

Caracterização por MEV do Fósforo Reativo Natural encapsulado por polímero de recobrimento, com liberação controlada

SEM characterization of Natural Reactive Phosphorus encapsulated by coating polymer, with controlled release

Caracterización SEM de Fósforo Reactivo Natural encapsulado por polímero de recubrimiento, con liberación

Recebido: 20/06/2024 | Revisado: 31/07/2024 | Aceitado: 20/09/2024 | Publicado: 24/09/2024

Kelly Cristini Bertachini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5337-7018>

Funiber-Ibero-Americana, Brasil

E-mail: Kelly.ambientaljk@hotmail.com

Adriana Ferreira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6615-7938>

Funiber-Ibero-Americana, Brasil

E-mail: sec.acad2.br@funiber.org

Juliana Aparecida da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5715-4878>

Centro Universitário Cesumar, Brasil

E-mail: cienciaevidacomercial2@hotmail.com

Resumo

O polímero vegetal, foi desenvolvido a fim de que tivesse um melhor desempenho em termos de liberação controlada por difusão e porosidade entre o fosfato natural reativo P_2O_5 e o material polimérico. O biomaterial em questão é um aditivo com formação de um composto a partir da biopolimerização. No entanto a economia de uso e a liberação do Nitrogênio, Carbono, Cálcio, Fósforo e Potássio são uma fonte de rota do mecanismo. Segundo Callister (2009), polímeros são cadeias de monômeros que se denominam oligômeros. liberando Nitrogênio em forma de adsorção e dessorção para uma liberação de forma controlada. Pela lei de Fick, reações próximas de zero ou maiores que zero, são consideradas reações não químicas. Frações químicas sem reações.

Palavras-chave: Fósforo; Polímero; Porosidade; Liberação controlada.

Abstract

The vegetable polymer was developed in order to have better performance in terms of diffusion-controlled release and porosity between the reactive natural phosphate P_2O_5 and the polymeric material. The biomaterial in question is an additive that forms a composite from biopolymerization. However, the economy of use and the release of Nitrogen, Carbon, Calcium, Phosphorus and Potassium are a source of mechanism route. According to Callister (2009), polymers are chains of monomers that are called oligomers. releasing Nitrogen in the form of adsorption and desorption for a controlled release. According to Fick's law, reactions close to zero or greater than zero are considered non-chemical reactions. Chemical fractions without reactions.

Keywords: Phosphorus; Polymer; Porosity; Controlled release.

Resumen

El polímero vegetal fue desarrollado con el fin de tener un mejor desempeño en términos de liberación controlada por difusión y porosidad entre el fosfato natural reactivo P_2O_5 y el material polimérico. El biomaterial en cuestión es un aditivo que forma un compuesto a partir de la biopolimerización. Sin embargo, la economía de uso y la liberación de Nitrógeno, Carbono, Calcio, Fósforo y Potasio son una fuente de mecanismo de ruta. Según Callister (2009), los polímeros son cadenas de monómeros que se denominan oligómeros. liberando Nitrógeno en forma de adsorción y desorción para una liberación controlada. Según la ley de Fick, las reacciones cercanas a cero o mayores que cero se consideran reacciones no químicas. Fracciones químicas sin reacciones.

Palabras clave: Fósforo; Polímero; Porosidad; Liberación controlada.

