

# Inventarios nacionales de SCCPs y MCCPs

## desafíos y aportes del análisis químico



**UFRJ**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



**unesp**

**Yago Guida, Ph.D.**  
**Investigador y Consultor**  
**IBCCF-UFRJ / UNESP**  
[guidays@biof.ufrj.br](mailto:guidays@biof.ufrj.br)



# Investigador y Consultor

## Formación académica:

Graduado en **Biotecnología**, con intercambio en el **Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**, Madrid, España.

Máster en Ciencias Biológicas y Doctor en Ciencias por el Programa de Salud Ambiental del **IBCCF–UFRJ** con estancias de investigación en las universidades de **Hohenheim (Alemania)**, **Masarykova (República Checa)** y **Siena (Italia)**.

Posdoctorado en el Instituto Nacional de Investigaciones Ambientales de Japón (**NIES**), en el Departamento de Ciclos de Materiales.

[https://www.researchgate.net/profile/Yago\\_Guida](https://www.researchgate.net/profile/Yago_Guida)

<https://scholar.google.com/citations?YagoGuida>

<https://linkedin.com/in/yago-guida-99361b15b/>



Yago Guida

[Federal University of Rio de Janeiro](#)

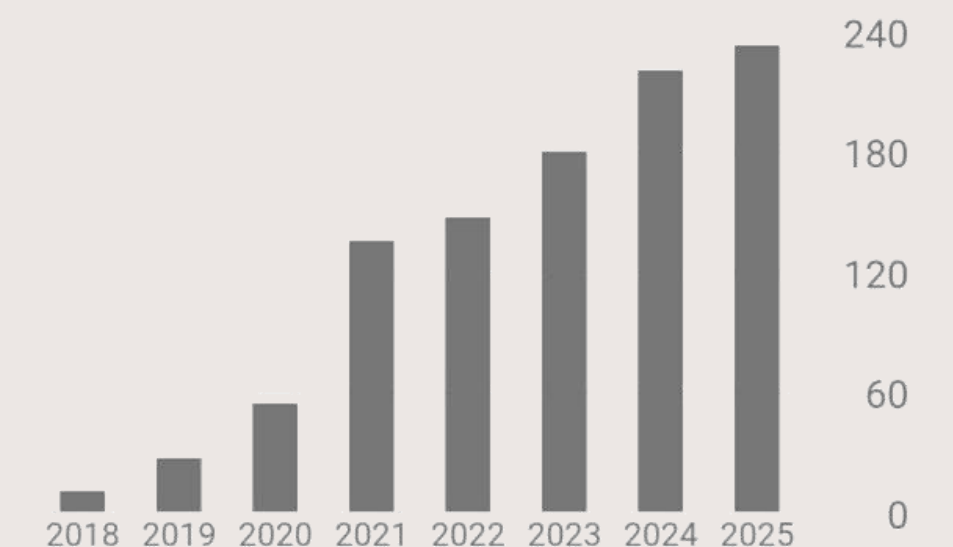
E-mail confirmado em biof.ufrj.br - [Página inicial](#)

[Persistent Organic Pollutants](#) [Current-use pesticides](#)

[Atmospheric pollution](#) [Risk assessments](#)

ARTIGOS **CITADO POR** ACESSO PÚBLICO COAUTORIAS

	Todos	Desde 2020
Citações	1026	976
Índice h	16	15
Índice i10	22	22



# Investigador y Consultor

## Experiencia profesional:

Más de 15 años de trayectoria en investigaciones sobre la ocurrencia, dinámica e impactos de contaminantes químicos en el medio ambiente y la salud humana — especialmente contaminantes orgánicos persistentes (POPs), plaguicidas y metales pesados.

Durante los últimos siete años, actuando como consultor especializado en la implementación de tratados internacionales sobre sustancias químicas peligrosas, colaborando con proyectos del PNUMA / Convenios de Estocolmo, de Basilea y de Róterdam.

 Autor de 35 artículos científicos y más de 20 guías metodológicas, inventarios y reportes técnicos sobre contaminantes orgánicos persistentes y gestión ambiental.

[https://www.researchgate.net/profile/Yago\\_Guida](https://www.researchgate.net/profile/Yago_Guida)

<https://scholar.google.com/citations?YagoGuida>

<https://linkedin.com/in/yago-guida-99361b15b/>



Yago Guida

[Federal University of Rio de Janeiro](#)

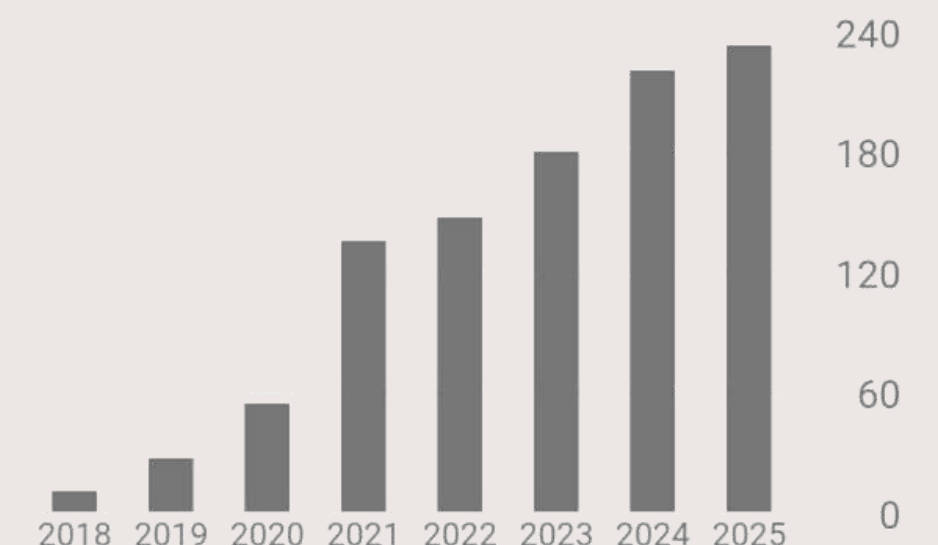
E-mail confirmado em biof.ufrj.br - [Página inicial](#)

[Persistent Organic Pollutants](#) [Current-use pesticides](#)

[Atmospheric pollution](#) [Risk assessments](#)

ARTIGOS CITADO POR ACESSO PÚBLICO COAUTORIAS

	Todos	Desde 2020
Citações	1026	976
Índice h	16	15
Índice i10	22	22



 7 años de experiencia con análisis de Parafinas Cloradas: 6 papers, 2 guías, 1 inventario nacional.

- Guidance on Preparing Inventories of Short-Chain Chlorinated Paraffins (SCCPs), UNEP, Stockholm Convention Secretariat, 2020.
- Chlorinated paraffins in the technosphere: A review of available information and data gaps demonstrating the need to support the Stockholm Convention implementation. *Emerging Contaminants* 6, 143-154. 2020.
- Guidance on sampling, screening and analysis of POPs in Products and Recycling. UNEP, UNEP, Stockholm Convention Secretariat, 2021.
- Inventory approach for short-chain chlorinated paraffins for the Stockholm Convention implementation in Brazil. *Chemosphere* 287, 132344. 2022.
- Short-and medium-chain chlorinated paraffins in polyvinyl chloride consumer goods available in the Japanese market. *Science of The Total Environment* 849, 157762. 2022.
- Homologue composition of technical chlorinated paraffins used in several countries over the last 50 years—SCCPs are still out there. *Environmental Science & Technology* 57 (35), 13136-13147. 2023.
- Short-and medium-chain chlorinated paraffins in fish from an anthropized south-western Atlantic estuary, Bahía Blanca, Argentina. *Chemosphere* 328, 138575. 2023.
- Investigating polychlorinated alkanes in technical chlorinated paraffin mixtures and polymer products available in Vietnam. *Chemosphere* 372, 144118. 2025.

# Resumen

## 1) Inventario Nacional de Parafinas Cloradas

Desarrollo del inventario

Principales desafíos

[Guida et al., 2021 – Chemosphere: Inventario nacional de SCCPs en Brasil](#)

## 2) Análisis Químicos de Productos Importados

Método analítico

Necesidad de control aduanero

Gestión de residuos contaminados

[Guida et al., 2022 – STOTEN: SCCPs y MCCPs en productos de PVC en Japón](#)

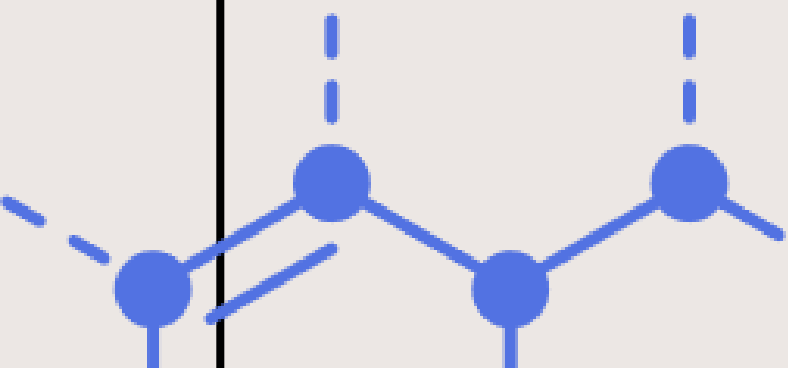
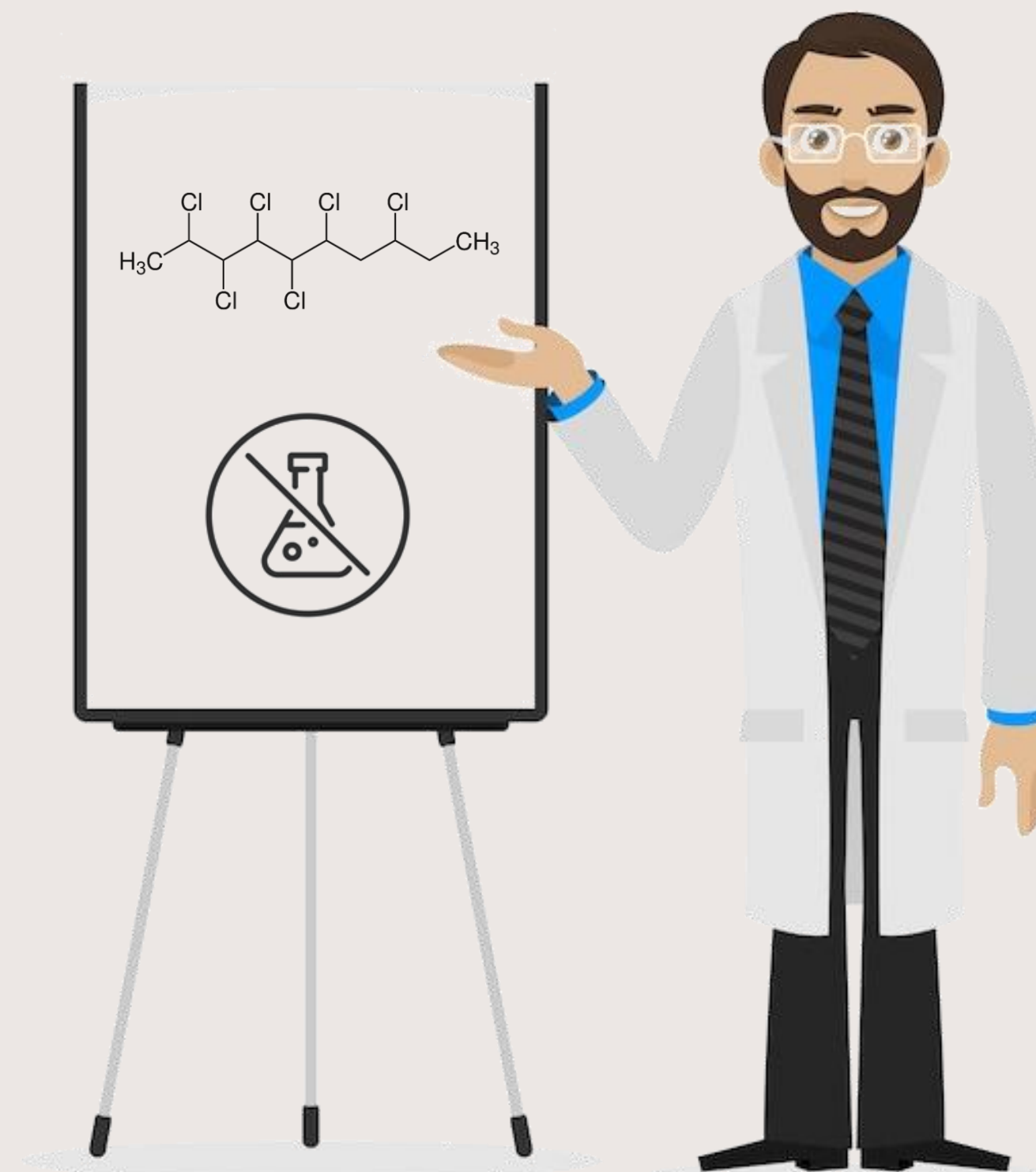
## 3) Composición de mezclas técnicas de Parafinas Cloradas

Métodos analíticos

Cuantificación y screening (baja y alta resolución)

Producción internacional de parafinas cloradas (últimos 50 años)

[Guida et al., 2023 – ES&T: Composición homóloga de Parafinas Cloradas Comerciales](#)



# Restricciones

En 2017, el Convenio de Estocolmo sobre POPs añadió las SCCPs al anexo A para su eliminación mundial.

En 2025, fue la vez de las MCCPs.

Las SCCP también figuran en los convenios de Basilea y Rotterdam.

Como países-parte debemos: elaborar inventarios de POPs para definir una gestión química adecuada en el contexto nacional.

Eliminar la producción, el uso y las emisiones de SCCP.

Promover la gestión ambientalmente adecuada de los productos que contienen SCCPs al final de su vida útil y de los residuos de SCCPs.

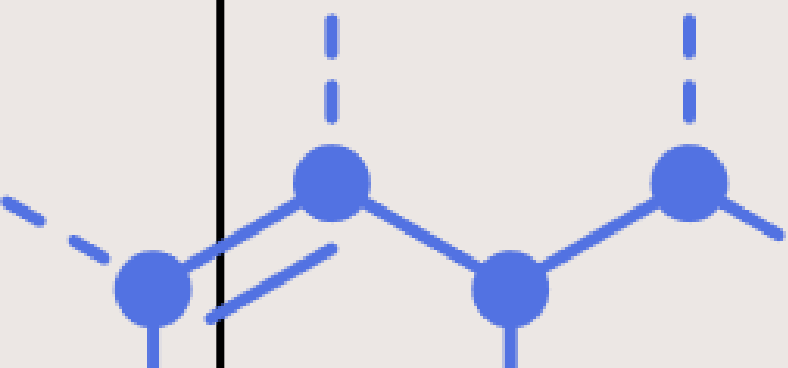
Compartir la responsabilidad sobre el comercio exterior de SCCPs.



**BASEL CONVENTION**  
*the world environmental  
agreement on wastes*



**ROTTERDAM  
CONVENTION**



# Convenio de Estocolmo

---

Artículo 7 del CE: Plan Nacional de Implementación (NIP)

Cada Parte deberá:

- 
- Inventariar sustancias enumeradas
  - Definir planes de acción;
  - Elaborar un plan para la implementación de sus obligaciones derivadas de la Convención y esforzarse por su ejecución;
  - Transmitir su plan de implementación a la Conferencia de las Partes de la Convención.
- 



# Inventarios de POPs

- Punto de partida para el desarrollo del Plan Nacional de Implementación (NIP) del Convenio de Estocolmo.
- Recopilar información sobre la producción, comercialización, aplicaciones, ciclo de vida de los productos que contienen COP, emisiones intencionales y no intencionales, existencias y eliminación.
- La calidad y la eficacia de los planes de acción están directamente relacionadas con la calidad de los inventarios de COP.



