

SORCIÓN DE COMPUESTOS APOLARES EN UNA FASE TEXTIL RECUBIERTA MEDIANTE SOL-GEL DE POLIDIMETILSILOXANO-CIANOPROPILTRIETOXILANO

López Chan Diana Lin-yu, Muñoz Rodríguez David, Pérez Padilla Yamile.

Introducción

Se desarrolló un medio FPSE a partir de fragmentos de polipropileno (PP) tipo meltblown recuperados de cubrebocas KN95, recubiertos mediante dip coating con un polímero híbrido de polidimetilsiloxano y cianopropiltrietoxisilano (PDMS-CTES). Los sustratos fueron sometidos a limpieza química controlada y a varias pruebas de caracterización. Finalmente, se evaluó su aplicación en la extracción de ivermectina, un compuesto apolar de interés farmacológico.

Pretratamiento analítico

Consiste en eliminar o reducir las interferencias de la matriz, con el objetivo de aislar y preconcentrar los analitos presentes, transfiriéndolos a una forma más adecuada (extracto) para su análisis cualitativo y cuantitativo.



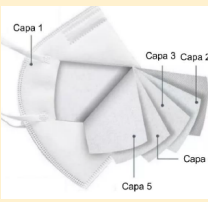
FPSE como innovación verde

La extracción por sorción en fase textil (FPSE) surge como una alternativa eficiente y compatible con los principios de química verde. Empleada materiales textiles recubiertos con polímeros funcionales.



Materiales y métodos

La fase textil empleada: Cubrebocas blancos KN95 de la marca Byd Care, compuestos de cinco capas elaboradas de polipropileno (PP).



Limpieza del polipropileno

Cada capa se sometió a un proceso de limpieza propuesto por Kabir & Samanidou (2021) con una ligera modificación previa al tratamiento con NaOH 1 M y HCl 0.1 M.



Síntesis polímero híbrido PDMS-CIANO

La síntesis del polímero híbrido PDMS-CIANO se llevó a cabo mediante la reacción sol-gel, siguiendo el procedimiento descrito por Dzul (2021).



Recubrimiento y curado

Se utilizó la técnica **dip coating**. Posteriormente los medios FPSE se curaron en un horno de vacío siguiendo una rampa de temperatura entre 60-150°C.

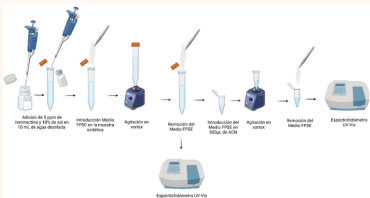


Caracterización

Se aplicaron las siguientes pruebas de caracterización, tales como: peso, espesor, FTIR, SEM, TGA, ángulo de contacto, resistencia a solventes y pH, entre otros.

Evaluación de los medios FPSE para la extracción de IVM (Ivermectina)

Se realizaron pruebas de extracción en agua fortificada y en 4 matrices líquidas complejas: leche entera, leche light, jugo de manzana clarificado y néctar de durazno.

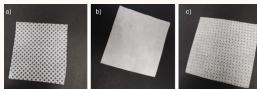


Resultados

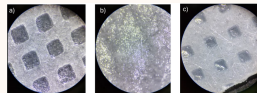
La correcta síntesis del polímero híbrido PDMS-CIANO permitió realizar el recubrimiento por **dip coating** sobre los sustratos de polipropileno obtenido a partir de cubrebocas blancos KN95 de la marca BYD Care.

Las capas se clasificaron en:

- **Spunbond** (1, 2 y 5)
- **Melblown** (3 y 4)



En los medios FPSE se observó un aspecto más brillante y traslúcido, lo cual se atribuye a la presencia del recubrimiento PDMS-CIANO.



Cada capa presentó un aumento de *peso* y *espesor* tras el recubrimiento

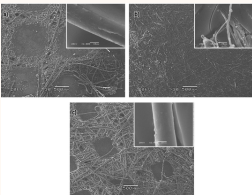
Análisis termogravimétrico

Sustratos sin recubrimiento:

- Estables hasta 300°C
- Degradación total a 450°C

Medios FPSE:

- Estables hasta 230°C,
- Capa 3 con mayor estabilidad



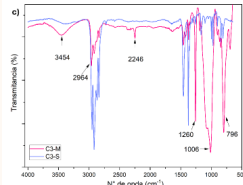
En las micrografías **SEM**, de las capas recubiertas, se observan aglomeraciones sobre las superficies.