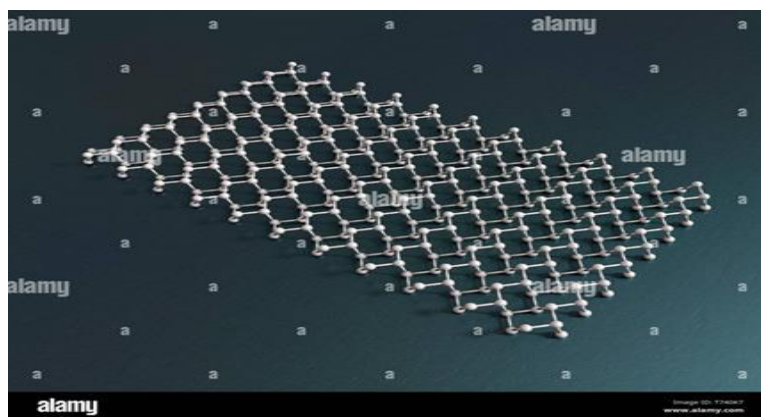
1. Introdução

O uso do Polímero na tratabilidade e solubilidade do Fósforo granulado, tem como principal dinâmica, a formação de porosidade entre os Carbonos e oxigênio ocorrendo a difusão entre o pentóxido de fósforo e o polímero, onde ocorre a polimerização. A liberação controlada depende da fusão e difusão entre o P_2O_5 , Carbono e Nitrogênio, aumentando assim a relação Carbono-Nitrogênio e liberando principalmente o fósforo. Comprovar pelo fenômeno de difusão, porosidade e polimerização ocorre um melhor desempenho em termos de liberação controlada.

2. Metodologia

Segundo Callister (2009), polímeros são repetições de cadeias simples ou ramificadas de carbonos, cadeias de monômeros ou oligômeros, podendo ser ramificadas ou cadeias lineares. Por difusão, fenômeno que define a quebra de superfície de contato. Na Figura 1 abaixo

Figura 1 - Figura ilustrativa.



Fonte: Google (nanocapsulas) polímeros (2020).

Na figura acima, temos um exemplo de difusão:

Conceitos de Difusão

Segundo a primeira lei de Fick, a difusão simples é um tipo de transporte passivo (não há gasto de energia celular) de um soluto através da membrana a fim de estabelecer a isotonia, ou seja, alcançarem a mesma concentração, pois o movimento é a favor de um gradiente de concentração. Em termos de reação química, neste caso, respeitando a lei de Fick, não ocorre reação maior que zero, sendo que, a difusão é verdadeiramente um fenômeno com reações próximas a zero, descartando uma reação química.

Liberação controlada

Por polímeros ambientalmente degradáveis ocorre por meio de vários mecanismos com deterioração final exclusivamente biológica, conhecido por mineralização. Este processo deve ser completo e sem acúmulo de resíduos de risco ou com desconhecido destino ambiental.

O processo de degradação é dividido em duas etapas: a desintegração e a mineralização. A desintegração está relacionada com a deterioração das propriedades físicas. E a mineralização ocorre quando os microrganismos digerem os produtos de

degradação sob condições aeróbias ou anaeróbias, transformando-os em produtos inertes, como CO₂, água e biomassa celular, no caso de condições aeróbias, e CH₄, CO₂ e biomassa celular, em condições anaeróbias.

3. Resultados e Discussão

Materiais e Métodos

O equipamento utilizado foi um Microscópio eletrônico de varredura da Marca LEO modelo 440 no IQ-USP-São Carlos. Descrição da técnica. Esta técnica permite visualizar a morfologia dos mais diferentes tipos de materiais através de imagens com aparência tridimensional. Partículas da ordem de 150nm podem ser identificadas em nosso equipamento. Como é um equipamento de alto vácuo, só são analisadas amostras sólidas. O equipamento possui um acessório conhecido como EDS (Espectroscopia de Energia Dispersiva por raios-X), que permite a identificação dos elementos químicos presentes na amostra através de análises por área, pontual e em linha. Outra possibilidade é a geração de mapas elementares dos elementos químicos presentes na região determinada sobre a imagem obtida.

Preparo da amostra

O preparo de amostras sólidas para análise no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) é um processo importante para obter resultados precisos e de alta qualidade. Aqui estão algumas etapas básicas para o preparo de amostras sólidas para análise no MEV:

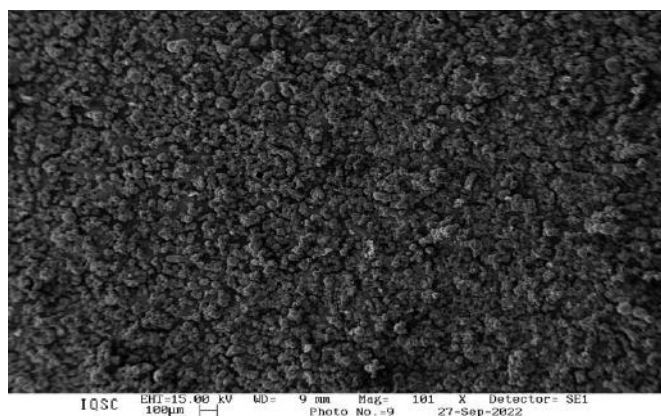
Escolha da amostra: Selecionou-se a amostra sólida analisada. Certificou-se foi representativa do material estudado.

