

III Jornadas de Investigación y Desarrollo Sustentable

Una propuesta para el análisis sustentable de contaminantes ambientales con polímeros de impronta molecular

Dra. Beatriz Elena SOLEDAD-RODRÍGUEZ
Profesora-Investigadora
CIDI-UCAB

10 de julio 2020



Contaminantes ambientales de origen antrópico



fármacos

muy bajas
concentraciones
($\mu\text{g}/\text{kg}$)



pesticidas y herbicidas



colorantes



metales



Química analítica



identificación y cuantificación



HPLC



Cromatografía
de gases



Espectrofotometría



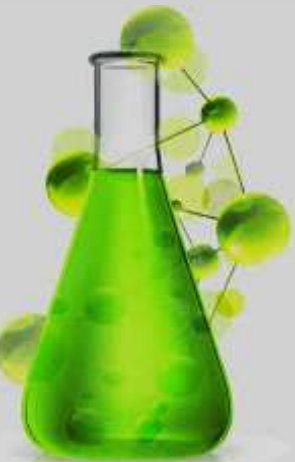
La química sustentable o *green chemistry* (1990 en USA)

*Environmental
Protection
Agency (EPA)*



- ✓ Evitar la contaminación
- ✓ Mejorar el medio ambiente
- ✓ Mejorar la calidad de vida

SUSTENTABILIDAD DEL AMBIENTE



QUÍMICA SUSTENTABLE

- ✓ Diseño de productos y procesos químicos de riesgos reducidos
- ✓ Uso eficiente de materiales y energía
- ✓ Desarrollo de recursos renovables



Impresión molecular

Técnica de impresión molecular

➤ Generar receptores moleculares artificiales

Enfoques principales

Impresión covalente

Impresión No covalente

Aprovecha diferentes tipos de interacciones no covalentes

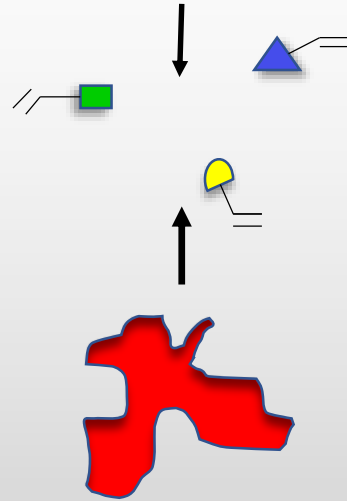
Mayor versatilidad

Enlaces de Hidrógeno, interacciones electrostáticas, F. Van Der Waals, etc.

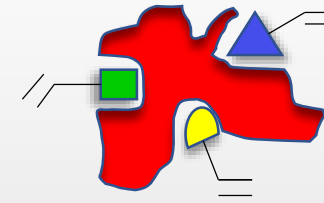
*Aplicable a mayor número de moléculas
Más flexible en cuanto a elección monómeros funcionales
Extracción simple de la molécula impresa*

Proceso de impresión molecular NO COVALENTE

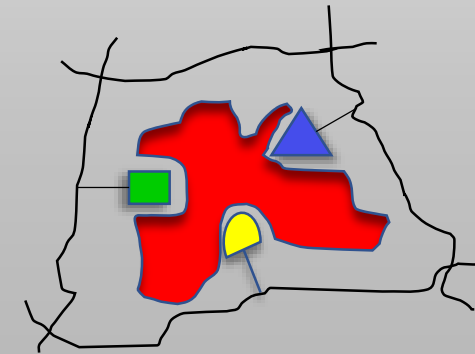
Monómeros funcionales



Pre-polimerización



Polimerización

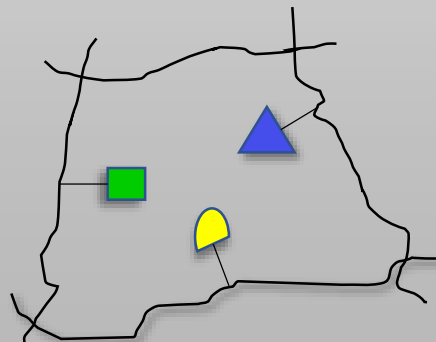


Molécula molde o *template*

Entrecruzante

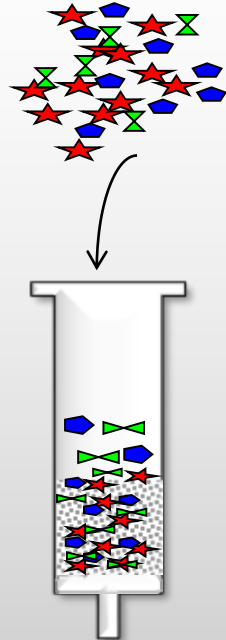
MIP

Extracción del *template*



PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA

ACONDICIONAMIENTO



LAVADO



ELUCIÓN



CARGA

- ★ ANALITO
- ◊ OTRAS SUSTANCIAS PRESENTES EN LA MUESTRA

El análisis de contaminantes ambientales empleando polímeros de impronta molecular combinados con el proceso de extracción en fase sólida (MISPE), permite emplear cantidades reducidas de disolventes, haciendo un uso eficiente de materiales y evitar de esta forma la contaminación, mejorar el medio ambiente y la calidad de vida



