

A FITOTOXICIDADE DE ÓXIDO DE GRAFENO COMO BASE PARA NANOFERTILIZANTES

Raquel Saraiva^{1,2}, Quirina Ferreira³, Gonçalo Rodrigues^{1,2}, Margarida Oliveira^{2,4}

1 Instituto Superior de Agronomia - Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, Lisboa; 2 LEAF—Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food Research Center, Associated Laboratory TERRA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal; 3 Instituto de Telecomunicações, Avenida Rovisco Pais, Lisboa; 4 Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Santarém, Quinta do Galinheiro, Santarém.

Os dados sobre a fitotoxicidade de compostos de grafeno na agricultura não são consensuais na literatura, pelo que o seu uso como base de desenvolvimento nanofertilizantes (figura 1) requer um aprofundamento do conhecimento sobre esta matéria [1]. Assim, neste estudo pretendeu-se caracterizar as interações da concentração de óxido de grafeno (OG) com a fitotoxicidade em *Lepidium sativum* L, por forma a aumentar a segurança no uso destes compostos.

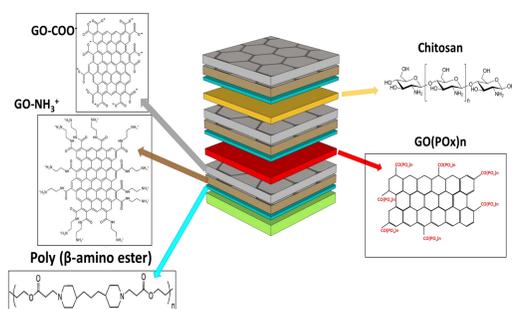


Figura 1 Pellets nanofertilizantes em desenvolvimento com óxido de grafeno [2].



Figura 2 Tratamento de imagem da germinação.

O ensaio seguiu a EN 16086-2, com as adaptações necessárias para o teste de dispersões, onde foram testados dois tratamentos e feita a comparação com o controlo. Em cada modalidade, dez sementes foram colocadas sobre um papel filtro, em placas de Petri de 9 cm de diâmetro e em quadruplicado. Foram adicionados 3 mL de tratamento e as placas foram incubadas a 25 ± 2 °C durante 72 h. As imagens foram tratadas com o software "Image J" (figura 2) e os resultados obtidos apresentam-se na tabela 1. foi realizada a análise de variância a 1 fator e a diferença de médias foi obtida através do teste de Tukey ($p < 0,05$). As sementes expostas a uma concentração de $0,25 \text{ mg.mL}^{-1}$ não apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$) no comprimento médio da raiz relativamente à modalidade controlo. No entanto, para uma concentração de $0,5 \text{ mg.mL}^{-1}$ foram observadas diferenças significativas, com uma diminuição do comprimento médio das raízes de cerca de 22%.

Tabela 1 Resultados do ensaio de germinação.

Modalidade	Sementes germinadas	Comprimento médio das raízes (cm)	Índice de Munoo-Liisa
Controlo (0,00 mg.mL^{-1})	100%	$2,55 \pm 0,57^a$	-
1 (0,25 mg.mL^{-1})	100%	$2,11 \pm 0,59^{ab}$	82,66
2 (0,50 mg.mL^{-1})	100%	$1,98 \pm 0,27^b$	77,49

Letras diferentes representam médias com diferenças significativas para $p < 0,05$.

A utilização destes materiais como base de novas formulações de nanofertilizantes parece promissora, uma vez que se obteve 100% de germinação de sementes com ambos os tratamentos, apesar de haver alguma redução no comprimento das raízes. Este estudo revela-se importante pois as quantidades testadas são bastante superiores às encontradas na literatura, que são expressas na ordem dos $\mu\text{g.mL}^{-1}$ [3].

Agradecimentos Este trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito da bolsa de Doutoramento 2020.06559.BD de Raquel Saraiva, do projeto PTDC/CTM-REF/2679/2020 e no âmbito do projeto UIDB/04129/2020 LEAF- Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, Research Unit.

Referências bibliográficas [1] Mukherjee *et al.* (2016). Carbon Nanomaterials in Agriculture: A Critical Review, *Frontiers in Plant Science*, Vol. 7, DOI 10.3389/fpls.2016.00172; [2] Saraiva *et al.* (2021). Nanofertilizantes: a precisão na cultura do arroz, *Encontro Ciência 2021*; [3] Chen *et al.* (2019). Phytotoxicity of graphene oxide on rice plants is concentration-dependent, *Materials Express*, Vol. 9, Nr 6, DOI 10.1166/mex.2019.1538.