

## Chia Seed-Derived Niosomal System for Enhanced Topical Delivery of Diclofenac Sodium: Formulation and *In Vitro* Evaluation

Muhammad Abid MUSTAFA, Namra RASHEED, Wasiq ALI, Umair AMJAD,  
M Sohaib Sultan SABRI, Aimen SHAFQAT, Muhammad Talha TARIQ, Nadeem HUSSAIN,  
Umer RIAZ, Rimsha IRSYAD, Rabbia NASIR, Laiba KALEEM & Faiza ARSHAD

*Department of Pharmaceutics, Faculty of Pharmaceutical Sciences,  
Lahore University of Biological and Applied Sciences, Lahore, Pakistan.*

**SUMMARY.** This study aims to develop a niosomal gel formulation of Diclofenac sodium using a combination of Span 60 and chia seeds and a chia seed gel base. By integrating niosomal technology with chia seed components, the formulation is designed to enhance drug delivery, improve skin penetration, and increase the stability and therapeutic efficacy of the niosomes. The formulation was prepared using the ethanol injection method, using Span 60, cholesterol, and chia seed. Transfer niosomes into the chia seed gel base. The niosomal gel was characterized by evaluating thermal stability, surface morphology, drug entrapment efficiency, XRD, gel behavior, drug release studies, and stability. The consistency and stability of the niosomal gel were tested at room and elevated temperatures, demonstrating stability despite slight variations. Thermal stability of the formulation was assessed using TGA and DSC. XRD findings confirm the successful encapsulation of the drug within the niosomes without compromising its structural integrity, thereby ensuring its stability. The surface morphology and vesicle structure were confirmed through the SEM. The entrapment efficiency ranges between 40.61% to 71.12%. The excellent viscosity, spreadability, and pH comparable to the skin demonstrate the skin compatibility. The niosomes acted as a protective barrier, preventing degradation and enhancing bioavailability. Diclofenac-loaded niosomal gel demonstrated prolonged therapeutic effects, improving the treatment of inflammatory disorders. Additionally, the sustained release of niosomal diclofenac sodium further enhanced patient compliance by reducing the need for frequent dosing.

**RESUMEN.** Este estudio tiene como objetivo desarrollar una formulación de gel niosomal de diclofenaco sódico utilizando una combinación de Span 60 y semillas de chía, y una base de gel de semillas de chía. Mediante la integración de la tecnología niosomal con componentes de semillas de chía, la formulación está diseñada para mejorar la administración del fármaco, la penetración cutánea y aumentar la estabilidad y la eficacia terapéutica de los niosomas. La formulación se preparó mediante inyección de etanol, utilizando Span 60, colesterol y semillas de chía. Se transfirieron los niosomas a la base de gel de semillas de chía. El gel niosomal se caracterizó mediante la evaluación de la estabilidad térmica, la morfología superficial, la eficiencia de atrapamiento del fármaco, la difracción de rayos X (DRX), el comportamiento del gel, los estudios de liberación del fármaco y la estabilidad. La consistencia y la estabilidad del gel niosomal se evaluaron a temperatura ambiente y elevada, demostrando su estabilidad a pesar de ligeras variaciones. La estabilidad térmica de la formulación se evaluó mediante TGA y DSC. Los resultados de la DRX confirman la encapsulación exitosa del fármaco dentro de los niosomas sin comprometer su integridad estructural, lo que garantiza su estabilidad. La morfología superficial y la estructura de las vesículas se confirmaron mediante SEM. La eficiencia de captura oscila entre el 40,61 % y el 71,12 %. La excelente viscosidad, extensibilidad y pH comparable al de la piel demuestran su compatibilidad cutánea. Los niosomas actuaron como barrera protectora, previniendo la degradación y mejorando la biodisponibilidad. El gel niosomal cargado con diclofenaco demostró efectos terapéuticos prolongados, mejorando el tratamiento de trastornos inflamatorios. Además, la liberación sostenida de diclofenaco sódico niosomal mejoró aún más la adherencia al tratamiento del paciente al reducir la necesidad de dosis frecuentes.

**KEYWORDS:** drug delivery, ethanol injection method, inflammatory disorders, niosomal gel, skin penetration, stability studies, sustained release, topical drug delivery.

\* Author to whom correspondence should be addressed. E-mail: abidbhatti222@gmail.com