

05 DIC.  
2023

SEMINARIO  
PROMA

INTEGRANDO DISCIPLINAS PARA  
LA INVESTIGACIÓN AMBIENTAL  
EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE

# SELECCIÓN DE POSTERS ACADÉMICOS



UNIVERSIDAD  
DE CHILE

PROMA

Programa Transdisciplinario  
en Medio Ambiente de la  
Universidad de Chile

# ¿CONSOLIDAR LA GOBERNANZA CLIMÁTICA DE LOS ELEMENTOS MEDIANTE LA ACCIÓN MUNICIPAL? UN ESTUDIO EXPLORATORIO EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Isidora Burotto, Antoine Maillet & Chloe Nicolás-Artero (2023)  
Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)<sup>2</sup> - Universidad de Chile

## INTRODUCCIÓN

Fenómenos climáticos y “riesgos compuestos” (Borquéz et al, en prensa) evidencian el rol de los municipios frente a emergencias, quienes solicitan apoyo del aparato estatal para hacer frente a estos problemas. Se pone en tensión las estructuras políticas y administrativas tradicionales, y requiere repensar la gobernanza de los territorios y de los elementos, con perspectiva multinivel. El propósito consiste en conocer en detalle la acción pública municipal en torno a estos fenómenos, considerando las interacciones verticales como horizontales. Frente a la multiplicidad de leyes y políticas medioambientales a nivel nacional, hacia el manejo y control de desastres climáticos desde las localidades: ¿desde el nivel municipal, ha podido constituirse una gobernanza climática de los elementos?



Municipios de Alhué, Peñalolén y Santiago



## RESULTADOS

Se adentra en la percepción de los municipios en relación al cambio climático y cómo este fenómeno impacta en el territorio a nivel local.

Los principales desafíos que se identifican es el compromiso de los alcaldes/as, al incorporar el cambio climático como eje prioritario para la distribución de recursos y contratación de personal acorde a la gestión de las tareas que se requieren.

La normativa si bien se vuelve una instancia que involucra procesos innovadores para la gestión ambiental, estas conllevan una mayor complejidad según las capacidades que posee cada municipio, sin un presupuesto asociado se complejiza el lograr de estos cumplimientos. Además, se reúnen concepciones de la necesidad de una coordinación y orientación de municipios a nivel regional.

Las unidades municipales de gestión ambiental son quienes tienen el papel principal para entregar respuestas de mitigación y adaptación a largo plazo, provocando tensiones entre la gestión ambiental v/s acción climática. Se relacionan con actores internos y externos al territorio; y en su búsqueda constante de financiamiento, trabajan la

educación ambiental como eje de desarrollo a la comuna con tareas que requieran de un menor presupuesto. Pues, esta parte del municipio nos presenta una visión del mismo en su totalidad, que siguiendo con lo establecido por Kern y Alber (2008) ejerce un rol facilitador y de autogobierno cuando se trata de representar sus intereses y capacidades. Por último, se moldea la estructura de cómo se construye la gobernanza en los tres problemas climáticos, a través del marco institucional, responsabilidades que sujeta a los actores de los niveles de gobierno y limitaciones de la acción municipal al desplegar respuestas ante eventos que involucren lo climático.

## METODOLOGÍA

Estudio cualitativo que buscó analizar interacciones de la gobernanza local en torno a la acción climática a partir de dos ejes de análisis. Primero, para la percepción de actores municipales en torno a las transformaciones del clima y del territorio, se seleccionaron 11 comunas de la región metropolitana y se realizan entrevistas semiestructuradas con personal de las Direcciones de Medio Ambiente, Planificación Comunal o Aseo y Ornato, según donde se encuentre la gestión ambiental en su forma. Estas entrevistas se aplicaron en agosto y septiembre de 2023, priorizando su formato presencial.

Y, se quiere entender la acción climática de los municipios en relación a las leyes existentes, se hace uso del Mapa Normativo de la Gobernanza Climática de los Elementos (Nicolás-Artero et al, 2023), como insumo base para la selección de problemáticas climáticas: contaminación ambiental en quemas agrícolas, inundaciones fluviales en zonas urbanas e islas de calor. La selección de casos, se dirigió hacia estos desafíos, a través de fuentes abiertas de la región, como estudios ambientales de la región.

## CONCLUSIÓN

Lo climático se relaciona como una respuesta que proviene desde las estrategias ambientales que se implementan para mitigar efectos del cambio climático. La gobernanza climática en el nivel local lleva ya un tiempo desarrollándose en la región, es reciente la generación de iniciativas específicas desde los mismos municipios. Al ser el avance desigual, se necesitan instancias que unan a los municipios integralmente en la ciudad con este mismo fin. De esta manera, quedan desafíos por cumplir para poder hablar de una consolidación de esta gobernanza en el territorio.



# Evaluación de los niveles de concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos mediante captadores pasivos de aire en el ex vertedero Lepanto, Región Metropolitana, Chile.

Jennifer Saa Salamanca (jennifer.saa@ug.uchile.cl)<sup>1</sup>, J. Miquea Ruiz Bustamante (joaquin.ruiz@ug.uchile.cl), Carlos Manzano<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. <sup>2</sup> School of Public Health, San Diego State University, San Diego, CA, USA.

## Introducción

La gestión de residuos en la región Metropolitana sobrepasa a nivel nacional al concentrar el 40,9% de los desechos generados en el país. De estos residuos, el 97,9% se destina a rellenos sanitarios, mientras que el resto se dirige principalmente a vertederos. Actualmente, en la Región Metropolitana, según datos del Programa Nacional de Residuos Sólidos de la Subsecretaría De Desarrollo Regional Y Administrativo (SUBDERE), existen cuatro sitios de disposición final de residuos activos, Ubicados en las comunas Maipú, Melipilla, Talagante y Til Til.

El ex vertedero Lepanto, operó durante 24 años, finalizando sus operaciones el año 2002, después de 20 años sin recibir residuos sólidos urbanos, cabe preguntar, entonces, si actualmente se producen PAHs en el ex vertedero Lepanto, puesto que estos compuestos son sustancias semivolátiles y la producción de biogás producto de la descomposición se ve alimentada además por el constante aumento de residuos en los rellenos sanitarios, y se puede prolongar hasta veinte años después de que este tipo de disposición haya sido cerrado. Por lo tanto, se espera poder determinar que un vertedero cerrado o abandonado pueda ser considerado como un pasivo ambiental.

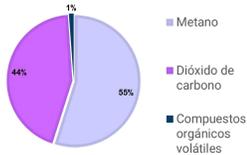


Figura 1: Composición de biogás generado en los sitios de disposición final de residuos.

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), son contaminantes ambientales ubicuos conformados por dos o más anillos aromáticos fusionados. Para capturar los PAHs presentes en la atmosfera se pueden desplegar captadores pasivos de aire (PAS), los cuales consisten en un material sorbente (disco de espuma de poliuretano (PUF)).

## Resultados y discusión

- Concentraciones elevadas de PAHs y tendencia inusual en zonas rurales:

La zona de Melipilla posee las concentraciones ambientales tanto para el fenantreno como el fluoranteno más altas, por otro lado, a medida que nos alejamos del ex vertedero las concentraciones de ambos compuestos va disminuyendo, obteniendo en la zona mas alejada del ex vertedero concentraciones solo para el fluoranteno. lo que indica la necesidad de investigar las fuentes de emisiones en estas áreas.

- Comparación Internacional:

Al comparar los resultados de este estudios con internacionales, se encontró que las concentraciones de PAHs en Chile superaron los valores de estos, a excepción de Turquía y la ciudad de Concepción, Chile.

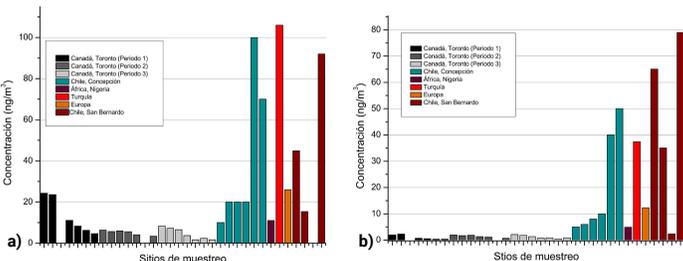


Figura 5: Valores de concentración de a) Fenantreno y b) Fluoranteno en ng/m³ de los estudios internacionales juntos con los de este estudio

- Importancia de la Gestión Ambiental:

Estos resultados subrayan la importancia de tomar medidas para mejorar la calidad del aire en las cercanías de los vertederos y la necesidad de una gestión adecuada y gobernanza ambiental en la gestión de pasivos ambientales como los vertederos.

- Desarrollo Territorial y Académico:

La integración de tecnologías avanzadas de monitoreo ambiental, como "PUF-PAS", no solo contribuiría a una gestión ambiental más efectiva, sino que también promovería el desarrollo territorial y académico del país. Esta inversión en investigación y desarrollo (I+D) podría tener beneficios económicos y educativos a largo plazo.

## Metodología

### Colección de muestra:

- Se evaluaron los niveles de concentración en el aire de dos hidrocarburos policíclicos aromáticos mediante captadores pasivos de deposición seca (PAS-DD) y discos PUF en San Bernardo y Melipilla, durante 96 días en el periodo de invierno.



Figura 2: Muestreador pasivo de aire PAS-DD

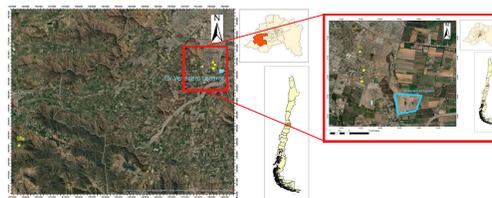
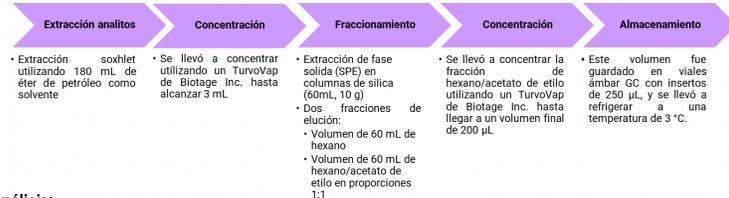


Figura 3: Sitios de muestreo localizados en las comunas de Melipilla y San Bernardo

### Procesamiento de muestras:



### Análisis:

- Para el análisis se utilizó un cromatógrafo de gases Shimadzu acoplado a un detector de ionización de llama (GC-FID) de modelo GC-2014AFsc.
- El flujo de columna fue de 1,1 mL/min, y el volumen de inyección fue de 1 µL de un total de 200 µL contenido en un vial ámbar GC.

### Control de calidad:

- Se realizaron 3 inyecciones consecutivas a partir de estándares de concentración de 3 ng/µL para obtener los límites de cuantificación y detección del instrumento los cuales fueron de 0.06 y 0.02 ng/m³ para el fenantreno y de 0.05 y 0.02 ng/m³ para el fluoranteno.
- Para evaluar la pérdida de compuestos de interés durante el procedimiento de extracción y fraccionamiento de muestras se realizó un análisis en triplicado PUF sin exposición y dopados con 40 µL de la solución base de estándares certificados. Se obtuvieron porcentajes de recuperación de 89% y 60% para el fenantreno y fluoranteno, respectivamente.

## Conclusion

- Se recomienda estudiar las zonas de Melipilla y San Bernardo, y las fuentes de contaminación alrededor los sitios de estudio, debido a los altos valores encontrados para los compuestos objetivos.
- Se destacó la falta de legislación específica para abordar los pasivos ambientales relacionados con la deposición de residuos. Se recomienda realizar más estudios en la región. La gestión y gobernanza de estos pasivos ambientales es un tema importante que requiere atención en el futuro.
- Se sugiere implementar el sistema de muestreo pasivo "PUF-PAS" cerca de vertederos y rellenos sanitarios para monitorear las emisiones de contaminantes. Esta iniciativa requiere colaboración entre el gobierno y el sector privado. La instalación de estos dispositivos debe ser coordinada con equipos de análisis y tiene un costo estimado de aproximadamente 6.4 unidades de fomento (UF) por muestra para generar datos.

