

Júlia Garcia Branco Silva

DESENVOLVIMENTO DE SPIONS BIOGÊNICAS VISANDO APLICAÇÃO NA AGRICULTURA COMO ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE PRAGAS E FERTILIZAÇÃO DE LAVOURAS

RESUMO

A resistência dos patógenos aos agrotóxicos tem impulsionado estudos que tenham como foco auxiliar na redução do uso de agroquímicos e o desenvolvimento de produtos que utilizem novas tecnologias. Entre as novas tecnologias temos a nanotecnologia, com a síntese de nanopartículas. Entre as diferentes nanopartículas, as de óxido de ferro superparamagnéticas (SPIONS) biogênicas, apresentam alta estabilidade, baixa toxicidade e melhor controle de tamanho. Sendo cotadas para aplicação na agricultura, devido a possibilidade de entrega direcionada e absorção de nutrientes, além de possibilitar sua recuperação após o uso. O objetivo desse trabalho foi sintetizar SPIONS, a partir do fungo *Trichoderma harzianum*, com o propósito de atividade direta ou indireta contra fitopatógenos, potencializando o crescimento vegetal. Além de realizar a caracterização físico-química, avaliando a toxicidade para organismos alvos e nãoalvos. As SPIONS sintetizadas apresentaram diâmetro médio de 81,1 nm, polidispersão (Span) de 2,24, potencial zeta negativo de $-24,33 \pm 6,28$ mV e concentração de $5,59 \times 10^9$ NP. mL⁻¹. As análises de citotoxicidade não apresentaram IC₅₀ para as linhagens celulares 3T3 e V79, nos ensaios de MTT (3-(4,5-dimethylthiazolyl-2)-2, 5- diphenyltetrazolium bromide) e Vermelho neutro, nas concentrações abaixo a $1,7 \times 10^9$ NPs.mL⁻¹, demonstrando baixa toxicidade. Os resultados dos testes de disco-difusão para avaliação da toxicidade para microrganismo de interesse agrícola, mostraram à ausência de toxicidade das SPIONS para os microrganismos testados. Em relação a sua atividade as nanopartículas apresentaram alta eficácia inibitória in vitro contra *Fusarium graminearum* (98,81%), *Botrytis cinerea* (98,66%), *Thielaviopsis paradoxa* (72,01%) e *Fusarium oxysporum* (48,33%) na concentração de $1,7 \times 10^9$ NPs.mL⁻¹. As nanopartículas favoreceram o desenvolvimento radicular em feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*) e tomate cereja (*Solanum lycopersicum*), promovendo o aumento da área foliar em germinação em tubos. Na concentração de $1,7 \times 10^9$ NPs.mL⁻¹, induziram a formação de nódulos radiculares no feijão, aumentando a disponibilidade de nutrientes. Logo, tais SPIONS sintetizadas

a partir do fungo *T. harzianum* apresentaram resultados promissores, com potencial para o controle de pragas e a promoção do crescimento vegetal, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis. Contudo, investigações adicionais são necessárias para garantir a segurança do produto.

Palavras-chave: SPIONs. Síntese biogênica. *Trichoderma harzianum*. Toxicidade. Germinação.

ABSTRACT The resistance of pathogens to pesticides has driven studies focused on helping to reduce the use of agrochemicals and developing products that incorporate new technologies. Among the new technologies we have is nanotechnology, which consists of the synthesis of nanoparticles. Biogenic superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPIONs) exhibit high stability, low toxicity, and better size control among the different nanoparticles. Being quoted for application in agriculture due to the possibility of targeted delivery and nutrient absorption, as well as allowing for their recovery after use. This work aimed to synthesize SPIONs from the fungi *Trichoderma harzianum*, with the purpose of direct or indirect activity against phytopathogens, enhancing plant growth. In addition to carrying out physical-chemical characterization, evaluating toxicity and nontarget organisms. The synthesized evaluated SPIONs had an average diameter of 81.1 nm, a polydispersity index (Span) of 2.24, a negative zeta potential of -24.33 ± 6.28 mV, and a concentration of $5,59 \times 10^9$ NP.mL⁻¹. Cytotoxicity analyses showed no IC₅₀ for 3T3 and V79 cell lines in MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) and neutral red assays at concentrations below $1,7 \times 10^9$ NP.mL⁻¹, indicating low toxicity. Regarding activity, the nanoparticles demonstrated high in vitro inhibitory efficacy against *Fusarium graminearum* (98.81%), *Botrytis cinerea* (98.66%), *Thielaviopsis paradoxa* (72.01%), and *Fusarium oxysporum* (48.33%) at a concentration of $1,7 \times 10^9$ NP.mL⁻¹. The

nanoparticles promoted root development in carioca beans (*Phaseolus vulgaris*) and cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum*), increasing leaf area during tube germination. They formed root nodules in beans at a concentration of $1,7 \times 10^9$ NP.mL⁻¹, enhancing nutrient availability. Therefore, the SPIONs synthesized from *T. harzianum* showed promising results, with potential for pest control and plant growth promotion, contributing to more sustainable agricultural practices. However, additional investigations are necessary to ensure product safety.

Keywords: SPIONs. Biogenic synthesis. *Trichoderma harzianum*. Toxicity. Germination.