Preparação da superfície: A superfície da amostra foi limpa e livre de contaminantes. Como o tipo de material foi sólido (Fósforo Reativo Natural), não necessitou processos de polimento, lixamento ou corte para expor a área de interesse.

Fixação e Metalização com Ouro: Para evitar danos à amostra durante a análise, foi fixada em um suporte adequado, neste caso uma pinça e grampos.

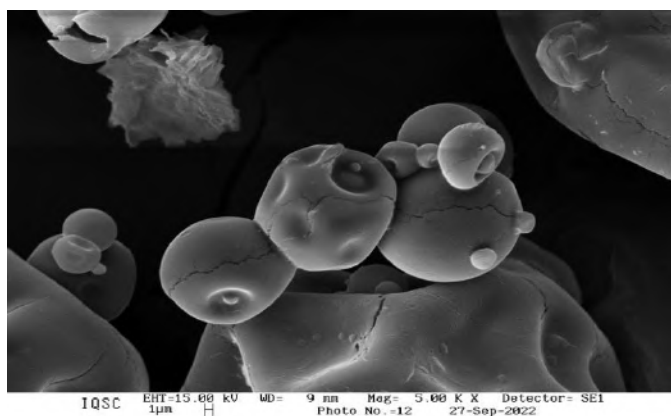
Para melhorar a condutividade elétrica da amostra e evitar o acúmulo de carga estática durante a análise no MEV, realizou-se um revestimento metálico na superfície da amostra. Isso pode ser feito por meio de técnicas como sputtering de ouro. Abaixo nas figuras de MEV temos a seguir o polímero utilizado e amostras testemunhas de Fósforo Reativo Natural, amostra sólida recoberta.

Micrografia 1 - Polímero Natural de recobrimento.



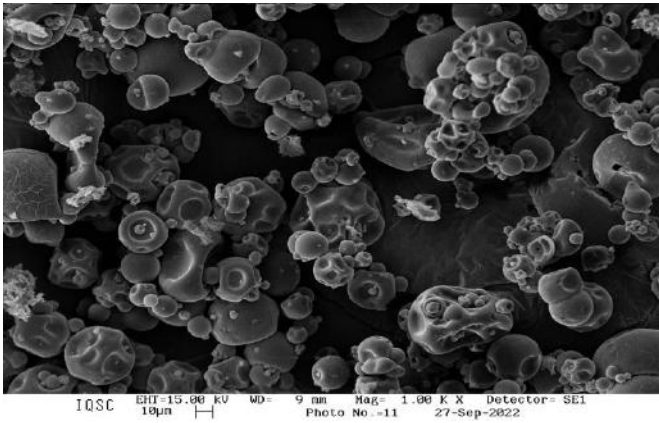
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 2 - polímero natural de recobrimento.



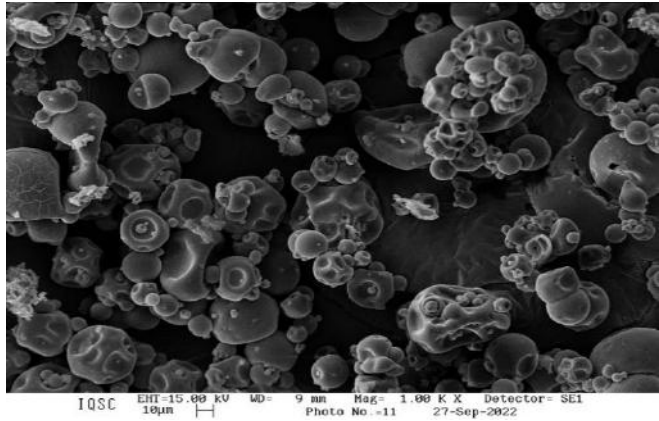
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 3 - polímero de recobrimento.



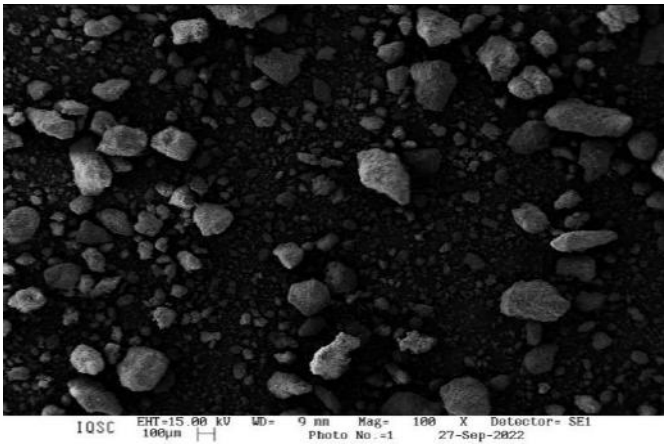
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 4 - polímero de recobrimento Repetibilidade.



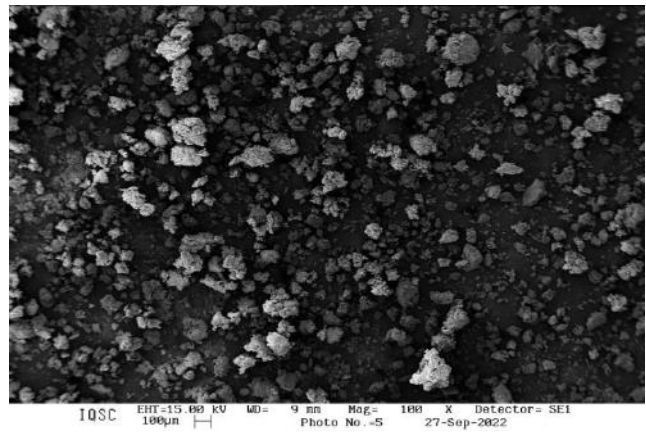
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 5 - Fósforo reativo natural in natura.



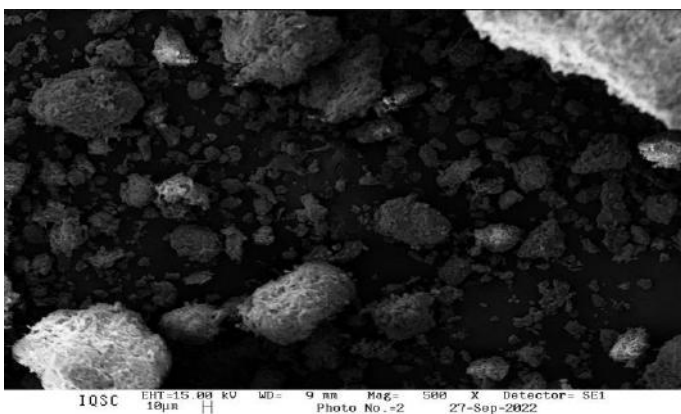
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 6 - Fósforo reativo natural com polímero.



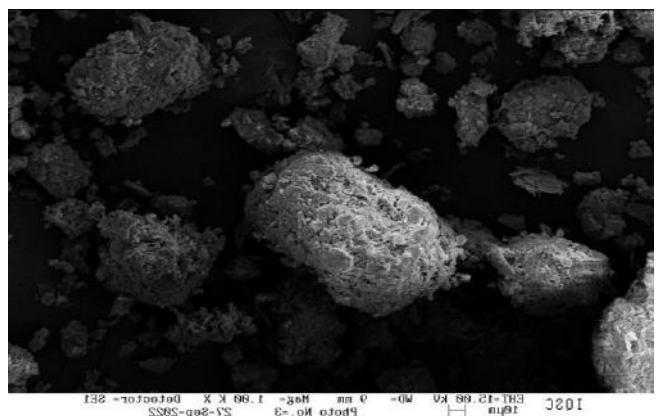
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 7 - Fósforo reativo natural in natura.



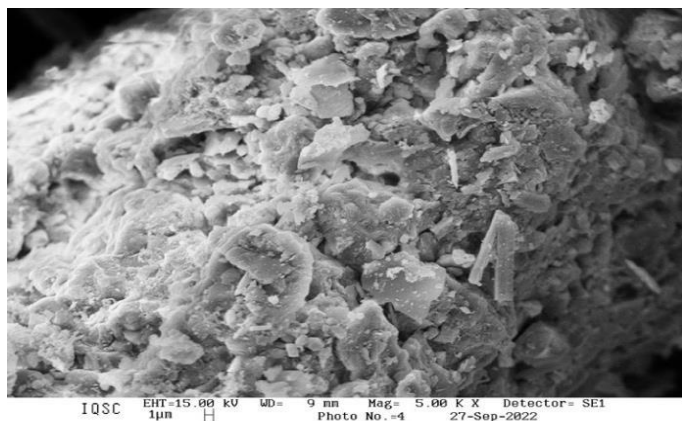
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 8 - Fósforo reativo natural com polímero.



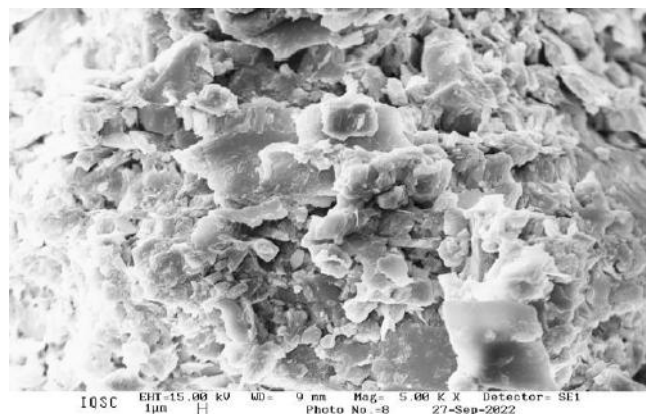
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 9 - Fósforo reativo natural e polímero.



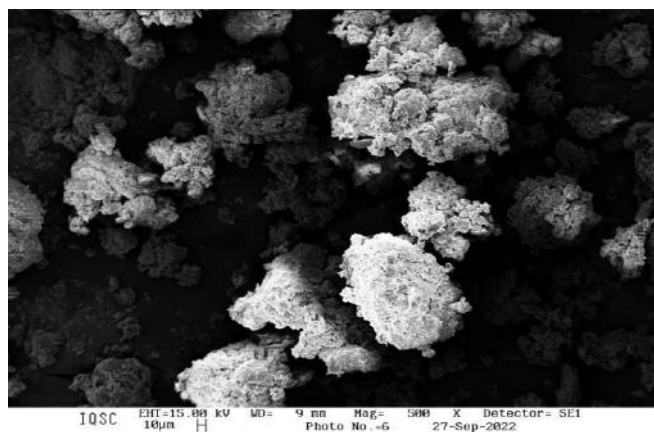
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 10 - Fósforo reativo natural e polímero.



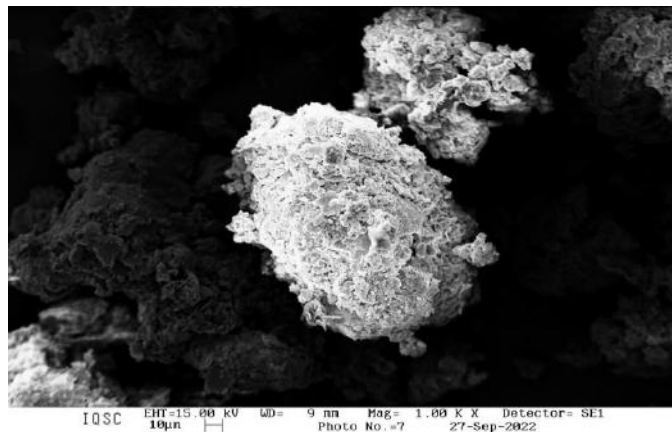
Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 11 - Fósforo reativo natural e polímero.



Fonte: USP – São Carlos.

Micrografia 12 - Fósforo reativo natural e polímero.



Fonte: USP – São Carlos.

Discussão

Nas Micrografias 1,2, 3 e 4, temos o polímero natural utilizado para o recobrimento e melhoria da eficiência do fósforo reativo natural sólido, evidenciando as cadeias de carbono, oligômeros e monômeros. Nas micrografias 5 e 6, temos uma alíquota do fósforo reativo natural, 25% in natura assim determinado após a identificação e posicionamento, na micrografia 6 adicionado o polímero natural (pollmax), em questão proporcionando a aglomeração e difusão do fósforo reativo natural, Pentóxido de fósforo resultando maior identificação do P_2O_5 por área abrangente visível apenas em MEV. Nas micrografias 7 e 8, temos uma comparação, onde a micrografia 7 o P_2O_5 reativo natural está na forma pura como testemunha e a micrografia 8 está com o polímero vegetal (pollmax) em questão, proporcionando encapsulamento e porosidade no P_2O_5 reativo natural. Nas micrografias 9, 10, 11 e 12, temos a porosidade por difusão e encapsulamento.

4. Conclusão

Concluiu-se que o polímero natural Pollmax possui cadeias de monômeros e oligômeros, revestiu-se o fósforo reativo natural contendo 25% de Pentóxido de Fósforo, mostrando que é possível revesti-lo para melhorar a eficiência e que contém porosidade e difusão das partículas de Fósforo (P) facilitando a sua liberação controlada. Nas amostras com 0,1% do polímero

natural pollmax processadas e granuladas tem efeito positivo na adsorção pelo processo de difusão e porosidade ocorrida com o Fósforo e o polímero natural pollmax.

Referências

- Billmeyer, Fred W., Jr., and Michael J. D. Graça. Textbook of polymer science. *Wiley*, 2013.
- Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59(1), 39-45.
- Brown, C. D., & Jones, E. F. (2015). Determination of NPK content in soil using spectroscopic analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 79(2), 567-578.
- Callister Jr., W. D. (2013). Materials science and engineering: An introduction (9th ed.). JOHN Wiley e Sons.
- Callister Jr., W. D. (2016). Crystal Structures. In *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). John Wiley e Sons, 21-50.
- Cowie, J. M. G., & Valeria Arrighi (2007) *Polymers: chemistry and physics of modern materials*. CRC Press.
- Desai, M. P., & Labhasetwar, V. (1998). Walter E. Hearn Memorial Lecture. Drug transport across the blood-brain barrier. *Pharmaceutical Research*, 15(7), 1055-1061.
- Fick, A. (1855). Ueber Diffusion. *ANNALEN DER Physik und Chemie*, 94(1), 59-86.
- Fried, Joel R., Charles E. & Carraher Jr. (2017) *Polymer science and technology*. Pearson.
- Garcia, R. J., & Martinez, S. A. (2020). Comparison of different NPK extraction methods for soil analysis. *Journal of Soil and Water Conservation*, 95(1), 67-79.
- Gupta, B. M., & Dhawan, S. M. (2006). Electronic scanning bibliography: a review. *Scientometrics*, 68(1), 3-16.
- Jain, R. A. (2000). The manufacturing techniques of various drug-loaded biodegradable poly(lactide-co-glycolide) (PLGA) devices. *Biomaterials*, 21(23), 2475-2490.
- Johnson, L. M., & Smith, K. D. (2018). A review of NPK analysis methods for agricultural soil testing. *Soil and Crop Science Society of America Journal*, 82(4), 789-802.
- Langer, R., & Peppas, N. A. (1983). Present and future applications of biomaterials in controlled drug delivery systems. *Biomaterials*, 4(3), 201-214.
- Odian, George. Principles of polymerization. Wiley, 2004.
- Park, K. (Ed.). (2012). *Controlled drug delivery: Challenges and strategies*. CRC Press.
- Peppas, N. A., & Sahlin, J. J. (1989). A simple equation for the description of solute release II. Fickian and anomalous release from swellable devices. *Journal of Controlled Release*, 13(1), 27-37.
- Reimer, L., & Kohl, H. (2008). *Transmission electron microscopy: Physics of image formation and microanalysis*. Heidelberg, Germany: Springer.
- Siepmann, J., & Siegel, R. A. (2011). Mathematical modeling of drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, 364(2), 328-343.
- Smith, A. (2019). Controlled release systems for drug delivery. *Journal of Drug Delivery*, 10(3), 123-135.
- Smith, J. M. (2022). *Polymer Chemistry: An Introduction*. Nova York, NY: Wiley.
- Smith, J. R., & Johnson, A. B. (2010). Analysis of NPK in soil samples: A comparison of different methods. *Journal of Agricultural Science*, 45(3), 123-135.
- Tadros, Tharwat F. *Polymer science: a comprehensive reference*. Elsevier, 2012.
- Torchilin, V. P. (Ed.). (2014). *Nanoparticulates as drug carriers*. World Scientific.