# Inventarios de POPs



Análisis químicos confirmatorios

Recopilación y procesamiento de datos

Consulta a las partes interesadas

Comprensión detallada de los problemas en sectores clave

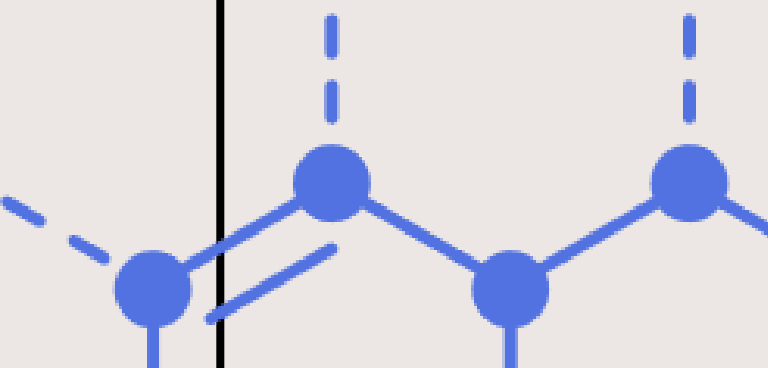
Escala de los problemas en sectores clave y lagunas de datos

Visión general de los sectores clave y definición del alcance

Evaluaciones  
iniciales

Inventario  
Preliminar

Inventario  
Completo



# Inventario de SCCPs

Chemosphere 287 (2022) 132344

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

**Chemosphere**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/chemosphere](http://www.elsevier.com/locate/chemosphere)

**ELSEVIER**

Check for updates

## Inventory approach for short-chain chlorinated paraffins for the Stockholm Convention implementation in Brazil

Yago Guida<sup>a,\*</sup>, Raquel Capella<sup>a</sup>, Natsuko Kajiwara<sup>b</sup>, Joshua Olajire Babayemi<sup>c</sup>, João Paulo Machado Torres<sup>a</sup>, Roland Weber<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Laboratório de Micropoluentes Jan Japenga, Av. Carlos Chagas Filho, 373, 21941-902, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

<sup>b</sup> Material Cycles Division, National Institute for Environmental Studies (NIES), 16-2 Onogawa, Tsukuba, 305-8506, Japan

<sup>c</sup> Department of Chemical Sciences, Anchor University, Lagos, Nigeria

<sup>d</sup> POPs Environmental Consulting, Schwäbisch Gmünd, 73527, Germany

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132344>

## Plano Nacional de Implementação do Brasil para a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes

Atualização/2023

ONU  
programa para o meio ambiente  
gef

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA

GOVERNO FEDERAL  
BRASIL  
união e reconstrução

# Inventario de SCCPs

Chemosphere 287 (2022) 132344

Contents lists available at ScienceDirect

**Chemosphere**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/chemosphere](http://www.elsevier.com/locate/chemosphere)

**Inventory approach for short-chain chlorinated paraffins for the Stockholm Convention implementation in Brazil**

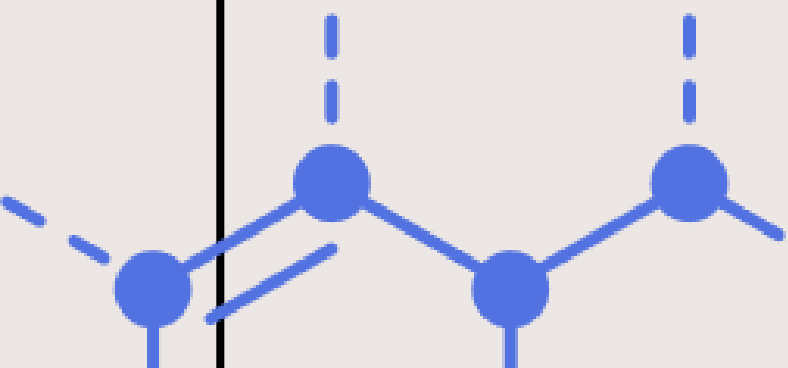
Yago Guida<sup>a, \*</sup>, Raquel Capella<sup>a</sup>, Natsuko Kajiwara<sup>b</sup>, Joshua Olajire Babayemi<sup>c</sup>, João Paulo Machado Torres<sup>a</sup>, Roland Weber<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Laboratório de Micropoluentes Jan Japenga, Av. Carlos Chagas Filho, 373, 21941-902, Rio de Janeiro, RJ, Brazil  
<sup>b</sup> Material Cycles Division, National Institute for Environmental Studies (NIES), 16-2 Onogawa, Tsukuba, 305-8506, Japan  
<sup>c</sup> Department of Chemical Sciences, Anchor University, Lagos, Nigeria  
<sup>d</sup> POPs Environmental Consulting, Schwäbisch Gmünd, 73527, Germany



<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132344>

- Inventario elaborado hasta el nivel II siguiendo los documentos de orientación del Convenio de Estocolmo:
- Evaluación de la producción y las aplicaciones nacionales;
- Evaluación de la gestión al final de la vida útil;
- Evaluación de los datos sobre comercio exterior;
- Revisión de la bibliografía; y
- Implementación de la capacidad analítica para el análisis químico de SCCP y MCCP y desarrollo de orientaciones



# Inventário de SCCPs



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
SECRETARIA DE QUALIDADE AMBIENTAL  
DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS  
COORDENAÇÃO-GERAL DE QUALIDADE AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS

OFÍCIO CIRCULAR Nº 171/MMA

À Sua Senhoria o(a) Senhor(a),  
Representante desta Conceituada Instituição.

Referência: Ao responder este Ofício, favor indicar expressamente o Processo nº 02000.003347/2019-58.

Brasília, 21 de maio de 2019.

List of institutions potentially involved in the production or application of CPs consulted by the Ministry of Environment.

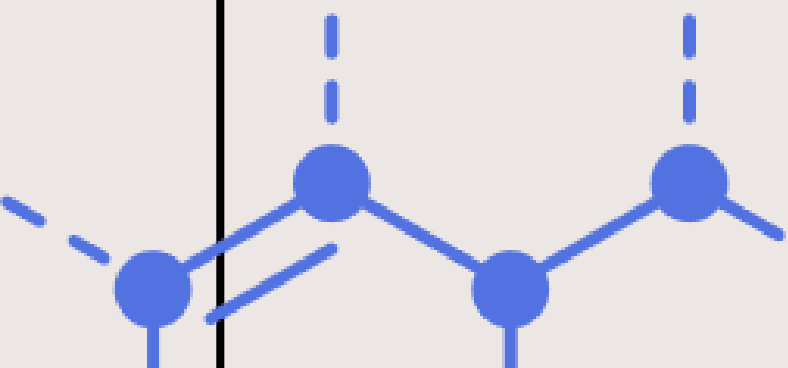
Sector	Institutions	Questionnaires	Companies	Associations	Positive answer	Negative answer
Acrylic	22	22	22	0	0	0
Adhesive & Sealant	119	114	114	0	0	5
Additive	13	10	9	1	0	0
Rubber	32	31	27	4	1	2
Chloroprene rubber	10	9	10	0	0	1
Cables	104	88	86	2	0	1
Capacitor	19	16	15	1	0	0
Fire-fighting	3	3	0	3	0	0
Civil engineering	41	37	28	9	0	0
Electronics	396	283	276	7	0	7
Cutting oil	36	35	35	0	0	1
Lubricant	115	91	91	0	0	1
Plastic	11	9	2	7	0	0
Polymer	120	100	95	5	0	0
PVC	123	117	113	4	0	0
Chemical	30	26	24	2	4	7
Recycling	12	12	1	11	0	0
Textile	154	136	124	12	0	2
Paints & coating	72	66	62	4	1	2
Transformer	58	56	56	0	0	2
Transport	109	96	90	6	0	2
<b>Total</b>	<b>1599</b>	<b>1357</b>	<b>1280</b>	<b>78</b>	<b>6</b>	<b>33</b>

# Datos comerciales



Según las directrices para la preparación de inventarios de SCCPs, las CPs podrían comercializarse bajo cuatro códigos HS diferentes:

- i) **HS 27.12.20**: “Cera de parafina, con un contenido de aceite inferior al 0,75 % en peso, obtenida por síntesis u otros procesos, incluso coloreada”;
- ii) **HS 27.12.90**: “Cera de parafina, con un contenido de aceite igual o superior al 0,75 % en peso, obtenida por síntesis o por otros procesos, incluso coloreada”;
- iii) **HS 38.12.20**: “Plastificantes, compuestos; para caucho o plásticos”; y
- iv) **HS 38.24.90**: “Productos químicos, preparaciones y productos residuales de las industrias químicas o afines, n.c.o.p. o incluidos en la partida n.º 3824”.
- v) Se identificaron otras 13 NCM, bajo ocho códigos del SA, en las que las mezclas de CP — o al menos los productos a base de CP con una alta proporción de CP — podían registrarse como aditivos, agentes o preparaciones.

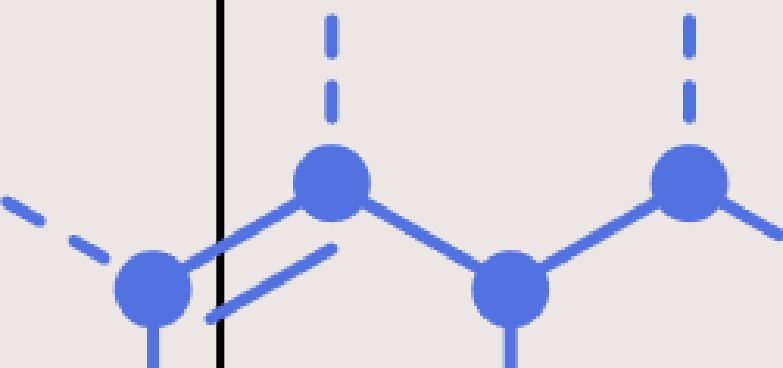


# Datos comerciales



En 2010, la Hacienda Federal brasileña destacó que la **clasificación de las SCCPs es bastante compleja** y que se han comercializado bajo tres códigos **NCM genéricos**, a saber:

- i) “Parafinas cloradas compuestas por moléculas de un solo tamaño y todas con la misma cantidad de átomos de cloro, es decir, con una constitución química definida” se han comercializado bajo el código **NCM 29.03.19.90** (Otros derivados saturados de hidrocarburos acíclicos);
- ii) “Parafinas cloradas en forma sólida (polvo, gránulos, etc.), con características de cera y constituidas por una mezcla de moléculas de diversos tamaños, es decir, con 10-13 átomos de carbono y 3 a 12 átomos de cloro” se han comercializado bajo el código **NCM 34.04.90.19** (Otras ceras artificiales); y
- iii) “Parafina clorada en forma líquida y constituida por la mezcla de moléculas de diferentes tamaños, es decir, con 10-13 átomos de carbono y 3 a 12 átomos de cloro. Si es sólida, no puede tener características de cera” se ha comercializado bajo la **NCM 38.24.90.89** (Otros productos y preparaciones a base de compuestos orgánicos, no especificados ni incluidos en otra parte).



# Datos comerciales



Tutorial FAQ Dúvidas Metodologia Sobre pt-br en es

## COMEX STAT

Portal para acesso gratuito às estatísticas de comércio exterior do Brasil. Crie consultas detalhadas das exportações e importações brasileiras com as diversas variáveis da base de dados estatísticos.

Acesse os Dados

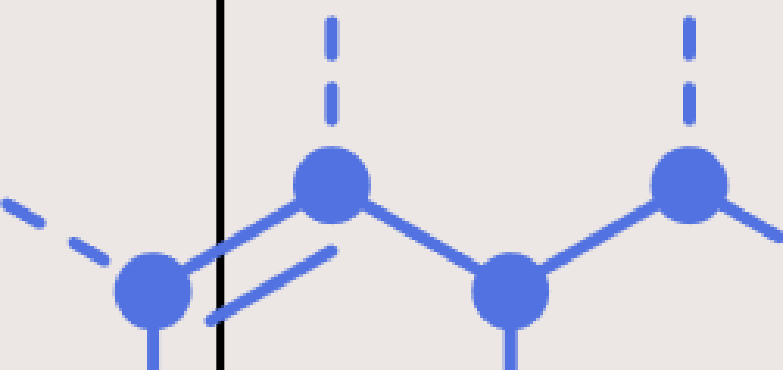
Recopilación de datos sobre comercio internacional

NCM > basados en los códigos HS

Productos químicos (POPs)

Productos que pueden contener un porcentaje representativo en su fabricación

Estimaciones a partir de los porcentajes de POPs en diversos productos



# Datos comerciales

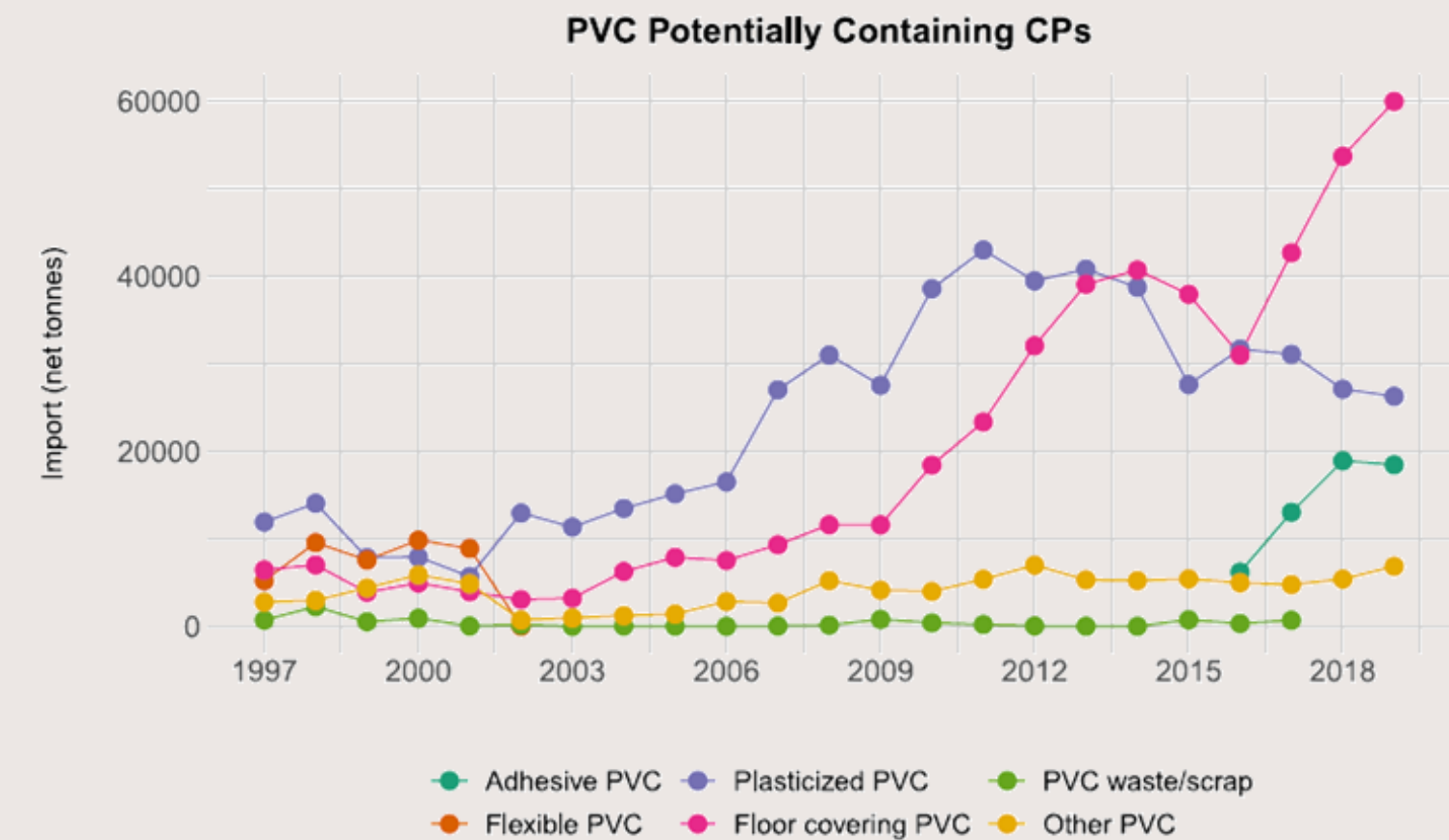
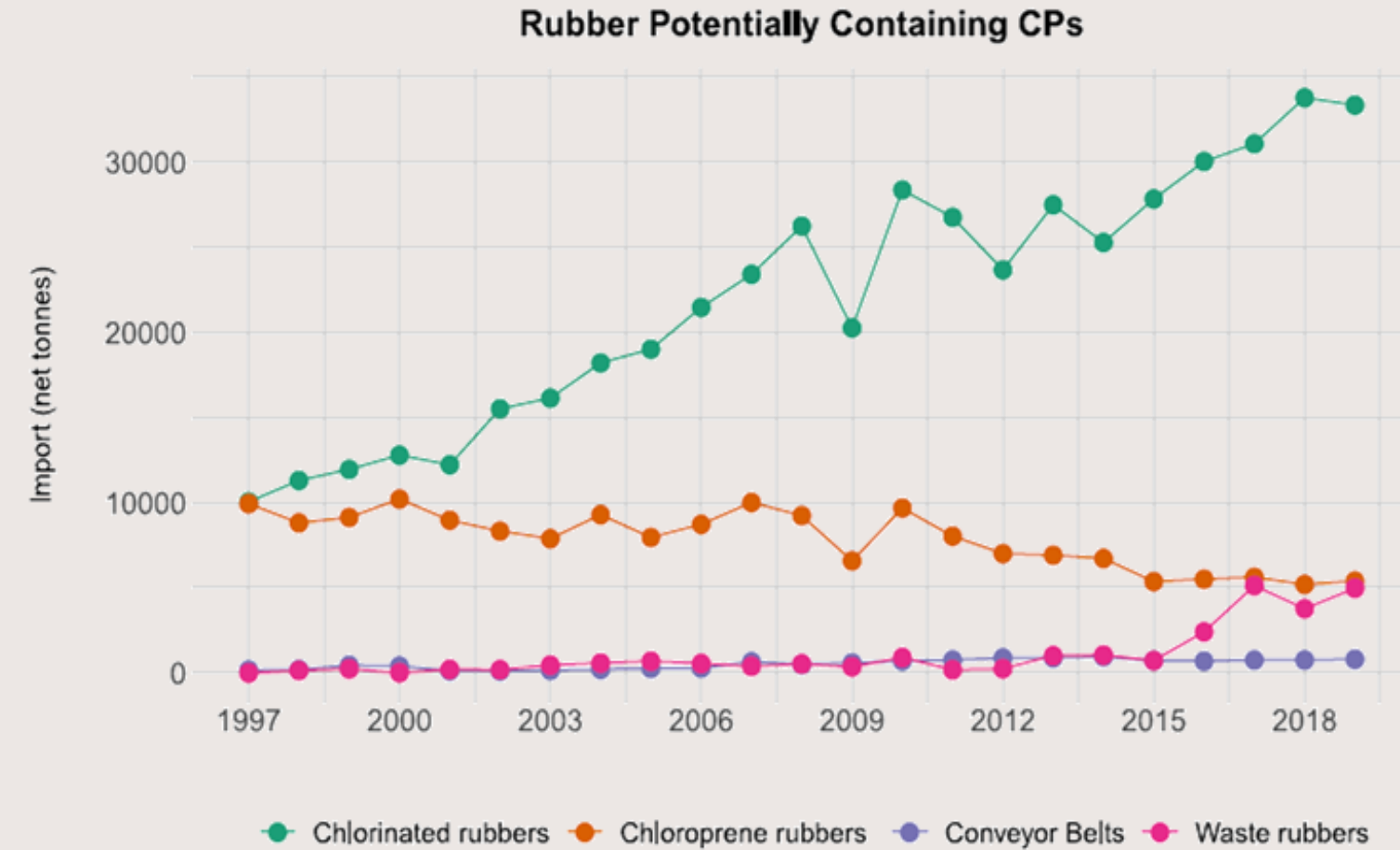
Productos que pueden contener CP en cantidades considerables:

12 códigos NCM seleccionados para PVC.

