

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA
KAMILLA RIBEIRO SILVA DOS REIS

**DIFERENTES DOSES DE GRAFENO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE
AMOREIRA: aplicação do grafeno como um acelerador de enraizamento**

CERES – GO
2023

KAMILLA RIBEIRO SILVA DOS REIS

DIFERENTES DOSES DE GRAFENO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE AMOREIRA: aplicação do grafeno como um acelerador de enraizamento

Trabalho de curso apresentado ao curso de agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em agronomia, sob orientação do Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale.

**CERES – GO
2023**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

RR375d Reis, Kamilla Ribeiro Silva dos Reis
 Diferentes doses de grafeno no enraizamento de
estacas de amoreira / Kamilla Ribeiro Silva dos
Reis Reis; orientador Luís Sérgio Rodrigues Vale
Rodrigues Vale. -- Ceres, 2023.
 7 p.

 TCC (Graduação em bacharelado em agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2023.

 1. nanomateriais. 2. propagação. 3. carbono. I.
Rodrigues Vale, Luís Sérgio Rodrigues Vale, orient.
II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em
Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional | - Tipo: |

Nome Completo do Autor: KAMILA RIBEIRO SILVA DOS REIS

Matrícula: 2019103200240293

Título do Trabalho: DIFERENTES DOSES DE GRAFENO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE AMOREIRA.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 07/12/2023

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres, 09 de OUTUBRO de 2023.

Assinatura eletrônica do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura eletrônica do orientador

Documento assinado eletronicamente por:

- Kamilla Ribeiro Silva dos Reis, 2019103200240293 - Discente, em 17/10/2023 16:42:41.
- Luis Sergio Rodrigues Vale, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/10/2023 14:43:40.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 09/10/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 538239
Código de Autenticação: 01f3ff6edc



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e pelas oportunidades. Agradeço ao apoio e incentivo do professor orientador Luís Sérgio e aos meus amigos Maiza, Isabella e João Guilherme que me ajudaram na execução dessa pesquisa. Aos meus familiares pelo apoio durante toda minha faculdade.

“A gente não nasce pronto e vai se gastando, a gente nasce não pronto e vai se fazendo”.

Mario Sérgio Cortella

RESUMO

O Grafeno é um nanomaterial à base de carbono com diversas propriedades e com uso potencial para auxiliar nas funções internas da planta, como o enraizamento. Neste trabalho o objetivo foi avaliar respostas fisiológicas de estacas de amora sob diferentes concentrações de grafeno, como o enraizamento, brotações e teor de clorofila. As estacas de amora foram colocadas para enraizar em soluções de diferentes concentrações de grafeno: 0, 1, 5, 10 e 20 mg L⁻¹, em laboratório. As variáveis foram avaliadas depois aos 30 dias e os resultados foram submetidos a análises estatísticas. Os resultados para as variáveis estudadas não diferiram significativamente entre os tratamentos.

Palavras-chave: Carbono. Nanomateriais. Propagação.

ABSTRACT

Graphene is a carbon-based nanomaterial with diverse properties and with potential use to support internal plant functions, such as rooting. In this work, the objective was to evaluate physiological responses of blackberry cuttings under different graphene concentrations, such as rooting, sprouting and chlorophyll content. Blackberry cuttings were placed to root in solutions of different concentrations of graphene: 0, 1, 5, 10 and 20 mg L⁻¹, in the laboratory. The variables were evaluated after a period of 30 days and the results were submitted to statistical analysis. The results obtained showed that the evaluated variables did not differ significantly between treatments.

Keywords: Carbon. Nanomaterials. Propagation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Maior raiz, número de brotações, massa seca da raiz, massa seca de parte aérea e teor de clorofila aos 30 dias após a aplicação do grafeno. 03

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
MATERIAIS E MÉTODOS	02
RESULTADO E DISCURSSÕES.....	03
CONCLUSÃO.....	04
REFERÊNCIAS.....	05

Diferentes doses de grafeno no enraizamento de estacas de amoreira
Different doses of graphene in the rooting of mulberry cuttings