## Referencias

- Alani, R., Zhao, S., Liu, X., Akinrinde, O., Agunbiade, F., Ayejuyi, O., & Zhang, G. (2021). Concentrations, profiles and exposure risks of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in passive air samples from Lagos, Nigeria. *Atmospheric Pollution Research*, 12(9), 101162
- Gobierno de Chile (2023). Informe Nacional Voluntario sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Chile (2023). Consejo Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ODS). Recuperado en: [https://www.chileagenda2030.gob.cl/recursos/1/documento/InfVol\\_Cons-03\\_Junio2023.pdf](https://www.chileagenda2030.gob.cl/recursos/1/documento/InfVol_Cons-03_Junio2023.pdf)
- Harner, T., Su, K., Genualdi, S., Karpowicz, J., Ahrens, L., Mihele, C., ... & Narayan, J. (2013). Calibration and application of PUF disk passive air samplers for tracking polycyclic aromatic compounds (PACs). *Atmospheric Environment*, 75, 123-128.
- Ravindra, K., Sokhi, R., & Van Grieken, R. (2008). Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: source attribution, emission factors and regulation. *Atmospheric environment*, 42(13), 2895-2921.
- Subsecretaría De Desarrollo Regional Y Administrativo (2019). Programa Nacional de residuos sólidos. Actualización de la situación por comuna y por región en materia de RSD y asimilables. Recuperado en: <https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/Catastro%20de%20sitios%20septiembre%202019.pdf>



# INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN LA CINÉTICA DE ADSORCIÓN DE METALES TRAZA EN SEDIMENTOS DEL HUMEDAL LAGUNA DE CÁHUIL

Felipe Polanco, Sylvia V. Copaja, Fallon Nacaratte

Laboratorio de Química Orgánica y Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.  
e-mail: scopaja@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Los Microplásticos (MPs) se han convertido en un contaminante emergente de gran preocupación. Estas partículas son el resultado de la degradación del plástico bajo condiciones ambientales, como la abrasión mecánica, los efectos de la actividad biológica y la radiación UV. Su presencia en los sistemas acuáticos representa un desafío significativo debido a la complejidad del problema que plantean. Estimar la propagación y el potencial daño que pueden causar en diferentes ecosistemas plantea un desafío que requiere una cuidadosa atención. La investigación sobre la adsorción de metales traza en MPs es crucial para comprender el impacto de estos y así desarrollar estrategias efectivas de mitigación. Este trabajo busca estudiar la influencia de MPs de PBAT/PLA en la adsorción de metales traza en sedimentos del Humedal Laguna de Cáhuil.

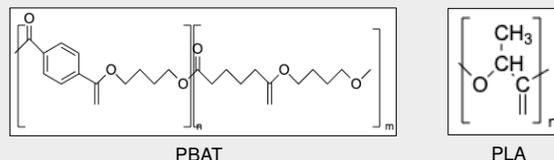
## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de sedimentos fueron recolectadas en Noviembre del 2020 en el Humedal Laguna de Cáhuil, ubicado en la comuna de Pichilemu, VI Región. Se seleccionaron dos sitios: aguas arribas (Sitio 1) y cerca a la desembocadura (Sitio 2) como se muestra en la Figura 1. Los sedimentos fueron analizados por métodos descritos [1].

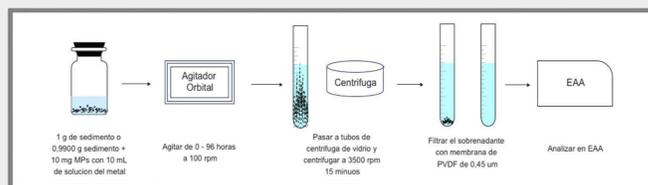


Figura 1. Puntos de Muestreo

Los MPs se prepararon a partir de bolsas fabricadas de PBAT/PLA, las cuales fueron sometidas a un proceso de fragmentación para luego ser tamizadas, obteniendo partículas de  $0,63 \mu\text{m}$ . Es importante recalcar que el PBAT/PLA es una mezcla de polímeros compostable con contenido biológico. Luego, estas partículas se oxidaron con una solución de peróxido de hidrógeno 30% y luz UV durante 72 horas.



Para el estudio, cinético se realizaron soluciones de metales traza de 100 mg/L en  $\text{KNO}_3$ . Se agregaron 10 mL de estas soluciones junto a 1 g de sedimento, o 0,9900 g + 10 mg de MPs, en un vial de vidrio ámbar de 40 mL. Los viales se dejaron agitando desde 0 a 96 horas para alcanzar el tiempo de equilibrio. Luego se filtraron y fueron analizadas en EAA.



Se adoptaron varias medidas para reducir la posible contaminación durante los análisis de laboratorio; Todos los materiales utilizados fueron de vidrio y lavados con agua Milli-Q filtrada  $0,22 \mu\text{m}$  antes de su uso. También, se usaron batas de algodón y guantes de látex.

## RESULTADOS

Tabla 1. Caracterización Sedimentos

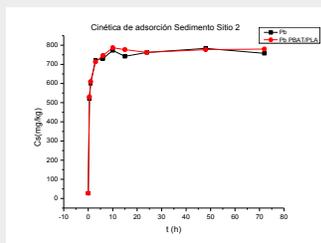
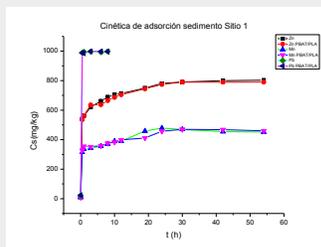
Parámetro	Sitio 1	Sitio 2
pH-H <sub>2</sub> O	6,12	3,67
pH-KCl	5,97	3,29
pH-CaCl <sub>2</sub>	6,11	3,41
Conductividad (mS)	8,84	3,57
Factor de Humedad	1,027	1,0075
COT	1,37%	0,54%
COFO	1,00%	0,39%

Tabla 2. Modelo Cinética Elovich

Sitio 1	a	b	R2	ARE
Zn	6,30E+06	0,0196	0,9999	0,0222
Zn PBAT	6,21E+05	0,0165	0,9995	0,0155
Mn	3,07E+06	0,0348	0,9923	0,0123
Mn PBAT	5,55E+06	0,0351	0,9932	0,0145
Pb	No Converge	No Converge	No Converge	No Converge
Pb PBAT	No Converge	No Converge	No Converge	No Converge

Sitio 2	a	b	R2	ARE
Pb	4,27E+13	0,0419	0,9510	0,0187
Pb PBAT	1,19E+08	0,0245	0,9942	0,0221



## CONCLUSIONES

Los valores de pH indican un ambiente ácido, lo que podría tener consecuencias significativas para la vida acuática, afectando la biodiversidad. En ambientes con pH bajos, aumentan la solubilidad de los metales aumentando su biodisponibilidad.

Elovich se ajusta bien a todas las cinéticas, con coeficientes de correlación ( $R$ )  $> 0,8$  y un error relativo promedio (ARE)  $< 0,1$ . No se observan cambios sustanciales entre los sedimentos con y sin MPs. Sin embargo, en general, los sedimentos sin MPs muestran mayor velocidad de adsorción inicial y una energía de activación superior en comparación a los con MPs.

Aunque los datos no revelan un impacto significativo de los MPs en la adsorción, es importante seguir investigando los diversos aspectos de la problemática de los MPs.

## REFERENCIAS

- Sadzawka, A., Carrasco, M. A., Grez, R., Mora, M. L., Flores, H. y Neaman, A., 2006<sup>a</sup>. Métodos de análisis recomendados para suelos de Chile. Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA), La Platina. 164p.
- Guo, X., & Wang, J. (2021). Projecting the sorption capacity of heavy metal ions onto microplastics in global aquatic environments using artificial neural networks. *Journal of Hazardous Materials*, 402, 123709. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123709>

## REFERENCIAS



# ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE ADSORCIÓN POR MICROPLÁSTICOS DE ÁCIDO POLILÁCTICO EN PARABENOS

FALLON NACARATTE, LUZ ESCOBAR, SYLVIA V. COPAJA

Laboratorio de Química Orgánica y Ambiental. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.  
fallon@uchile.cl

## INTRODUCCIÓN

El plástico, debido a su gestión inadecuada y vida útil limitada, se acumula en el ecosistema, donde se expone simultáneamente a la erosión física y química, generando su desgaste y la formación de microplásticos (MPs), los cuales tienen la capacidad de adsorber otras sustancias<sup>1</sup>. Como solución han surgido los plásticos biodegradables, producidos a base de materias primas naturales, entre los cuales destaca el ácido poliláctico (PLA) debido a que posee características similares al Polietileno tereftalato (PET) o Poliestireno (PS)<sup>2</sup>. Dentro de los contaminantes hallados en sistemas acuáticos se encuentran los Parabenos, ampliamente utilizados en cosméticos. Estos son considerados contaminantes emergentes que pueden alterar el equilibrio hormonal tanto en humanos como en otras especies<sup>3</sup>. Dos de los más utilizados son el metilparabeno (MePB) y el propilparabeno (PrPB), los cuales son estables a temperaturas ambientales.

El objetivo de este trabajo es estudiar la cinética de adsorción del ácido poliláctico (PLA), en agua proveniente del Estero El Gato, para así comprender las consecuencias que genera la presencia y distribución de microplásticos biodegradables en el medio ambiente en relación con los contaminantes emergentes; MePB y PrPB.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La muestra de agua fue recolectada en Octubre del 2022 en el Estero el Gato, ubicado en la comuna de Talagante, Región Metropolitana.

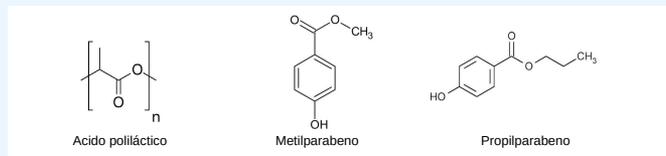


Figura 1. Estructura de PLA y estructuras de Parabenos.

Los MPs de PLA se prepararon a partir de vasos desechables de este material, los cuales fueron sometidos a un proceso de fragmentación para luego ser tamizadas, obteniendo partículas de 74  $\mu\text{m}$ . Luego, estas partículas se oxidaron con solución de peróxido de hidrógeno 30% y luz UV durante 72 horas.

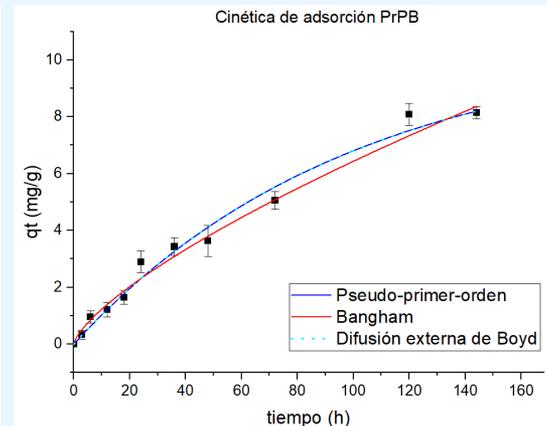
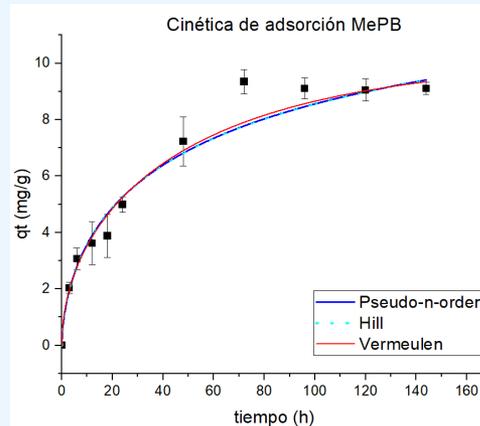
Para el estudio cinético, el procedimiento (Figura 2) se realizó por triplicado, utilizando soluciones control y blancos de agua natural. La concentración del analito restante se determinó por espectrofotometría UV-Visible, en un intervalo de longitud de onda desde 190 hasta 350 nm.



Figura 2. Procedimiento del estudio cinético.

