

## VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DE SUBPRODUTOS ORGÂNICOS RESULTANTES DA BIODIGESTÃO POR INSETOS

Menino R.<sup>1,2</sup>, Rehan, I.<sup>3,4</sup> e Moreira O.<sup>3,5,6</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV, IP)/CNCACSA, <sup>2</sup>GREEN-IT Bioresources for Sustainability,

<sup>3</sup>INIAV - Polo de Inovação da Fonte Boa <sup>4</sup>GeoBioTec Research Center, <sup>5</sup>Centro de Investigação Interdisciplinar em Sanidade Animal (CIISA), FMV-UL, <sup>6</sup>AL4Animals, FMV-UL



No contencioso ‘**fertilização química vs. fertilização orgânica**’, persistem ainda posições extremadas, pese embora a evidência experimental (científica e na prática) da sua incongruência. Tal como bem defendia Aristóteles “*in medio stat virtus*”, e é assim que, na ampla variedade (e respetivas interações) do clima, dos solos, do sistema de produção e das culturas, para a fertilização mista, nas proporções mais adequadas a cada caso, a máxima do filósofo se tem revelado conveniente, em diversas situações.

Com a criação de variedades altamente produtivas (que justificou a atribuição, a Norman Borlaug, do prémio Nobel da paz, em 1970, pela designada ‘Revolução Verde’), verificou-se um drástico incremento da produção de trigo em regadio, em particular em países como a Índia, o México, o Paquistão ou a Turquia, entre outros, onde a fertilização mineral desempenhou um papel decisivo, face às necessidades acrescidas em nutrientes, destas variedades.

No entanto, nem sempre as dotações, em particular do azoto (N), se adequaram, pela quantidade e oportunidade da sua aplicação, à necessidade de conjugação com o ciclo de absorção pela cultura. A exigência destas novas variedades, nem sempre respeitada, de uma fitotecnia rigorosa e de solos potencialmente produtivos, conduziu, em muitos casos, a resultados negativos, destacando-se em particular: a contaminação do lençol freático, por lixiviação (em especial de nitratos); a salinização e acidificação dos solos, pela acumulação de sais e metais; a emissão, para a atmosfera, de gases com efeito estufa; e a degradação da microflora e da fauna dos solos.

No que se refere à segunda premissa do contencioso acima referido, a opção preferencial pela fertilização orgânica, de tradição ancestral, tem proporcionado, em muitas situações, a promoção e resiliência da fertilidade dos solos, não só pelo contributo em elementos químicos essenciais para as plantas e para a atividade microbiana do solo, mas também pelo seu contributo em coloides orgânicos, da maior relevância na retenção e cedência dos nutrientes para as plantas, em particular no caso de penúria dos solos em coloides minerais.

Mas aqui também nem tudo são virtudes e, de entre os defeitos mais relevantes, para além de alguns acima referidos para a fertilização química, tais como a contaminação de aquíferos e dos solos, e a emissão de gases com efeito de estufa, sobressaem os seguintes: composição variável; baixa percentagem em nutrientes; baixa taxa de mineralização; transmissão de agentes patogénicos; etc.

No cerne do dilema ‘químico vs. orgânico’ reside ainda o facto de que: se os **fertilizantes químicos** podem ser disponibilizados em composições rigorosas dos nutrientes e em proporções adequadas (para as diversas situações da produção agrícola), em formulações diretamente assimiláveis; os **fertilizantes orgânicos**, divergem amplamente na sua composição (em conformidade com a origem da matéria orgânica e do método de compostagem), em muito baixa proporção, onerando o transporte e distribuição do fertilizante, e em

formulações apenas assimiláveis após mineralização, não proporcionando, só por si, o desenvolvimento inicial das culturas.

No contexto do que temos vindo a referir, que se insere num objetivo mais alargado da segurança alimentar e da luta contra a degradação do ambiente, cabe, entre outros, ao setor agropecuário a investigação e desenvolvimento na área do descarte seguro de resíduos potencialmente poluidores e da sua valorização, de acordo com uma economia dita circular, com particular ênfase na maximização e resiliência da produção agronómica, com substituição parcial ou total dos fertilizantes químicos.

É assim que, de acordo com diretivas da Comissão Europeia, o INIAV tem integrado diversos projetos, no âmbito dos quais tivemos a oportunidade de pôr em execução uma série de estudos, com vista a proceder à avaliação do potencial fertilizante de diferentes subprodutos da exploração pecuária, em função dos métodos de compostagem e do seu potencial na substituição dos fertilizantes químicos, em diferentes tipos de solo.

