

INVESTIGACIÓN
EN MARCHA. Evaluación de la actividad investigadora.
TESIS DOCTORAL
CURSO 2025-26

PROGRAMA DE DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

Título provisional: CARACTERIZACIÓN DE LOS
COMPUESTOS QUÍMICOS LIBERADOS A LA
ATMÓSFERA DURANTE LA QUEMA DE BIOMASA

Doctoranda: Beatriz Domínguez Villar

Director (es): José Francisco Nicolás Aguilera y
Amalia Muñoz Cintas (CEAM)

Tutor: Eduardo Yubero Funes



- 1) Investigar los aerosoles y las emisiones gaseosas en casos de Biomass Burning, tanto en situaciones reales (campañas de campo) como en experimentos controlados (campañas de Euphore) y su evolución química.
- 2) Identificar y estudiar la evolución de los Biomarcadores más comunes para identificar fuentes del material particulado y los compuestos gaseosos.
- 3) Adquirir información acerca del impacto de la quema de biomasa en la calidad del aire y el clima.
- 4) Elucidar los espectros de diferentes huellas químicas para poder identificar fuentes de aerosoles orgánicos secundarios procedentes de la quema de biomasa en la atmósfera.

METODOLOGÍA Y ESTADO ACTUAL

3

1) FASE DE EXPERIMENTACIÓN

CÁMARAS DE EUPHORE:

Experimentos controlados con estufas de quema de biomasa, usando diferentes combustibles, y estudio de compuestos individuales introducidos directamente en la cámara.

Datos en procesamiento.



AEROSOL Y COMPUESTOS GASEOSOS EMITIDOS POR LA QUEMA DE BIOMASA EN LA AGRICULTURA:

Toma de medidas en la Albufera de Valencia, durante la quema de la paja del arroz después de la cosecha.

Datos procesados.

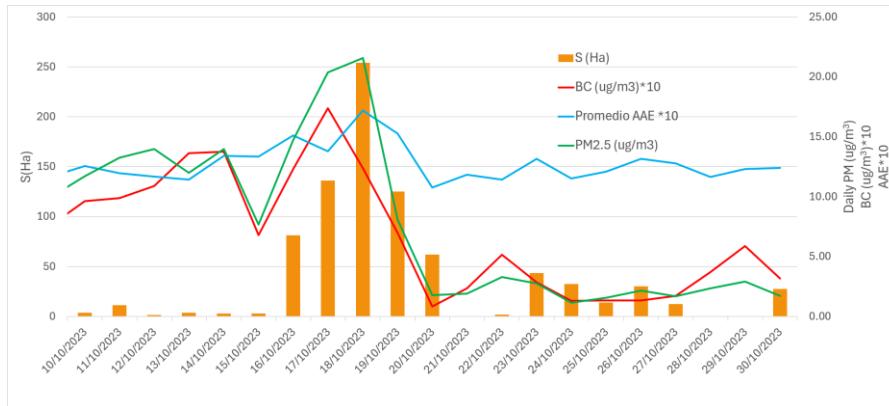


RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

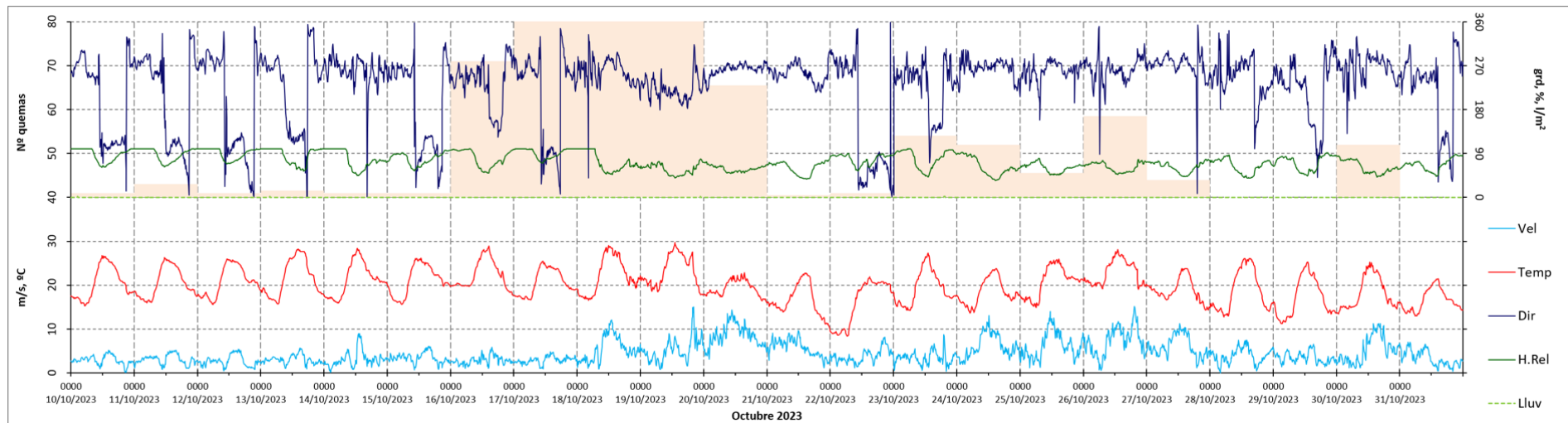
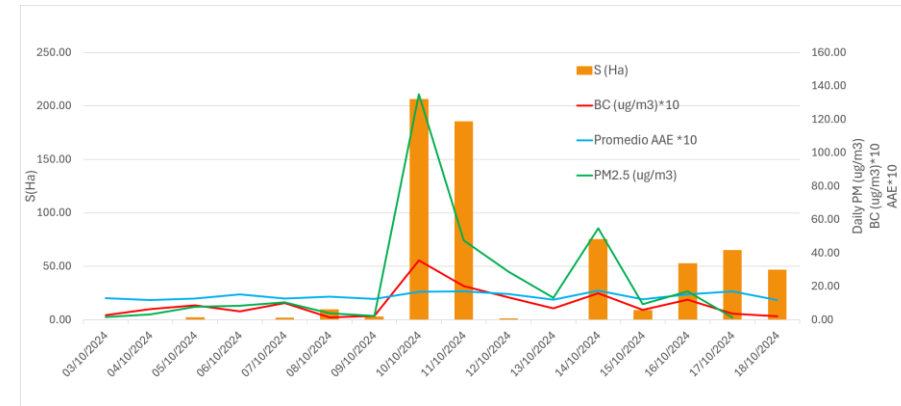
4

Propiedades Ópticas Campaña de Campo (curso 2024-2025)

Campaña
2023



Campaña
2024



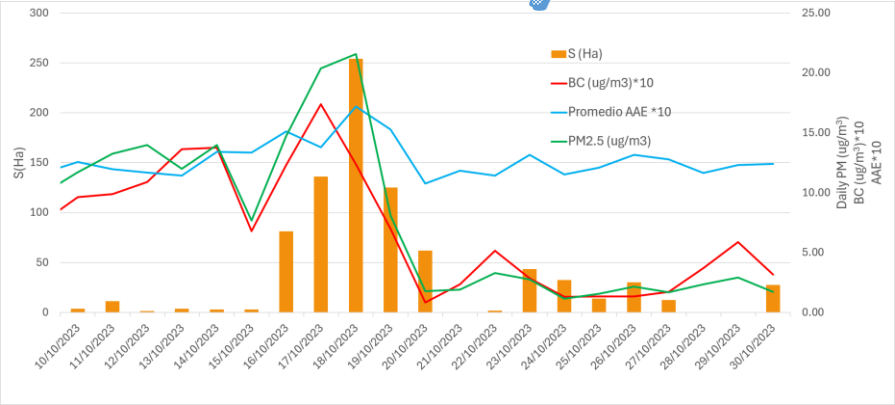
Meteorología
2023

RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

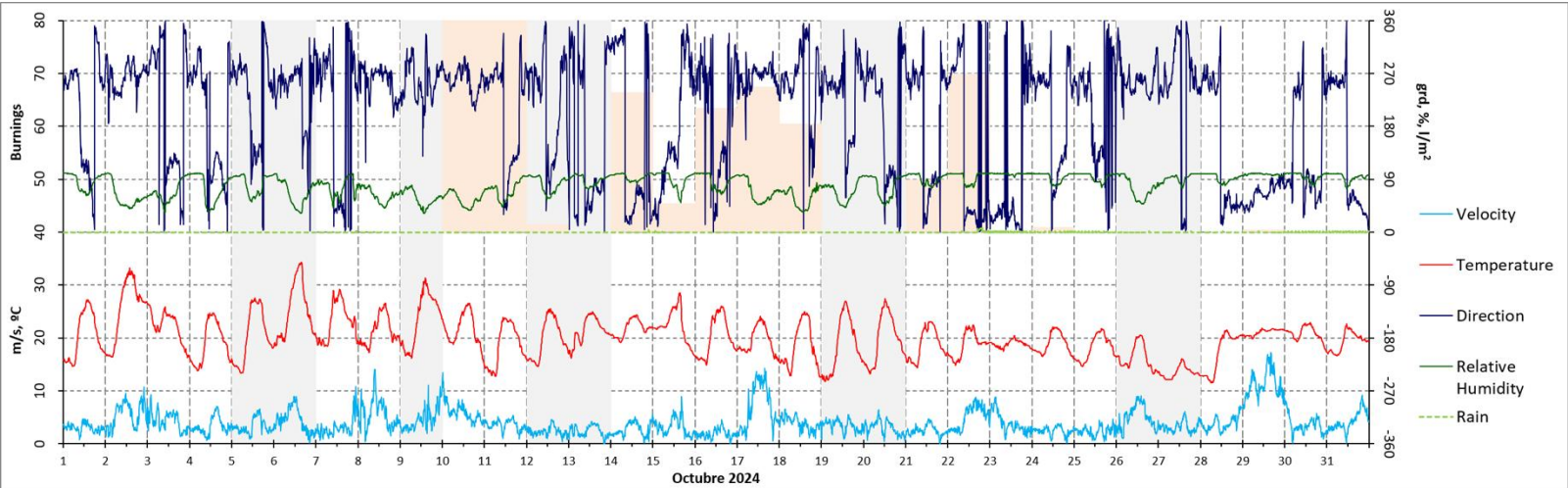
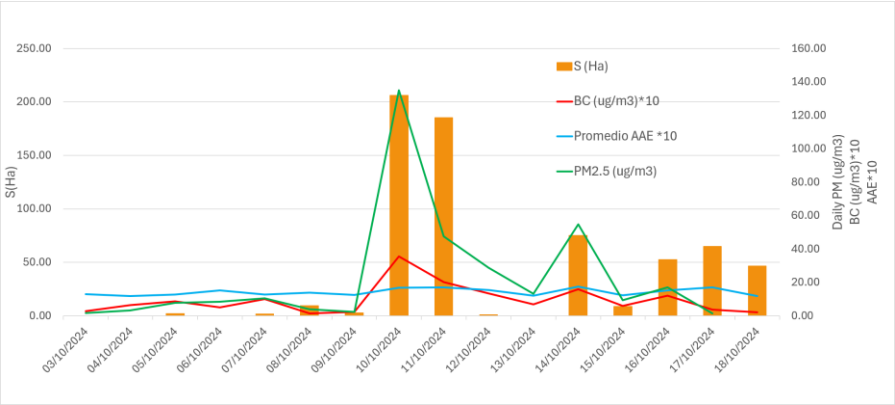
Propiedades Ópticas Campaña de Campo

(curso 2024-2025)

Campaña 2023



Campaña 2024



Meteorología 2024

RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

Análisis Químico Campaña de Campo (curso 2024-2025)

- Se identificaron un total de 152 VOCs en la campaña de 2023 y 151 en la de 2024.
- Sólo 138 del total de ambas campañas fueron clasificados como Major Tracers, usando una relación entre las concentraciones medidas durante las quemas (P2) y el periodo previo a las quemas (P1) (Viana et al., 2008):

$$P2/P1 > 2 \rightarrow \text{Major Tracers}$$
- De esos 138, sólo 55 se identificaron en ambas campañas.

Viana et al., 2008.

doi: 10.1016/j.atmosenv.2007.11.012

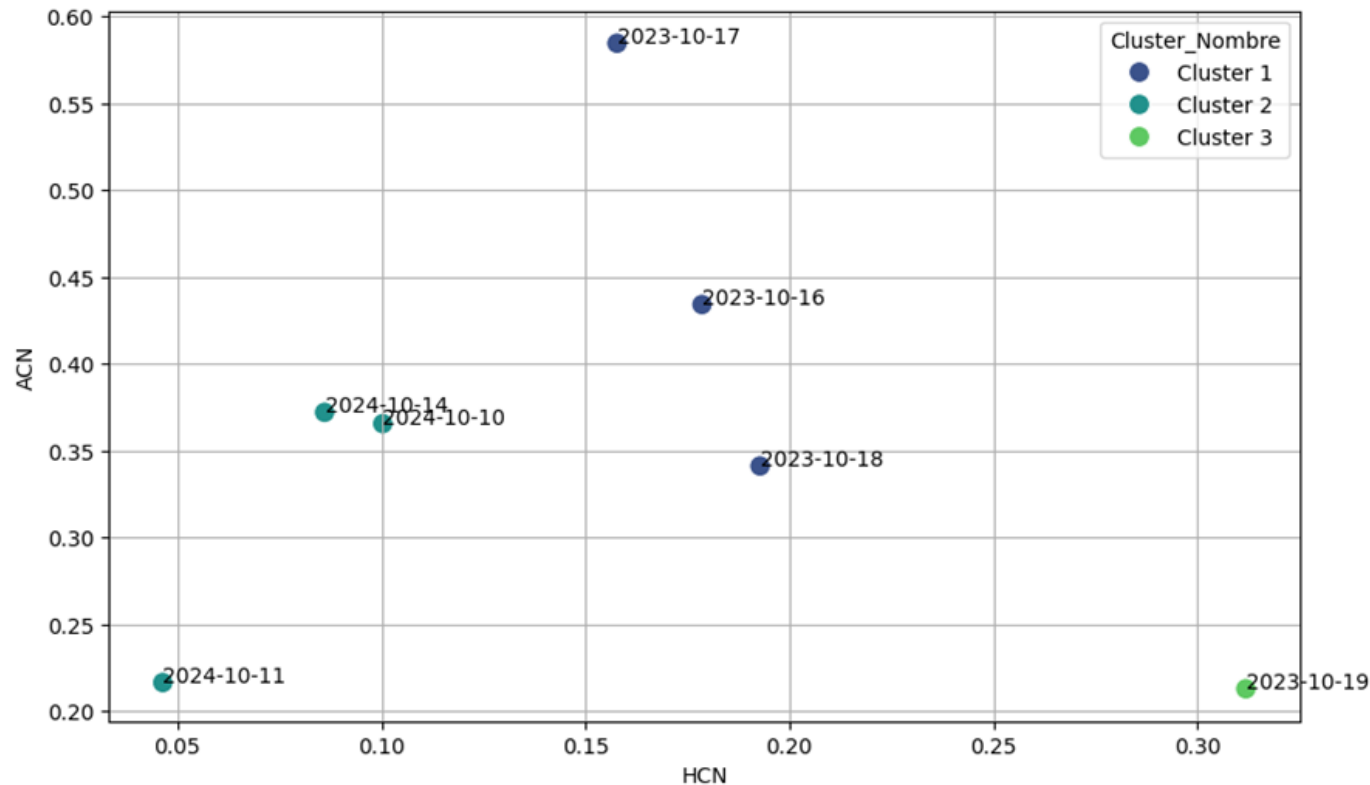
2023-2024		18	2-Methylpentane	37	C9 aromatics
compounds		19	Toluene	38	Propyl benzene
1	HCN	20	Phenol	39	TMBs
2	CH₃CN	21	Heptene	40	Benzoic acid
3	Formic acid	22	Hexenal	41	Nonano
4	Acetone	23	Valerolactone	42	n-Methyloctane
5	Glycolaldehyde	24	2-Hexanone	43	Dimethylstyrene
6	Acetic acid	25	2,3-Pentanedione	44	m-Cymene
7	Isoprene	26	Hexanal	45	m-Propyltoluene
8	MVK	27	Hexylalcohol	46	o-Propyltoluene
9	Methacrolein		5-hydroxy-2-pentanal	47	o-Cymene
10	Crotonaldehyde	29	Benzonitrile	48	Dimethylbenzaldehyde
11	2-Butanone	30	Benzaldehyde	49	a, β-Pinene
12	Isobutyraldehyde	31	Methoxybenzene	50	D-Limonene
13	Butyraldehyde	32	2,4-Hexadiendial	51	Decane
14	Hydroxyacetone	33	1-Octene	52	Tetrachloroethylene
15	Benzene	34	Butyl acetate	53	Dodecane
16	Pentenal	35	Indane	54	Tridecene
17	2,2-Dimethylbutane	36	butoxyethanol	55	Tridecane

RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

7

Análisis Químico Campaña de Campo (curso 2025-2026)

Análisis Cluster utilizando los datos de HCN y ACN medidos con PTRMS



CLUSTER 1	CLUSTER 2
16/10/2023	10/10/2024
17/10/2023	11/10/2024
18/10/2023	14/10/2024

CLUSTER 1: Impacto medio (2-8 km)
CLUSTER 2: Alto impacto (300m-1km)

RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

Análisis Químico Campaña de Campo (curso 2025-2026)

CLUSTER 1	CLUSTER 2
HCN	HCN
ACN	ACN
Glyoxal	acetaldehyde
acetic acid	acetic acid
glycoaldehyde	glycoaldehyde
Isoprene	Crotonaldehyde
MVK	Isobutyraldehyde
Methacrolein	Hydroxyacetone
Crotonaldehyde	2,2-Dimetilbutano
Methylglyoxal	Pivalaldehyde
Glyoxilic acid	2-Hexenal
2-butenedial	2-Hexanone
toluene	Benzonitrilo
1-heptene	Benzaldehyde
Hexylalcohol	Toluquinone
Phenylethyne	n-methyloctene

CLUSTER 1	CLUSTER 2
Ethylbenzene	n,n-dimethylhexene
ethylciclohexane	naphtalene
Heptanal	n-dimethylstyrene
Benzoquinone	n-Butylbenzene
1-methoxy-2-propyl acetate	o-Cimeno
dimethylstyrene	terpene_136
Dimethylbenzaldehyde	Methoxybenzene
a,b-pinene	n-undecene
camphene	tetradecane
Limonene	
2-heptene	
n-methylhexane	
2,4-dimethylhexane	
2,3,3-trimethylpentane	
2.3-dimethylpentane	
n-undecene	

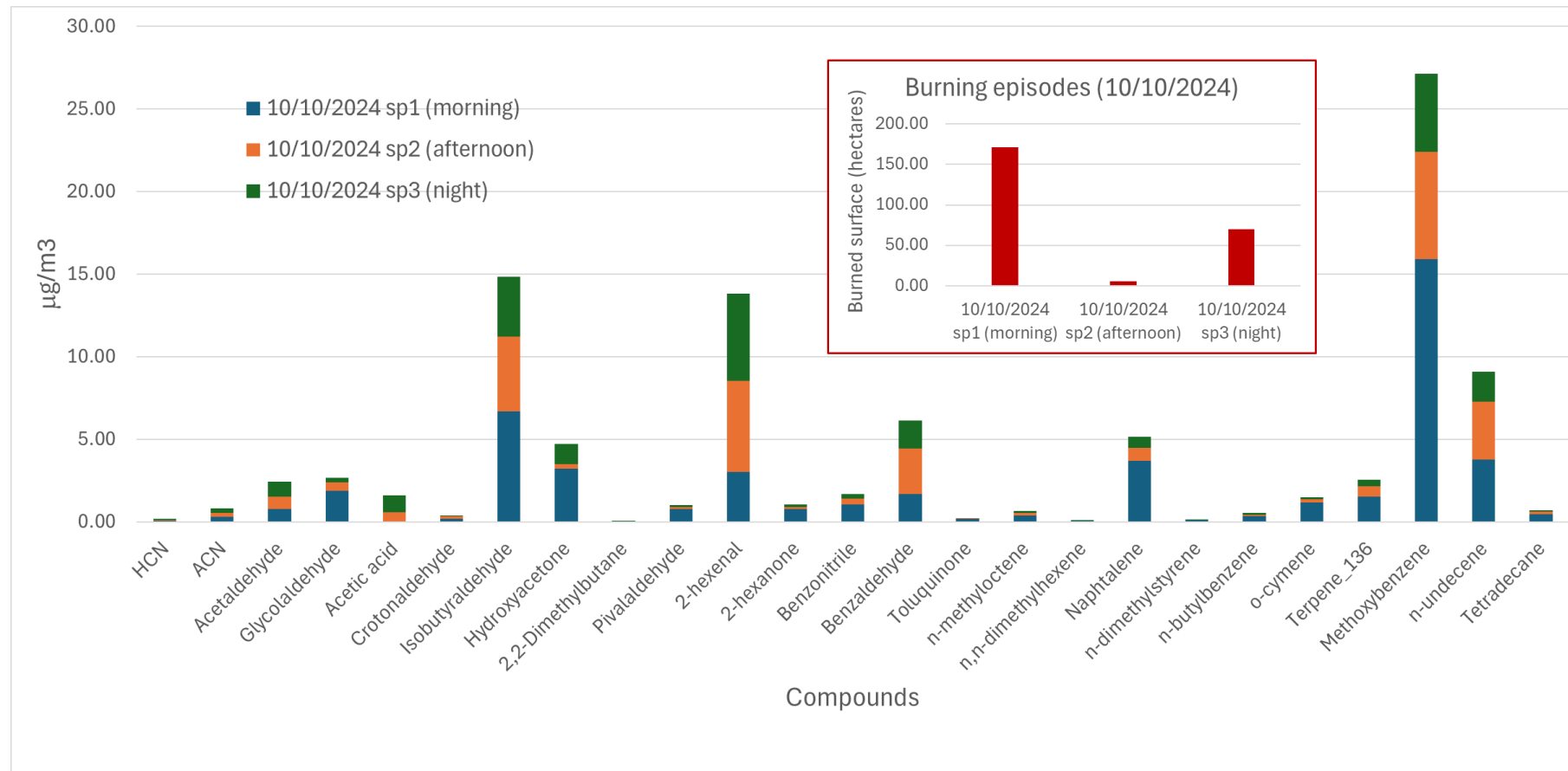
37
compuestos
identificados
como Major
Tracers en el
Cluster 1 y
25 en el
Cluster 2

CLUSTER 1: más variedad de compuestos, más OVOCs y algunos resultantes de la fotoxidación de otros compuestos (MVK)
CLUSTER 2: menos variedad, menos OVOCs y menos compuestos secundarios

RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

9

Análisis Químico Campaña de Campo (curso 2025-2026)

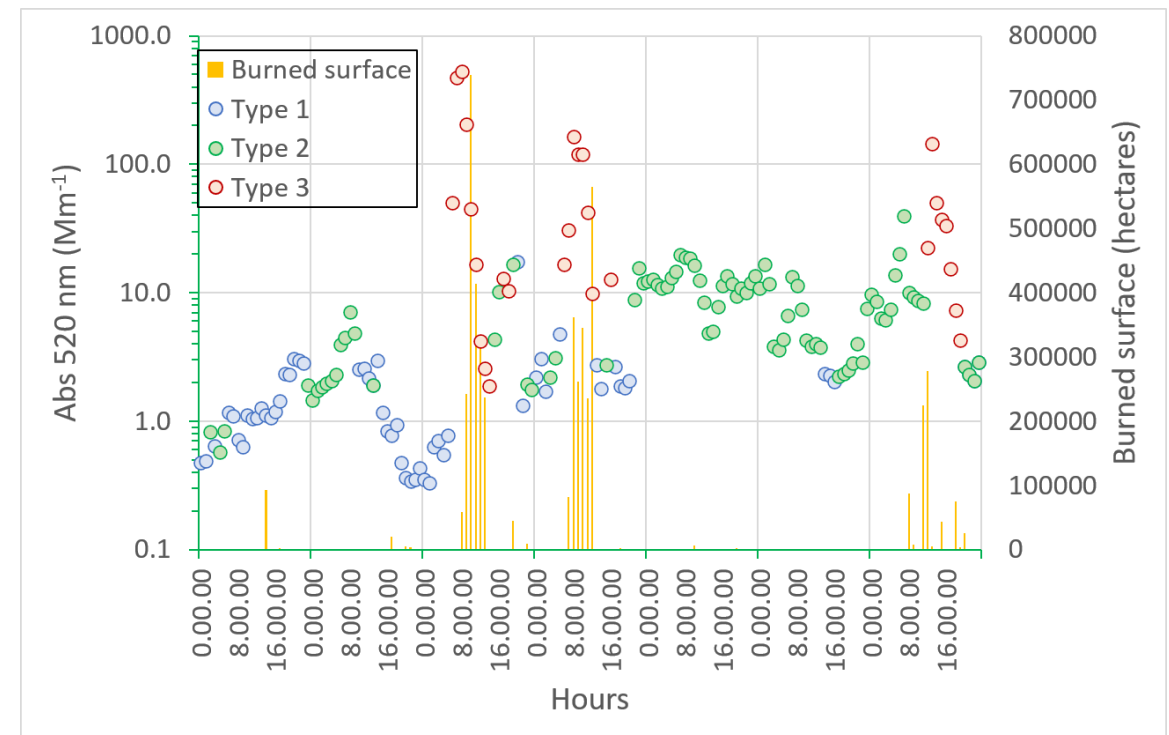
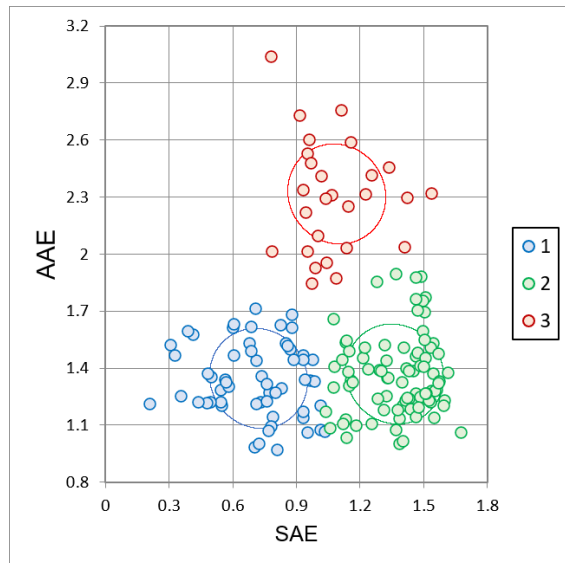


RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

Propiedades Ópticas Campaña de Campo (curso 2025-2026)

Se ha realizado un análisis cluster basado en un modelo Gaussiano mixto usando para ello los valores de AAE y SAE calculados en la campaña de 2024. Se han identificado tres tipos de aerosoles:

- Tipo 1
- Tipo 2
- Tipo 3 (aerosoles emitidos directamente durante las quemas)



RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

Propiedades Ópticas Campaña de Campo

(curso 2025-2026)

Se ha realizado un análisis cluster basado en un modelo Gaussiano mixto usando para ello los valores de AAE y SAE calculados en la campaña de 2024. Se han identificado tres tipos de aerosoles:

- Tipo 1
- Tipo 2
- Tipo 3 (aerosoles emitidos directamente durante las quemas)

	SAE	AAE	SSA	Scat 525 nm (Mm ⁻¹)	Abs 520 nm (Mm ⁻¹)
Total Average	1.10	1.51	0.90	222.4	17.7
Type 3	1.095	2.274	0.936	1078.4	75.6
Type 2	1.378	1.353	0.879	63.0	8.3
Type 1	0.712	1.340	0.901	16.9	1.8

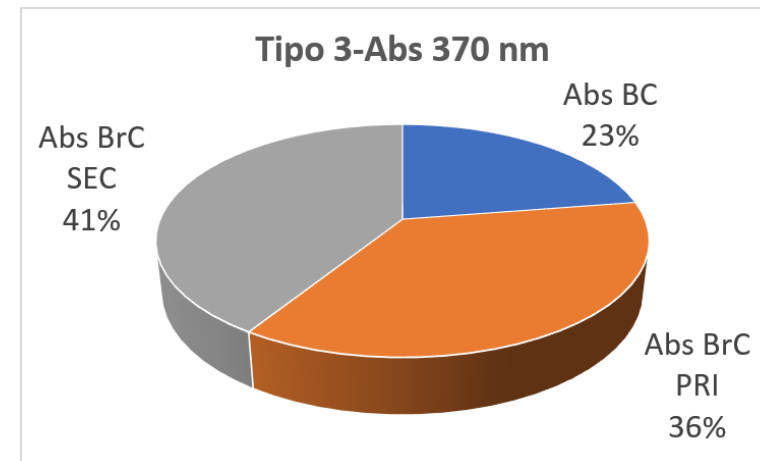
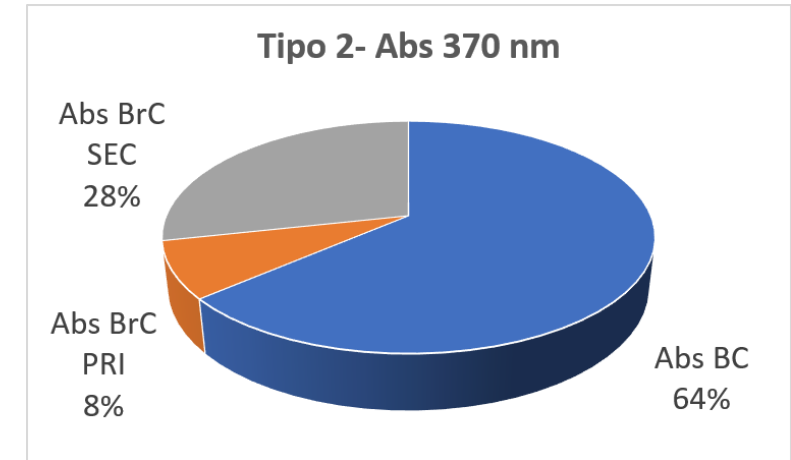
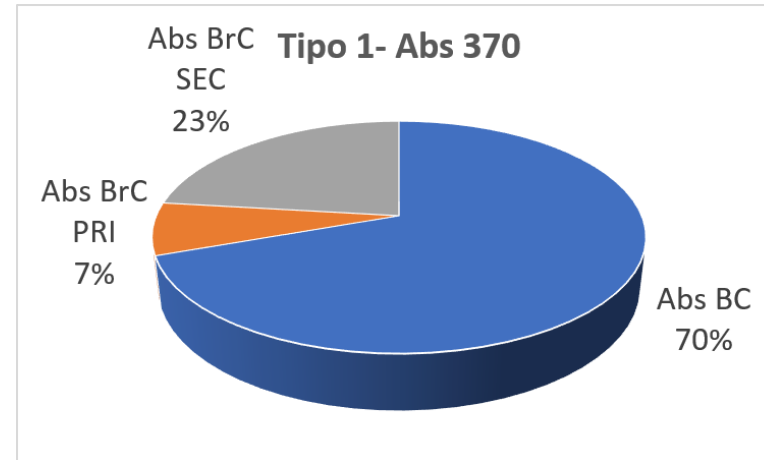
RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

Propiedades Ópticas Campaña de Campo (curso 2025-2026)

El BrC secundario se ha calculado mediante el método de los percentiles (Kaskaoutis et al., 2021).

Se han usado percentiles inferiores a 20, porque los percentiles demasiado bajos sobreestimaban la absorción debida al BrC secundario.

Para realizar los cálculos se desarrolló un programa con Python en Google Colab.



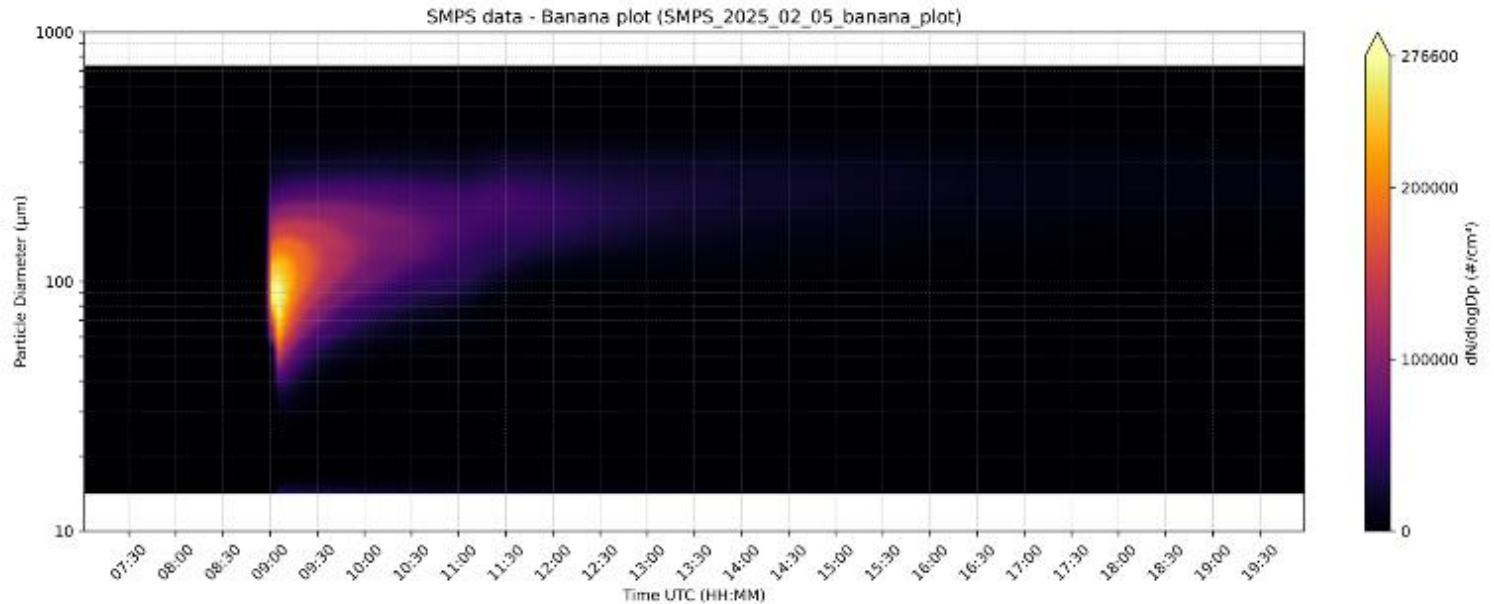
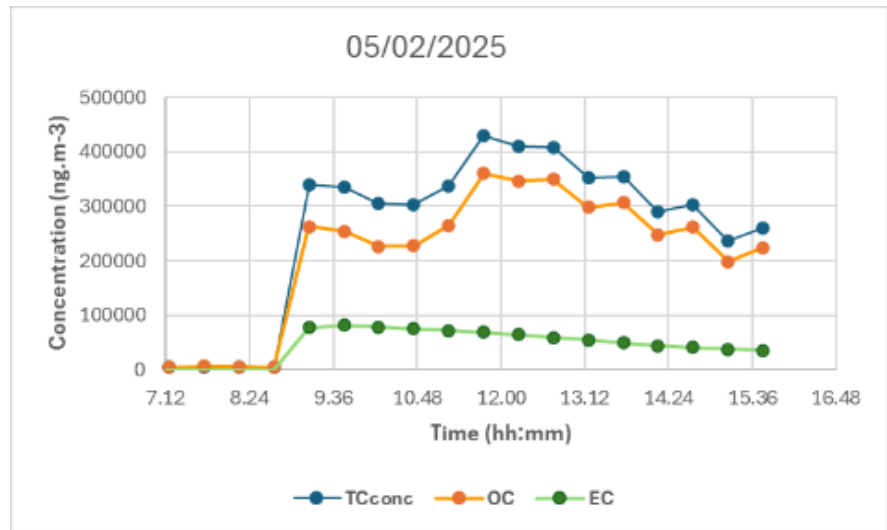
RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

Propiedades Ópticas EUPHORE

(curso 2025-2026)

13

Los experimentos en la cámara EUPHORE muestran un aumento en el Carbono Orgánico pero no muestran nueva nucleación tras la apertura de la cúpula.



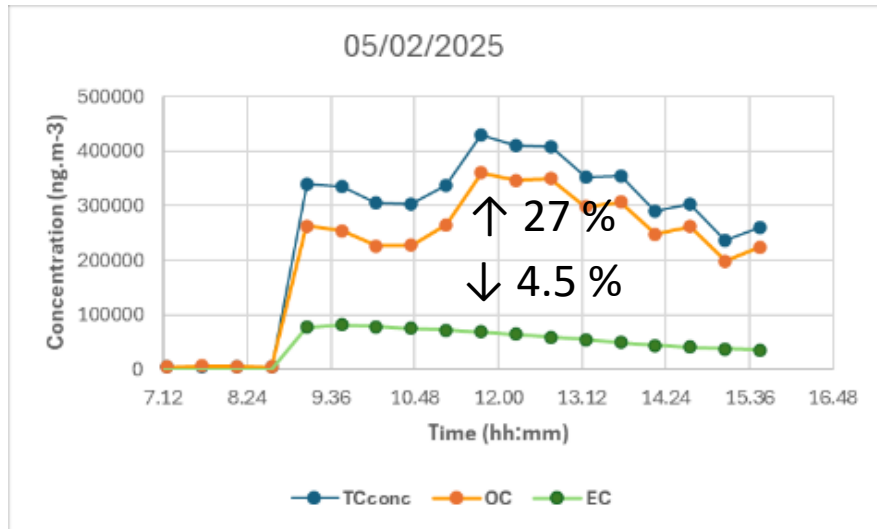
RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

14

Propiedades Ópticas EUPHORE

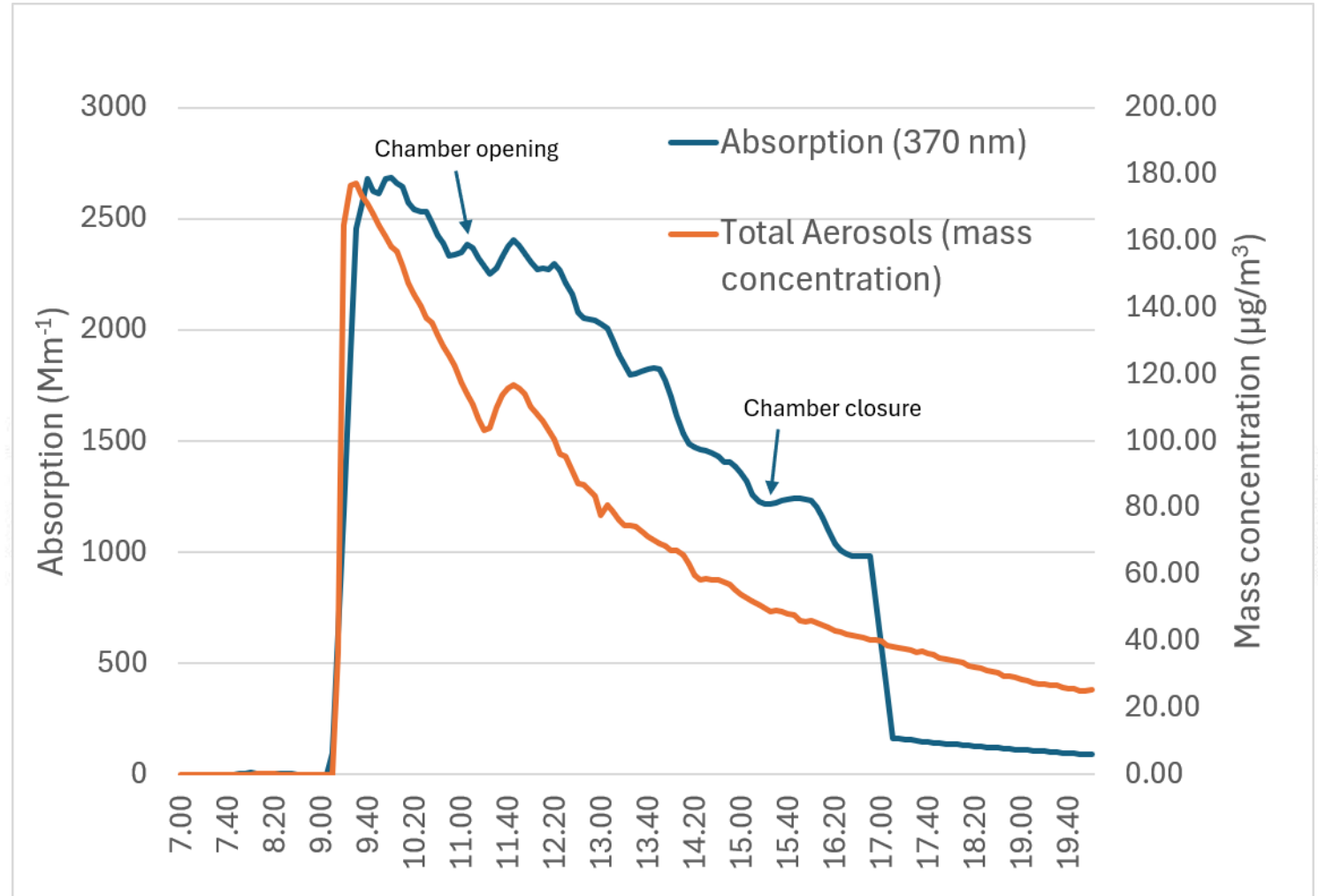
(curso 2025-2026)

Aumento en la Absorción a 370 nm, aunque inferior a la observada en el Carbono Total.



Posibilidad de formación de compuestos orgánicos transparentes.

(Ródenas et al., 2025,
doi: 10.1016/j.atmosenv.2025.121592)



RESULTADOS MÁS RELEVANTES:

Propiedades Ópticas (curso 2025-2026)

	Type 1 (before burnings)	Type 2 (after burnings)	Type 3 (during burnings)	EUPHORE (primary emissions)	EUPHORE (after opening, two hours of exposure to sunlight)
SAE (Scattering Angström Exponent)	0.71	1.38	1.09	1.42	1.29
AAE (Absorption Angström Exponent)	1.34	1.35	2.34	2.28	2.33
SSA (Single Scattering Albedo)	0.90	0.88	0.95	0.82	0.86
BC Absorption (%)	69.6	63.7	21.6	33.0	31.6
Secondary BrC Absorption (%)	20.2	29.1	39.8	4.9	9.0
Primary BrC Absorption (%)	10.2	7.2	38.6	62.1	59.4

CONCLUSIONES PRELIMINARES:

16

- Identificar distintos tipos de aerosoles antes de analizar los resultados obtenidos permite centrar el análisis en los aerosoles que han sido directamente emitidos por la quema de biomasa y evita la dilución de los resultados al realizar la media con valores obtenidos cuando no se estaban produciendo quemas.
- El aumento en la variedad de los compuestos analizados, especialmente OVOCs y compuestos secundarios provenientes de la fotooxidación (MVK), indican una pluma de humo más envejecida (y, por lo tanto, un mayor tiempo entre la emisión y el análisis).
- Al comparar el proceso de formación de BrC secundario en el experimento de EUPHORE con el calculado en la campaña de campo se pone de manifiesto el gran impacto que tienen otros factores (presencia o no de aerosoles previos que actúan como núcleos de condensación, por ejemplo) en la formación de BrC secundario, y no sólo la oxidación de los VOCs.
- El carbono orgánico secundario no siempre presenta Absorción a longitudes de onda del espectro visible: en algunos casos, en condiciones diurnas, se pueden formar compuestos transparentes que no presentan una gran Absorción.

COMUNICACIÓN DE RESULTADOS:

17

CONGRESOS:

- 1) Presentación Oral en el 9th Iberian Meeting on Aerosol Science and Technology (RICTA), Valladolid, (1-3 de julio). “Secondary Brown Carbon During Rice Straw Burning”
- 2) Participación en una comunicación oral para el Science Conference 2026, ACTRIS, (20-23 de abril). “Day-Night Oxidation and Gas-Particle Partitioning of Biomass Burning Emissions in EUPHORE Outdoor Simulation Chamber”.

PUBLICACIONES:

- 1) En preparación una publicación sobre propiedades ópticas y BrC secundario y otra publicación sobre el análisis químico de la fase gas de la campaña de la Albufera (una publicación en Atmospheric Research en mayo de 2025)

CURSOS REALIZADOS:

18

- 1) Five Rules for Writing in the Sciences: Practical Tips to Write and Tell Your Story Effectively (webinar online)
- 2) Demystifying the Publications Process and Tips for Early Career Researchers (webinar online)
- 3) IA Generativa para Estudiantes (UMH, online)
- 4) The Fifth Sino-European School on Atmospheric Chemistry (SESAC 5), en China, del 5 al 18 de Noviembre de 2025
- 5) Aceptada en el “Summer School on Formation and Growth of Atmospheric Aerosols” que tendrá lugar en Hyytiälä (Finland) en Agosto de 2026

- 1) Terminar la redacción de un artículo sobre características químicas de la fase gas de las campañas de la Albufera y otro sobre propiedades ópticas y BrC secundario
- 2) Completar el estudio estadístico de los 55 compuestos descritos en las campañas de campo para identificar los compuestos más relevantes en la quema de biomasa
- 3) Calcular Factores de Emisión de dichos compuestos y compararlos con los calculados en los experimentos de EUPHORE
- 4) Analizar en profundidad los compuestos identificados en los experimentos de EUPHORE
- 5) Identificar un posible trazador para la caracterización de fuentes de Biomass Burning.

**GRACIAS
POR SU ATENCIÓN**