## RESULTADOS

Caracterización Estero El Gato	
pH	8,08
ORP	172 mV
Oxígeno disuelto	5,8 mg O <sub>2</sub> /L
Conductividad	1,19 mS/cm
STD	703 mg/L
DBO	7,5 mg O <sub>2</sub> /L
[Ca +2]	25,3 mg/l
[Mg <sup>+2</sup> ]	29,39 mg/L
[Na + ]	6,00 mg/L
[K + ]	0,18 mg/L
[PO <sub>4</sub> -P]	18,2 mg/L
DQO	100,2 mg O <sub>2</sub> /L



La cinética de adsorción de MePB por MPs en agua proveniente del Estero El Gato es inicialmente lenta por interacción entre adsorbato, la formación de aglomerados y saturación de sitios reducen la velocidad, así con el paso del tiempo se tienen sitios activos que aumentan la afinidad entre adsorbato-sorbente, los modelos cinéticos que presentan los mejores ajustes a los resultados fueron: Pseudo-n-orden ( $n = 2,65$ ), Hill y Vermeulen.

La cinética de adsorción de PrPB por MPs en agua proveniente del Estero El Gato es inicialmente lenta por impedimentos estéricos, seguida por una difusión en los microporos del MPs. En la etapa final, la difusión externa limita el proceso. Los modelos cinéticos que presentan mejores ajustes a los resultados fueron: Pseudo-primer orden, Bangham y difusión externa de Boyd.

## CONCLUSIONES

Se aprecia una adsorción del MePB de 23%; mientras que, para el PrPB se aprecia una adsorción de 21%. Esta diferencia podría ser explicada por la mayor longitud de la cadena lateral presente en el PrPB.

El estudio muestra que el PLA presenta una vía de transporte de los contaminantes MePB y PrPB, por lo que se ratifica la importancia de estudiar estos procesos, que permiten estimar los impactos que pueden generar en el medio ambiente.

## REFERENCIAS

- Castellanos Pérez, S. (2013). Caracterización de las propiedades mecánicas del material compuesto fibras de guadua PLA. Universidad de Los Andes. <http://hdl.handle.net/1992/20294>.
- Granero, G. (2022). Adsorción de cobre sobre microplásticos presentes en sistemas marinos. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/188075>.
- Soler, A. (2016). Determinación de la toxicidad aguda de ingredientes utilizados en los productos de cuidado personal. Escola de Camins.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto Fondecyt de ANID 3190318.

Laboratorio de Química Orgánica y Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.



# Hidrocarburos aromáticos policíclicos en la atmósfera de la Antártica

María José Valdivia (maria.valdivia.g@ug.uchile.cl)<sup>1</sup>, Jennifer Saa<sup>1</sup>, Carlos A. Manzano<sup>1,2</sup>, Roberto Bastías<sup>3</sup>, Gastón Higuera<sup>4</sup>, Zoe Fleming<sup>5,6</sup>, María E. Alcamán-Arias<sup>5,6,7</sup>

<sup>1</sup> Department of Chemistry, Faculty of Science, Universidad de Chile, Santiago, Chile. <sup>2</sup> School of Public Health, San Diego State University, San Diego, CA, USA. <sup>3</sup> Institute of Biology, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile. <sup>4</sup> Laboratorio BVisa, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Santiago, Chile. <sup>5</sup> Centro de Investigación en Tecnologías para la Sociedad, C+, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile. <sup>6</sup> Center for Climate and Resilience Research (CR)2, Santiago, Chile. <sup>7</sup> Escuela de Medicina, Universidad Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador

## INTRODUCCIÓN

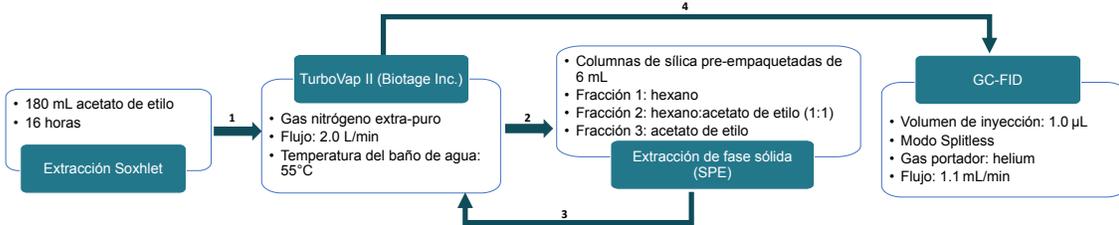
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)			Antártica	
Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)				Continente geográficamente aislado
Propiedades carcinogénicas		Se han identificado impactos de actividades humanas locales y globales		
Fuentes		Se han encontrado concentraciones de PAHs en varias matrices ambientales del continente antártico.		
Natural	Origen			
Antropogénica	Pirogénico			
	Petrogénico			

El **objetivo** de este estudio fue estimar la concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos específicos en muestras de aire recogidas a varias distancias de dos bases de investigación en la Antártica con diferentes actividades antropogénicas, y ver si disminuye al aumentar la distancia desde la presunta fuente de emisión.

## METODOLOGÍA

Sitios de Muestreo	Recolección de Muestras
2 bases de investigación en la Antártica:	Discos de espuma de poliuretano (PUF) en un captador pasivo de aire (Tisch, Inc.).
<b>Yelcho</b>	<b>Puntos de muestreo:</b>
• Estacional	<b>The main site (sitio principal)</b> (uno en cada base)
• Diésel y calefacción a pellet.	<b>Near-field sites (sitio cercano)</b> (a 2 km aproximadamente)
<b>Arturo Prat</b>	<b>Far-field sites (sitio lejano)</b> (a 5 km aproximadamente)
• Anual	<b>Tiempo de muestreo:</b>
• Diésel	• Un mes
• Incinerador de desechos	• Verano de 2022.

## Extracción de muestras y análisis



## RESULTADOS

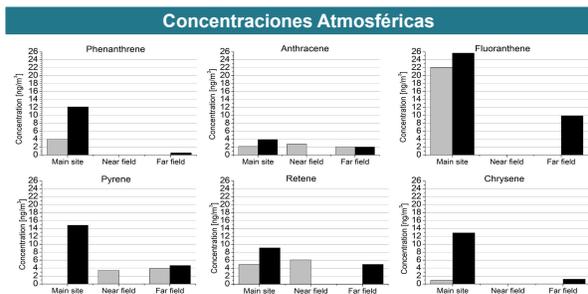


Figura 4. Concentraciones atmosféricas de PAHs en las bases Arturo Prat y Yelcho. La barra negra representa la base Arturo Prat, mientras que la barra gris representa la base Yelcho. En Prat no se tomaron muestras en "Near field".

Se observaron **concentraciones más altas de PAHs en los sitios principales** de ambas bases de investigación, con concentraciones que disminuían al aumentar la distancia desde la base. Las **concentraciones consistentemente más altas de PAHs en Arturo Prat**, especialmente para Pireno, Criseno y Fenantreno, probablemente se deben a la presencia de un incinerador de residuos. Las **mayores concentraciones de Antraceno, Reteno y Pireno** encontradas en los sitios cercano y lejano en Yelcho se debieron probablemente a contribuciones del transporte atmosférico a larga distancia.

## Relaciones de Diagnóstico Molecular

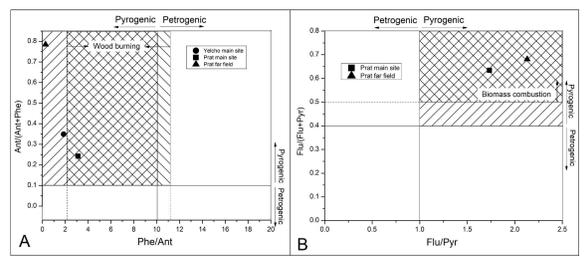


Figura 5. Relaciones de diagnóstico usadas para identificar las posibles fuentes de PAHs en la atmósfera antártica. A) [Phe/Ant vs Ant/(Ant+Phe)] and B) [Flu/Pyr vs Flu/(Flu+Pyr)].

Todas las relaciones obtenidas indican principalmente **fuentes pirogénicas**.

**Algunos marcadores específicos**

Criseno y Fluoranteno	Emisiones de motores diésel
Fluoranteno, Fenantreno y Pireno	Incineración
Reteno	Quema de biomasa

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que las bases de investigación antárticas son potenciales fuentes primarias de PAHs y destaca la importancia de controles de emisión más estrictos en el continente antártico.

Actualmente, se están realizando esfuerzos para determinar las concentraciones durante otro periodo estival y evaluar el comportamiento anual de estos contaminantes en los mismos sitios de muestreo.

## REFERENCIAS

Na, G., Gao, Y., Li, R., Gao, H., Hou, C., Ye, J., Jin, S., & Zhang, Z. (2020). Occurrence and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in atmosphere and soil from 2013 to 2019 in the Fildes Peninsula Antarctica. *Marine Pollution Bulletin*, 156, 11173. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111173>

Pozo, K., Harner, T., Wania, F., Muir, D., Jones, K., & Barrie, L. (2006). Toward a global network for persistent organic pollutants in air: Results from the GAPS study. *Environmental Science and Technology*, 40(16), 4867-4873. doi: <https://doi.org/10.1021/es060447t>

Shoeb, M., & Harner, T. (2002). Characterization and Comparison of Three Passive Air Samplers for Persistent Organic Pollutants. *Environmental Science and Technology*, 36(19), 4142-4151. doi: <https://doi.org/10.1021/es020635t>

Yunker, M., Macdonald, R., Vingarzan, R., Mitchell, R., Goyette, D., & Sylvestre, S. (2002). PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Organic Geochemistry*, 33(4), 489-515. [https://doi.org/10.1016/S0146-6380\(02\)0002-5](https://doi.org/10.1016/S0146-6380(02)0002-5)

# Variables epidemiológicas asociadas al vector *Mepraia spinolai*, en dos años con condiciones climáticas contrastantes: acercando ecología, medio ambiente y salud pública

Camila Cortés-Argandoña<sup>1</sup>, Esteban San Juan<sup>1</sup>, Nicol Quiroga<sup>1</sup>, Antonella Bacigalupo<sup>2</sup>, Raúl Araya-Donoso<sup>3</sup>, Carezza Botto-Mahan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile; <sup>2</sup>School of Biodiversity, One Health and Veterinary Medicine, University of Glasgow, UK; <sup>3</sup>School of Life Sciences, Arizona State University, Tempe, AZ, USA



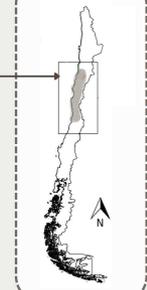
Objeto de estudio

## *Mepraia spinolai*

Vinchuca endémica de Chile Central. Es diurna y vector silvestre del parásito *Trypanosoma cruzi*.



Distribución



Región de Atacama a Región Metropolitana

Es un parásito protozoo presente en triatomíneos y es causante de la **Enfermedad de Chagas** en humanos.



## Un estudio con enfoque **interdisciplinario**

### Ecología de vectores biológicos



Relacionar las variables ecológicas de esta vinchuca con las condiciones ambientales, contribuye a identificar qué factores desempeñan un rol importante en la transmisión del parásito.

### Ciencias Ambientales



Estudiar las variables epidemiológicas en contexto de Cambio Climático, ofrece una perspectiva integral sobre cómo se ve afectada la dinámica del sistema vector-hospedero-parásito debido a variaciones ambientales.

### Salud Pública



La generación de conocimiento sobre la ecología de este vector, apoya a la creación y promoción de estrategias de prevención de la Enfermedad de Chagas.

## ¿En qué consistió el estudio?

Considerando el contexto climático actual, es imprescindible evaluar qué factores están involucrados en las dinámicas de las enfermedades transmitidas por vectores y cómo se ven afectadas por las condiciones ambientales.

### Objetivo



Comparar la **condición corporal, dieta e infección con *T. cruzi*** de seis colonias de *M. spinolai*, en dos años con diferentes condiciones ambientales.