APLICACIONES DE LOS POLÍMEROS DE IMPRONTA MOLECULAR COMO ADSORBENTES EN LA EXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA Y COMO PRECONCENTRADORES DE MUESTRAS

Analito	Matriz	Sistema analítico	Referencia
17 β -estradiol	Aguas	SPE-HPLC	(Li et al. 2009)
Fenoxiácidos	Aguas	Electroforesis capilar o HPLC	(Baggiani y Giovanoli 2005)
Colorantes (AG16)	Aguas	Sensores ópticos biomiméticos	(Foguel et al. 2017)
Disruptores endocrinos	Aguas	HPLC	(Kubo 2012)
Ni (II)	Tierra y mineral de oro polimetálico, pescado, hortalizas, sedimentos de río y agua de río.	FAAS	(Behbahani et al. 2012)
Pd (II)	Agua de grifo y agua de río, hierba y muestras certificadas de mineral de platino	ETAAS	Godlewska -Zylkiewicz et al. 2013)
Parabenos	Suelo y sedimentos	HPLC	(Díaz-Álvarez et al. 2016)

SPE-HPLC: extracción en fase sólida acoplada a cromatografía líquida de alta resolución, HPLC: cromatografía líquida de alta resolución, FAAS: absorción atómica con llama, ETAAS: espectrometría de absorción atómica, LC-DAD: =cromatografía líquida con diodos

APLICACIONES DE LOS POLÍMEROS DE IMPRONTA MOLECULAR COMO ADSORBENTES EN LA EXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA Y COMO PRECONCENTRADORES DE MUESTRAS

Analito	Matriz	Sistema analítico	Referencia
Disruptores endocrinos	Sedimentos y muestras de lodos	HPLC	(Núñez et al. 2008)
Benzo [a] pireno (BAP)	Muestras acuosas ambientales	HPLC-MS	(Krupadam et al. 2014)
Cefaclor y cefalexina	Muestras acuosas ambientales	Barra de agitación acoplada con HPLC	(Peng et al. 2017)
AINE: fármacos antiinflamatorios no esteroideos	Agua continental y de orina	LC-DAD y MS-MS	(Martínez-Sena et al. 2016)
tolclofos-metilo, phoximo, clorpirifos y paratión-metilo	Aguas ambientales	GC	(Zhou et al. 2015)
Antibióticos de sulfonamida y metabolitos acetilados	Aguas ambientales	LC-MS	(Chen et al. 2013)
Cu (II)	Aguas ambientales	SEM	(Roushani et al. 2015)

HPLC: cromatografía líquida de alta resolución, FAAS: absorción atómica con llama, ETAAS: espectrometría de absorción atómica, LC-DAD: =cromatografía líquida con diodos, MS-MS: espectrometría de masa-detectores de tándem, GC: cromatografía de gases, LC-MS: cromatografía líquida-espectrometría de masas en tándem, SEM: microscopia electrónica de barrido

CONCLUSIONES Y NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- La presencia de contaminantes ambientales en concentraciones de $\mu\text{g}/\text{kg}$ requiere la **síntesis de materiales altamente selectivos** para la extracción en fase sólida, que permita la concentración y limpieza de la muestra
- Gracias a sus propiedades de reconocimiento molecular, los MIP permiten la preconcentración de las muestras ambientales y facilitan su detección y determinación cuantitativa mediante el empleo de diversas técnicas de análisis para una gran variedad de contaminantes, entre los que se **encuentran fármacos, plaguicidas, herbicidas, colorantes, metales y diferentes compuestos orgánicos**, efectuando el **análisis cuantitativo de forma rápida y selectiva**

CONCLUSIONES Y NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- La **extracción en fase sólida combinada con polímeros de impronta molecular** es una técnica analítica que permite la detección y cuantificación de analitos a **muy baja concentración** en matrices complejas, **proporcionando ventajas frente a los métodos convencionales de tratamiento de muestra**
- La investigación y desarrollo de materiales que contribuyan a los procesos de extracción de muestras de una forma **automática, rápida, selectiva y empleando cantidades reducidas de disolventes** se ha incrementado en los últimos años

CONCLUSIONES Y NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- El empleo comercial de los MIP para el análisis de muestras reales es aún un desafío; sin embargo, las tendencias de las futuras investigaciones están dirigidas no sólo a mejorar la selectividad y sensibilidad de los métodos de detección de los contaminantes ambientales, sino a realizar una extracción selectiva del analito y remover las sustancias no deseadas de la matriz, aplicando los MIP como una herramienta robusta y de bajo costo para la determinación rápida y selectiva de estos compuestos en muestras reales.



MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN

Contacto

bsoledad@ucab.edu.ve