DOI: 10.55905/revconv.16n.8-162

Recebimento dos originais: 21/07/2023

Aceitação para publicação: 20/08/2023

Kamilla Ribeiro Silva dos Reis

Graduanda em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres

Endereço: Ceres - GO, Brasil

E-mail: kamillarsilva@gmail.com

Luís Sérgio Rodrigues Vale

Doutor em Agronomia - Agricultura

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Ceres

Endereço: Ceres - GO, Brasil

E-mail: luis.sergio@ifgoiano.edu.br

RESUMO

O Grafeno é um nanomaterial à base de carbono com diversas propriedades e com uso potencial para auxiliar nas funções internas da planta, como o enraizamento. Neste trabalho o objetivo foi avaliar respostas fisiológicas de estacas de amora sob diferentes concentrações de grafeno, como o enraizamento, brotações e teor de clorofila. As estacas de amora foram colocadas para enraizar em soluções de diferentes concentrações de grafeno: 0, 1, 5, 10 e 20 mg L⁻¹, em laboratório. As variáveis foram avaliadas depois aos 30 dias e os resultados foram submetidos a

análises estatísticas. Os resultados para as variáveis estudadas não diferiram significativamente entre os tratamentos.

Palavras-chave: Carbono. Nanomateriais. Propagação.

ABSTRACT

Graphene is a carbon-based nanomaterial with diverse properties and with potential use to support internal plant functions, such as rooting. In this work, the objective was to evaluate physiological responses of blackberry cuttings under different graphene concentrations, such as rooting, sprouting and chlorophyll content. Blackberry cuttings were placed to root in solutions of different concentrations of graphene: 0, 1, 5, 10 and 20 mg L⁻¹, in the laboratory. The variables were evaluated after a period of 30 days and the results were submitted to statistical analysis. The results obtained showed that the evaluated variables did not differ significantly between treatments.

Keywords: Carbon. Nanomaterials. Propagation.

1 INTRODUÇÃO

A amoreira (*Morus spp.*), pertence à família Moraceae, teve-se sua origem na Ásia. É uma planta muito valorizada e se destaca pela composição de seus frutos, que são ricos em ácidos fenólicos, antocianinas, procianidinas e flavonoides. Todos esses compostos fazem da amora uma auxiliadora do organismo humano contra doenças infecciosas, além disso, o sabor é agradável ao paladar e com aspecto suculento formado por um grupo de pequenas bagas (Bolini et al., 2023). Desta forma, percebe-se a importância em conhecer as informações para a implantação da amoreira e sua forma mais eficiente de propagação são elevadamente heterozigotas e, por consequência, quando são propagadas por sementes, obtém-se alta variabilidade de plantas, com isso, propagar de forma vegetativa a amoreira é garantir uniformidade e maior produção (Kefayeti et al., 2019).

Há alguns fatores que influenciam diretamente no processo de enraizamento, dentre esses o genótipo, fisiologia da planta matriz, estação do ano, fonte de luz e fotoperíodo, além disso as condições ambientais precisam estar adequadas proporcionando um melhor enraizamento para garantir uma alta taxa de

sobrevivência, por isso, formas alternativas de enraizamento e produção de mudas de amoreira que buscam uma maior sustentabilidade e alta eficiência que pode ser utilizada tanto na agricultura convencional quanto na agricultura orgânica é de suma importância. (Dewir et al., 2022).

Recentemente, começaram-se estudos da interação de diferentes tipos e estruturas de nanomateriais com plantas e seu uso na agricultura, uma vez que esses materiais podem ser usados como pesticidas, estimulantes de germinação de sementes, crescimento de plantas, fito hormônios em células vegetais e melhorador de enraizamento de estacas. Foi demonstrado em estudos que nanopartículas de carbono em experimentos com tomate que o comprimento médio das raízes com doses de grafeno foram significativamente maiores em comparação com as amostras de controle, e experimentos com calo de tabaco in vitro e in vivo ativam a divisão celular, a germinação e o crescimento (Prylutska et al., 2022).

O grafeno é um dos nanomateriais de carbono mais populares e amplamente utilizado em muitos campos devido às suas propriedades físicas e químicas únicas. Além disso, o grafeno teve efeitos dependentes da concentração na resposta fisiológica das plantas, incluindo germinação de sementes, crescimento, estresse oxidativo, características fotossintéticas, hormônios vegetais e processos metabólitos (Weng et al., 2020). Verificou-se que nanomateriais à base de carbono em baixas concentrações ativaram proteínas de extensão de canal de água e parede celular que promoveram absorção de água, absorção de nutrientes, germinação de sementes, crescimento de plântulas e fotossíntese (Samadi et al., 2021). Os mesmos autores relataram que em altas doses os nanomateriais à base de carbono promoveram radicais livres e alguma produção de enzimas antioxidantes que induziram respostas ao estresse oxidativo e danos celulares.

O grafeno possui inúmeras aplicações potenciais na agricultura, pode ser utilizado para aumentar a produtividade das culturas como estimulantes do crescimento das plantas, reduzir o uso de agroquímicos, aplicação como produtos fitofarmacêuticos nano encapsulados e fertilizantes de liberação lenta, sendo que a atividade biológica dos nanomateriais à base de carbono depende da composição química, tamanho e forma, estrutura de superfície, concentração, solubilidade, agregação, aplicação e modelos de plantas (Prylutska et al., 2022).

Por fim, é importante ressaltar que já foram feitos estudos a respeito da toxicidade do grafeno nas plantas e constataram que não há toxidez. O estudo foi realizado para a viabilidade do pólen da abobrinha. Os estigmas foram expostos a camadas de grafeno por três horas e então analisados por microscopia eletrônica de varredura ambiental para verificar possíveis alterações em sua superfície. Os estigmas foram então polinizados manualmente para verificar os efeitos do produto na adesão do pólen e na germinação do pólen in vivo. Foi constatado que não houve alteração na viabilidade polínica nem na superfície estigmática e é importante ressaltar que foi demonstrado que o grafeno é seguro quanto um nanomaterial de ocorrência natural (Zanelli et al., 2020).

O objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento inicial de estacas de amoreira submetidas à diferentes concentrações de grafeno em ambiente de laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em setembro e outubro de 2022, no laboratório de fruticultura do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres. A temperatura média do ambiente foi de 25°C.

O delineamento experimental foi Inteiramente Casualizado (DIC), com cinco tratamentos com dosagens de grafeno (0, 1, 5, 10 e 20 mg L⁻¹), quatro repetições e cinco estacas de amoreira por parcela.

Foram coletados ramos herbáceos de amoreira preta (*Morus nigra* L.) que ficaram em repouso em laboratório por 15 minutos e borrifados com água para evitar a desidratação. As estacas foram cortadas com 15 cm de comprimento e com três gemas. O grafeno possui as especificações de poucas camadas com diâmetros de 1 a 10 µm e a espessuras médias eram de 2 a 3 nm. Foram utilizados copos descartáveis de 500 mL envoltos com papel alumínio para colocar as estacas de amora com a solução de grafeno. Em cada recipiente foi adicionado 100 mL da solução de grafeno e foi feita a reposição conforme a necessidade. Foram avaliadas as estacas enraizadas e não enraizadas, número médio de raízes, comprimento da maior raiz e massa seca de raiz em estufa a 105° C por 48 a 72 horas, teor de clorofila das folhas dos brotos com Spad clorofilômetro.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. As análises foram realizadas com o auxílio do programa R studio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise da estatística não houve diferença entre tratamentos de nenhuma variável avaliada (Tabela 1).

Tabela 1: Maior raiz, número de brotações, massa seca da raiz, massa seca de parte aérea e teor de clorofila aos 30 dias após a aplicação do grafeno. Ceres, GO. 2022.

Tratamentos (mg L ⁻¹)	maior raiz (cm)	n° de brotações (un)	massa seca da raiz (g)	massa seca aérea (g)	teor de clorofila (spad)
0	7,005a	1,055a	0,0208a	0,2812a	16,7725a
1	5,195a	1,050a	0,0136a	0,2132a	16,0975a
5	7,315a	1,250a	0,0193a	0,2330a	15,9225a
10	7,185a	1,100a	0,0135a	0,1683a	15,4075a
20	7,070a	1,250a	0,0153a	0,2394a	18,2025a
CV (%)	37,96	18,19	50,43	35,82	13,70
p-value	0,7566	0,4604	0,6327	0,4269	0,4812

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente uma das outras em $P < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey. Fonte: Autor (2022).

De acordo com Prylutska et. al., (2022) o grafeno melhora germinação, crescimento de raízes e parte aérea, e aumenta a biomassa de diferentes espécies de plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas, porém em altas concentrações pode ter resultados negativos. Isso explica a necessidade de encontrar uma concentração ideal de grafeno para a cultura da amoreira, visto que o grafeno fora da sua concentração adequada pode não mostrar resultados significativo ou mesmo atrapalhar no desenvolvimento.

A amora é uma planta que tem muita facilidade de enraizamento de suas estacas, isso pode ser observado em outros experimentos que foram usados fitorreguladores mas os resultados mostraram que iniciação radicular em estacas de

amora é independentemente dos métodos usados, inclusive do estimulador de enraizamento (Debner et al., 2019).

Samadi et al., (2021) em seu trabalho verificou que o grafeno em baixas concentrações ativam o canal de água e as proteínas de extensão da parede celular que promovem a absorção de água e absorção de nutrientes, melhorando o crescimento de mudas e acelerando a fotossíntese. Por outro lado, em altas concentrações promove a produção de radicais livres e algumas enzimas antioxidantes que induzem respostas de estresse oxidativo e danos celulares, mostrando que maiores doses em alguns casos podem também ser vantajoso.

Devido os tratamentos não terem apresentados diferenças estatísticas é necessário que se realize novos testes, considerando novas concentrações do grafeno a fim de encontrar uma concentração que seja eficiente para um melhor desenvolvimento geral de estacas de amora.

4 CONCLUSÃO

As concentrações do grafeno não interferiram no crescimento das raízes das estacas de amora preta.

REFERÊNCIAS

Bolini, H. M. A., Lima, R. S., Freitas, R. L. de, & Medeiros, A. C. de. (2023). Preference Drivers for Blackberry Nectar (*Rubus* spp., Rosaceae) with Different Sweeteners. *Foods*, 12(3), 549. <https://doi.org/10.3390/foods12030549>

Debner, A. R., Hatterman-Valenti, H., & Takeda, F. (2019). Blackberry propagation limitations when using Floricane cuttings in horttechnology. *HortTechnology*, 29(3), 276–282. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04266-18>

Dewir, Y. H., Al-Ali, A. M., Rihan, H. Z., Alshahrani, T., Alwahibi, M. S., Almutairi, K. F., Naidoo, Y., & Fuller, M. P. (2022). Effects of Artificial Light Spectra and Sucrose on the Leaf Pigments, Growth, and Rooting of Blackberry (*Rubus fruticosus*) Microshoots. *Agronomy*, 13(1), 89. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010089>

Kefayeti, S., Kafkas, E., & Ercisli, S. (2019). Micropropagation of “chester thornless” blackberry cultivar using axillary bud explants. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(1), 162–168. <https://doi.org/10.15835/nbha47111280>

Prylutska, S. V., Franskevych, D. V., & Yemets, A. I. (2022). Cellular Biological and Molecular Genetic Effects of Carbon Nanomaterials in Plants. *Cytology and Genetics*, 56(4), 351–360. <https://doi.org/10.3103/S0095452722040077>

Samadi, S., Asgari Lajayer, B., Moghiseh, E., & Rodríguez-Couto, S. (2021). Effect of carbon nanomaterials on cell toxicity, biomass production, nutritional and active compound accumulation in plants. *Environmental Technology and Innovation*, 21(May), 101323. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101323>

Weng, Y. N., Jiang, N., Li, J. X., Ying, Z. N., & DU, S. T. (2020). Research advances in physiological toxicity of graphene on plants. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao = The Journal of Applied Ecology*, 31(6), 2129–2138. <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202006.041>

Zanelli, D., Carniel, F. C., Garrido, M., Fortuna, L., Nepi, M., Cai, G., Casino, C. Del, Vázquez, E., Prato, M., & Tretiach, M. (2020). Effects of few-layer graphene on the sexual reproduction of seed plants: An in vivo study with cucurbita pepo L. *Nanomaterials*, 10(9), 1–17. <https://doi.org/10.3390/nano10091877>.