### Metodología



Se realizó una **caracterización biótica y abiótica, captura de individuos en los veranos de ambos años y comparación de variables.**

### Resultados

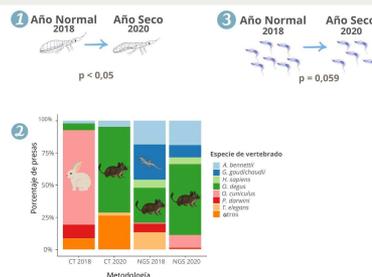


- IMC:** Mayor el año normal.
- Dieta y Oferta ambiental:** Cambió entre años.
- Infección:** Tendió a ser mayor el año normal

### Conclusión



Las condiciones de **sequía** afectaron la **condición corporal, la dieta y oferta ambiental** de la vinchuca, no así la infección con el parásito.



Es necesario continuar estudiando la dinámica de *M. spinolai* y *T. cruzi*, ya que, si bien la infección no se vio directamente afectada por las condiciones ambientales, sí cambiaron su IMC y las especies encontradas en la dieta, lo que podría incidir eventualmente en la transmisión del parásito.



# Estacionalidad y sus implicaciones en la modulación de la microbiota intestinal, estado oxidativo en el marsupial heterotermo *Thylamys elegans*

Contreras C. <sup>1,2,3,4</sup> & Sabat P. <sup>1,2</sup>

1. Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, 2. Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES), 3. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de las Américas, 4. Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Bernardo O'Higgins.

c.contreras.ramos@gmail.com

## Resumen

Los mamíferos de pequeño tamaño que habitan ambientes estacionales están expuestos a variaciones en factores bióticos y abióticos. Para mantener su homeostasis utilizan una serie de estrategias fisiológicas, conductuales y cambios morfológicos. En este trabajo se evaluaron las estrategias utilizadas por el marsupial *Thylamys elegans* para enfrentar la estacionalidad ambiental, analizando cambios en su nicho trófico, morfología, microbiota intestinal y los indicadores de estrés oxidativo antes y después del invierno. Para ello, se obtuvieron muestras sanguíneas con el fin de analizar los isótopos estables de carbono y nitrógeno (como un proxy del nicho trófico) y su estado oxidativo, junto muestras fecales para determinar la microbiota intestinal entre ambos períodos. Junto con ello se tomaron medidas morfológicas. Se encontró que los individuos capturados antes del invierno presentaron una mayor reserva de grasa (base de la cola) que los capturados después del invierno. Por otro lado, la masa corporal y la longitud corporal fue mayor en machos que en hembras independientemente de la temporada de captura. Al evaluar el nicho isotópico se observó que este fue de mayor amplitud posterior al invierno. Asimismo, previo al invierno los animales presentaron mayores valores de  $\delta^{13}C$ . Además, se observó un aumento en la peroxidación lipídica previa al invierno. Por último, se encontraron diferencias en la diversidad alfa y beta de la microbiota intestinal entre las estaciones de captura, pero no se encontraron diferencias en la abundancia relativa de las variantes de secuencia de amplificación (ASVs) a nivel de Filo. En resumen, *Thylamys elegans* utiliza estrategias similares a otros marsupiales para almacenar grasa antes del invierno. Además, los cambios en la dieta observados en este marsupial le permitirían prevenir el estrés oxidativo, y del mismo modo esta modificación a nivel trófico, modula cambios en la riqueza, la abundancia relativa y comunidad bacteriana

## Introducción

La variación en factores abióticos, en la disponibilidad y calidad de alimento a los que pueden acceder los organismos puede generar estrés nutricional lo que podría modificar su respuesta fisiológica, el estado oxidativo y la microbiota intestinal, generando costos a la hora de la mantención de la homeostasis térmica. En este sentido, los animales realizan una serie de ajustes que les permiten compensar los desafíos ambientales. *Thylamys elegans* es un marsupial que ha sido descrito como insectívoro, aún cuando puede incluir en su dieta frutos y semillas durante el verano. Y se ve enfrentado a cambios estacionales. Es por esto que en este estudio, evaluamos los mecanismos utilizados por *Thylamys elegans* para responder a los cambios estacionales en las condiciones climáticas y la disponibilidad de alimento.

## Métodos

Se capturó 26 individuos de *T. elegans* previo al invierno y 10 posterior a este. Al que se realizaron mediciones morfológicas. Además, se realizó extracción sanguínea para determinar indicadores de antioxidantes (TAC, GSH, GSSG), estrés oxidativo (TBARS) y radicales libres ( $H_2O_2$ ). Además, se realizó la determinación del nicho isotópico con isótopos de nitrógeno y carbono. Finalmente, se evaluó la diversidad alfa y beta de la microbiota intestinal entre estaciones. Los análisis estadísticos fueron realizados en Rstudio (Figura 1).

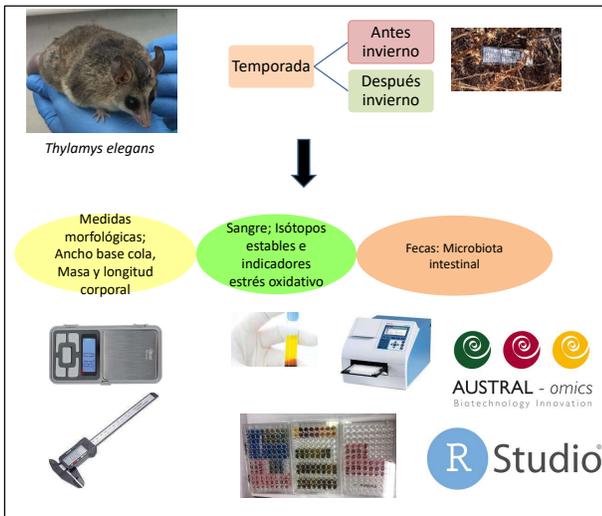


Figura 1. Esquema del diseño experimental y variables evaluadas en individuos de *T. elegans*.

## Resultados

El éxito de captura fue difirió entre ambas estaciones. En la época pre-invernal, se logró una mayor captura de machos (N=18) que de hembras (N=8). Posterior al invierno se capturaron 4 hembras y 6 machos. Las medidas morfológicas evidenciaron diferencias de la masa corporal entre machos y hembras (ANOVA  $F_{1,32}=11,38$   $p=0,002$ ), de manera similar se observó que el tamaño corporal de machos y hembras, varió en función del sexo (ANOVA  $F_{1,32}=13,5$   $p=0,0008$ ). Por otro lado, el ancho de la cola varió entre estaciones, independiente el sexo de los individuos (ANOVA  $F_{1,32}=24,87$   $p<0,05$ ) (Tabla1).

La composición isotópica ( $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{15}N$ ) de *T. elegans* fue analizada antes y después del invierno, revelando diferencias estadísticamente significativas (MANOVA  $F_{2,20}=6,46$ ,  $p=0,007$ ). En particular, se observaron diferencias significativas en la marca isotópica  $\delta^{13}C$  al analizarlas por separado (ANOVA  $F_{1,21}=12,26$ ,  $p=0,002$ ) (Figura 2).

Con respecto a los marcadores de estrés oxidativo, se observó sólo diferencias a nivel de la peroxidación lipídica previo y posterior al invierno, observándose un incremento de la concentración de TBARS previo al invierno en comparación a posterior al invierno ( $t_{1,13}=2,75$   $p=0,02$ ).

Finalmente, con respecto a la microbiota intestinal se obtuvieron 1.045.863 secuencias y se asignaron 1.897 ASVs. A nivel de la diversidad alfa, se observó mayor Riqueza de ASVs posterior al invierno, en comparación a previo al invierno ( $t_{1,12}=-5,84$ ,  $p<0,0001$ ) y en la diversidad beta, se observó diferencias en la composición bacteriana previo y post invierno, lo que se refleja en el dendrograma basado en las distancias Bray-curtis (Figura 3). Del mismo modo, se evidencia diferencias en la composición bacteriana entre estaciones en el análisis de PERMANOVA,  $R^2=0,37$ ;  $p<0,001$ .

Tabla 1. Resumen de variables morfológicas (promedio  $\pm$  desviación estándar) y ANOVA de dos vías de individuos de *Thylamys elegans* capturados previo y posterior al invierno, en Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, Chile. En negro acentuado se observan variables estadísticamente significativas.

	Previo invierno	Post invierno	Efecto	F	df	P
<b>Masa corporal</b>						
Macho	27,07 $\pm$ 4,38	28,10 $\pm$ 5,77	Temporada	0,08	1, 32	0,77
Hembra	22,86 $\pm$ 3,88	20,85 $\pm$ 2,52	Sexo	11,38	1, 32	<b>0,002</b>
			Interacción	0,80	1, 32	0,38
<b>Longitud cabeza cloaca</b>						
Macho	101,6 $\pm$ 5,65	102,7 $\pm$ 7,46	Temporada	0,5	1, 32	0,48
Hembra	93,9 $\pm$ 2,77	95,6 $\pm$ 2,61	Sexo	13,5	1, 32	<b>0,002</b>
			Interacción	0,1	1, 32	0,82
<b>Ancho cola</b>						
Macho	6,50 $\pm$ 1,41	4,32 $\pm$ 0,35	Temporada	24,87	1, 32	<b>0,00002</b>
Hembra	6,27 $\pm$ 0,88	4,15 $\pm$ 0,13	Sexo	0,22	1, 32	0,64
			Interacción	0,005	1, 32	0,94

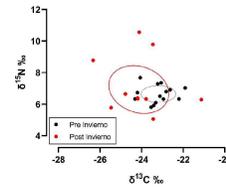


Figura 2. Elipses estándar (SEAC) obtenidas del análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno del tejido sanguíneo en *Thylamys elegans* capturados previo y posterior al invierno en Quebrada de la Plata, Región Metropolitana, Chile

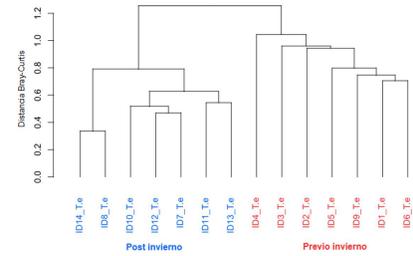


Figura 3. Diversidad Beta, árbol con distancias Bray Curtis obtenido de los ASVs de la microbiota intestinal de *Thylamys elegans*. En rojo se observan los individuos capturados previo a invierno y en azul se observan los organismos capturados posterior al invierno.

## Conclusiones

- *Thylamys elegans* presenta cambios a nivel morfológico y tróficos durante la época previa al invierno. Específicamente se observa un cambio en la alimentación, reflejado en un incremento en la marca del isótopo  $\delta^{13}C$ , lo que sugiere que aumenta el consumo de frutos y semillas en la época estival. Del mismo modo se observó un aumento de la masa corporal y ancho de la base de la cola, lo que indica que esta especie hace frente a la época de invierno con reservas energéticas a nivel corporal.

- También se encontró que *T. elegans* presenta un incremento en la peroxidación lipídica previo al invierno, que puede estar relacionada con el incremento de la acumulación de reservas lipídicas, que podrían estar siendo contrarrestadas con el consumo de frutos y semillas con capacidad antioxidante.

- Finalmente, se evidenció que estos cambios estacionales se reflejan a nivel de la microbiota intestinal. Observándose cambios a nivel de la composición de la comunidad bacteriana y Riqueza de ASVs asignados entre estaciones.

En resumen, este marsupial se comporta como omnívoro oportunista, aumentando el consumo de frutos y semillas previo al invierno que le otorgan una preparación de defensas antioxidantes y reservas energéticas para el invierno. Este cambio de alimentación y estacionalidad, se ve acompañado con cambios a nivel de la microbiota intestinal. Por lo que comprender las respuestas a nivel fisiológico en campo nos permite proyectar la capacidad de esta especie al enfrentar modificaciones naturales y de origen antrópico en su ambiente natural.



## Explorando contaminantes emergentes en el medio ambiente mediante tecnologías de microextracción sustentables

Daniel Arismendi\*, Alejandra Molina, Inmaculada Cerrato, Valentina Rojas, Natalia Torres, Juan José Triviño, Gustavo Bustamante, Giovanni Torres, Iván Vera, Nicolás Morales, Pablo Richter. Laboratorio de Química Ambiental, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. Email: daniel.arismendi@ciq.uchile.cl

### Introducción

**Contaminante emergente** se refiere a cualquier sustancia presente en el medio ambiente de **origen antropogénico o natural**, cuya presencia es permanente debido a la continua introducción desde fuentes no controladas, suponiendo un riesgo para el medio ambiente y la salud humana. La presencia de estos contaminantes es habitual ya que su compra, consumo y uso **no están regulados**. Por este motivo, los sistemas de tratamiento de aguas residuales no enfatizan en su eliminación. Una forma de afrontar esta contaminación es estudiando su presencia en matrices ambientales. Sin embargo, la principal limitación en su análisis son sus **bajos niveles de concentración** ( $\mu\text{g/L}$  y  $\text{ng/L}$ ), lo cual dificulta su identificación y cuantificación.