Sin embargo, para la capa 3 se observaron algunas microfibras expuestas y sin recubrir, la cuales provocan un aumento en la eficiencia de la extracción mediante FPSE.

FTIR del PP y el medio FPSE

Se identificaron señales de:

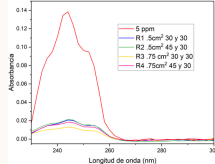
- Grupo ciano (CN)
- Enlaces siloxano (Si-O-Si)
- Polipropileno



Evaluación de los medios FPSE para la extracción de IVM.

Desempeño medio FPSE PDMS-CIANO en agua fortificada

- Extracción: 86.2%
- Remanente: ~0.69 ppm
- Recuperación: 32.9% (14.2 ppm de IVM)



- Área del medio: 0.75 cm²
- Volumen: 10 mL
- Recuperación: 32.9% (14.2 ppm de IVM)

Parámetros determinados

Extracción: 45 min.
Desorción: 30 min.
NaCl: 10%

Referencias

- Locatelli, M.; Rosato, E.; D'Ovidio, C.; Bonelli, M.; Ullucoy, H.; Kabir, A.; Ali, I.; Savini, F.; de Grazia, U.; Samanidou, V.; Tartaglia, A. Modern Green Extraction Techniques. In Sustainable Approaches in Pharmaceutical Sciences; Wiley, 2023; pp 35–63. <https://doi.org/10.1002/9781119889878.ch3>.
- Sargazi, M.; Hossein Hashemi, S.; Kaykhai, M. Modern Sample Preparation Techniques: A Brief Introduction. In Sample Preparation Techniques for Chemical Analysis; IntechOpen, 2021. <https://doi.org/10.5772/intechopen.100715>.
- Kabir, A.; Furton, K. G. FABRIC PHASE SORPTIVE EXTRACTORS (FPSE), 2014.
- Badawy, M. E. I.; El-Nouby, M. A. M.; Kimani, P. K.; Lim, L. W.; Rabaa, E. I. A Review of the Modern Principles and Applications of Solid-Phase Extraction Techniques in Chromatographic Analysis. Analytical Sciences 2022, 38 (12), 1457–1487. <https://doi.org/10.1007/s44211-022-00190-8>.
- Manousi, N.; Delyianni, E. A.; Zachariadis, G. A. Green Extraction Approaches Utilizing Graphene and Graphene Oxide Derivatives in Environmental Analysis. In Novel Materials for Environmental Remediation Applications; Elsevier, 2023; pp 327–360. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91894-7.00013-X>.
- Alkhami, A.; Madrakian, T.; Ahmadi, M. Analytical Chemistry. In Analytical Nanochemistry; Elsevier, 2023; pp 23–49. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91741-4.00013-0>.
- Zhou, T.; Che, G.; Ding, L.; Sun, D.; Li, Y. Recent Progress of Selective Adsorbents: From Preparation to Complex Sample Pretreatment. TrAC Trends in Analytical Chemistry 2019, 121, 115678. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.115678>.
- Zilfidou, E.; Kabir, A.; Furton, K. G.; Samanidou, V. Fabric Phase Sorptive Extraction: Current State of the Art and Future Perspectives. Separations 2016, 5 (3), 40. <https://doi.org/10.3390/separations5030040>.
- Höhnemann, T.; Schnebele, J.; Arne, W.; Windschiegl, I. Nanovial Technology—An Intermediate Process between Meltblown and Spunbond. Materials 2023, 16 (7), 2932. <https://doi.org/10.3390/ma16072932>.
- Rahmani, E. Preparation and Characterization of Thin Films by Sol-Gel Method. In Thin Films - Growth, Characterization and Electrochemical Applications; IntechOpen, 2024. <https://doi.org/10.5772/intechopen.113722>.