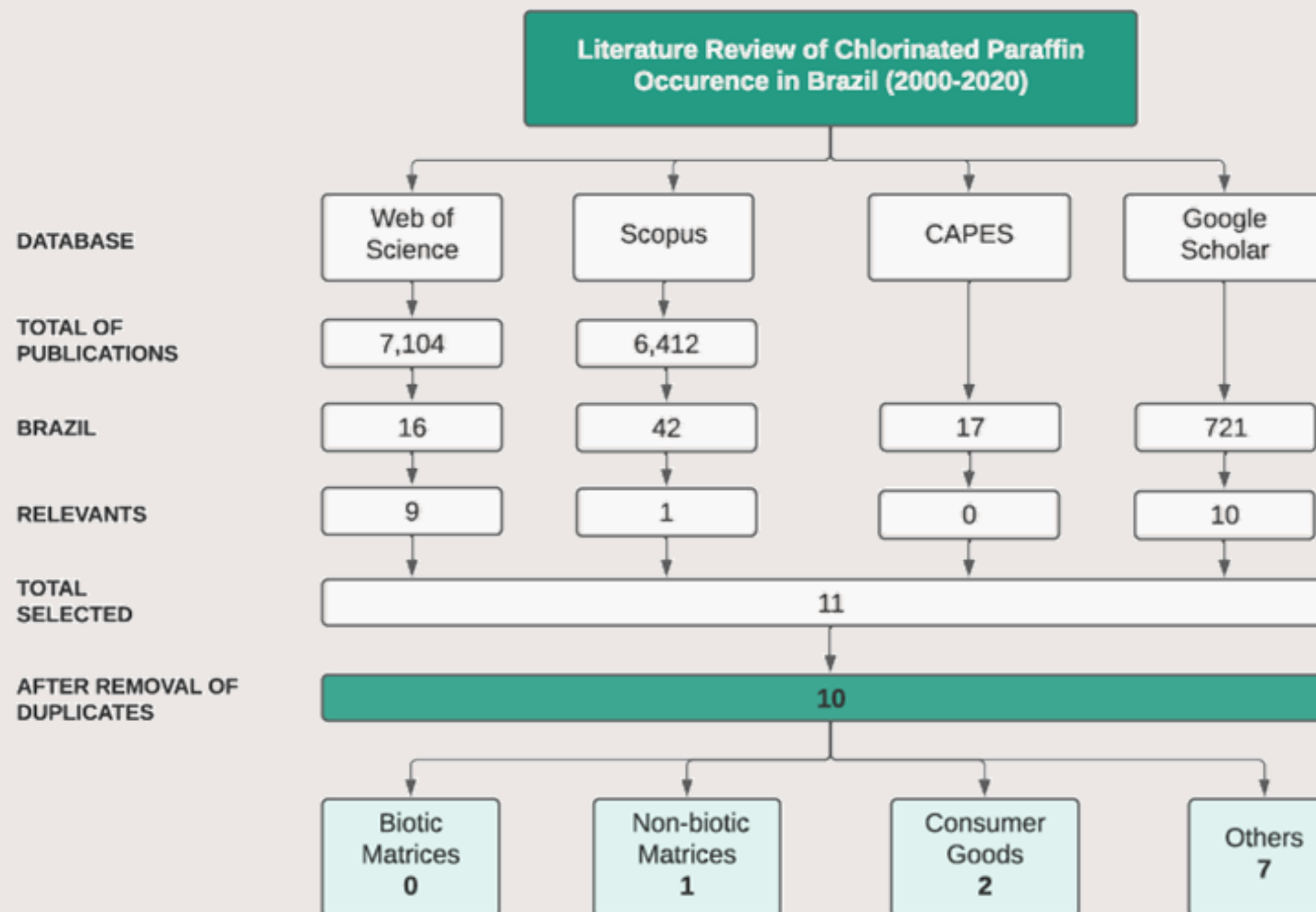
Seis códigos NCM seleccionados para caucho.

Tres códigos NCM seleccionados para adhesivos.

Cinco códigos NCM seleccionados para poliuretano.



# Revisión bibliográfica



Flowchart of the procedures adopted during the systematic literature review and results on the occurrence of chlorinated paraffins in Brazil.

# Resumen



## First inventory of SCCPs/CPs in Brazil



**Foreign and Domestic Trade**  
Current import of CPs as chemicals and products containing CPs in relevant amounts



**Production**  
National production was discontinued in 1994



**Applications**  
Mainly used as flame retardant, plasticizer and lubricant additives



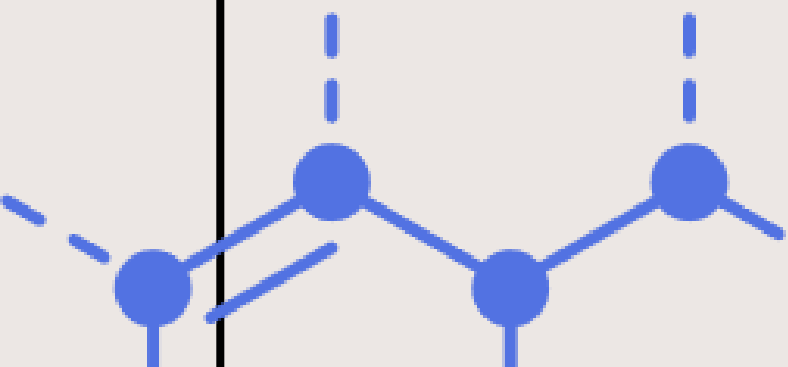
**Disposal**  
Monitoring, management and disposal are still major challenges to be addressed in the future



# Desafíos enfrentados



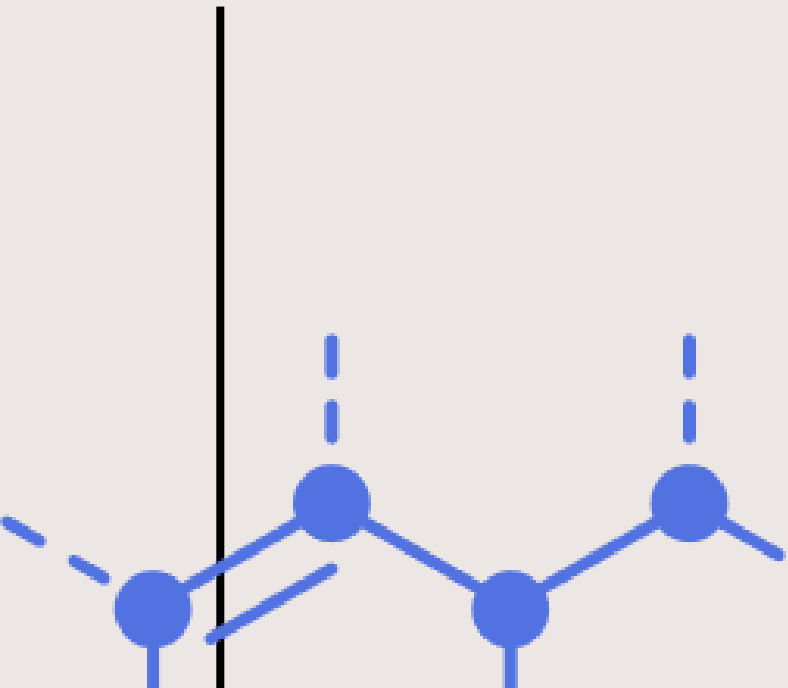
- Las CPs se producen y comercializan en función de su **contenido en cloro**.
- Varios estudios han informado de la existencia de **mezclas comerciales** de CP que contienen **más del 1 % de SCCPs**.
- **China es el mayor productor mundial de CPs** (aproximadamente 1,5 millones de toneladas) y un socio comercial muy importante para muchos países.
- La mayor parte de la producción china de CPs (88 % de SCCPs y 74 % de MCCPs) se ha utilizado en la **fabricación de PVC**.
- Los **productos** que contienen CPs **no están etiquetados** y, tanto las **mezclas comerciales** de CPs como los productos que contienen CPs, **no incluyen códigos específicos** para realizar un seguimiento de sus datos de comercio exterior.



# Camminos a seguir



- Evaluar la fracción másica de SCCP en mezclas técnicas de CP importadas.
- Evaluar el contenido de SCCP en flujos de reciclaje seleccionados.
- Tratar los residuos que contienen CP de manera ambientalmente adecuada.
- Impulsar la adopción de códigos de seguimiento específicos para los POPs.



# Análisis Químicos de Productos Importados

Science of the Total Environment 849 (2022) 157762



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



Short- and medium-chain chlorinated paraffins in polyvinyl chloride consumer goods available in the Japanese market

Yago Guida<sup>a,b,\*</sup>, Hidenori Matsukami<sup>a</sup>, Natsuko Kajiwara<sup>a</sup>

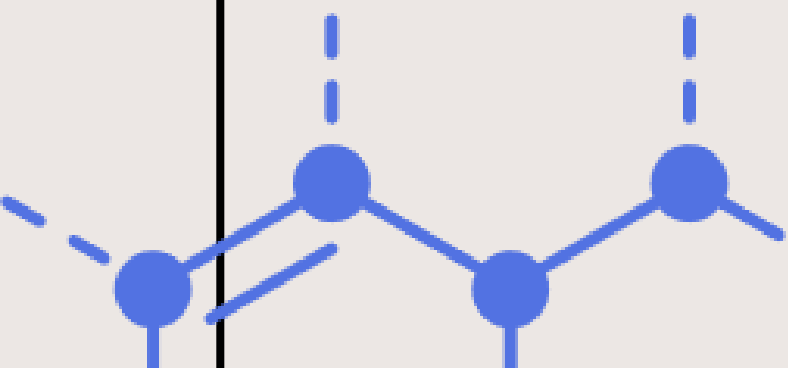
<sup>a</sup> Material Cycles Division, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba 305-8506, Japan

<sup>b</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Laboratório de Micropoluentes Jan Japenga, Av. Carlos Chagas Filho 373, 21941-902 Rio de Janeiro, RJ, Brazil



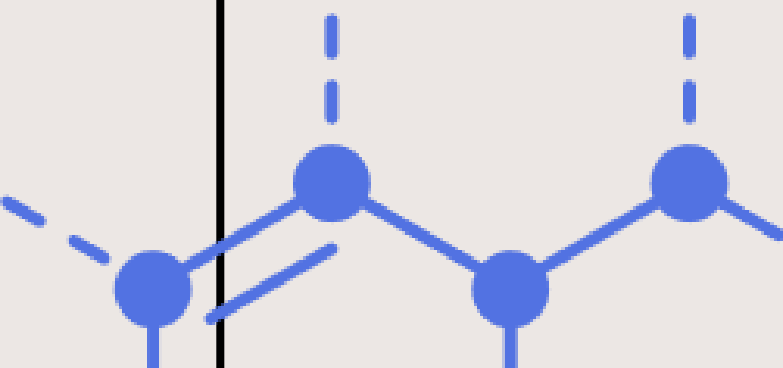
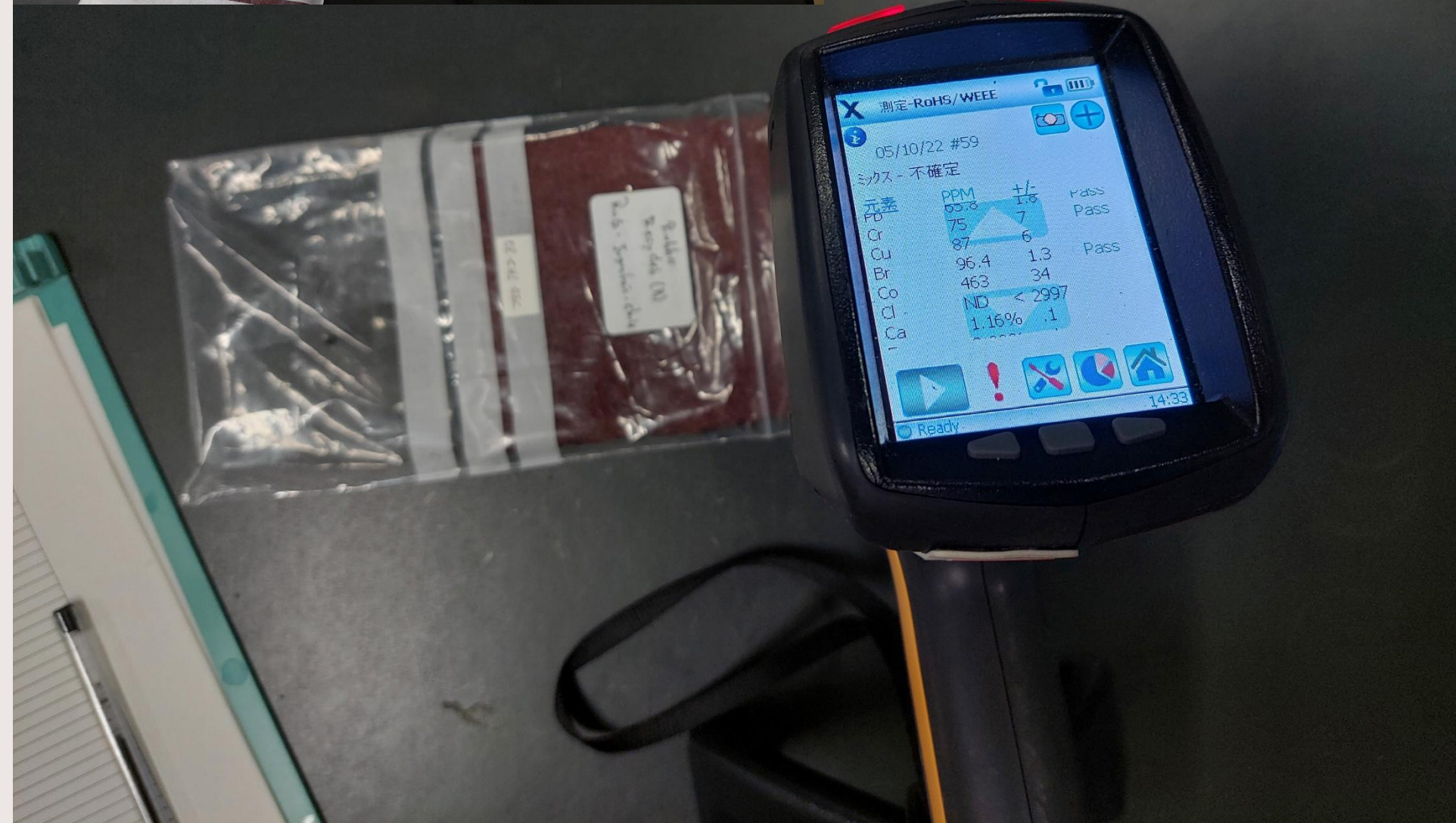
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157762>

- La producción de SCCPs en Japón finalizó en 2006 y la importación finalizó en 2015.
- Falta de información sobre el contenido de SCCPs/MCCPs en bienes de consumo de PVC en el mercado.
- Se seleccionaron 87 muestras de PVC para análisis químicos.
- Sistema LC-ESI-MS/MS para la cuantificación de 74 grupos homólogos de CPs (C<sub>10-20</sub>Cl<sub>4-10</sub>).



# Análisis Químicos de Productos Importados

154 cables eléctricos y electrónicos; 10 productos para el interior del hogar; y 39 productos infantiles, incluidos juguetes.



# Análisis Químicos de Productos Importados

Muestras coletadas de 2017 hasta 2019

Selección de PVCs (XRF) n = 87

38 fundas para cables eléctricos y electrónicos

10 productos para el interior de la casa

39 productos para niños



Molino congelador



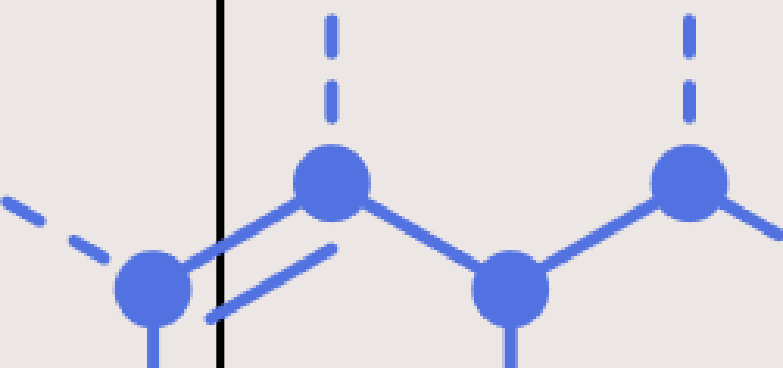
30 min ultrasonido  
(tolueno)



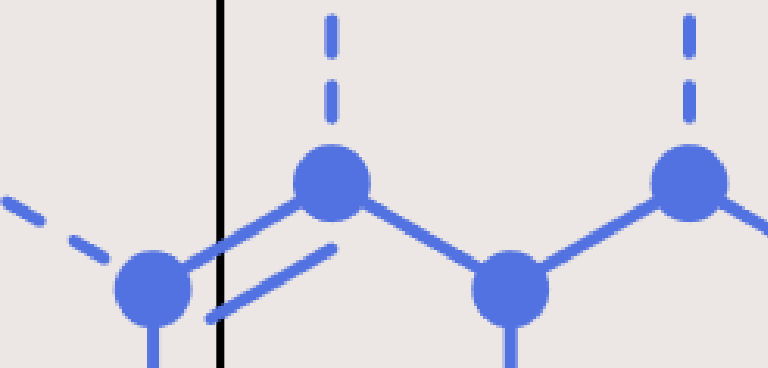
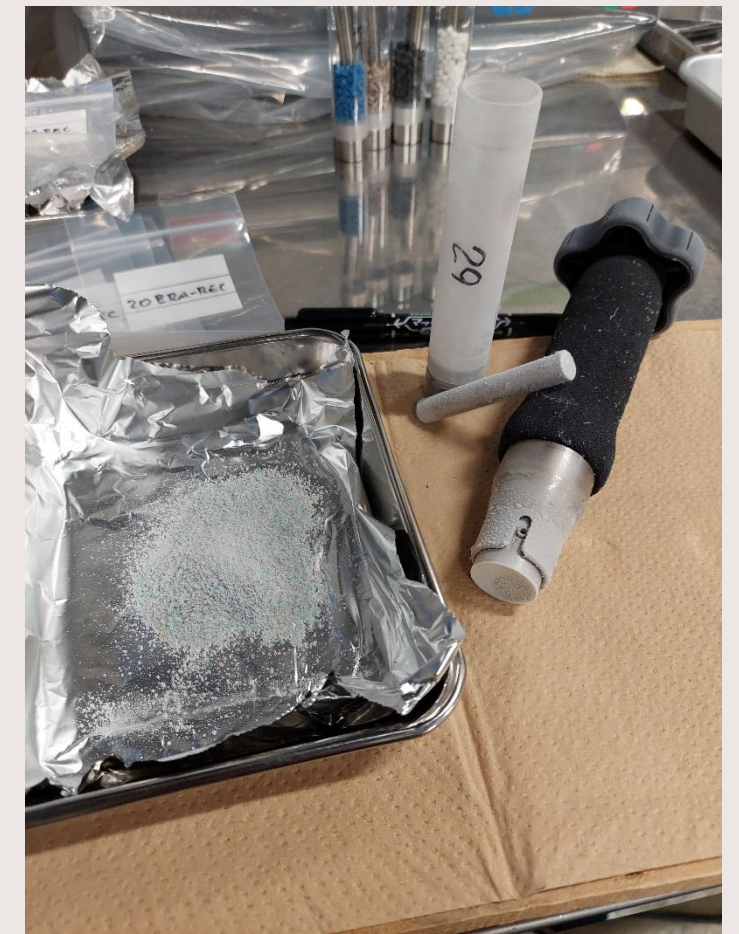
10% DCM/Hex (55% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
silica gel)

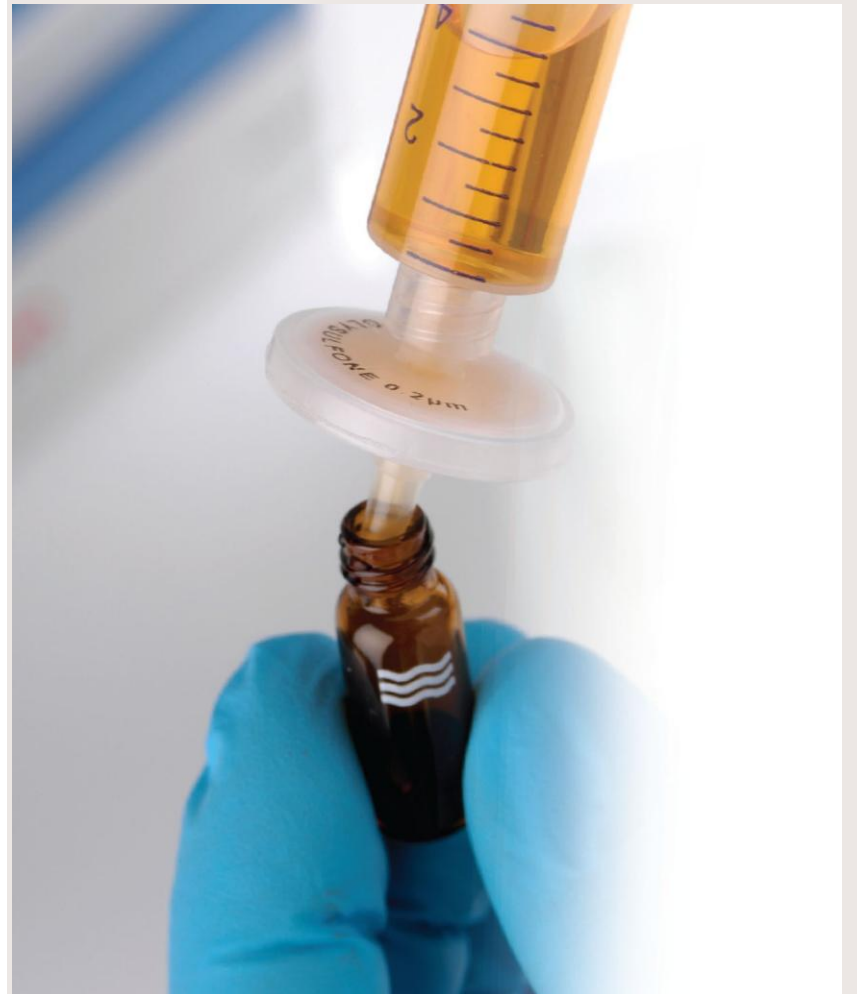
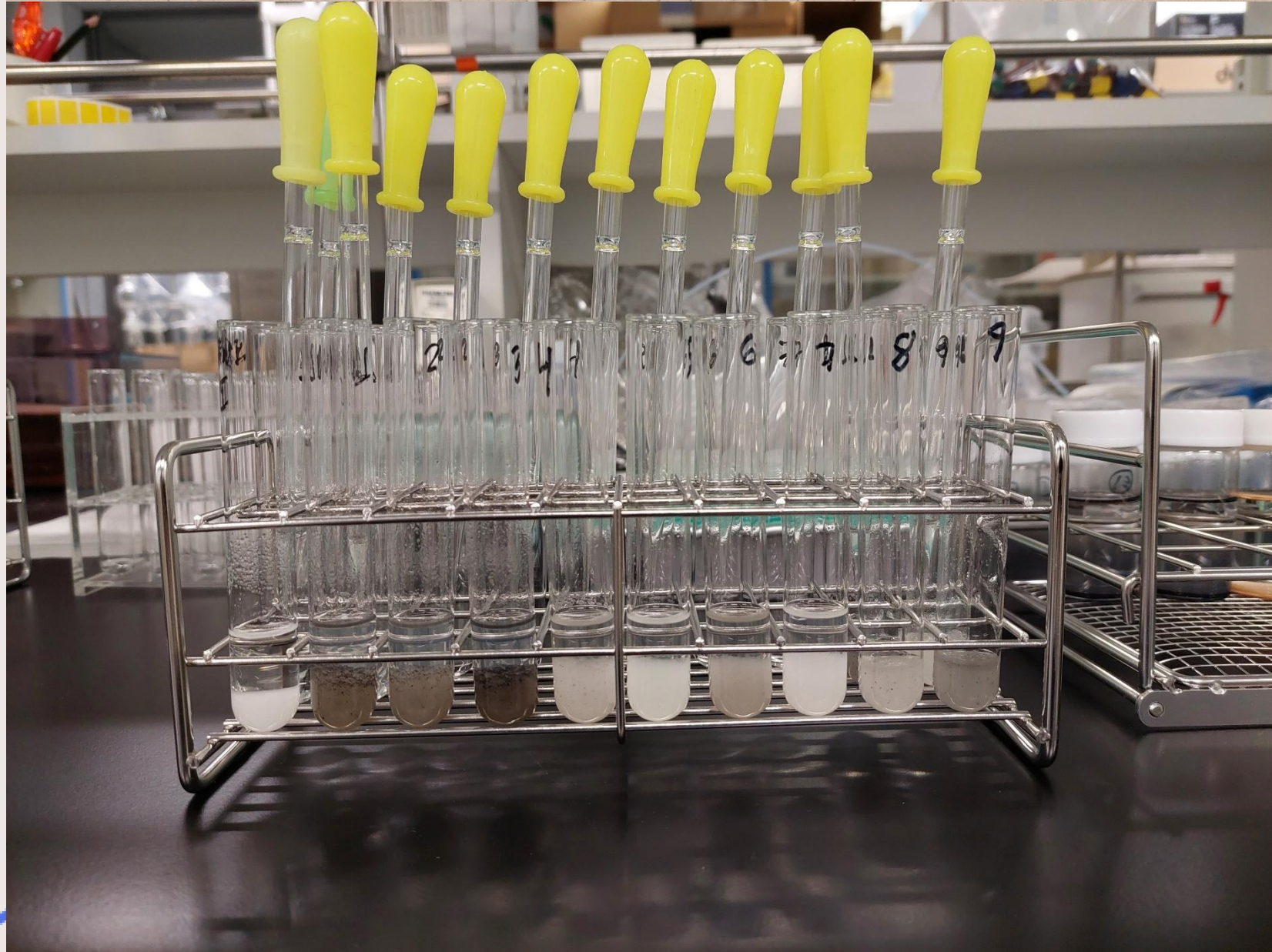


LC-MS/MS  
5 mM CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> aq/MeOH  
Coluna CN  
ESI<sup>-</sup>



# Análisis Químicos de Productos Importados





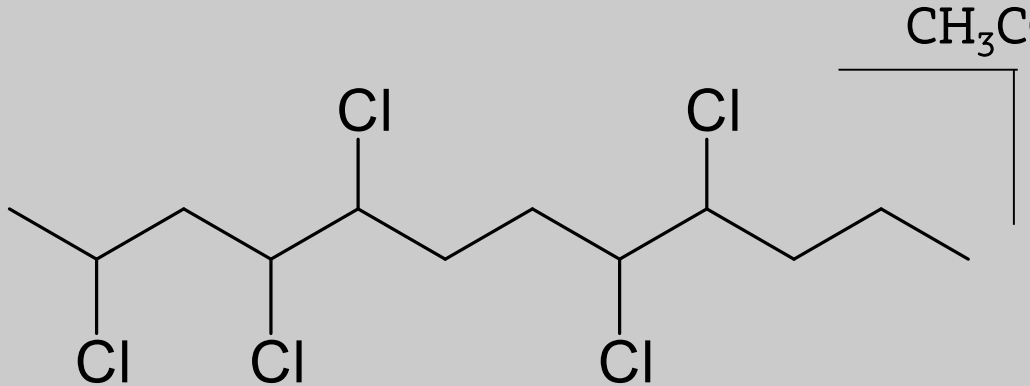
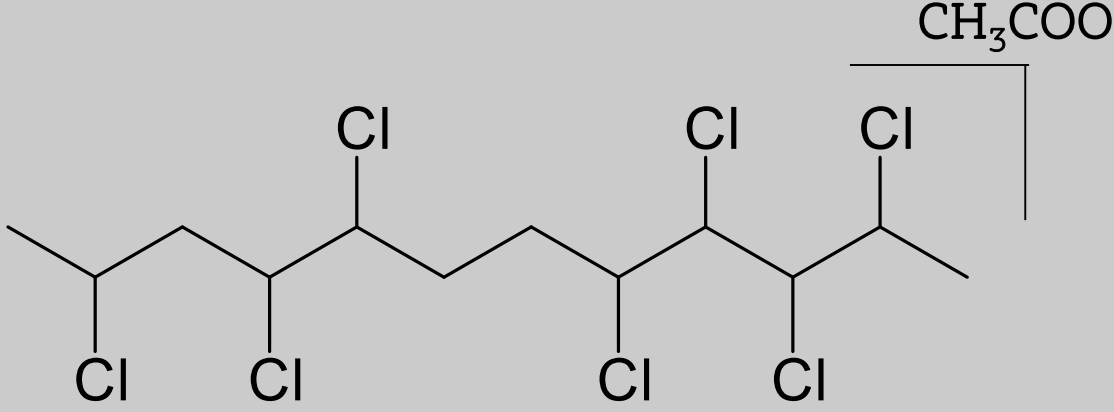
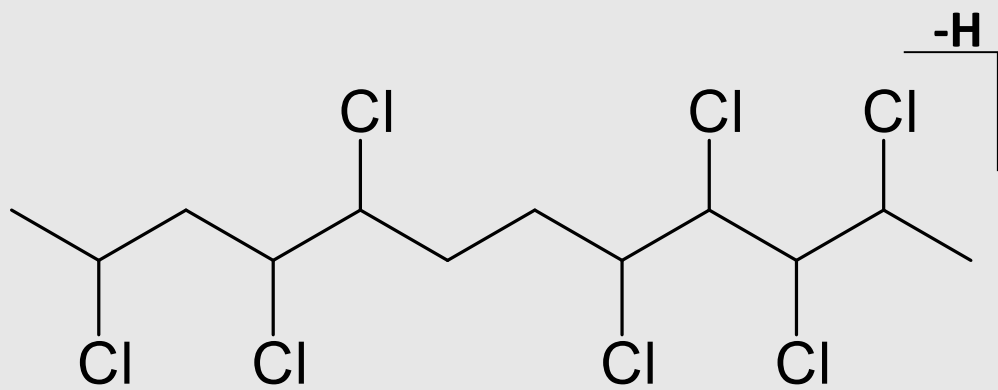
# LC-ESI-MS/MS



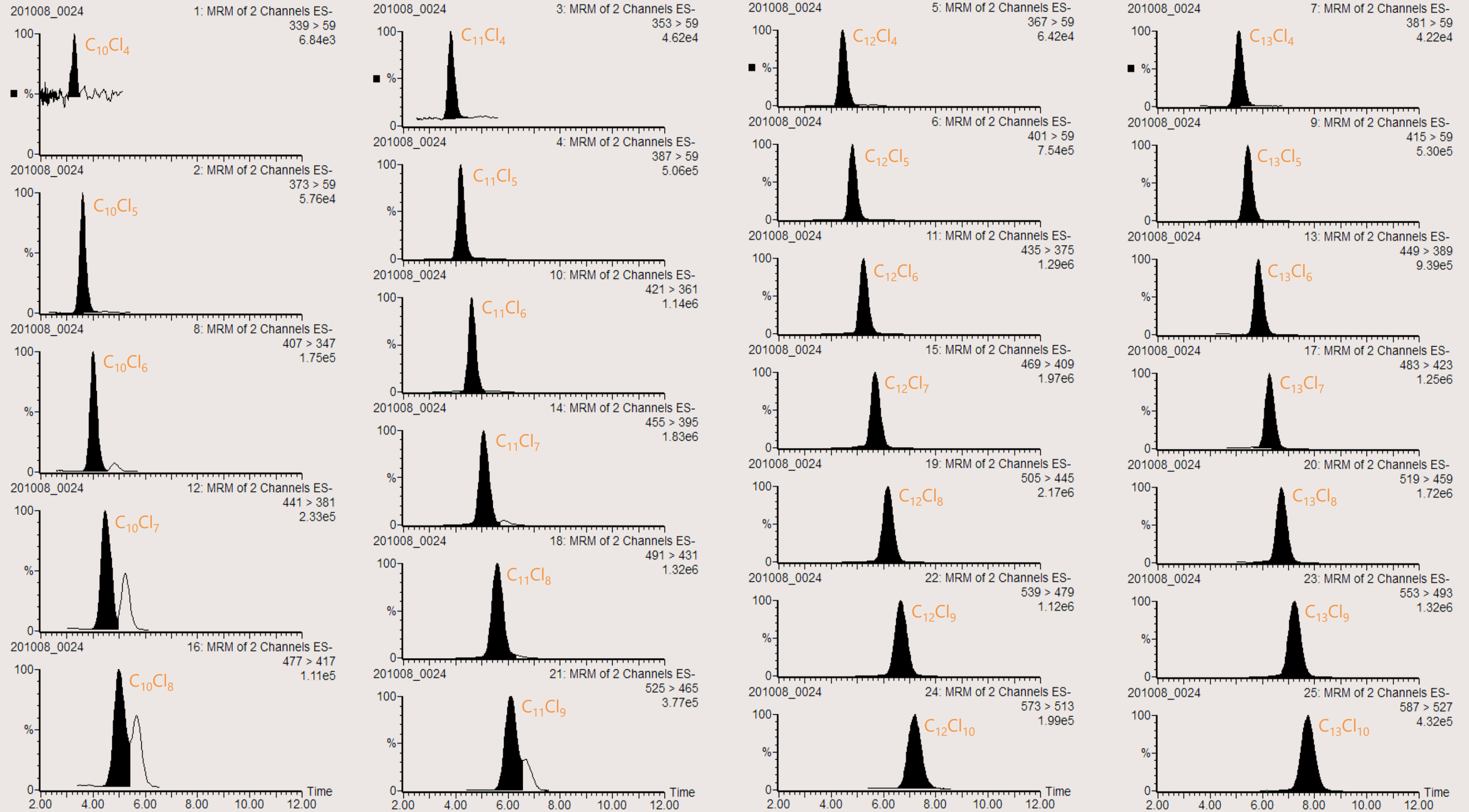
# Parametros del LC-ESI-MS/MS

Liquid chromatograph		Waters ACQUITY UPLC H-Class
Column	ZORBAX <b>SB-CN</b> (2.1x100 mm, 1.8 $\mu$ m) (Agilent)	
Column temperature	40°C	
Mobile phase A	Water containing 5 mM ammonium acetate	
Mobile phase B	Methanol containing 5 mM ammonium acetate	
Gradient (%B)	0 min (60%) – 5 min (73%) – 20 min (99%) – 22 min (99%) – 22.1 min (60%)	
Flow rate	0.4 mL/min	
Injection volume	5 $\mu$ L	
Mass spectrometer		Waters Xevo TQ-S micro
Ionization method	ESI negative	
Capillary voltage	0.75 kV	
Ion source temperature	110°C	
Desolvation temperature	500°C	
Desolvation gas flow	1000 L/hr	
Cone gas flow	20 L/hr	
Cone voltage	20 V	

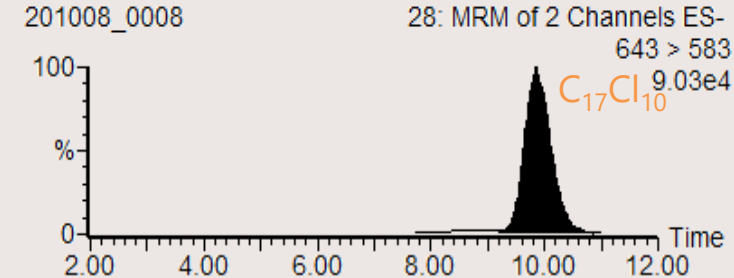
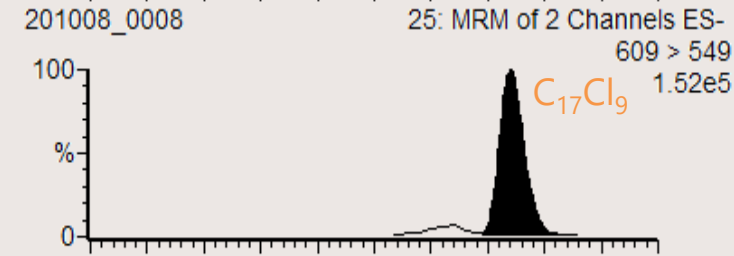
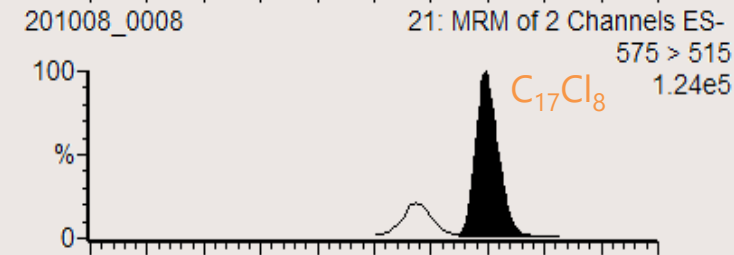
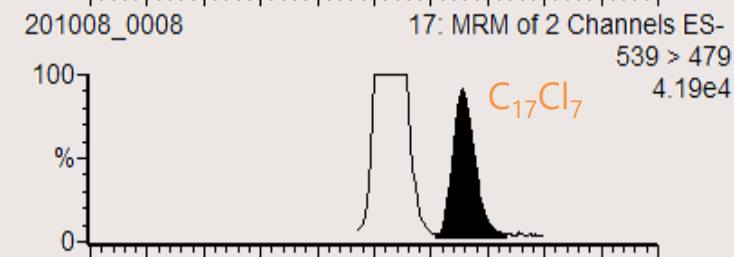
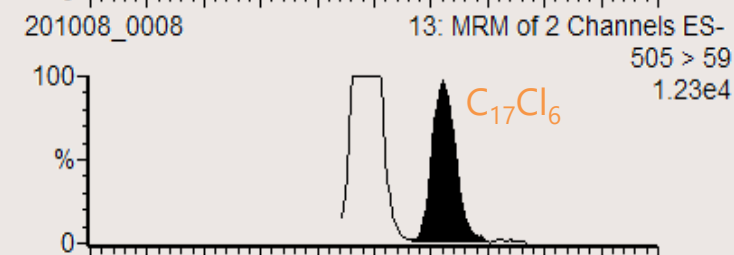
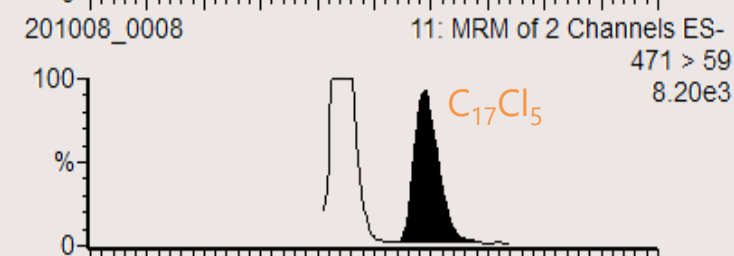
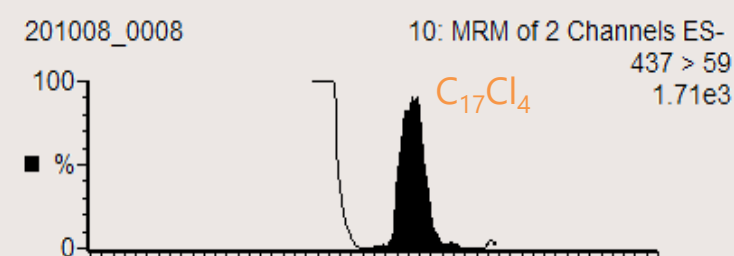
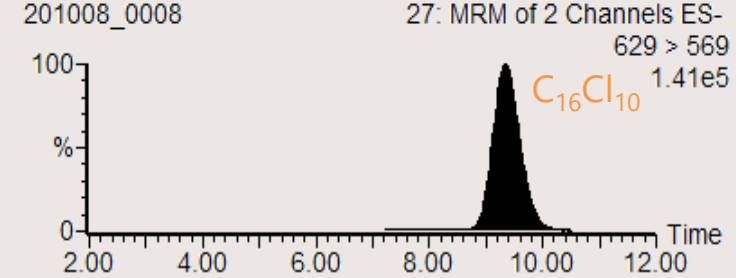
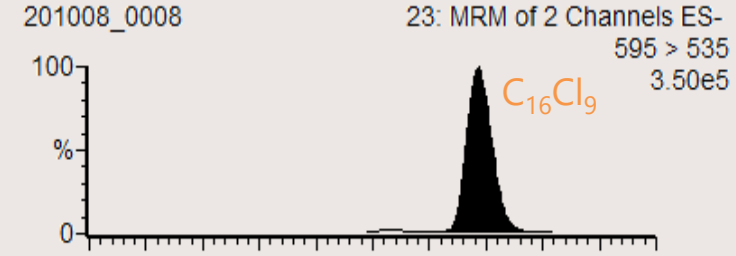
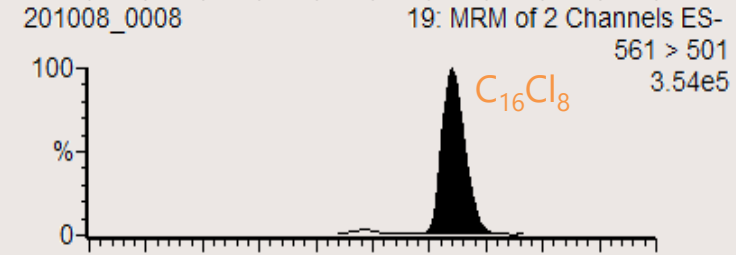
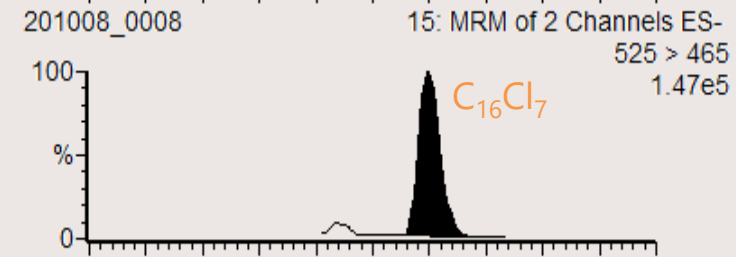
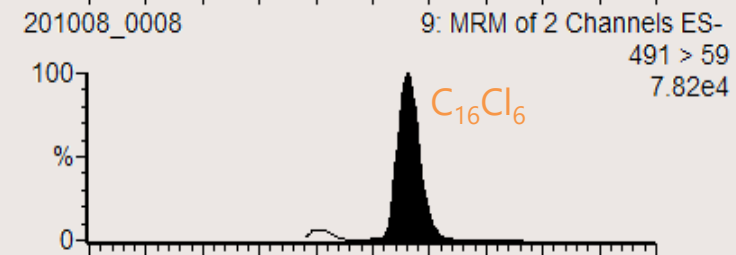
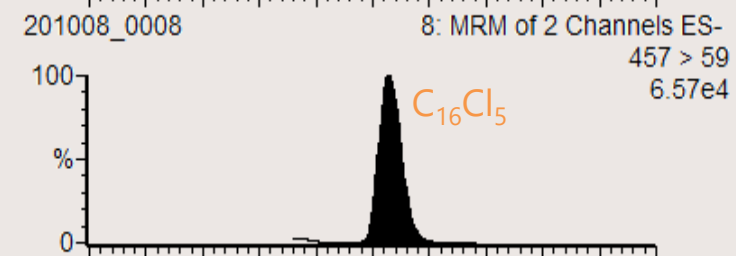
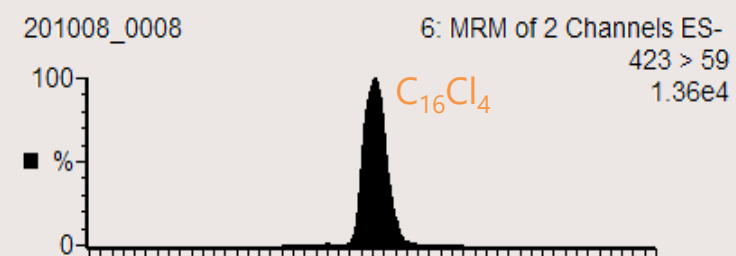
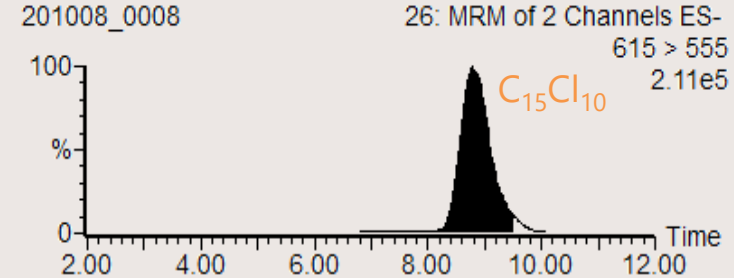
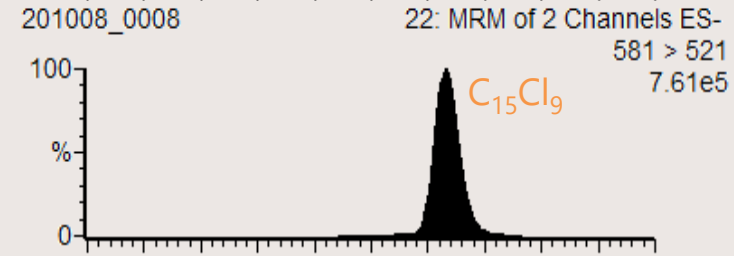
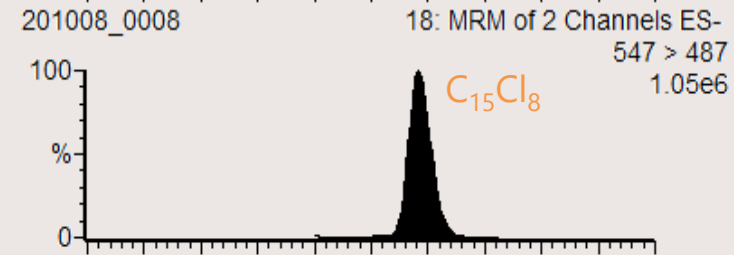
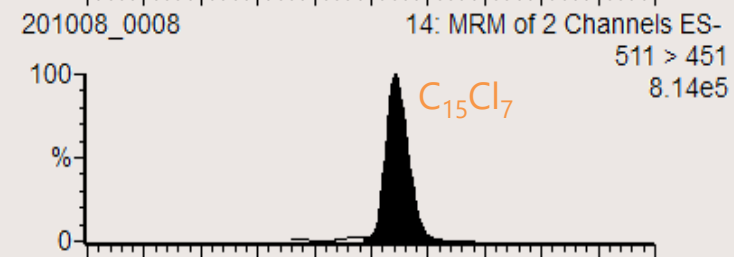
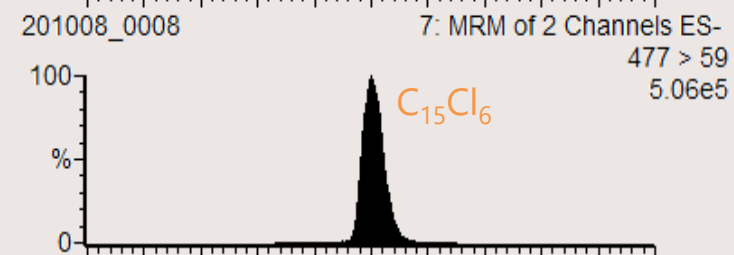
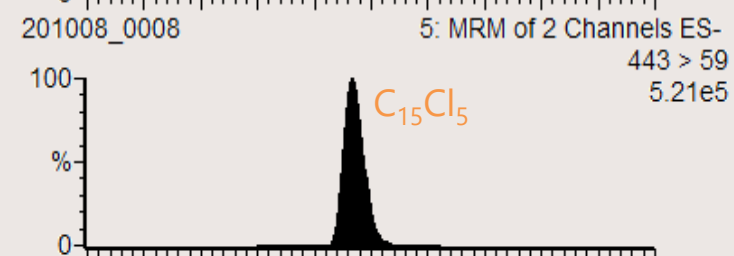
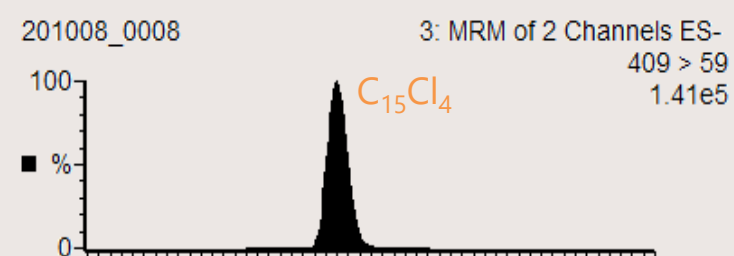
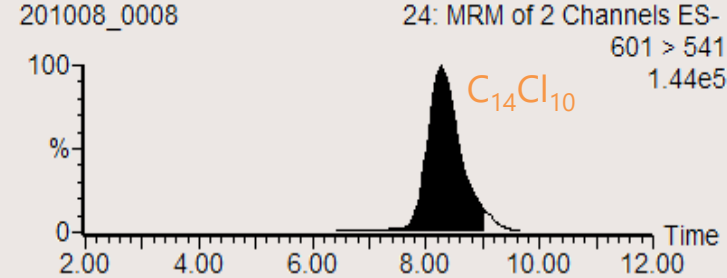
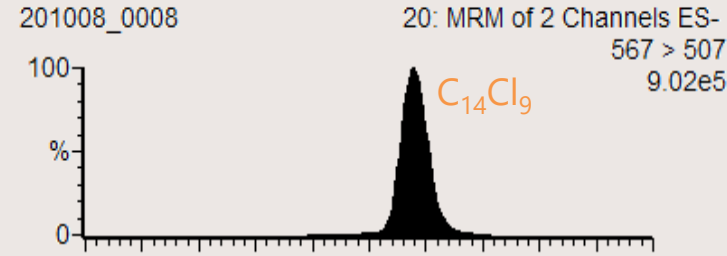
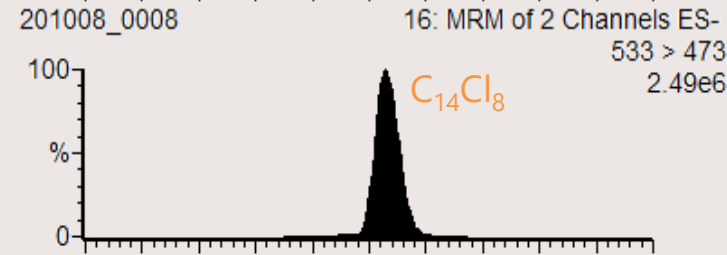
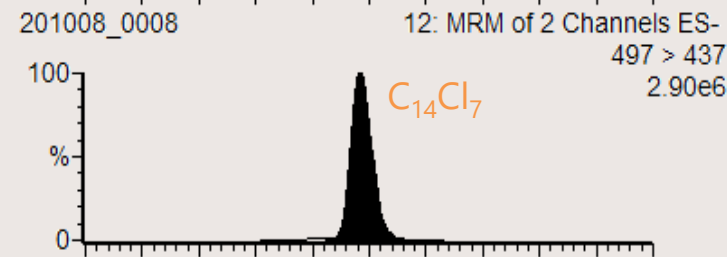
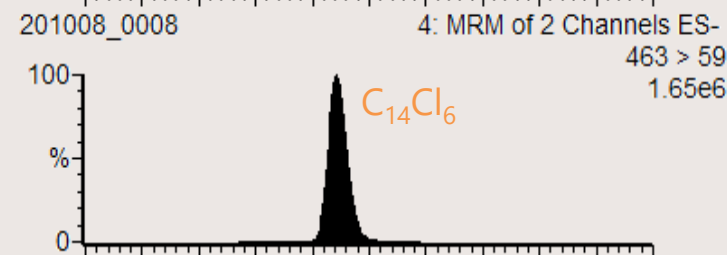
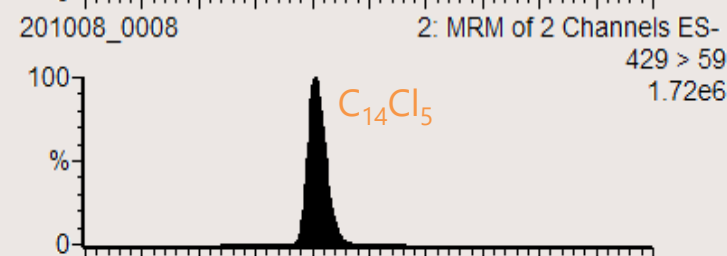
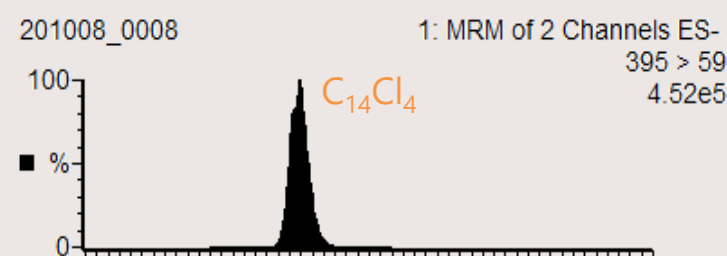
# Parametros del LC-ESI-MS/MS

	Congéneres menos clorado $C_{12}H_{21}Cl_5$	Congéneres más clorado $C_{12}H_{19}Cl_7$
Íon precursor	 <p>Acetate-adduct molecule</p>	 <p>Acetate-adduct molecule</p>
Íon producto	$CH_3COO^-$ Acetate ion	 <p>Deprotonated molecule</p>

# SCCPs

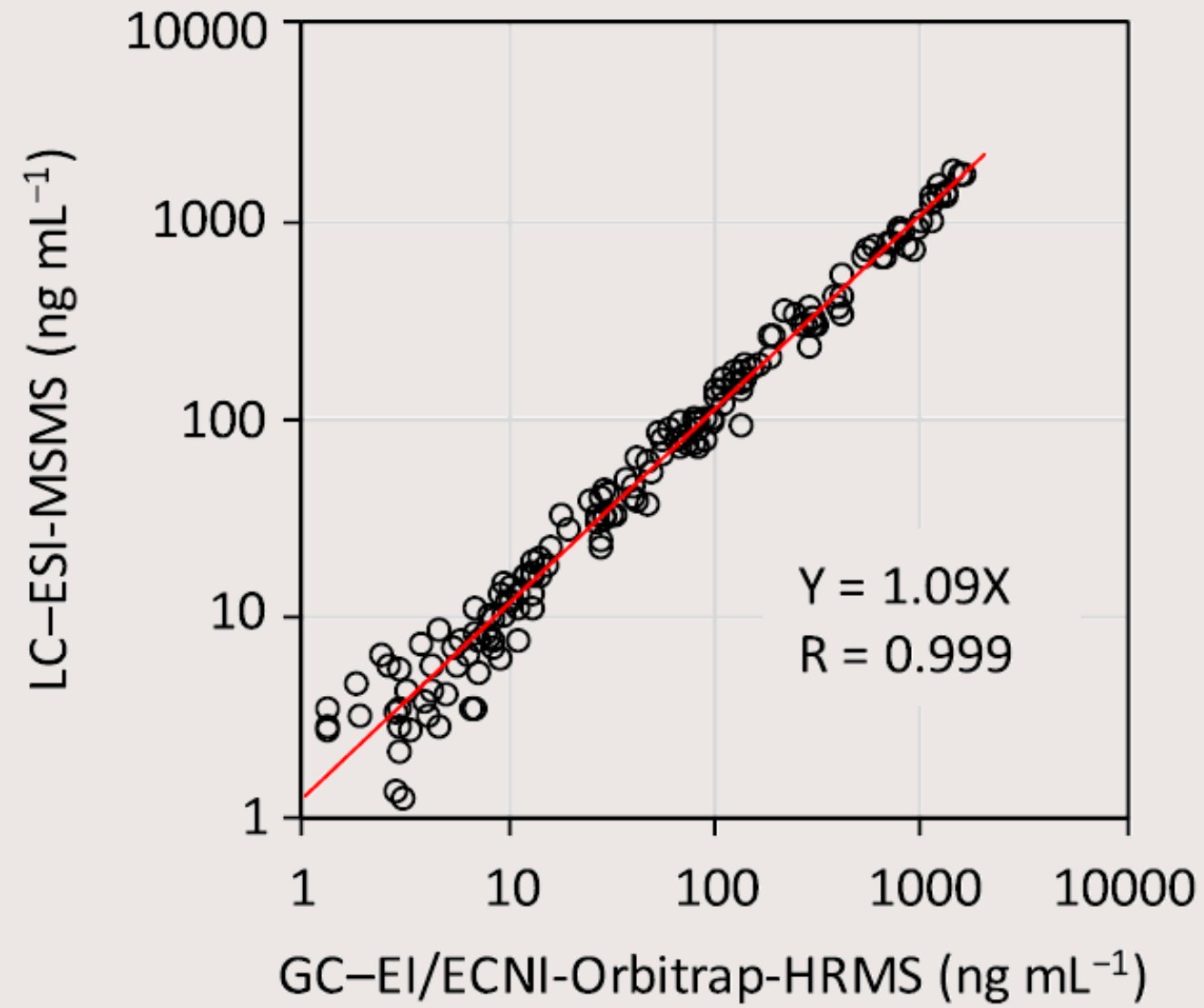


# MCCPs

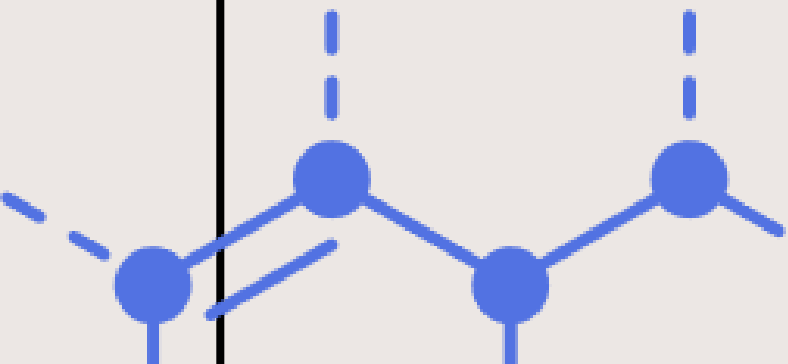
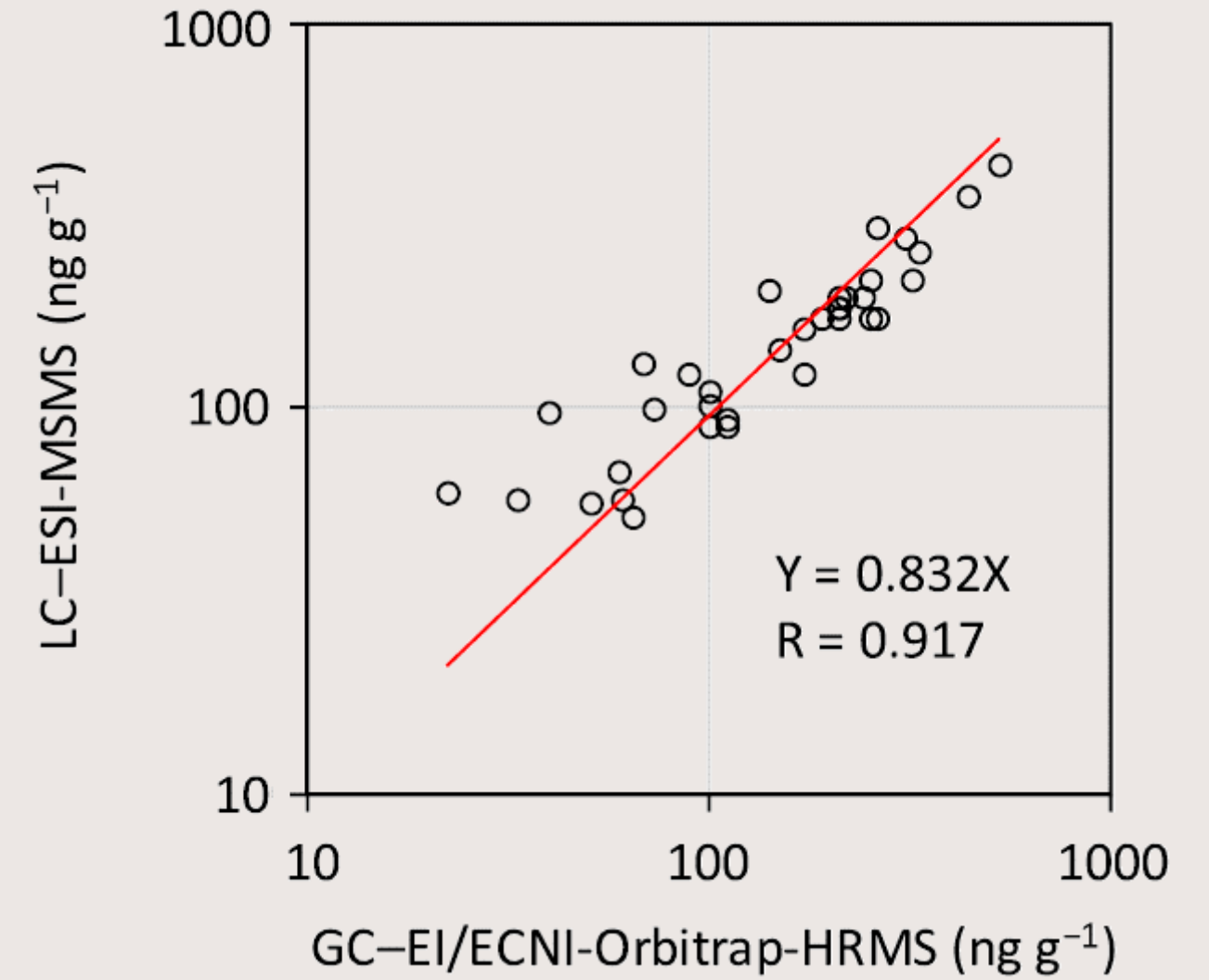


# Verificación del método

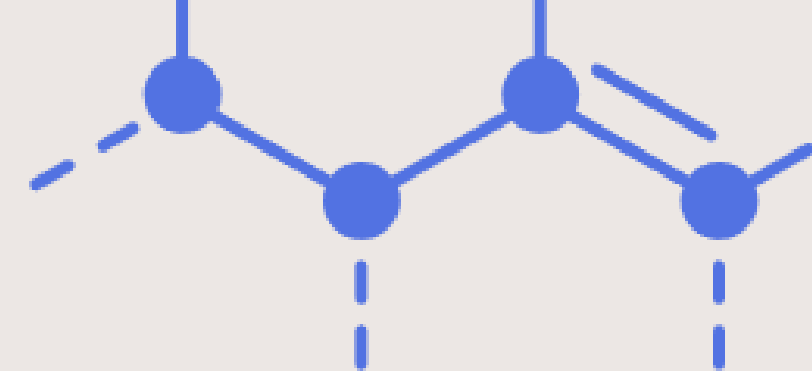
Mezclas técnicas



Mezclas de plásticos



# Resultados



Se detectaron CPs en 42 de las 87 muestras.

Productos	SCCPs (mg kg <sup>-1</sup> )	SCCP DF	MCCPs (mg kg <sup>-1</sup> )	MCCP DF
Cables	1.3–8500 (79)	12/38	1.2–59,000 (1200)	13/38
Productos para el interior de la casa	<LOQ	0/10	3.5–550 (120)	5/10
Productos infantiles	2.0–120,000 (75)	21/39	1.6–25,000 (2200)	15/39

La mayoría de los productos de consumo de PVC adquiridos en Japón se fabricaron en China. Sin embargo, todos los productos no fabricados en China tenían un contenido total de CP inferior al 0,1 % (p/p).

Las concentraciones más elevadas se detectaron en productos infantiles, pero, aparte de la muestra más contaminada (chanclas infantiles), solo otras tres muestras tenían un contenido de SCCP superior al 1 % (p/p).

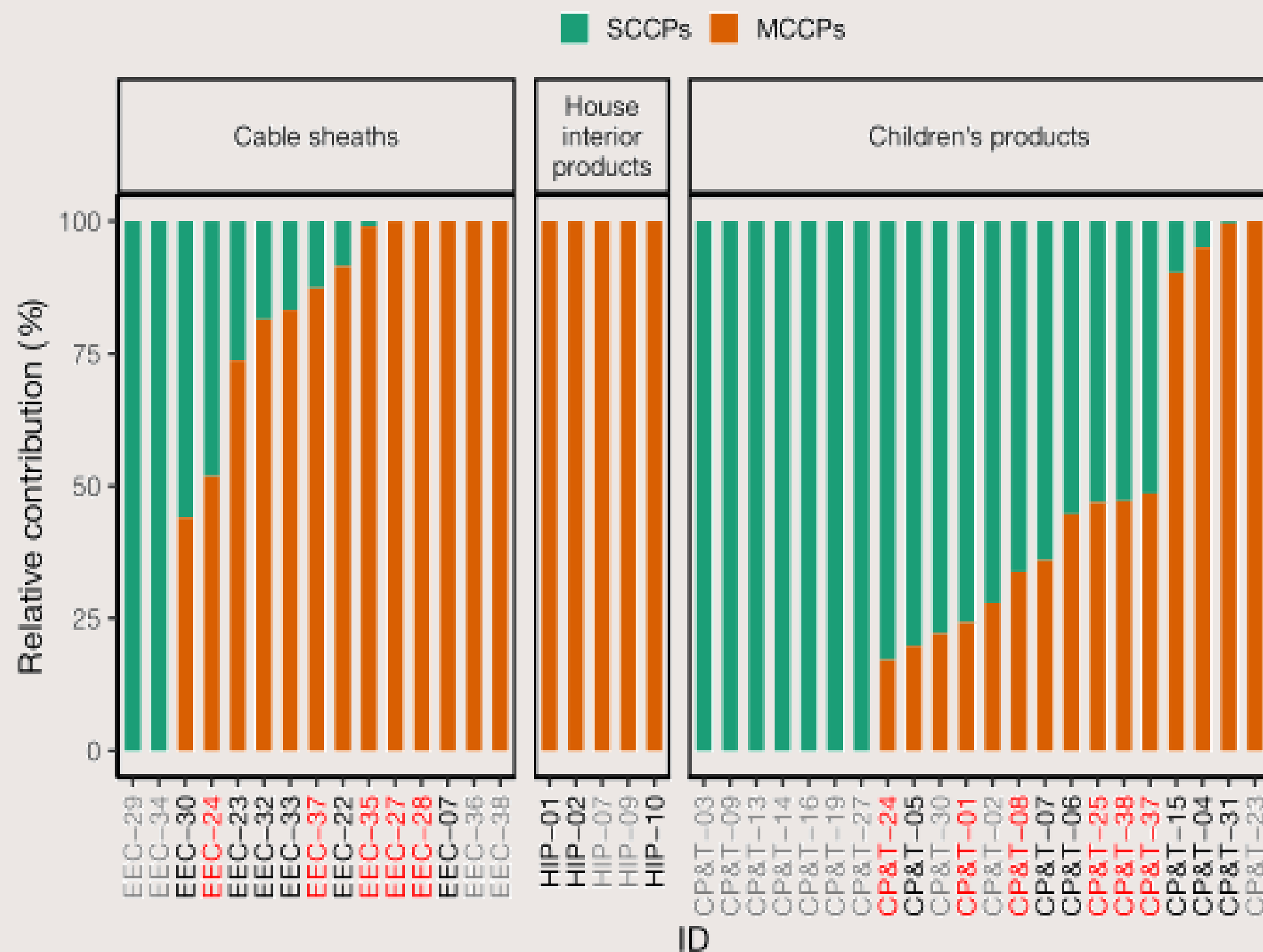
# Resultados

En total, solo 11 productos tenían un contenido de CPs superior al 1 % (p/p).

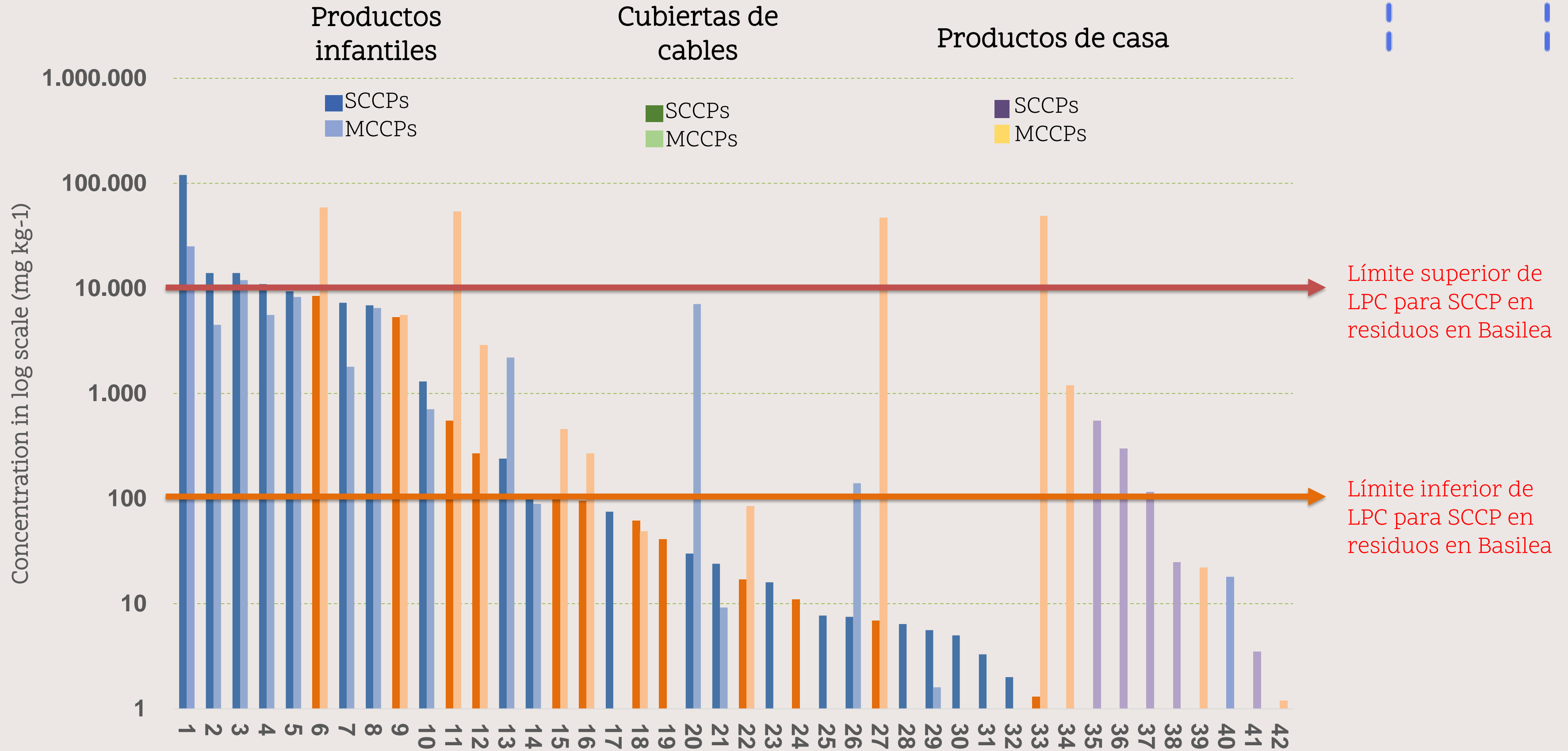
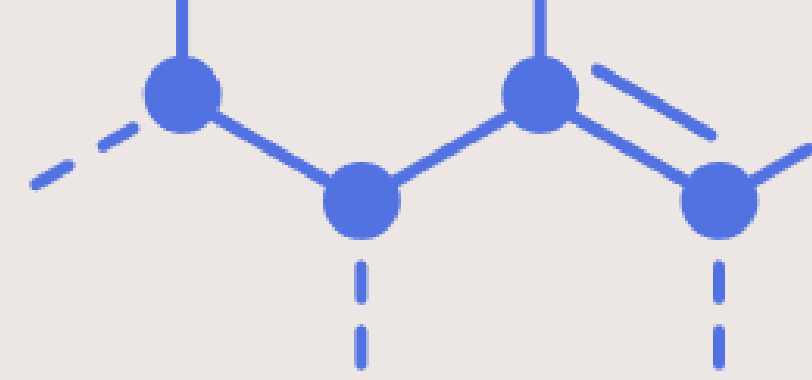
Por lo tanto, no se puede suponer que la mayoría de los productos contengan CP de forma intencionada como plastificante o retardante de llama.

Los productos infantiles se vieron más afectados por las SCCPs, mientras que las cubiertas de cables y los productos para el interior del hogar se vieron más afectados por las MCCPs.

Las proporciones de SCCPs/MCCPs muestran que, aunque es posible que haya grupos de una sola longitud de cadena, varios productos siguen viéndose afectados por mezclas de CPs.



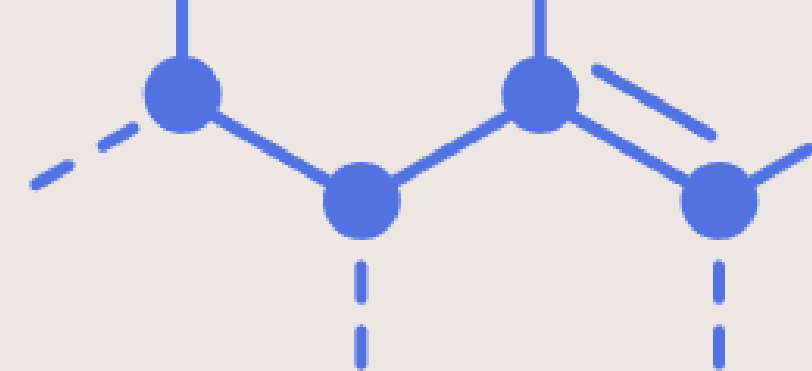
# Resultados



Límite superior de LPC para SCCP en residuos en Basilea

Límite inferior de LPC para SCCP en residuos en Basilea

# Conclusiones



Las SCCP siguen estando presentes con frecuencia en los productos de consumo de PVC disponibles actualmente en el mercado japonés.

Algunos fabricantes pueden utilizar mezclas técnicas de CP en productos de PVC con un contenido de SCCP inferior al 1 % en peso, pero muchos otros productos siguen conteniendo proporciones mayores de SCCP.

En la mayoría de los casos, los contenidos de CP eran inferiores a los contenidos notificados para el uso intencional en la fabricación de PVC.

Posible aplicación intencional de SCCP en productos para niños.

Las CP predominaban en los productos fabricados en China, lo que pone de relieve la necesidad de establecer una amplia vigilancia de los productos de PVC importados.

Teniendo en cuenta los límites de LPC propuestos en el Convenio de Basilea, también es necesario vigilar los flujos de residuos y reciclaje.

# Análisis Químicos de Mezclas Técnicas

**ENVIRONMENTAL**  
Science & Technology

pubs.acs.org/est

Article

## Homologue Composition of Technical Chlorinated Paraffins Used in Several Countries over the Last 50 Years—SCCPs Are Still Out There

Yago Guida,\* Hidenori Matsukami, Gabriel Oliveira de Carvalho, Roland Weber, Walter Vetter, and Natsuko Kajiwara

Cite This: *Environ. Sci. Technol.* 2023, 57, 13136–13147

Read Online

<https://doi.org/10.1021/acs.est.3c02243>



- 36 mezclas técnicas de comercializadas en América del Norte, América del Sur, Europa, Oriente Medio, Asia Meridional y Asia Sudoriental.
- Espectrometría de masas de baja resolución (LC-ESI-MS/MS) = 74 grupos de homólogos de CPs ( $C_{10}Cl_4$ - $C_{20}Cl_{10}$ ).
- Espectrometría de masas de alta resolución (LC-ESI-QTOF-MS) = identificar contenidos de CP no resueltos, cubriendo 375 grupos de homólogos de CPs ( $C_6Cl_4$ - $C_{30}Cl_{30}$ ).

El contenido de Cl osciló entre el 29 % y el 80 %.

20 muestras alrededor del 100 % (p/p);

5 muestras entre el 55 % y el 77 % (p/p);

11 muestras por debajo del 50 % (p/p) — sin detectarse en cuatro de ellas.

Contenido de CPs sin resolver?

CPs recién producidas con un contenido de SCCPs > 1 % (p/p).

Table 1. Sample Information; Concentrations of Resolved SCCPs, MCCPs, LCCPs, and Total ( $\Sigma$ -)CPs; and Total Chlorine Content (Cl) in Technical CP Mixtures in Percentage (%)

sample	production <sup>a</sup>	origin <sup>b</sup>	producer	SCCPs	MCCPs	LCCPs	$\Sigma$ -CPs	Cl
no. 01	before 1975	Europe <sup>1</sup>	A	0.44	1.1	29	30	29
no. 02	before 1975	Europe <sup>1</sup>	A	5.5	98	6.1	110	48
no. 03	before 1975	Europe <sup>1</sup>	A	99	0.27	<LOQ	99	54
no. 04	before 1976	Europe <sup>1</sup>	A	2.6	61	2.7	66	37
no. 05	before 1976	Europe <sup>1</sup>	A	<LOQ	1.4	45	47	39
no. 06	before 1976	Europe <sup>1</sup>	A	3.7	1.9	51	56	38
no. 07	before 1976	Europe <sup>1</sup>	A	0.13	2.7	52	55	45
no. 08	before 1976	Europe <sup>1</sup>	A	110	0.72	0.041	110	49
no. 09	before 1976	Europe <sup>1</sup>	A	13	92	7.2	110	51
no. 10	before 1976	Europe <sup>1</sup>	A	100	0.21	<LOQ	100	63
no. 11	before 2012	East Asia <sup>1</sup>	B	<LOQ	120	1.3	120	50
no. 12	before 2012	East Asia <sup>1</sup>	B	72	<LOQ	<LOQ	72	60
no. 13	before 2015	n.a. <sup>c</sup>	n.a.	<LOQ	0.21	2.1	2.3	43
no. 14	before 2015	n.a. <sup>c</sup>	n.a.	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	74
no. 15	before 2017	North America <sup>d</sup>	C	<LOQ	<LOQ	1.3	1.3	39
no. 16	before 2017	North America <sup>d</sup>	C	96	0.21	<LOQ	96	53
no. 17	before 2017	North America <sup>d</sup>	C	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	71
no. 18	before 2017	North America <sup>d</sup>	D	<LOQ	<LOQ	3.7	3.7	51
no. 19	before 2017	North America <sup>d</sup>	E	98	1.2	<LOQ	100	53
no. 20	before 2017	North America <sup>d</sup>	E	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	67
no. 21	before 2017	North America <sup>d</sup>	E	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	67
no. 22	before 2017	North America <sup>d</sup>	E	15	0.19	<LOQ	15	80
no. 23	before 2017	North America <sup>d</sup>	n.a.	83	0.13	<LOQ	83	73
no. 24	2020	South Asia <sup>e</sup>	F <sup>g</sup>	54	0.58	37	91	58
no. 25	2021	South Asia <sup>e</sup>	F <sup>g</sup>	42	0.079	34	77	54
no. 26	2021	South Asia <sup>e</sup>	G <sup>g</sup>	0.21	97	7.7	100	55
no. 27	2021	South Asia <sup>e</sup>	G <sup>g</sup>	0.23	91	7.5	99	50
no. 28	2021	Europe <sup>2e</sup>	H	0.039	100	0.16	100	51
no. 29	2022	Middle East	I	0.063	87	0.17	87	48
no. 30	2022	Middle East	I	0.095	100	0.084	100	49
no. 31	2022	Middle East	I	0.13	100	0.11	100	54
no. 32	2022	Middle East	I	84	31	0.82	120	61
no. 33	2022	East Asia <sup>2f</sup>	J	0.45	100	5.6	110	42
no. 34	2022	East Asia <sup>2f</sup>	J	0.57	110	5.6	120	43
no. 35	2022	East Asia <sup>2f</sup>	J	0.33	75	5.7	81	41
no. 36	2022	East Asia <sup>2f</sup>	J	<LOQ	8.8	13	22	37

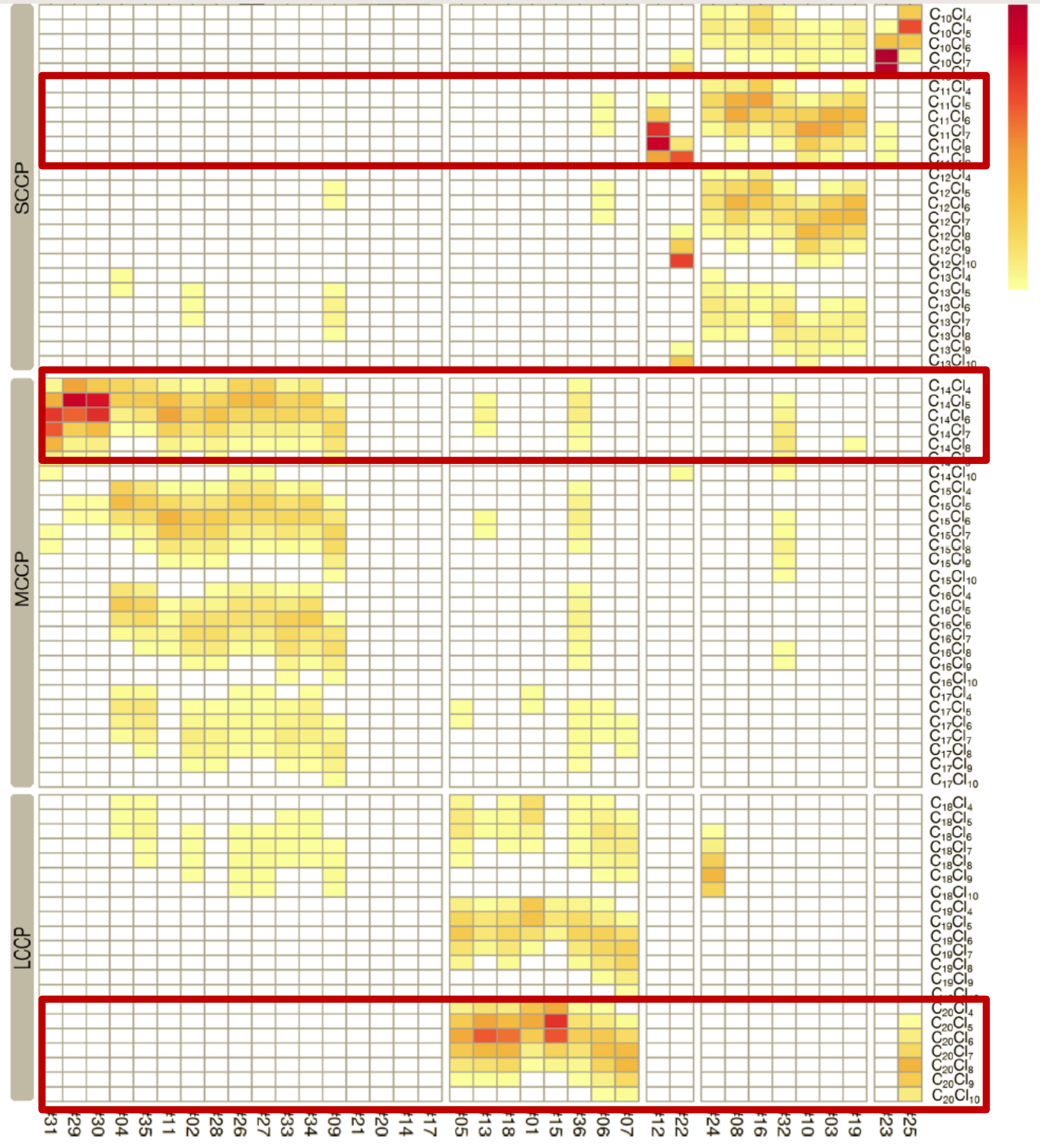
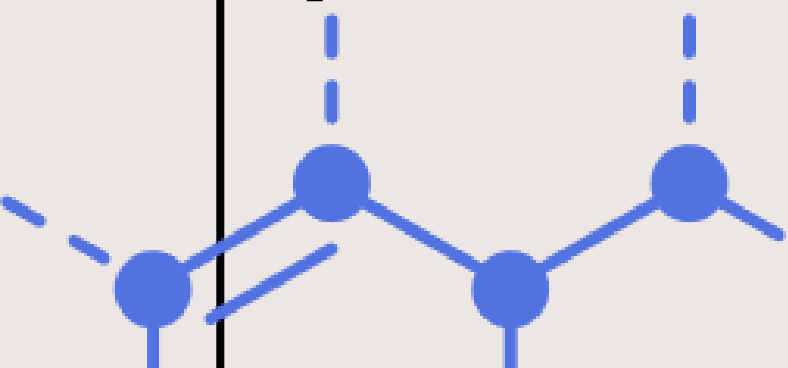
Se observó una gran variación en las contribuciones de los homólogos entre las mezclas de CP.

Las CPs  $C_{11}$ ,  $C_{14}$  y  $C_{20}$  fueron dominantes.

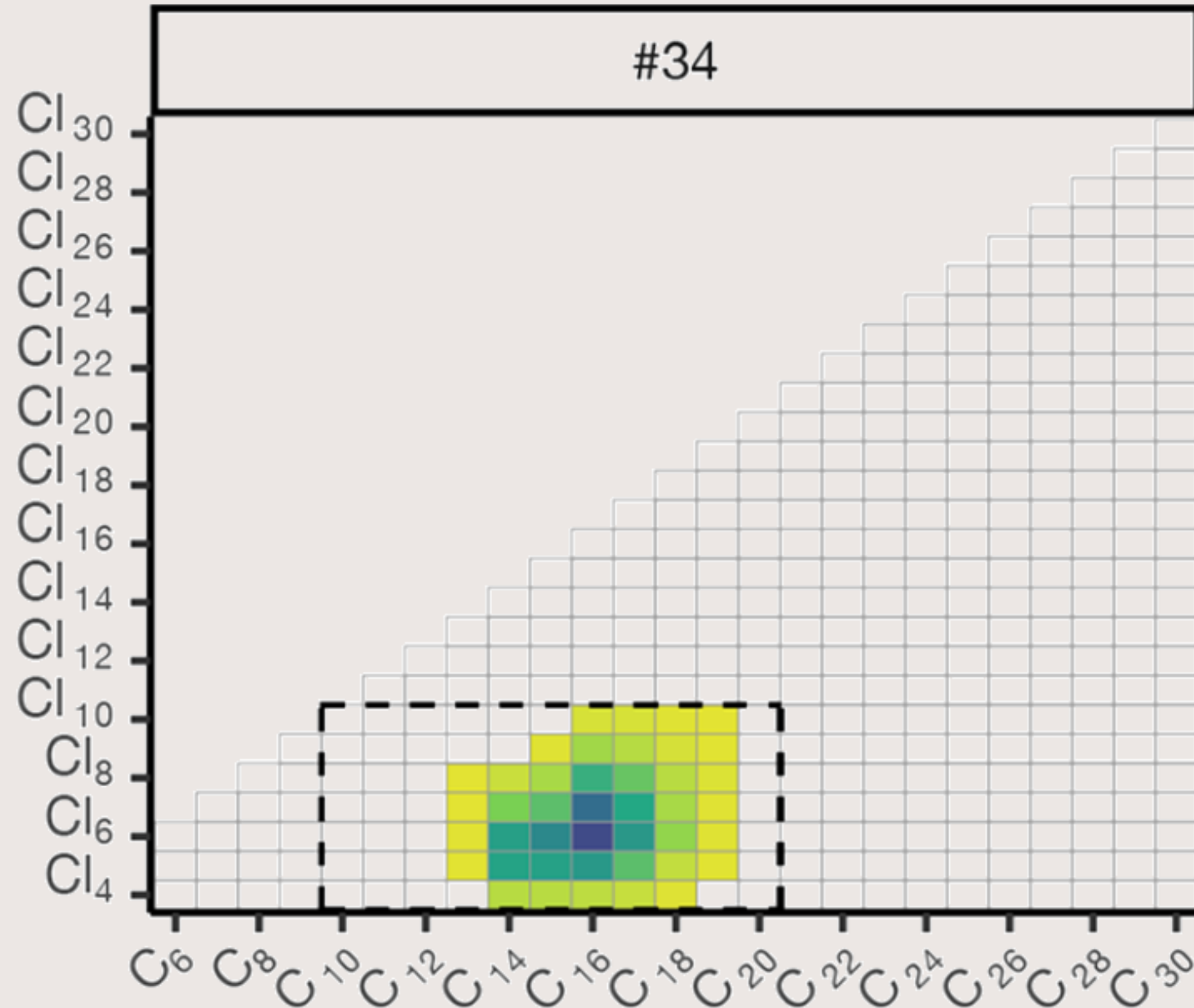
Los homólogos con cloración media fueron los predominantes.

Los grupos homólogos  $C_{11}Cl_6$  y  $C_{14}Cl_6$  concuerdan bien con las matrices ambientales y los productos manufacturados.

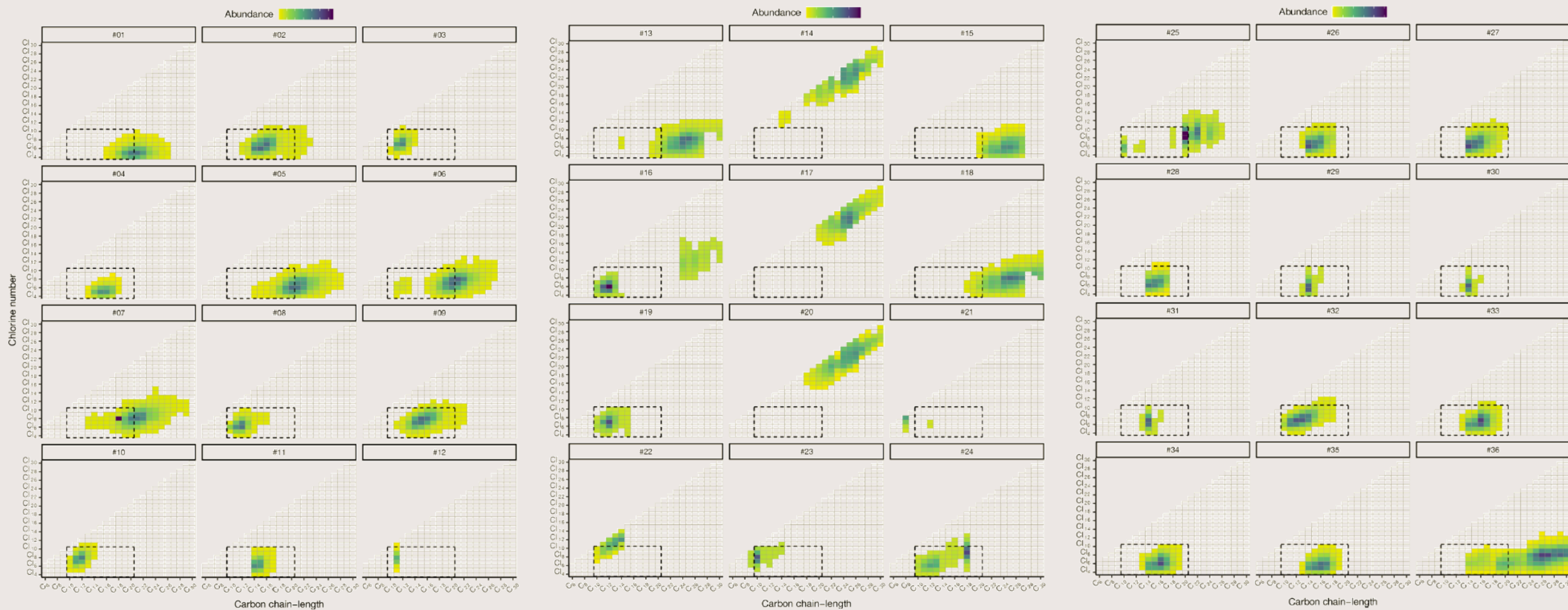
Las LCCPs se resolvieron menos mediante LC-ESI-MS/MS = debe interpretarse con precaución.



# LC-ESI-QTOF-MS (screening analysis)



# LC-ESI-QTOF-MS (screening analysis)



[M-H]<sup>-</sup> y [M+CH<sub>3</sub>COO]<sup>-</sup> iones cubriendo 375 grupos de homólogos de CPs (C<sub>6</sub>Cl<sub>4</sub>-C<sub>30</sub>Cl<sub>30</sub>).

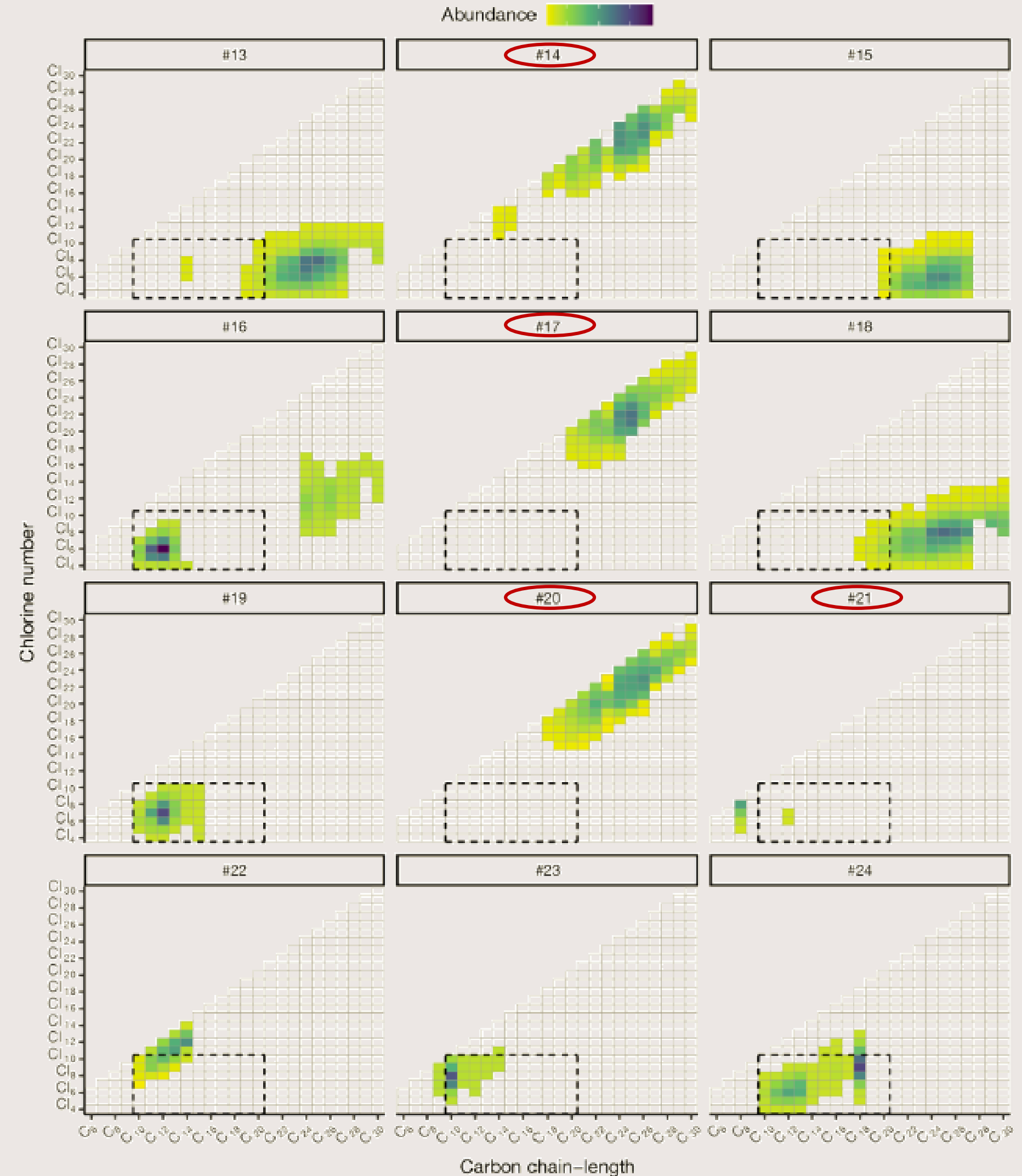
Se aclararon los contenidos de CPs no resueltos mediante mediciones LC-ESI-MS/MS.

LCCPs >C20 y altamente cloradas.

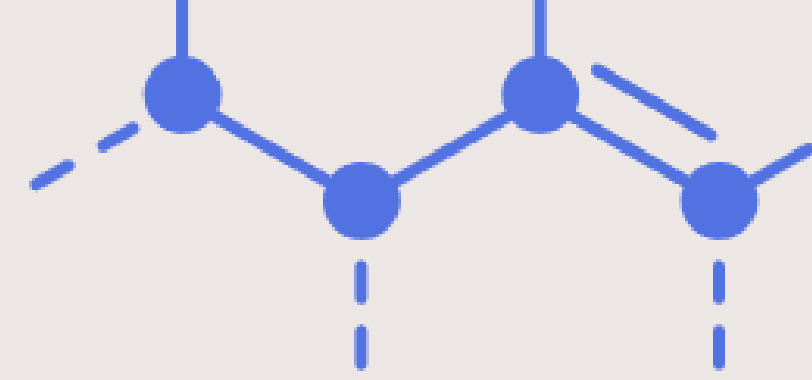
vSCCPs con composición de cadena única.

La mayoría de los contenidos no resueltos eran LCCPs >C20.

Perfiles únicos que contenían solo SCCP y LCCP.



# Conclusiones



Una muestra estaba compuesta principalmente por  $C_{<10}$ -CP, 10 de SCCPs, 13 de MCCPs y 12 de LCCPs.

Las contribuciones de los grupos homólogos de CPs variaban incluso entre los mismos fabricantes y los mismos productos.

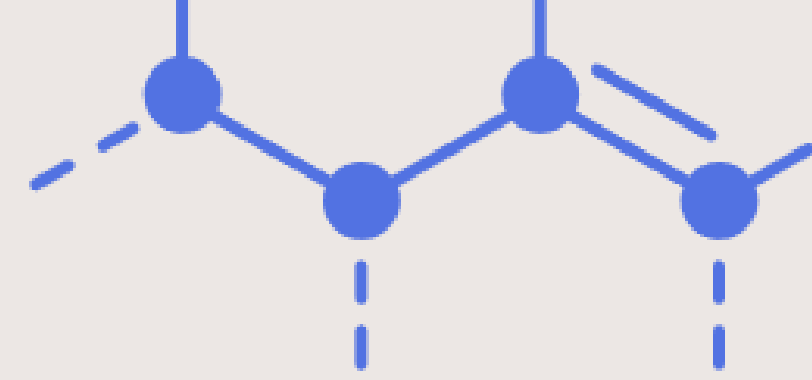
El predominio general de los grupos homólogos de CPs  $C_{11}Cl_6$  y  $C_{14}Cl_6$  coincidía con los grupos homólogos dominantes en las matrices ambientales y los productos manufacturados.

Los rendimientos de SCCPs siguen siendo elevados en algunas mezclas técnicas de CPs que se producen actualmente (2022), y tres de ellas no habrían cumplido las restricciones del Convenio de Estocolmo sobre SCCPs.

Cabe señalar que ninguna de ellas estaba etiquetada como SCCPs.

Es importante controlar las materias primas de n-alcano utilizadas para la producción de CPs a fin de cumplir las restricciones internacionales.

# Mensaje Final



Los inventarios de SCCPs y MCCPs son fundamentales para cumplir con los compromisos internacionales de los Convenios de BRS.

La calidad del inventario depende de métodos analíticos capaces de identificar lo que no puede determinarse solo con información declarada.

Avanzar en análisis químicos de CPs significa avanzar en seguridad química y en una economía circular realmente responsable.

Fortalecer la capacidad analítica nacional es una estrategia de soberanía científica que permite decisiones basadas en evidencia y no en suposiciones.



**Muchas Gracias!**

Por su atención

---

Yago Guida, Ph.D.  
Investigador y Consultor  
IBCCF-UFRJ  
[guidays@biof.ufrj.br](mailto:guidays@biof.ufrj.br)