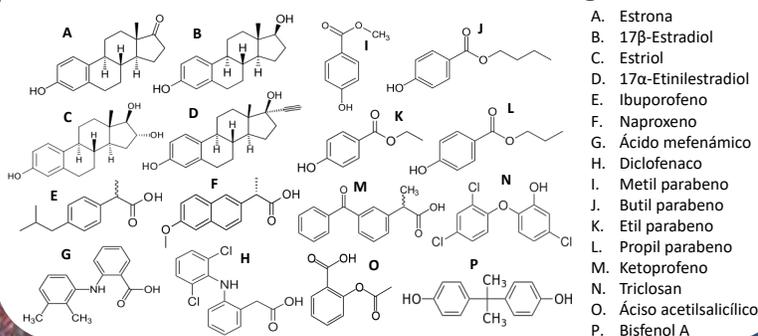
En el **Laboratorio de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas** nos hemos enfocado en el desarrollo de metodologías analíticas basadas en **tecnologías de microextracción** para el monitoreo de estos contaminantes, cuantificando muchos de ellos en **aguas residuales, ríos, pozos e incluso agua potable y embotellada**.

Para ello se ha utilizado la **extracción por sorción en disco rotatorio (RDSE)**, la cual consiste en un pequeño disco de teflón económico, eficiente y versátil que permite un alto grado de preconcentración de los compuestos [1]. Además, actualmente estamos abriendo nuevos horizontes usando la microextracción en película delgada (TF-ME), microextracción en fase sólida magnética ( $\mu$ -MSPE) y extracción en punta de pipeta (PT-SPE), dispersiva en matriz en fase sólida (MSPD), entre otras.

En los años recientes hemos volcado nuestra investigación en la **química analítica verde**, desarrollando metodologías más sustentables con el medio ambiente mediante el uso de materiales biodegradables como fases adsorbentes. Entre estos materiales naturales hemos usado **corcho, cáscara de maní, semilla de palta, cáscara de plátano y quitosano** (caparazones de moluscos) [2-4].

Nuestro siguiente desafío es profundizar en como estos compuestos afectan verdaderamente a los seres vivos mediante análisis **inter y transdisciplinarios** con expertos de otras áreas.

### Estructura de contaminantes emergentes



### Muestras reales



### Materiales alternativos como fases adsorbentes

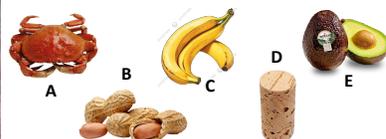


Figura 4. Cáscaras de: A) crustáceos, B) maní, C) plátano; D) corcho natural, y E) semilla de palta

### Resultados

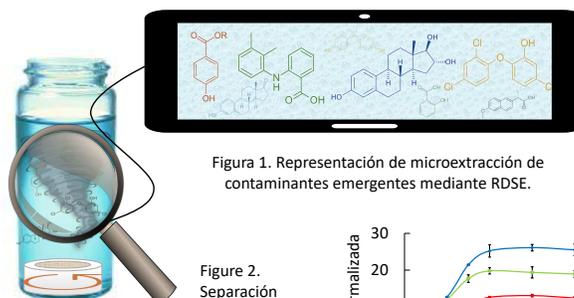


Figura 1. Representación de microextracción de contaminantes emergentes mediante RDSE.

Figure 2. Separación cromatográfica

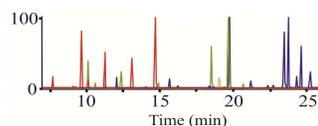


Figure 3. Perfiles de extracción de CEs

CEs	Potable	Pozo	Río	Efluente	Afluente
EP	< LOD	0.24 $\pm$ 0.05	0.38 $\pm$ 0.03	0.43 $\pm$ 0.03	0.62 $\pm$ 0.03
PP	< LOD	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
AsA	< LOD	0.15 $\pm$ 0.05	0.28 $\pm$ 0.04	3.1 $\pm$ 1.1	3.4 $\pm$ 0.9
Nap	< LOD	< LOQ	< LOQ	0.5 $\pm$ 0.2	4.16 $\pm$ 0.07
Ibu	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.13 $\pm$ 0.09
TCS	< LOD	< LOD	< LOD	0.7 $\pm$ 0.2	1.02 $\pm$ 0.04

Tabla 1. Concentraciones de contaminantes emergentes en  $\mu\text{g L}^{-1}$

### Conclusiones

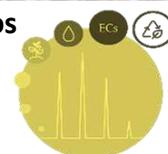
- Se han propuesto **métodos eficientes** para la mutideterminación de **contaminantes emergentes** en **muestras ambientales** mediante tecnologías de **microextracción**.
- Las fases adsorbentes de **origen natural** (sin tratar y en su forma carbonizada) han sido una **alternativa sustentable (ecoamigables)** a las fases comerciales.
- Las metodologías analíticas que se desarrollan actualmente en el Laboratorio de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas están enfocadas en cumplir con los principios de la **Química Analítica Verde**.
- Los niveles de contaminantes emergentes encontrados en muestras ambientales lleva a considerar los **riesgos potenciales del consumo** de estas aguas, sabiendo que algunos de ellos han sido categorizados como **compuestos disruptores endocrinos**.
- Trabajos **inter y transdisciplinarios** serían un aporte sustancial en el **entendimiento del efecto e influencia en la población de estos compuestos** que se encuentran omnipresentes en el medio ambiente.

### Referencias

- [1] P. Richter, et al. TrAC Trends Anal. Chem. 137 (2021) 116209.
- [2] V. Manzo, et al. Anal. Chim. Acta 1087 (2019) 1-10.
- [3] N. Torres-Lara, et al. Green Anal. Chem. 6 (2023) 100073.
- [4] D. Arismendi, et al. Anal. Chim. Acta 1252 (2023), 341053.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a ANID (Proyectos 3210084 y 1220225) y a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile por apoyar esta investigación.



Laboratorio de  
Química Ambiental  
Universidad de Chile

# DETERMINACIÓN DE PLOMO EN PLUMAS DE *COLUMBIA LIVIA* PROVENIENTES DE ZONAS TÉRMICAMENTE HETEROGÉNEAS DE LA CIUDAD DE SANTIAGO.

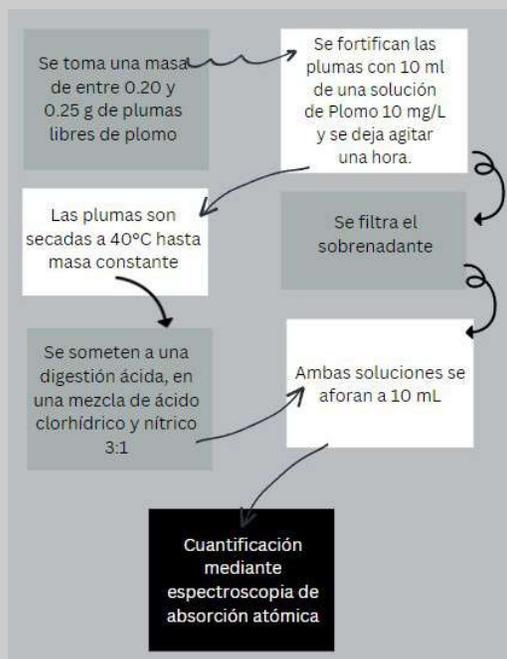
RENATA NOVOA, FALLON NACARATTE, ISAAC PEÑA-VILLALOBOS, SYLVIA V. COPAJA  
Laboratorio de Química Orgánica y Ambiental. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

## INTRODUCCIÓN

Las actividades antropogénicas como la agricultura, minería, urbanización y diversos procesos industriales, pueden liberar elementos traza metálicos al medio ambiente, esto por su tendencia a bioacumularse en tejidos de peces, aves, entre otros. Uno de estos es el Plomo (Pb), conocido por ser nocivo en bajas cantidades, cuya exposición es altamente relacionada al daño cognitivo, especialmente cuando se produce a edad temprana (1). El impacto antrópico a lo largo de los años ha provocado un fenómeno llamado heterogeneidad térmica, el cual ha demostrado tener un efecto en la tasa de excreción de plomo (2). Las palomas ferales (*Columbia livia*), al habitar en zonas urbanas, están expuestas a los diversos contaminantes presentes en la ciudad y debido a la capacidad de la melanina para unirse a metales estos se pueden acumular en sus plumas (3), por lo que pueden llegar a resultar eficaz indicador de lo que se expone el ser humano en áreas específicas. A partir de ello, se presenta la validación de un método analítico para la determinación de Plomo por espectrofotometría de absorción atómica (EAA) y su aplicación en la determinación de este metal en plumas de abdomen de palomas ferales, capturadas en tres zonas específicas de la ciudad de Santiago.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Validación del método analítico



### Muestreo



### Preparación de muestras



## RESULTADOS

### Validación del método analítico:

Tabla 1: Resumen de resultados de validación del método.

Figuras de mérito	
Limite de detección	0,14
Limite de Cuantificación	0,76
Rango lineal	0,1-1,2 mg/l
% R promedio	99,33
Precisión	
Concentración	%CV
0,2	6,09
0,4	4,90
0,8	4,59

Curva de calibración		
Pendiente	Intercepto	R <sup>2</sup>
0,0245	0,0009	0,9834

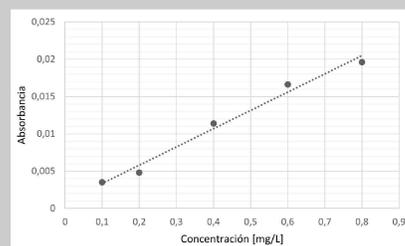


Figura 1: Curva de calibración para plomo.

### Resultados preliminares de análisis en muestras reales:



Figura 2: Zonas de muestreo seleccionadas.

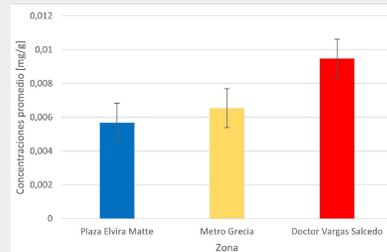


Figura 3: Diferencias de concentración promedio para plomo en plumas de paloma según zona de muestreo.

## CONCLUSIONES

- Los resultados de la validación del método, indican que este es apropiado para trabajar el analito en las concentraciones presentes y para ser utilizado en la matriz de estudio.
- Los resultados preliminares indican un posible efecto de la temperatura en las concentraciones de plomo presentes en las plumas, lo que podría ser un indicio de que a mayor temperatura, mayor será la disponibilidad de este metal en el ambiente.
- Las variaciones de concentración también pueden ser asociadas a las distintas actividades realizadas en las áreas cercanas a la zona de muestreo, por lo que es necesario conocer los antecedentes del lugar.
- Las plumas de paloma pueden resultar como un eficaz indicador si es que se complementa con los sistemas de monitoreo ambiental

## REFERENCIAS

1. Santa Maria, M. P., Hill, B. D., & Kline, J. (2018). Lead (Pb) neurotoxicology and cognition. *Applied Neuropsychology: Child*, 1-22.
2. Smith, J. D., Johnson, K. L., & Brown, M. A. (1960). Effect of Environmental Temperature and Humidity on Lead Poisoning in Animals. *Archives of Environmental Health*, 1(6), 641-646. Furness
3. Chatelein, M., Gasparini, J., Jacquin, L., & Frantz, A. (2014). The adaptive function of melanin-based plumage coloration to trace metals. *Biology Letters*, 10(3), 20140164-20140164.





