

DESENVOLVIMENTO DE TUBETES BIODEGRADÁVEIS DOPADOS COM HIDRÓXIDO DUPLO LAMELAR PARA LIBERAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES NO CULTIVO DE CAFÉ

Thaíssa Moreira Santos, Istefane Cristina Borges Rodrigues, Jader Alves Ferreira, Mariane Luísa Ferreira Nazário, Roberta Gomes Prado e Jairo Tronto

Dimensões ambientais: ODS 12

Pesquisa do Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas

Introdução

A cafeicultura é uma das principais atividades agrícolas do Brasil, e a qualidade das mudas influencia diretamente a produtividade e a sustentabilidade das lavouras. Tradicionalmente cultivadas em tubetes plásticos, essas mudas geram resíduos de difícil reciclagem, estimulando a busca por alternativas biodegradáveis. Nesse contexto, este trabalho desenvolve tubetes à base de PLA, PBAT, amido e glicerina, dopados com hidróxidos duplos lamelares (HDLs), visando unir resistência mecânica, biodegradabilidade e a liberação lenta de nutrientes. Os HDLs atuam como reservatórios iônicos, liberando nutrientes de forma gradual e reduzindo perdas por lixiviação, enquanto a matriz polimérica garante estabilidade até o transplante da muda. Assim, a proposta alia inovação tecnológica e sustentabilidade, oferecendo uma solução promissora para a produção de mudas de café mais eficientes e ambientalmente corretas.

Objetivos

Desenvolver e avaliar tubetes biodegradáveis produzidos a partir de PLA, PBAT, amido e glicerina, incorporando HDL para promover a liberação lenta de nutrientes no cultivo de mudas de café. E avaliar a estabilidade estrutural, resistência, comportamento de degradação e potencial para liberação lenta de nutrientes dos tubetes no cultivo de mudas de café.

Material e Métodos

O desenvolvimento focou na criação de tubetes cilíndricos a partir de uma matriz polimérica compósita composta por PLA, PBAT, amido e glicerina. Para garantir a funcionalidade, hidróxidos duplos lamelares de Mg:Al foram sintetizados por coprecipitação e incorporados à mistura, visando a intercalação e liberação controlada de nutrientes. O processo de fabricação envolveu a extrusão termoplástica dos materiais para obtenção de grânulos, seguida de moldagem por injeção em molde metálico específico. Por fim, os tubetes foram caracterizados por análises físico-químicas e térmicas para avaliar sua estabilidade, resistência e o potencial de liberação lenta de nutrientes para o cultivo de mudas de café.

Tabela 01. Formulações dos tubetes biodegradáveis com diferentes teores de hidróxido duplo lamelar (HDL) adicionado em percentual de massa.

	Black, em %	PLA, em %	Amido, em %	Glicerina, em %	HDL
A	30	30	30	10	00*
B	30	30	30	10	02**
C	30	30	30	10	03**

