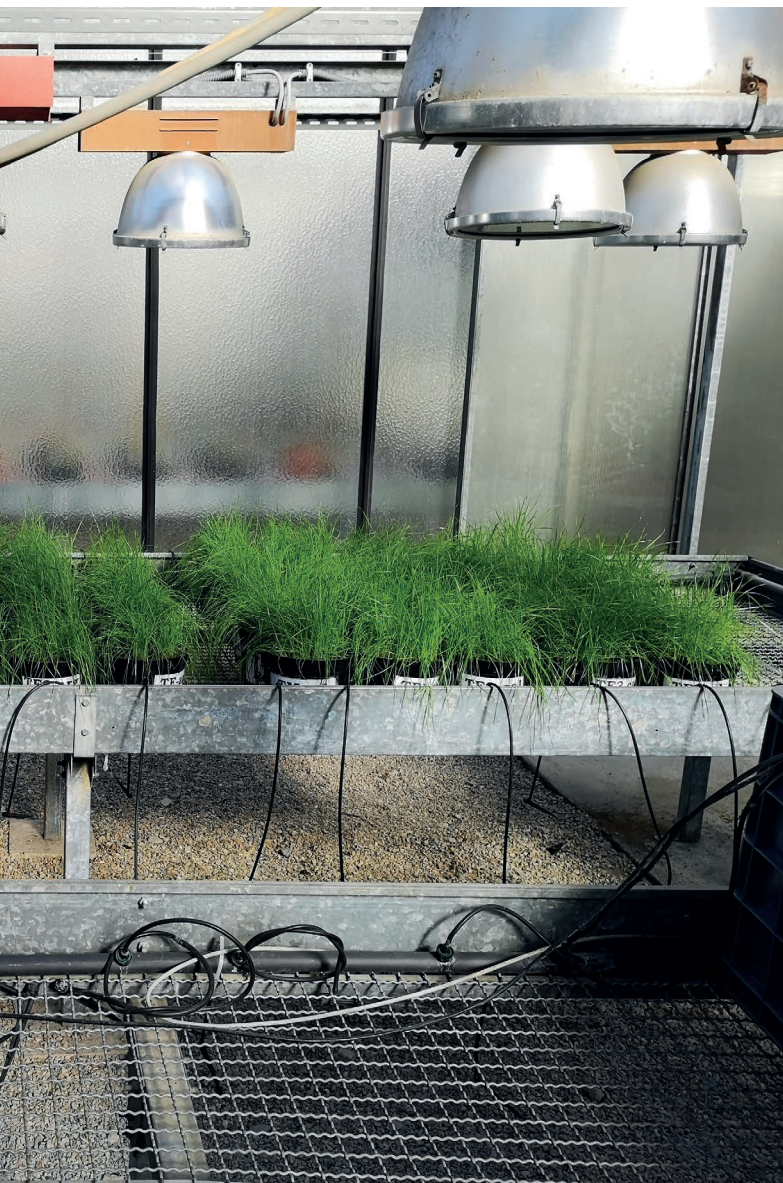
Em três artigos de divulgação científica, que foram sendo publicados oportunamente nesta revista, tivemos como objetivo abordar o potencial da designada “mosca-soldado-negro” (*Hermetia illucens* L.) que é um inseto, emigrado da América subtropical, e vulgarmente referido na bibliografia internacional pela sigla **BSF**, de acordo com a designação em inglês (*Black Soldier Fly*).

Este inseto (não aparentado com a mosca doméstica – apesar do nome) tem-se revelado entre nós como “ferramenta” relevante, no contexto de uma economia agrícola sustentável, e em concordância com os imperativos globais da segurança alimentar, da defesa do ambiente e da reversão do aquecimento global do planeta.

No primeiro dos artigos acima mencionados, com o suporte de uma metáfora de inspiração castrense – “A guerra das moscas” (Menino, 2022) – foi nosso objetivo resumir os aspetos mais relevantes referidos na bibliografia da especialidade, e que informaram o trabalho experimental, desde então por nós levado a cabo, no que se refere ao potencial fertilizante do compostado de matéria orgânica, obtido por digestão pelas larvas da BSF (com a sigla **FBSF** – onde o “F”, que precede a sigla BSF, se refere à palavra “frass” adotada, na língua inglesa, para designar o “compostado” obtido pela biodigestão por insetos). Nos dois subsequentes artigos – “Areias de Portugal” (Menino *et al.*, 2022) e “O toque de Midas” (Menino & Lopes, 2023) – quisemos divulgar os resultados experimentais por nós obtidos, e oportunamente reportados em revistas científicas (tal como referidas nesses dois artigos). No primeiro – “Areias de Portugal” – procedemos à comparação de dois fertilizantes orgânicos obtidos a partir de um mesmo efluente de uma exploração intensiva de bovinos, após compostagem aeróbica ou por biodigestão pelas larvas da BSF (o FBSF); no segundo – “O toque de Midas” – foi feita a comparação do FBSF, obtido a partir de efluentes da exploração intensiva, de bovinos ou de suínos. O método de obtenção do fertilizante orgânico e a natureza da matéria-prima utilizada para o efeito constituem fatores relevantes para o seu potencial na nutrição das plantas e para a manutenção, ou incremento, da fertilidade dos solos, mas só por si não constituem os únicos indicadores do seu valor agronómico. Outros fatores relevantes para o efeito deverão ainda ser considerados para, em última análise, permitir ajuizar qual a solução mais conveniente em cada situação. Mas, se é verdade que muitas das preocupações que transcendem a economia do imediato (ou mesmo do curto prazo) são da maior importância para a sanidade do planeta, o facto é que o incentivo mais relevante nas escolhas do agricultor é o lucro. Deste modo, no contencioso da “fertilização mineral vs. fertilização orgânica”, deverá ser ponderado o contributo, a curto prazo, dos fertilizantes orgânicos, por forma a incentivar a opção pelos mesmos por parte dos agricultores.



A este respeito, ocorre finalmente referir que, em determinadas situações, o custo acrescido da componente orgânica da fertilização pode ser compensado por uma redução de encargos a montante da sua produção, como, por exemplo, no caso das explorações pecuárias intensivas, em que o custo acrescido com o descarte seguro obrigatório dos efluentes é compensado pela sua valorização, não só como fertilizante, mas também na produção subsidiária de energia, ou mesmo, como no caso da entomocompostagem pelas larvas da BSF, na valorização dos próprios agentes, quer no estado larvar (para alimentação animal – em especial, na piscicultura ou



na avicultura), quer no estado de pupa ou de imago, em particular pela valorização industrial da quitina e da gordura.

## Introdução

Os solos, na perspetiva da resiliência, e mesmo da promoção e incremento, da sua fertilidade, são os destinatários “fixos” dos fertilizantes, e as plantas, na perspetiva da rentabilidade da produção, são, em última análise, os destinatários “opcionais” para os mesmos. Em concordância com as referidas perspetivas, para cada situação climática e socioeconómica, a diversidade dos solos e das cul-

turas determina uma multiplicidade de interações, em função das quais se torna necessário um trabalho experimental objetivado para associações “solo/planta/clima” concretas.

Subjacente aos objetivos deste trabalho experimental está – para além dos objetivos imediatos que, em última análise, o informam (produtividade das culturas e resiliência da fertilidade do solo) – uma série de desideratos de ordem global, face a ameaças que se têm vindo a concretizar num crescendo ameaçador, sem descurar a preponderância dos custos de produção na viabilidade económica.

Em particular, o meio agrário assume um papel relevante nessa última vertente, na medida em que se for adaptando a sistemas de economia circular em que o que vindo da terra e não for utilizado seja adequadamente valorizado e à terra restituído, para manutenção e/ou incremento da sua fertilidade.

No entanto, na economia de mercado a competitividade impõe o lucro, e este, por sua vez, impõe a otimização dos custos de produção. É precisamente nesta perspetiva que se demarcam algumas ambiguidades, no que se refere à fertilização das culturas, em particular no que se refere à fertilização orgânica. Malgrado os estragos a que os **excessos**, ou a **formulação desajustada** da fertilização mineral, têm conduzido, o facto é que com adubos sintéticos é possível (embora exigente na avaliação) uma proporção específica rigorosa dos nutrientes para as diferentes culturas para cada oportunidade de fertilização, num contexto solo/clima específico, por forma a evitar a sua lixiviação para a camada freática ou perda para a atmosfera. Em contrapartida, e a menos que quimicamente compensados, os fertilizantes orgânicos dificilmente se ajustam às necessidades nutritivas das plantas, na proporção dos nutrientes e no ritmo da sua disponibilização para as mesmas. De facto, na linha sugerida na lei de Liebig (também conhecida por “lei do mínimo”), a assimilação, pelas plantas, dos macronutrientes N, P e K (respetivamente azoto, fósforo e potássio) é feita em proporções definidas, sendo por isso condicionada pelo que está na proporção menor e, deste modo, na fertilização exclusivamente orgânica, e na perspetiva de maximização das produções, será sempre de es-

perar excedentes das formas solúveis dos restantes nutrientes – neste contexto, as diferentes taxas de mineralização dos nutrientes (em função dos fertilizantes, dos solos e do clima) constituem um fator adicional para o cálculo das dotações na adubação. Embora não o pareça (com o que acabámos de referir), o facto é que não somos apologistas da fertilização exclusivamente mineral, antes pelo contrário, trabalhamos na avaliação de fertilizantes orgânicos capazes de substituir, em parte ou mesmo totalmente, os fertilizantes minerais (e já com vários indicadores promissores neste capítulo), e a razão primordial desta opção reside na urgente necessidade do incremento das produções e da resiliência da fertilidade dos solos agrários, a par da defesa do ambiente. Note-se, no entanto, que os resultados por nós obtidos até à data, e os referidos na generalidade da bibliografia nesta matéria, referem-se à produção das culturas, bem como à fertilidade residual dos solos, relegando frequentemente para segundo plano o lucro da colheita. A este respeito, é oportuno referir que, na competição para o lucro imediato da cultura, os fertilizantes minerais, com dotações em nutrientes para as plantas muito mais elevadas que as dos fertilizantes orgânicos, e em formulações específicas para diferentes situações, se perspetivam em vantagem face a estes últimos, em particular por razões de ordem económica. Referimo-nos, com isto, à necessidade de, em grande parte dos casos, para uma mesma dotação em nutrientes, ser necessário uma quantidade muito mais elevada do fertilizante orgânico, o que conduz a um custo acrescido (não despidendo), quer no transporte quer na aplicação do fertilizante.

Mau grado esta circunstância, a maioria dos trabalhos experimentais, no contexto da produção vegetal de escala global, tem demonstrado, em diversas situações, a possibilidade de uma substituição dos fertilizantes minerais até cerca de três quartos (variável em função da interação “clima/solo/planta”) sem quebra (e até com possível vantagem) da escala de produção exigida pela “segurança alimentar” no mundo, e com a garantia de uma maior resiliência (ou mesmo recuperação ou acréscimo) da fertilidade dos solos.

Por outro lado, a produção de resíduos orgânicos recicláveis em fertilizantes não é, nem se prevê que venha a ser, suficiente para suprir a potencial necessidade dos mesmos, pelo que urge, em prol da economia da produção agrária de escala global, maximizar o rendimento destes fertilizantes, por escolhas mais judiciosas das situações e das dotações mais convenientes, em cada caso, para a sua aplicação.

Nos ensaios prospetivos do efeito imediato (e diferido) do FBSF optámos, inicialmente, pelos solos arenosos como preferenciais para a fertilização orgânica, pela maior exposição destes solos à degradação da matéria orgânica, com as notórias consequências nefastas nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas – em suma, da sua “fertilidade” – quer no imediato quer no diferido.

Pese embora o facto de os resultados experimentais, por nós até agora obtidos, terem confirmado esta hipótese, o trabalho que agora se apresenta refere-se a uma eventual hipótese alternativa de que terrenos intrinsecamente mais férteis poderiam rentabilizar melhor este tipo de fertilizante orgânico (atenuando, deste modo, o efeito do custo acrescido do transporte e da distribuição).

É assim que, com este novo artigo de divulgação, pretendemos dar conhecimento dos resultados de mais um ensaio de avaliação do potencial fertilizante do FBSF, em diferentes tipos de solo, após estes resultados terem sido submetidos à avaliação no foro científico internacional (Rehan *et al.*, 2024).

### Contexto experimental

Para testar a hipótese de que terrenos intrinsecamente mais férteis poderiam rentabilizar melhor a opção pelo FBSF, foi concretizado um ensaio em vasos, utilizando como planta-teste o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), em três solos bem diferenciados na sua textura e estrutura, nomeadamente:

- **Podzol** – *Gleyic podzol* (solo arenoso);
- **Calcisol** – *Haplic calcisol* (solo calcário);
- **Fluvisol** – *Haplic fluvisol* (solo argiloso).

O fertilizante orgânico utilizado no ensaio resultou da biodigestão de um efluente da exploração intensiva de bovinos, pelo notório impacte ambiental que

este tipo de efluentes tem vindo a revelar e pelos consequentes custos com os tratamentos – legalmente impostos – para o mitigar.

Em todos os solos foram aplicados cinco tratamentos, todos eles comportando um teor equivalente a 140 kg de N total por hectare, admitindo-se que, no caso do FBSF, se considerou que, até ao final do ciclo cultural, a taxa de mineralização apenas terá permitido uma disponibilização de 50% de N mineral. Resultando, nomeadamente, nos seguintes tratamentos:

- Fertilização mineral (TM) – 100% N Nitro Amoniacal (NNA);
- Fertilização mista de fertilizante mineral e frass (TMO1) – 75% NNA + 25% FBSF;
- Fertilização mista de fertilizante mineral e frass (TMO2) – 50% NNA + 50% FBSF;
- Fertilização mista de fertilizante mineral e frass (TMO3) – 25% NNA + 75% FBSF;
- Fertilização orgânica com frass (TO) – 100% FBSF.

### Resultado e conclusões

Na Figura 1, são apresentados os resultados da produção média de massa verde, registados para os três tipos de solo, com os seguintes tratamentos: fertilização exclusivamente mineral (TM), fertilização exclusivamente orgânica (TO) e fertilização mista (TMO1, TMO2 e TMO3).

Como contraste mais evidente para os três tipos de

solo, evidencia-se a importância que a fertilização orgânica pode ter, para a produção de matéria verde, no solo arenoso e, por outro lado, no solo argiloso, o impacto negativo deste tipo de fertilização. Entre outras ilações, que se podem constatar no contexto experimental em causa, julgamos relevante assinalar ainda o seguinte:

- No **solo arenoso** (Podzol), a fertilização mista (FMO1, FMO2 e FMO3) proporciona produções de massa verde mais elevadas do que as observadas para a fertilização extreme, quer a mineral, quer a orgânica, num crescendo diretamente proporcional à percentagem de FBSF. Verificando-se, ainda, que a fertilização exclusivamente orgânica produziu melhores resultados, quando comparada com a exclusivamente mineral, mau grado a carência de azoto diretamente assimilável pela cultura que, durante a fase de arranque, será de esperar, face ao lento processo de mineralização do azoto orgânico.
- No que se refere ao **solo calcário** (Calcisol), o acréscimo da produção de massa verde verificado para os tratamentos com percentagens de azoto orgânico que vão dos 50% até aos 100%, sem diferenças de monta entre si, poderá não ser relevante numa perspetiva económica, em particular quando os custos do fertilizante orgânico e do seu transporte e aplicação nos solos não forem devidamente atenuados pela dedução de eventuais

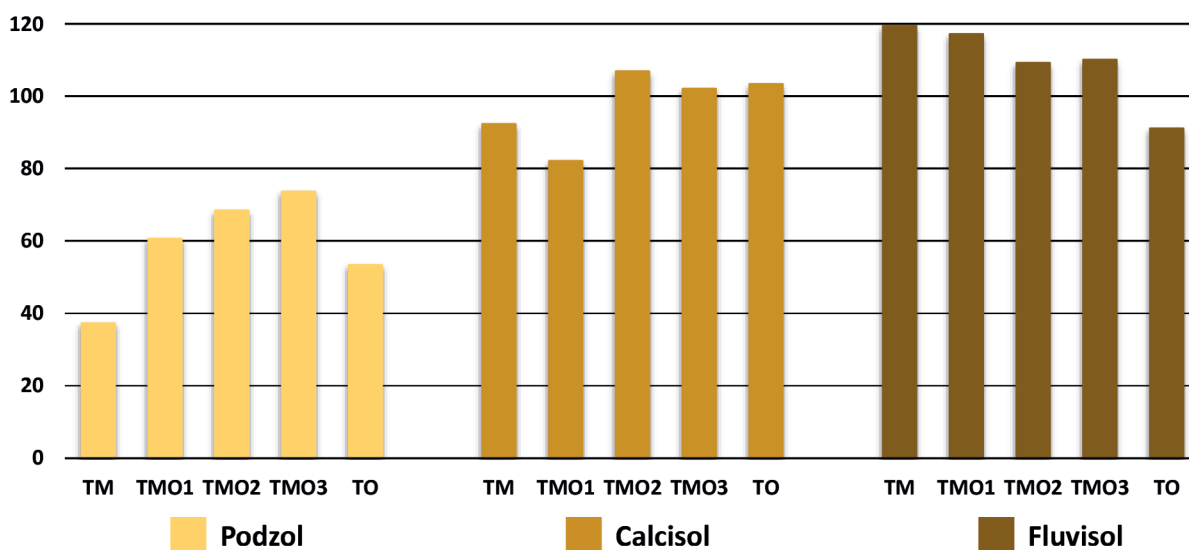
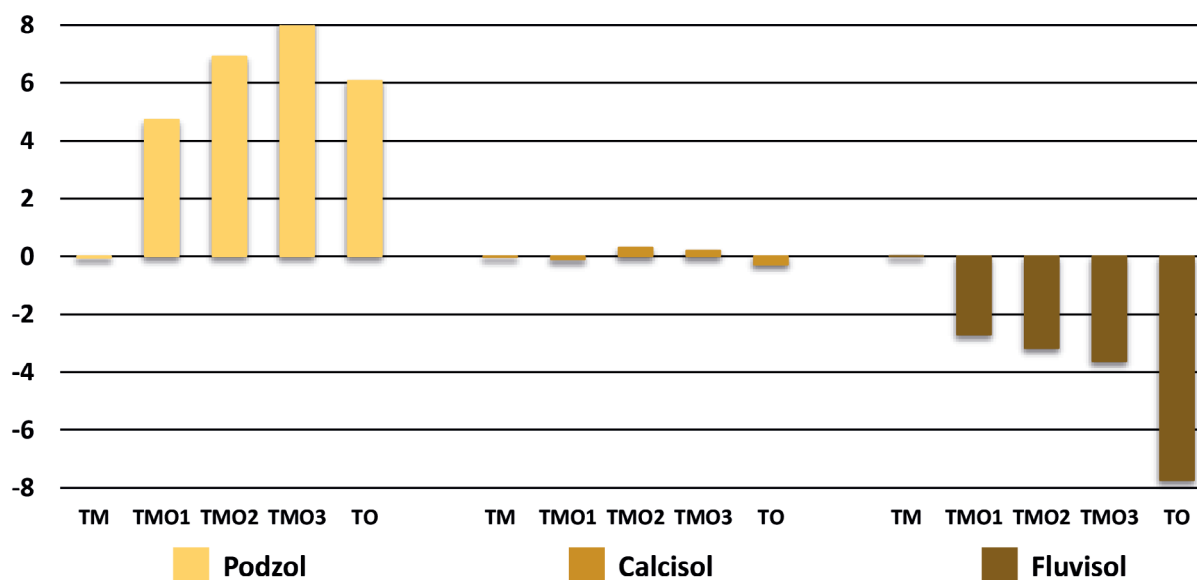


Figura 1 – Produção média de massa verde (g por vaso), para cada tratamento e nos diferentes tipos de solo, respetivamente, arenoso (Podzol), calcário (Calcisol) e argiloso (Fluvisol).



**Figura 2** – Diferencial de produção de matéria seca (g por vaso), em relação ao tratamento com fertilização química extrema (TM), nos diferentes tratamentos com FBSF (em fertilização mista ou exclusivamente orgânica), nos diferentes solos, respetivamente, arenoso (Podzol), calcário (Calcisol) e argiloso (Fluvisol).

custos com o descarte seguro da matéria-prima da sua produção (como é, por exemplo, no caso dos efluentes da exploração pecuária intensiva).

- Por seu lado, nos **solos argilosos** (Fluvisol), regista-se uma resposta negativa consistente, da produção de massa verde, com a redução progressiva do fertilizante químico.

Mais drásticos, no entanto, e a corroborar esta análise, são os resultados verificados para a produção de matéria seca, como se pode verificar no gráfico da Figura 2, onde se ilustra a diferença de produção nos tratamentos mistos e exclusivamente orgânico, em comparação com o tratamento com fertilização exclusivamente mineral.

O desempenho menos eficiente da fertilização exclusivamente orgânica, em comparação com a fertilização mista, no solo arenoso, está em linha com o facto de, neste tipo de fertilizante, o N em formulação diretamente assimilável pelas plantas não estar, à partida, disponível nas quantidades necessárias, carecendo de tempo no solo para a sua nitrificação, obstando assim a um arranque normal das culturas.

### Fertilidade após o último corte

Como fator privilegiado para a apreciação da fertili-

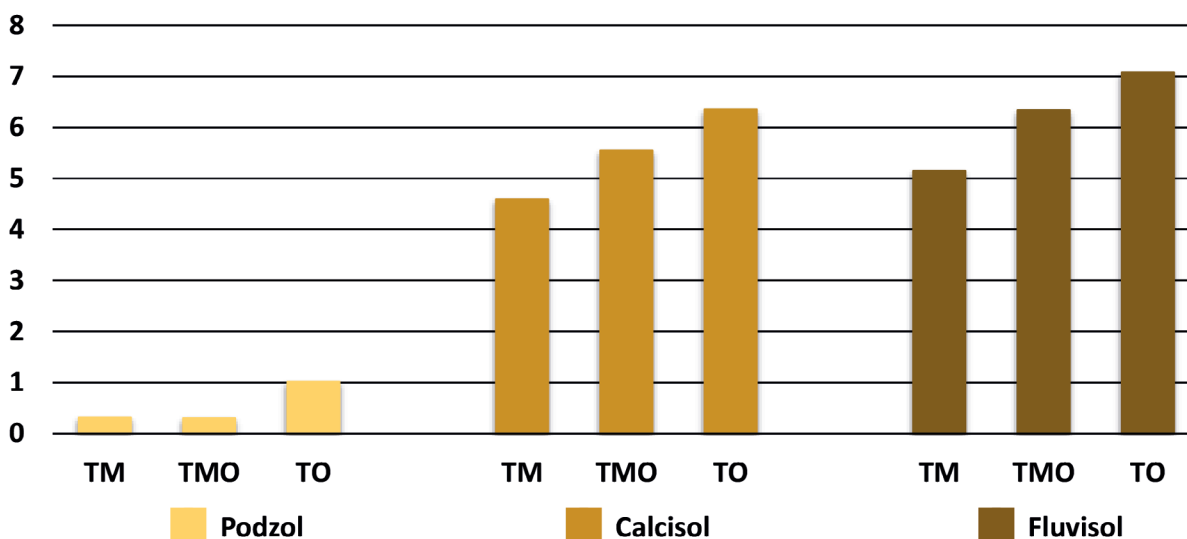
dade dos solos apresentam-se, no gráfico da Figura 3, os valores médios do DHA – indicador privilegiado da atividade microbiana do solo.

Estes resultados revelam, de forma consistente para qualquer dos solos ensaiados, um efeito favorável na atividade microbiana dos mesmos e, como tal, constituem um testemunho claro do contributo do FBSF na resiliência e/ou incremento da fertilidade dos solos em geral, o que é da maior relevância para os solos arenosos, na medida em que este tipo de solos não dispõe dum suficiente suporte de coloides minerais, responsáveis pela fixação e disponibilização para as plantas dos elementos nutritivos.

Note-se que, embora os valores registados para o solo arenoso terem sido inferiores aos que se registaram para os outros solos, o incremento que houve de DHA foi bastante superior no solo arenoso, quando comparado com os outros solos, tendo este beneficiado significativamente com a inclusão do *frass* como fertilizante.

### Em suma

Os resultados registados, no presente ensaio, para a produção e resiliência da fertilidade dos solos, muito embora aferidos em condições muito específicas, são de molde a dar o aval à seguinte apreciação:



**Figura 3** – Atividade da desidrogenase ( $\mu\text{g TPF/g solo seco/h}$ ) nos diferentes solos, respetivamente, arenoso (Podzol), calcário (Calcisol) e argiloso (Fluvisol), e para os tratamentos: mineral (TM), média dos tratamentos mistos (TMO – mineral + orgânico) e tratamento orgânico (TO).

- A resposta a curto prazo da fertilização com o FBSF num **solo argiloso**, do tipo *Haplic fluvisol*, não parece ser recomendável, na perspetiva do rendimento imediato da cultura.
- Nos **solos calcários**, a fertilização com o FBSF (em exclusivo ou em elevada proporção), muito embora tendo resultado num acréscimo da produção, em relação à fertilização exclusivamente mineral, poderá constituir uma alternativa para a utilização do FBSF, após ponderação holística de custos e benefícios.
- Os **solos arenosos**, do tipo *Gleyic podzol*, são os que se revelam como mais adequados para a fertilização orgânica com o FBSF, mas sempre com o suporte mínimo do N mineral necessário à promoção do “arranque” da cultura. Nesta situação, a continuidade desta prática potencia a promoção atual e diferida da fertilidade deste tipo de solos.

### Considerações finais

A rentabilidade das explorações agrícolas e agropecuárias está estritamente relacionada com a otimização dos custos de produção e minimização dos desperdícios; neste último contexto, a valorização dos resíduos orgânicos (quer de origem animal ou vegetal) constitui um recurso da máxima relevância. Para o efeito, o FBSF tem revelado um potencial indiscutível.

Com efeito, como já tivemos oportunidade de referir nesta mesma revista (Menino, 2022), o multifacetado potencial deste inseto, numa conjuntura de “economia circular”, não é, de forma alguma, despiciendo. Outros insetos, no entanto, têm vindo a revelar um potencial porventura idêntico ao da BSF. É assim que já temos em avaliação o potencial, na produção das culturas e resiliência da fertilidade dos solos, do *frass* destes novos protagonistas, nomeadamente, o grilo e o tenébrio (gorgulho), autóctones “de gema”, cujos resultados de ensaios em curso ainda aguardamos, e pretendemos revelar nesta revista, após conclusão e submissão ao foro científico da especialidade. 🍷

### Bibliografia

- Menino, R. (2022). A guerra das moscas. *Vida Rural*, **1874**:62–67.
- Menino, M.R.; Lopes, I.; Moreira, O.; Murta, D. (2022). Areias de Portugal. *Vida Rural*, **1883**:67–72.
- Menino, R.; Lopes, I. (2023). Compostagem – O toque de “Midas”. *Vida Rural*, **1892**:76–82.
- Rehan, I.; Lopes, I.G.; Murta, D.; Lidon, F.; Fareleira, P.; Esteves, C.; Moreira, O.; Menino, R. (2024). Agronomic potential of *Hermetia illucens* frass in the cultivation of ryegrass in distinct soils. *Journal of Insects as Food and Feed* (published online ahead of print 2024). <https://doi.org/10.1163/23524588-00001242>.