# EXTRACCIÓN SECUENCIAL DE ELEMENTOS TRAZA METALICOS DESDE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

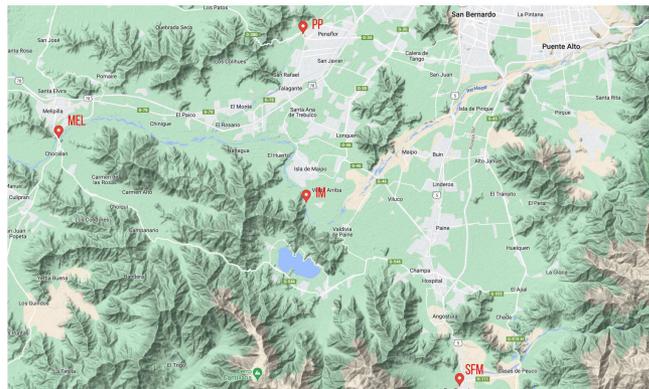
S. ORTIZ, S. V. COPAJA, F. NACARATTE

Laboratorio de Química Orgánica y Ambiental. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. svcopaja@gmail.com

## INTRODUCCION

Los elementos trazas metálicos o metales pesados se han ido acumulando en nuestro ambiente por diversas actividades antropogénicas, y estos quedan expuestos a las personas, afectando la salud por su toxicidad, los cuales puede tener diversos impactos en el cuerpo humano, como ejemplo están las consecuencias que abarcan desde trastornos mentales derivados de la afectación de la función nerviosa central, hasta daños en órganos vitales como pulmones, hígado y riñones. La acumulación a largo plazo de elementos tarza puede desencadenar procesos degenerativos que imitan enfermedades como la enfermedad de parkinson y la enfermedad de alzheimer. Un reservorio de estos metales son los sedimentos fluviales, que en sus diversas fracciones puede acumular estos metales traza y liberarlos por cambios en sus condiciones. <sup>1</sup>

Bio disponibilidad → Toxicidad → Trama trófica



En Chile, la Región metropolitana se abastece principalmente de una cuenca hidrográfica, que es la cuenca del Rio Maipo, que inicia en la cordillera y termina desembocando en el Océano Pacífico. De esta cuenca se alimenta aproximadamente un 70% del agua potable y cerca de un 90% para los regadíos de la región.

## RESULTADOS

### "Concentraciones de metales en cada fracción del sedimento"

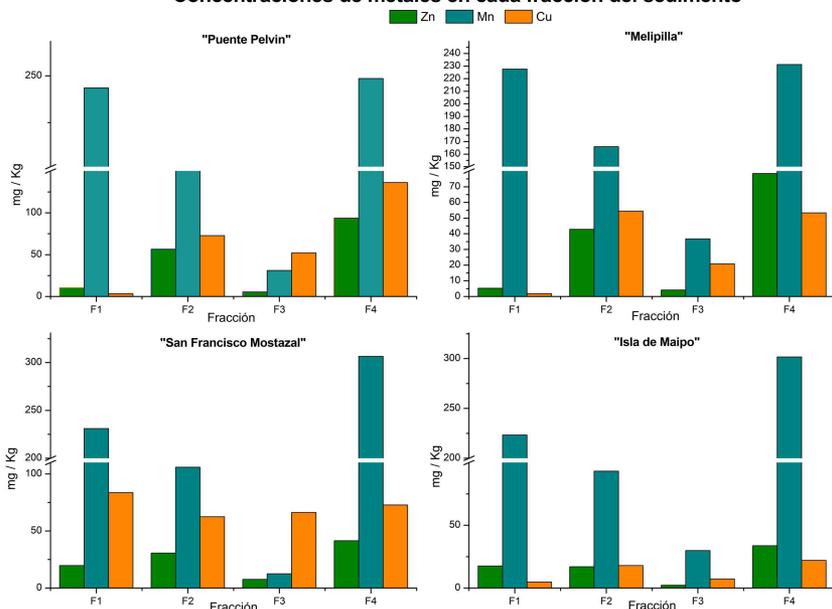


Figura 1. Concentración de los metales en las distintas fracciones.

### Recuperación de los Metales en la extracción

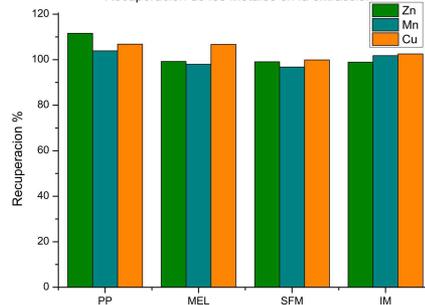
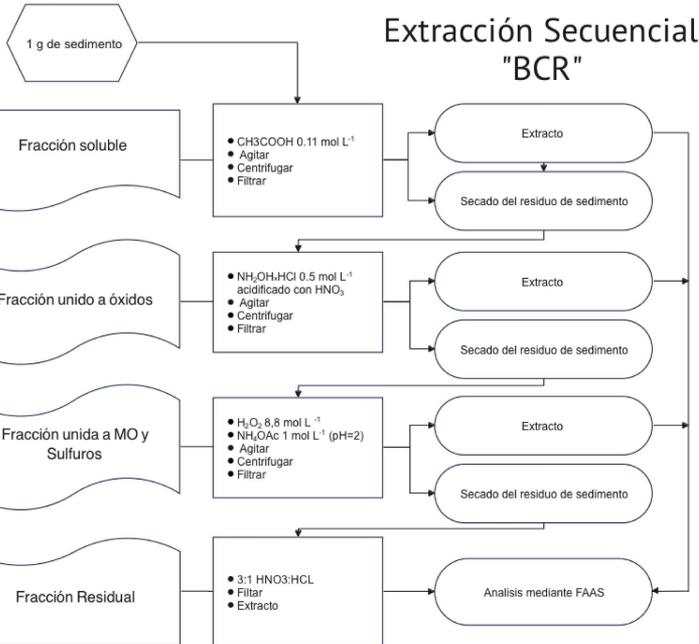


Figura 2. Recuperación de los metales en los distintos sedimentos.

\*Los metales Cd, Cr, Ni y Pb dieron bajo el LD

## METODOS

Los sedimentos PP, MEL, SFM y IM fueron caracterizados de acuerdo a métodos descritos en Sadzawka R.1990



### Código de riesgo ambiental (RAC) <sup>2</sup>

$$RAC \% = \frac{100 \cdot [F1]}{[FT]}$$

Donde F1 es la fracción lábil del sedimento; FT es la fracción total

\*Los metales Cd, Cr, Ni y Pb dieron bajo el límite de detección

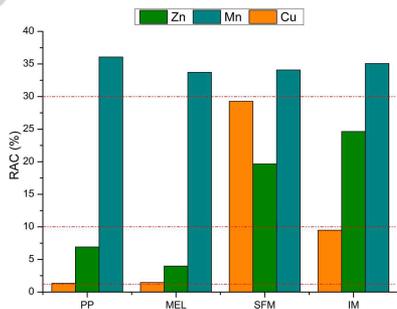


Figura 3. RAC de cada sitio con los metales respectivos

## CONCLUSIONES

- Los metales analizados fueron encontrados en todas las fracciones del sedimento, siendo Mn el metal más abundante en la fracción lábil y total.
- De acuerdo a los valores RAC, Mn es el metal de mayor riesgo ambiental.
- Tanto SFM como IM son sitios que poseen mayor riesgo ambiental respecto a los tres metales pesados encontrados.

### Referencias

1. Azeh Engwa, G., Udoka Ferdinand, P., Nweke Nwato, F., & N. Unachukwu, M. (2019). Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans. In Poisoning in the Modern World - New Tricks for an Old Dog? IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82511>.
2. Sakan, S., Frančišković-Bilinski, S., Dordević, D., Popović, A., Škrivanj, S., & Bilinski, H. (2020). Geochemical fractionation and risk assessment of potentially toxic elements in sediments from Kupa River, Croatia. Water (Switzerland), 12(7). <https://doi.org/10.3390/w12072024>.
3. Sadzawka R., A. (1990). Métodos de análisis de suelos. Santiago, Chile: Serie La Platina. No. 16.

### Agradecimientos.

Los autores agradecen al Centro de Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

# CREACIÓN DE INFOGRAFÍAS EDUCATIVAS SOBRE VINCHUCAS: UNA ESTRATEGIA PARA LA DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE INTERÉS EN SALUD PÚBLICA

Natalia Ugaz Bravo, Nicol Quiroga, Esteban San Juan, Carezza Botto-Mahan  
Laboratorio de Ecología de Interacciones, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile



## EDUCACIÓN

Las infografías brindan información accesible sobre las especies de vinchucas en Chile y la enfermedad de Chagas, fomentando el aprendizaje en la comunidad.



## SALUD PÚBLICA

Este proyecto contribuye a la prevención de la enfermedad de Chagas al promover estrategias para evitar el contacto con los insectos vectores, fortaleciendo las prácticas de salud pública.



## ECOLOGÍA DE VECTORES BIOLÓGICOS

Ofrece una visión general de la ecología de las cuatro vinchucas en Chile, explorando sus hábitats específicos, distribución geográfica y ciclo de vida.

## ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO

### VINCHUCA DOMÉSTICA Y SILVESTRE

*Triatoma infestans*

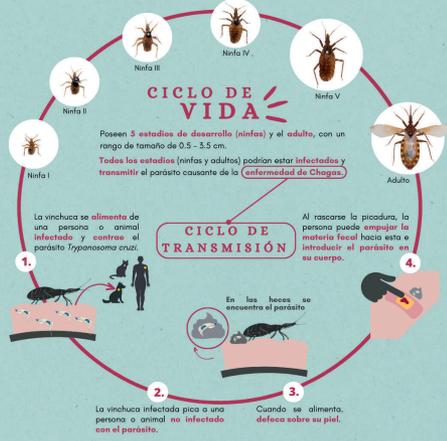
Insecto hematofago, ya que se alimenta de sangre de mamíferos (incluido el humano).  
Insecto que transmite *Trypanosoma cruzi*, parásito causante de la enfermedad de Chagas.



Tradicionalmente se le ha asociado a ambientes domiciliarios y peridomiciliarios, pero en los últimos años se ha reportado en ambientes silvestres.  
Están activas durante la noche.



SI ENCUENTRA ESTA VINCHUCA EN SU DOMICILIO, ASEGÚRESE DE GUARDAR EL EJEMPLAR Y HACER LA DENUNCIA EN UN CENTRO DE SALUD O EN LA SEREMI DE SALUD



### RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Mantener la limpieza y el orden en la casa y alrededores. Evitar la acumulación de objetos.
- Instalar mosquiteros en las ventanas y puertas.
- Tapar las grietas y los agujeros de las paredes y techos. Sellar los orificios que puedan servir de refugio para el insecto.
- Identificar los lugares donde podrían encontrarse:
  - Ornatas de paredes y techos de las viviendas
  - Gallineros y corrales
  - Pircas
  - Chaguales

### DISTRIBUCIÓN EN CHILE



### ESPECIES CON LAS QUE SE PODRÍA CONFUNDIR



Las infografías fueron adaptadas a formatos apropiados para su divulgación en redes sociales, como Instagram

## ¿CÓMO FUERON REALIZADAS LAS INFOGRAFÍAS?

### VINCHUCA SILVESTRE

*Mepraia gajardoi*

Insecto que transmite *Trypanosoma cruzi*, parásito causante de la enfermedad de Chagas.

**CICLO DE VIDA**  
Poseen 5 etapas de desarrollo (ninfas) y el adulto, con un rango de tamaño de 0.5 - 3.5 cm. Todos los estadios (ninfas y adultos) podrían estar infectados y transmitir el parásito causante de la enfermedad de Chagas.

**CICLO DE TRANSMISIÓN**  
La vinchuca se alimenta de un animal o persona infectada y transmite el parásito *Trypanosoma cruzi*.  
Al rasarse la picadura, la persona puede empapar la materia fecal hacia esta e introducir el parásito en su cuerpo.  
En las heces se encuentra el parásito.  
Cuando se alimenta, defeca sobre su piel.  
La vinchuca infectada pica a una persona o animal no infectado con el parásito.

**RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN**

**ESPECIES CON LAS QUE SE PODRÍA CONFUNDIR**

**DISTRIBUCIÓN**

**ESPECIES CON LAS QUE SE SUELE CONFUNDIR**

**NO SON HEMATÓFAGAS**

### VINCHUCA SILVESTRE

*Mepraia parapatrica*

Insecto que transmite *Trypanosoma cruzi*, parásito causante de la enfermedad de Chagas.

**CICLO DE VIDA**  
Poseen 5 etapas de desarrollo (ninfas) y el adulto, con un rango de tamaño de 0.5 - 3.5 cm. Todos los estadios (ninfas y adultos) podrían estar infectados y transmitir el parásito causante de la enfermedad de Chagas.

**CICLO DE TRANSMISIÓN**  
La vinchuca se alimenta de un animal o persona infectada y transmite el parásito *Trypanosoma cruzi*.  
Al rasarse la picadura, la persona puede empapar la materia fecal hacia esta e introducir el parásito en su cuerpo.  
En las heces se encuentra el parásito.  
Cuando se alimenta, defeca sobre su piel. En las heces se encuentra el parásito.

**RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN**

**ESPECIES CON LAS QUE SE SUELE CONFUNDIR**

**DISTRIBUCIÓN**

**ESPECIES CON LAS QUE SE SUELE CONFUNDIR**

**NO SON HEMATÓFAGAS**

### VINCHUCA SILVESTRE

*Mepraia spinolai*

Insecto que transmite *Trypanosoma cruzi*, parásito causante de la enfermedad de Chagas.

**CICLO DE VIDA**  
Poseen 5 etapas de desarrollo (ninfas) y el adulto, con un rango de tamaño de 0.5 - 3.5 cm. Todos los estadios (ninfas y adultos) podrían estar infectados y transmitir el parásito causante de la enfermedad de Chagas.

**CICLO DE TRANSMISIÓN**  
La vinchuca se alimenta de un animal o persona infectada y transmite el parásito *Trypanosoma cruzi*.  
Al rasarse la picadura, la persona puede empapar la materia fecal hacia esta e introducir el parásito en su cuerpo.  
En las heces se encuentra el parásito.  
Cuando se alimenta, defeca sobre su piel. En las heces se encuentra el parásito.

**RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN**

**ESPECIES CON LAS QUE SE SUELE CONFUNDIR**

**DISTRIBUCIÓN**

**ESPECIES CON LAS QUE SE SUELE CONFUNDIR**

**NO SON HEMATÓFAGAS**

- Se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre las cuatro especies de vinchucas: *Triatoma infestans*, *Mepraia gajardoi*, *Mepraia parapatrica* y *Mepraia spinolai*.
- Se seleccionó la información más relevante y se tradujo a un lenguaje accesible para el público en general.
- Este conocimiento se combinó con técnicas de diseño para generar material gráfico visualmente atractivo y que despertara el interés en la audiencia.

# Desarrollo de materiales híbridos biobasados a partir de la valorización de subproductos agrícolas y forestales

**Consuelo Fritz<sup>1\*</sup>, Rosemarie Garay<sup>1</sup>, Joseph Govan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Desarrollo en Productos Forestales, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas

\*cfritz@uchile.cl

## PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Si bien el siglo XX se caracterizó por un gran desarrollo de conocimiento y tecnología y, en general, un crecimiento económico, ha quedado en evidencia el impacto social y ambiental debido al uso de recursos fósiles.

Se estima que la cantidad de residuos sólidos a nivel mundial asciende alrededor de 11.200 millones de ton/año<sup>[1]</sup>.

En Chile, un 93% de los rastrojos se queman, mientras que en el procesamiento de alimentos se generan 160 mil ton/temporada de residuos agroindustriales sólo en la región del Maule<sup>[2]</sup>, los cuales son ricos en biopolímeros como celulosa y lignina y también otros compuestos bioactivos.

Así, surge como una alternativa la generación de materiales híbridos biobasados o biomateriales desarrollados a partir de subproductos agrícolas y forestales provenientes de distintos procesos de industrialización.

Los agricultores necesitan deshacerse del rastrojo para nuevamente sembrar sus campos, al menor costo posible.

En promedio se generan 8 toneladas de residuos por cada hectárea (rastrojo).

La quema de residuos genera las siguientes consecuencias:

- Emisión de toneladas de carbono a la atmósfera.
- Pérdida de nutrientes y materia orgánica en el suelo.
- Alto riesgo de propagación del fuego, generando focos de incendios forestales (nativo o plantaciones).



## SOLUCIÓN PROPUESTA

Valorizar residuos agroindustriales para el desarrollo de materiales híbridos que permitan crear una nueva plataforma tecnológica de adhesivos para productos de ingeniería en madera.

Materias primas: Alperujo, borra de cebada, orujo de vino, pomasa de manzana, tomasa, zapallo, cascarilla de arroz, rastrojos de trigo y avena, cascara de avellano europeo, pelusas de semillas de álamo.

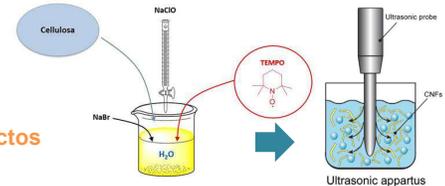


### 1. Caracterización de cada uno de los subproductos

### 2. Síntesis de CNC



### 3. Síntesis de CNF



### 4. Desarrollo de bloques de micelio

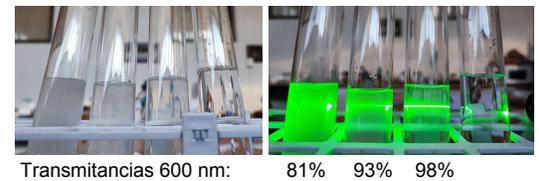


## RESULTADOS Y CONCLUSIONES PRELIMINARES

### Síntesis de nanopartículas de celulosa (CNP)



### Hidrofobización



### Desarrollo de bloques



- ✓ Los bloques se desarrollaron con hongos basidiomicetos.
- ✓ Las densidades fluctuaron entre 0,127-0,142 g/cm<sup>3</sup>
- ✓ La capacidad máxima de absorción de agua fue de 400%

✓ Se ha determinado la composición química de cada uno de los subproductos, el contenido de celulosa varía 12-35%.

✓ Se lograron sintetizar nanocristales de celulosa (CNC) y éstos fueron modificados a través de la incorporación de un grupo silanol para aumentar su hidrofobicidad.

✓ Hasta ahora se ha logrado sintetizar nanofibras de celulosa (CNF) desde cascarilla de arroz, pomasa de manzana y pelusas de semillas de álamo.

## REFERENCIAS

- [1] Datos y cifras ONU.org  
[2] CEAP, 2019

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto FONDECYT Iniciación n°11231171, ANID  
CIAS Chile  
Tesis de pregrado: Nicolás P., Bastián M., Salvador N., Guillermo E.  
Centro de Biotecnología de los Recursos Naturales, UCM

# Bioeficacia de extractos de origen vegetal para el manejo sostenible de plagas de insectos forestales

Amanda Huerta F.<sup>1</sup> e Ítalo Chiffelle G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Entomología Forestal, Depto. Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Fac. Cs. Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. <sup>2</sup>Laboratorio de Química, Depto. Agroindustria y Enología, Fac. Cs. Agronómicas, U. de Chile.

ahuerta@uchile.cl

## INTRODUCCIÓN

La crisis climática y ecológica con una disminución sostenida de la biodiversidad, sequía, desertificación, pérdida de base genética, degradación de suelos, ocurrencia de incendios forestales, aparición de plagas y enfermedades, contaminación del suelo-aire-agua por aplicación inapropiada de productos químicos y de ciertas actividades industriales, ha traído el desmedro de la salud y calidad de vida. Por tanto, la conservación de la flora, fauna y sus hábitats resulta una necesidad acuciante pues la humanidad obtiene de aquí los bienes y servicios que la sostienen. En este sentido, esta propuesta se orienta a dar una respuesta amigable con el ambiente y compatible con otras, a través de una solución técnica, al problema que causan ciertas poblaciones de insectos, fitófagos y xilófagos, cuando se elevan como consecuencia de los factores señalados precedentemente que convierte en vulnerables a los árboles, articulándose en dos disciplinas: entomología forestal y bioquímica. El uso de bioinsecticidas de origen vegetal (metabolitos secundarios) en base a especies arbóreas se presenta como una alternativa promisoriosa dada sus propiedades como biodegradabilidad, baja resistencia por parte de los insectos, y bajo impacto ambiental. Así, se ha avanzado en pruebas de bioeficacia de componentes (hojas y frutos en distintos estados de madurez) de especies arbóreas exóticas con propiedades biocidas (Árbol del paraíso, *Melia azedarach*), y nativas (**Boldo**, *Peumus boldus*; **Molle**, *Schinus molle*) sobre especies de insectos-plaga exóticos de impacto mundial (defoliadora, *Xanthogaleruca luteola* en Olmo [Coleoptera]; defoliador, *Gonipterus platensis* [Coleoptera] en Eucalipto; y taladradora de la madera, *Reticulitermis flavipes* [Isoptera]), termita subterránea (Fig. 1).

### A. *Xanthogaleruca luteola*



### B. *Gonipterus platensis*



### C. *Reticulitermis flavipes*



Figura 1. Individuos de especies de insectos plagas forestales.

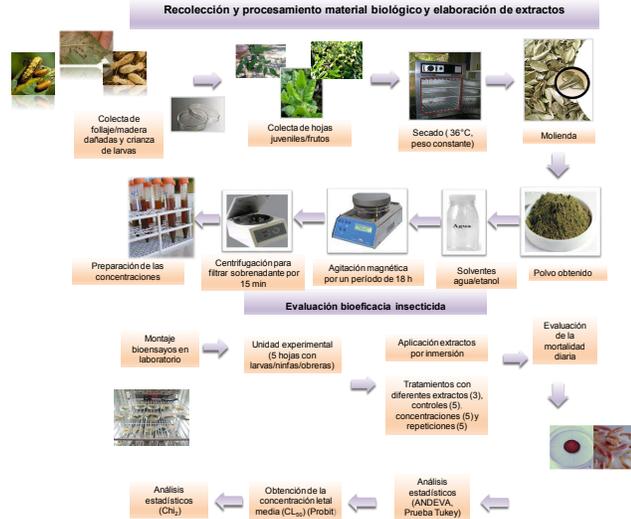
## MATERIAL Y MÉTODOS

Se montaron bioensayos de laboratorio, mediante diseño de experimentos estandarizados con pruebas estadísticas, y posterior análisis Probit, calculando la dosis letal media para comparar los extractos en varias concentraciones y solventes.

## CONCLUSIONES Y DESAFÍOS

Los extractos probados son efectivos contra insectos plagas como *X. luteola*, *G. platensis*, y *R. flavipes*. Como desafíos se plantea: a) identificar los compuestos bioactivos que participan en la interacción entre la gama de extractos estudiados (hasta ahora se han hechos análisis proximales) y los insectos objeto de estudio; y b) Comprobar su bioeficacia en condiciones de campo. Por último, se pretende contribuir con el manejo integrado de estos insectos dañinos con miras a plantaciones más resilientes en un entorno sano y ecológicamente equilibrado, robusteciendo la protección de la naturaleza y el medioambiente, tributando con un compromiso ambiental.

## MATERIAL Y MÉTODOS



## RESULTADOS

Solventes	Tiempo (d)	Pendiente ± DE	<i>Xanthogaleruca luteola</i>		χ²	Mejor desempeño extractos etanólicos.	Solventes	Tiempo (d)	Pendiente ± DE	<i>Xanthogaleruca luteola</i>		χ²
			CL <sub>50</sub> (% p/v)	CL <sub>50</sub> (% p/v)						CL <sub>50</sub> (% p/v)	CL <sub>50</sub> (% p/v)	
Etanol	7	19 ± 4	1,96	7,71	Adultos más susceptibles que larvas.	Mejor desempeño extractos etanólicos.	Etanol	3	35 ± 8	0,9	2,07	
	8	21 ± 3	1,49	7,42				8	9 ± 0	0,1	1,38	
	9	16 ± 2	0,83	6,39				5	33 ± 7	6,6	2,79	
Agua	7	20 ± 2	2,61	8,65	Mejor desempeño extractos etanólicos.	Mejor desempeño extractos etanólicos.	Agua	8	32 ± 9	3,1	1,38	
	8	18 ± 2	1,87	6,19				9	15 ± 1	1,27	5,23	
	9	15 ± 1	1,27	5,23								

Chiffelle, I., Huerta, A., Bobadilla, V., Macuadua, G., Araya, J.E., Curkovic T., Ceballos R. 2019. Chilean Journal of Agricultural Research 79 (04): 609-615.