*trata do material puro, denominado branco

**em % em relação ao percentual total da formulação

Apoio Financeiro



Resultados

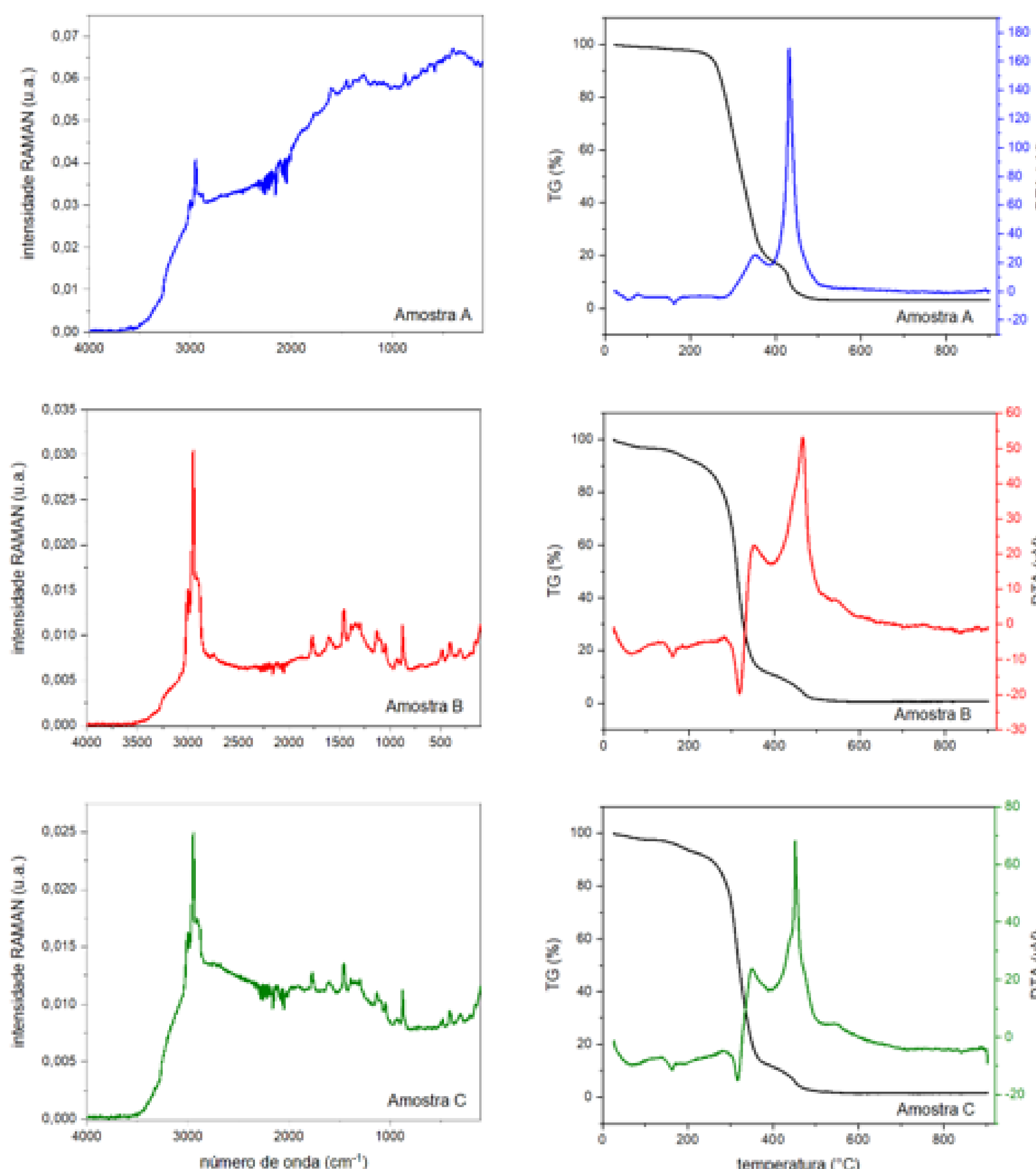


Figura 01. Curvas de TG e de DTA obtidas para as amostras A, B e C evidenciando os eventos térmicos característicos de cada formulação.

Figura 02. Espectros Raman das amostras A, B e C evidenciando bandas características da matriz polimérica e variações no teor de HDL.

Conclusões

O estudo comprova a viabilidade de tubetes biodegradáveis dopados com HDL para mudas de café, demonstrando boa estabilidade térmica ($\approx 200^{\circ}\text{C}$), resistência adequada ao processamento e potencial de liberação gradual de nutrientes. Apesar da fragilidade mecânica exigir ajustes na formulação, o grande potencial agrônomo é confirmado, pois os tubetes mantêm a integridade até o plantio. Esta solução inovadora, que integra biodegradabilidade e nanotecnologia, contribui para práticas mais sustentáveis, reduzindo resíduos plásticos e perdas por lixiviação.

Bibliografia

- ARAÚJO, M. dos R. P. et al. Cafeicultura: evolução do café no Brasil, Minas Gerais e no município de João Pinheiro – MG. *Revista Contemporânea*, v. 3, n. 11, p. 21683–21706, 2023.
- JUANGA-LABAYEN, J. P.; YUAN, Q. Making biodegradable seedling pots from textile and paper waste. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 14, p. 7609, 2021.
- FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. *Química Nova*, v. 29, n. 4, p. 811–816, 2006.
- VALENTIM DA SILVA, F. et al. Estudo de hidróxidos duplos lamelares intercalados com fósforo como fertilizante de liberação controlada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2014.
- ALBUQUERQUE, R. C. et al. A review on slow-release fertilizer: nutrient release mechanism and agricultural sustainability. *Journal of Cleaner Production*, v. 405, p. 135567, 2024.