## TRABALHO EXPERIMENTAL

**No âmbito do projeto ‘GO-Efluentes’ (2017 – 2020)**, procedemos a um estudo [1] para comparar o potencial agronómico de um efluente da exploração de gado bovino, após compostagem, quer tradicional, quer por digestão (*frass*) por larvas da Mosca Soldado Negro (MSN), em solo arenoso, através da medição da produção e da atividade fotossintética do azevém anual (*Lolium multiflorum* L. cv. Pollanum). Para tal, foi realizado um ensaio em estufa, com dez tratamentos: quatro tratamentos diferentes com o compostado tradicional, outros quatro diferentes com o *frass* da MSN, um controlo mineral (FM - fertilização mineral recomendada para o azevém) e um zero (sem qualquer tipo de fertilização).

Nas condições experimentais, os resultados revelaram uma produção significativamente superior, para os compostados orgânicos, em relação à FM, com um melhor desempenho do *frass*. Quanto à capacidade informativa dos dados da atividade fotossintética, na avaliação do desenvolvimento vegetativo das culturas, no que se refere à «taxa de assimilação líquida» e à «eficiência no uso da água» registaram-se parâmetros significativamente mais adequados para os tratamentos com o *frass*.

**No âmbito do projeto ‘NETA’ (2021-2023)**, inclui-se um estudo, para avaliar o potencial agronómico do *frass* da MSN, como fertilizante orgânico, em culturas de ciclo curto, utilizando a alface como planta de teste. Para tal, fez-se ensaio em vasos, para cômputo da produção de biomassa e da atividade microbiana do solo, avaliada através da atividade das enzimas desidrogenase e  $\beta$ -glucosidase [2]. Os tratamentos consistiram na aplicação de *frass* e de FM (Foskasuper®), em diferentes doses e combinações.

Após um ciclo de 42 dias as plantas foram avaliadas quanto à produção de biomassa e composição química e o solo foi caracterizado bioquimicamente por efeito dos tratamentos. Os resultados foram consentâneos com a hipótese de que o *frass*, apesar de não ser eficaz como fertilizante exclusivo para uma cultura de ciclo curto, incluído em combinação com FM, pode competir com a FM exclusiva, com o benefício de melhorar a sustentabilidade da fertilidade do solo sem compromisso da produção agrícola.

Na prossecução deste ensaio, foi possível concluir que a fertilização mineral, por si só, leva a uma inibição drástica do rebrotar das plantas, que mesmo em situações de fertilização mista é considerável; em termos de atividade microbiológica residual, este fenómeno revelou-se mais correlacionado com a redução da atividade da desidrogenase do que com a atividade da  $\beta$ -glucosidase [3].

**No âmbito do projeto ‘InsectERA’ (2023-2026)**, procedemos a um estudo (com base num ensaio em vasos em dois anos consecutivos) com o objetivo de avaliar diferentes regimes de fertilização no cultivo de azevém anual em três solos de diferente textura (arenoso, calcário e argiloso) Os diversos tratamentos consistiram de FM e orgânica (*frass* da MSN) exclusivas, bem como de fertilização mista com 25%, 50% e 75% do *frass* (Figura 2).

Os resultados do primeiro ano [4] são consentâneos com a hipótese de que, em solo arenoso, o *frass*, em fertilização mista, proporciona uma produção significativamente superior à conseguida com a fertilização exclusivamente mineral, de forma progressiva com o aumento da proporção do *frass*; a fertilização exclusivamente orgânica, embora superior à registada para a FM, foi inferior a qualquer das formulações

mistas, confirmando a necessidade do contributo do fertilizante químico para o ‘arranque’ da cultura, pelo fornecimento de elementos nutritivos da planta (em particular o N) em formulação diretamente assimilável, tal como constatado no ensaio anteriormente referido.

No segundo ano deste ensaio [5] foi realizada a sementeira da mesma cultura, no solo residual de todas as unidades experimentais, mas sem qualquer adição de fertilizante, constituindo os diferentes tratamentos anteriores as modalidades então em apreciação. Na ausência de qualquer fertilizante, o estado microbiológico do solo, medido pela atividade da enzima desidrogenase, foi melhorado na presença de *frass* em relação aos FM, particularmente no solo arenoso.



**Figura 2.** Aspeto geral do ensaio no segundo ano, onde se observam as diferenças entre os três tipos de solos (da esquerda para a direita – solos arenoso, calcário e argiloso), bem como entre modalidades, para cada tipo de solo (da esquerda para a direita – FM, FM+25%*frass*, FM+50%*frass*, FM+75%*frass* e 100%*frass*, respetivamente, para cada tipo de solo).

Em suma, no cômputo dos dois anos, podemos inferir, no que se refere à resiliência da fertilidade dos solos, um efeito significativamente positivo do *frass* em todos os tipos de solo ensaiados; já no que se refere à produção, no imediato, o *frass* revelou-se mais eficiente que o FM, quando incluído em fertilização mista, em solos arenosos (em particular nas proporções mais elevadas), mas sem assinalável influência (quer em fertilização mista ou exclusiva) nos solos calcários, podendo inclusivamente, nos solos argilosos, condicionar a produção, quando aplicado como fertilizante exclusivo.

Ainda no âmbito deste projeto, e para além do *frass* da MSN, incluímos, num ensaio em vasos com um Calcisolo háplico e o azevém anual, os *frass* do Grilo doméstico (*Acheta domesticus* – aqui referido por **G**) e do Tenébrio (*Tenebrio molitor* - aqui referido por **T**). Neste ensaio, o *frass* destes insetos foi utilizado em fertilização mista (na proporção de 25% e de 50%) com o DAP + Nitrolusal (Fertilizante Mineral aqui referido por **FM**), o qual foi igualmente utilizado em fertilização extreme.

Os resultados mostraram que a fertilização mista não afetou significativamente o rendimento, quando comparada com a FM. Os parâmetros ecofisiológicos, nomeadamente, fotossíntese líquida (Pn), condutância estomática (gs) e teor de pigmentos (clorofilas *a* e *b* e carotenoides), revelaram uma clara distinção entre o grupo de tratamento G + T e BSF, independentemente da proporção em que foram testados. Para os tratamentos com o *frass* do G e do T registaram-se valores mais elevados de Pn e gs em comparação com FM, indicando uma excelente resposta a estes tipos de compostado. Por outro lado, e de forma consistente, para as plantas que receberam o *frass* da MSN registou-se um desempenho inferior ao FM (em aproximadamente 16%) e cerca de 32% inferior aos tratamentos G e T. O forte desempenho do grupo G e T pode ser atribuído a níveis mais elevados de clorofilas e carotenoides (também confirmados pelos valores SPAD), sugerindo um aparelho fotossintético mais eficiente.

## 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 subprodutos orgânicos (quer de origem animal ou vegetal) constitui um recurso da máxima relevância. Para o efeito, o *frass* da MSN tem revelado um potencial indiscutível.

Outros insetos, no entanto, têm vindo a revelar um potencial por ventura idêntico ao da MSN. É assim que já temos em avaliação o potencial, na produção das culturas e resiliência da fertilidade dos solos, do *frass* destes novos protagonistas, designadamente, o grilo e o tenébrio, autóctones “de gema” cujos resultados de ensaios em curso têm vindo a mostrar que estes produtos orgânicos têm potencial fertilizante, bem como efeitos benéficos na atividade microbiana do solo, resultados esses que, após conclusão dos referidos ensaios, serão submetidos ao foro científico da especialidade.

## **DIVULGAÇÃO DO TRABALHO EXPERIMENTAL**

Para além das referências no texto acima, o trabalho experimental foi divulgado no foro científico em capítulo de livro e comunicações orais em eventos da área, em posters em congressos nacionais e internacionais, bem como em revistas técnicas da área, como sejam a Voz do Campo e a Vida Rural, entre outras.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- (1) Regina Menino, José N. Semedo, Paula Scotti-Campos, Amélia Castelo-Branco, Daniel Murta, Cecília Nestler, Vasco Fitas da Cruz, Olga Moreira 2021. “Traditional Compost and BSF-biodigested Compost in the Organic Fertilization of Ryegrass”. *Proceedings of the European Conference on Agricultural Engineering AgEng2021*, 166-169. (ISBN 978-972-778-214-7)
- (2) Esteves, C., Fareleira, P., Castelo-Branco, M.A., Lopes, I.G., Mota, M., Murta, D. & Menino, R., (2022). Black soldier fly larvae frass increases the soil’s residual nutrient content and enzymatic activity – a lettuce production trial. *Journal of Insects as Food and Feed*, **8(12)**:1431-1440. <https://doi.org/10.3920/JIFF2022.0005>
- (3) Menino R, Esteves C, Fareleira P & Castelo-Branco, M.A., 2022. Do mineral fertilizers have a deleterious effect on soil fertility? – case report. *Open Access J Sci.*, **5(1)**:12–14. [DOI: 10.15406/oajs.2022.05.00168](https://doi.org/10.15406/oajs.2022.05.00168)
- (4) 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*, **11(5)**:803-818. <https://doi.org/10.1163/23524588-00001242>
- (5) Menino, R., Esteves, C., Fareleira, P., Mano, R., Antunes, J., Rehan, I., Murta, D., Moreira, O., 2025. *Hermetia illucens* L. Frass in Promoting Soil Fertility in Farming Systems. *Sustainability*, **17(24)**:11058. <https://doi.org/10.3390/su172411058>