Estado madurez	Solventes	Tiempo (d)	Pendiente ± DE	<i>Xanthogaleruca luteola</i>		χ²	Solventes	Tiempo (d)	Pendiente ± DE	<i>Xanthogaleruca luteola</i>		χ²
				CL <sub>50</sub> (% p/v)	CL <sub>50</sub> (% p/v)					CL <sub>50</sub> (% p/v)	CL <sub>50</sub> (% p/v)	
Jóvenes	Etanol	5	16 ± 1	2,78	7,54	Mejor desempeño extractos etanólicos.	Etanol	2	55 ± 3	1,88	2,39	
		6	13 ± 3	2,07	5,13			8	16 ± 2	1,19	0,14	
		7	16 ± 1	1,28	5,92							
Maduras	Agua	6	13 ± 1	6,70	5,89	Mejor desempeño extractos etanólicos.	Agua	4	40 ± 2	8,52	3,33	
		7	16 ± 0	2,56	6,95			8	28 ± 6	4,06	0,65	
		8	13 ± 1	6,47	6,11							
	Etanol	6	13 ± 1	6,47	6,11		Mejor desempeño extractos etanólicos.	Etanol	6	16 ± 2	2,51	6,85
		8	16 ± 1	2,16	6,17				7	11 ± 1	13,62	5,19
		7	11 ± 1	13,62	5,19							
8	10 ± 1	8,53	4,13									

Chiffelle, I., Huerta, A., Celis, M.; Araya, J. 2013. Industrial Crops and Products 43:523-528.

Mejor desempeño extractos etanólicos de hojas jóvenes.

Adultos más susceptibles que larvas.

Estados madurez	Solventes	Tiempo (d)	Pendiente ± DE	<i>Gonipterus platensis</i> (larvas)		χ²	Pruebas de exposición	Solventes	Tiempo (d)	Pendiente ± DE	<i>Reticulitermis flavipes</i> (obreros)		χ²
				CL <sub>50</sub> (% p/v)	CL <sub>50</sub> (% p/v)						CL <sub>50</sub> (% p/v)	CL <sub>50</sub> (% p/v)	
Nuevas	Etanol	4	15 ± 3	5,42	5,69	Mejor desempeño extractos etanólicos de hojas jóvenes.	Indirecta	Etanol	9	18 ± 6	5,12	0,83	
		5	12 ± 4	2,33	2,22				10	18 ± 5	4,50	0,80	
		6	18 ± 3	0,79	4,49				11	13 ± 5	2,94	0,43	
Maduras	Agua	5	9 ± 4	7,29	1,53	Mejor desempeño extractos etanólicos en pruebas directas.	Directa	Agua	9	16 ± 2	5,47	2,29	
		6	11 ± 2	2,08	1,67				10	16 ± 2	4,81	2,92	
		5	11 ± 8	4,46	2,00				11	11 ± 2	4,33	2,92	
	Etanol	6	10 ± 7	2,63	1,50		Directa	Etanol	5	6 ± 1	3,45	1,95	
		6	11 ± 2	12,11	3,32				6	10 ± 1	1,44	1,11	
		7	12 ± 3	5,82	1,81				7	7 ± 2	0,59	0,87	
8	16 ± 2	1,49	3,90					5	16 ± 3	7,17	3,95		
								6	17 ± 6	5,14	3,23		
								7	21 ± 10	3,60	1,33		

Chiffelle I., Huerta A., Sandoval, C., Araya J. 2017. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 70 (3): 8263-8270.

Huerta A, Chiffelle I, Constenla S, Curkovic T, Araya JE. 2022. Agriculture & Food-Journal of International Scientific Publications 10:359-366.

Mejor desempeño extractos etanólicos de hojas jóvenes.

Mejor desempeño extractos etanólicos en pruebas directas.

# Determinación de 15 PAHs en muestras de aguas lluvias de zonas urbanas de la Región Metropolitana de Santiago mediante RDSE/HPLC-FLD y su correlación con parámetros de calidad del aire

J. J. Triviño<sup>a,b\*</sup>, D. Arismendi<sup>b</sup>, V. Arancibia<sup>a</sup> y P. Richter<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Depto. de Química Farmacológica y Toxicológica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 8380544.

<sup>b</sup>Depto. de Química Inorgánica y Analítica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 8380544.

\*e-mail: [juantrivino@ug.uchile.cl](mailto:juantrivino@ug.uchile.cl)

## 1. Introducción:

- Hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs):** compuestos con dos o más anillos aromáticos y productos de la pirólisis incompleta de materia orgánica. **Contaminantes semi-volátiles atmosféricos**, prioritarios de análisis, por elevada toxicidad.
- Pueden ser **transportados** a través del aire desde zonas urbanas a rurales/naturales, e **incorporados** al suelo y a aguas superficiales a través de las precipitaciones<sup>1</sup>.
- Es necesario disponer de técnicas analíticas adecuadas en **sensibilidad y selectividad**<sup>2</sup>, además de incluir los desafíos en química analítica verde (metodologías ecoeficientes)<sup>3</sup>.
- En el presente trabajo se da cuenta de la optimización de una metodología de extracción por RDSE usando como fase sorbente láminas de C18 seguido de su análisis HPLC-FLD para el análisis de 15 PAHs fluorescentes (de la lista de 16 PAH-EPA US), aplicado a aguas lluvias. Las concentraciones obtenidas se correlacionaron con diferentes parámetros fisicoquímicos de las aguas lluvias, así también con la información disponible en el Sistema de Información Nacional de la Calidad del Aire (SINCA), como son el contenido de material particulado (MP-2.5 y MP-10), y de otros contaminantes.

## 2. Materiales y métodos:



Figura-1: Resumen procedimiento experimental de optimización y análisis (A), y zonas de estudio y muestreo (B).

## 3. Resultados:

### Optimización:

- Del proceso de extracción se optimizó la altura del disco (7 mm), utilizado como soporte para láminas de C18 comerciales. Se estudiaron variables químicas e hidrodinámicas de extracción, encontrando como condiciones óptimas las que se encuentran en la **Tabla-1**.
- Se obtuvo el valor de eco-eficiencia de la técnica optimizada<sup>3</sup>, **Figura-2**, siendo de 0,58, considerada como eco-amigable (verde), pero perfectible.
- Los bajos niveles de PAHs requirió aplicar los valores indicados para las muestras reales.

Tabla-1: Variables químicas e hidrodinámicas optimizadas y utilizadas en muestra real.

Variable	Método	Rango	Óptimo	Muestra Real
Altura disco	Univariado	5 y 7 mm	7 mm	7 mm
Tipo pegamento	Fijo	Epóxido o Adhesivo	Adhesivo	Adhesivo
Perfil de extracción	Univariado	15 – 120 min	60 min	90 min
Volumen de muestra	Univariado	5 – 30 mL	10 mL	30 mL
Volumen de elución	Fijo	3 mL	3 mL	3 mL a 1 mL (ev)
Vel. de extracción	Univariado	100 – 2000 rpm	2000 rpm	2000 rpm
F. I. (%NaCl)	Multivariado	0 – 12,5% m/V	0% m/V	0% m/V
Cosolvente (%MeOH)	Multivariado	0 – 12,5% V/V	7% V/V	7% V/V
Intensidad Lámp. Xe	Fijo	Bajo - Muy Alto	Bajo	Medio



Figura-2: Escala de eco-eficiencia analítica de la técnica.

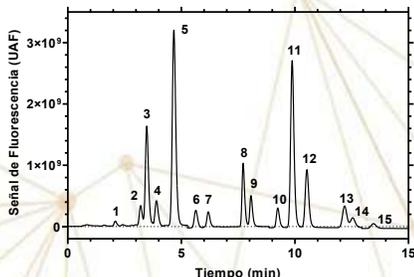


Figura-3: Cromatograma característico a 5,0 µg/L para los 15 PAHs.

### Validación:

- Se realizó en matriz de agua lluvia real. En la **Figura-3** se puede observar un cromatograma característico y en la **Tabla-2** la identificación de cada analito estudiado.
- Las figuras de mérito analítico principales (en base a las correcciones para muestras reales), y la recuperación absoluta y repetibilidad (como %CV, obtenido en base al método de optimización) del método para cada analito, rondaron los valores de ppt (ng/L), adecuadas para el análisis de este tipo de contaminantes.

## 4. Conclusiones y proyecciones:

- Se optimizó una metodología analítica basada en RDSE y HPLC-FLD para el análisis de 15 PAHs fluorescentes en muestras de aguas lluvias, adecuado en sensibilidad, selectividad, robustez y confiabilidad analítica.
- Al analizar lluvias de Independencia del año 2022 se encontró correlación con el registro diario del PM-2,5 de dos estaciones del sistema SINCA y el contenido total de los 15 PAHs.
- Próximamente se espera poder generar más puntos de muestreo, así como también buscar otras correlaciones con otros contaminantes.

### Muestras reales:

- La técnica fue aplicada a lluvias del año 2022, recolectadas en el laboratorio, zona urbana-comercial-residencial (Comuna de Independencia, Santiago de Chile).
- Para el análisis de parámetros fisicoquímicos de las aguas (pH, conductividad, etc.), no se encontraron correlaciones. Las aguas lluvias presentaron mayor cantidad de PAH más solubles en la matriz, mientras que, al corregir por el volumen de agua caída se puede observar un efecto de concentración de los contaminantes dependientes del tiempo, **Figura-4**.

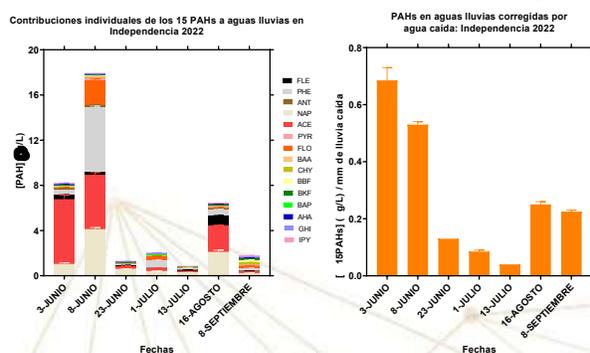


Figura-4: Contribución individual de PAHs por muestra (A) y contenido total de 15 PAHs corregido por agua caída (B).

- Se buscaron correlaciones con diferentes parámetros de la calidad del aire, encontrando  $R^2 > 0,83$  en ambas estaciones para el MP-2,5 y el contenido total de los 15 PAHs, **Figura-5**.

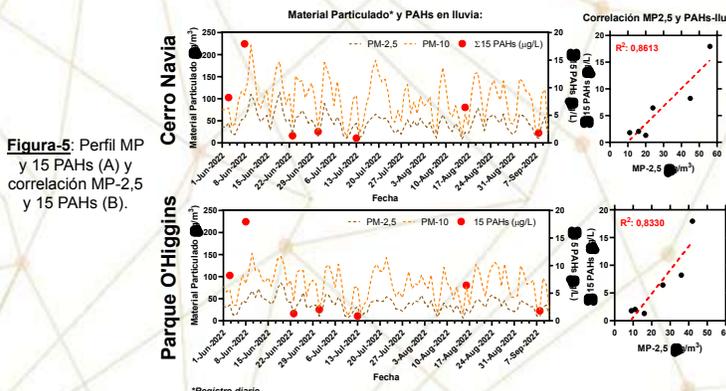


Figura-5: Perfil MP y 15 PAHs (A) y correlación MP-2,5 y 15 PAHs (B).



- Beca Doctorado Nacional N. 21220946 (JUT).
- Proyecto Fondecyt Regular N. 1211637 (VA).
- Proyecto Fondecyt Regular N. 1220225 (PR).
- Proyecto Fondecyt Postdoctorado N. 3210084 (DA).

Bibliografía y Resumen:

