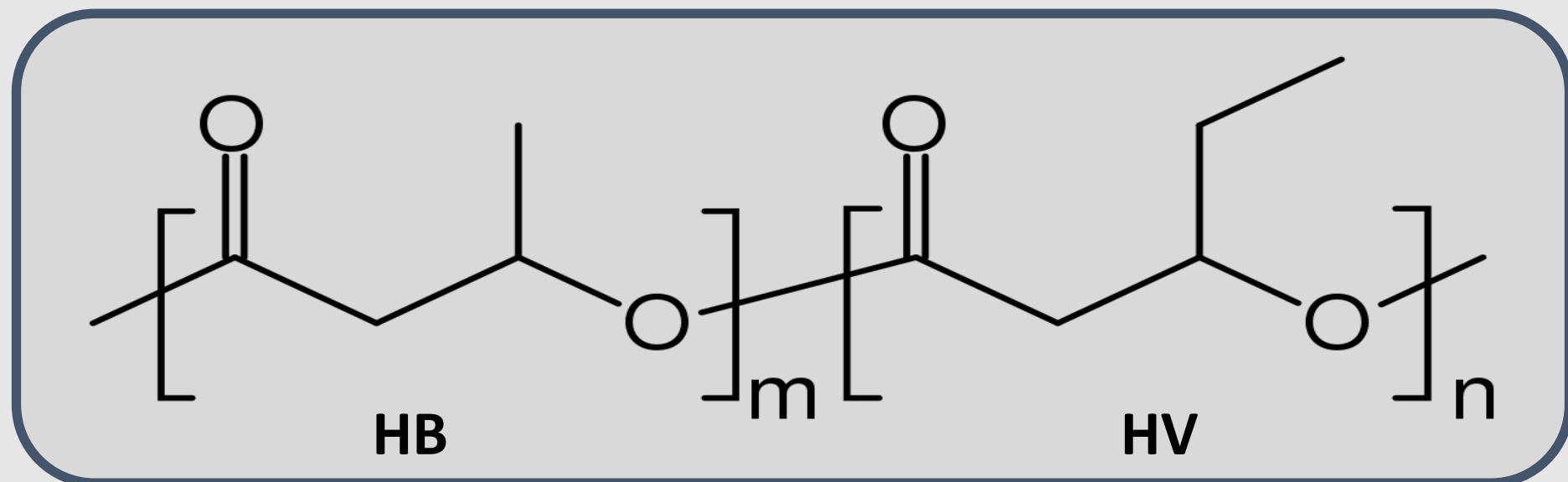


INCORPORACIÓN DE ÁCIDOS FENÓLICOS A MATRICES DE PHBV PARA LA OBTENCIÓN DE FILMS ACTIVOS EN EL ENVASADO DE ALIMENTOS

Introducción

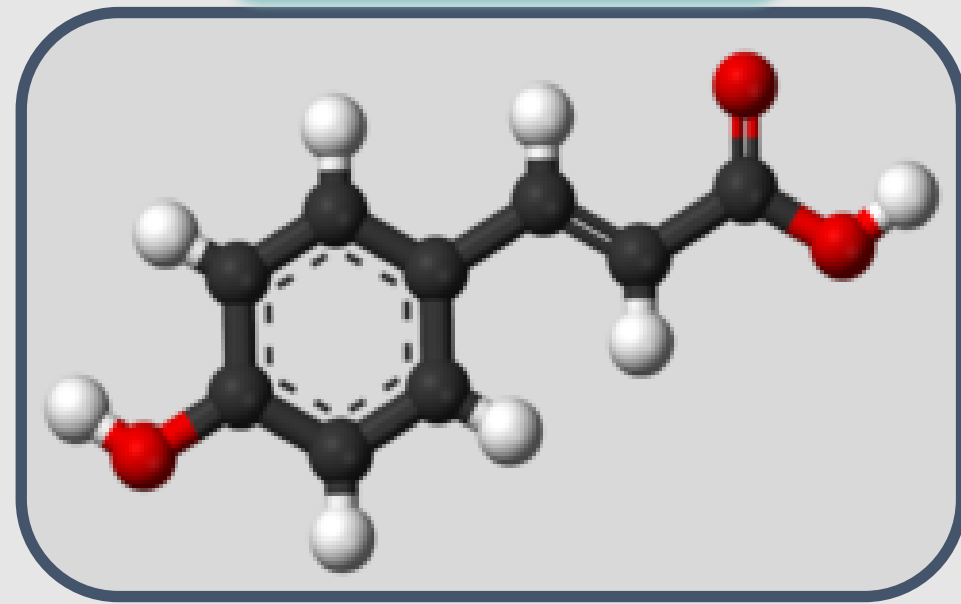
El desarrollo de **envases biodegradables activos** es una alternativa para paliar los problemas medioambientales derivados del uso masivo de plásticos preservando la calidad y seguridad alimentaria. El PHBV es un material biosintético y biodegradable que se presenta como una buena alternativa al uso de plásticos convencionales en el envasado alimentario.

PHBV

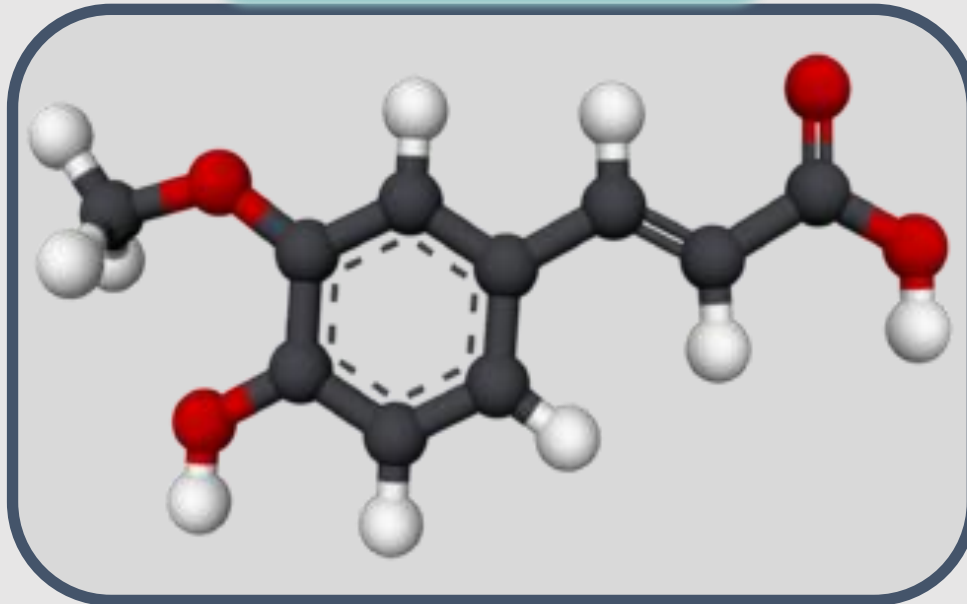


A esta matriz se le pueden añadir diferentes compuestos para formar envases activos [1,2] para alargar la vida útil del alimento. El ácido ferúlico (FA) y el ácido p-cumárico (PCA) son dos ácidos fenólicos presentes en muchas plantas y residuos vegetales con capacidad antioxidante y antimicrobiana [3,4]. Estos se pueden añadir al PHBV para obtener materiales biodegradables activos para el envasado alimentario.

Ácido P-cumárico



Ácido Ferúlico



OBJETIVOS

- Análisis de la acción antioxidante y antimicrobiana de films de PHBV con ácidos fenólicos: FA o PCA incorporados al polímero por diferentes métodos:
- Mezclado en fundido y moldeo por compresión
 - Pulverización de una solución de PA en etanol en films de PHBV termoprocesados

Referencias

- Requena et al., "Eugenol and carvacrol migration from PHBV films and antibacterial action in different food matrices." Food chemistry 277,2019: 38-45.
- Müller, Kajetan. "Active packaging concepts—are they able to reduce food waste." Proceedings of the 5th International Workshop Cold Chain Management. 2013.
- Menzel, Carolin, et al. "Incorporation of natural antioxidants from rice straw into renewable starch films." International journal of biological macromolecules 146 (2020): 976-986.
- OTERO-PAZOS et al., "Active food packaging based on molecularly imprinted polymers: Study of the release kinetics of ferulic acid". Journal of agricultural and food chemistry, 2014, vol. 62, no 46, p. 11215-11221.

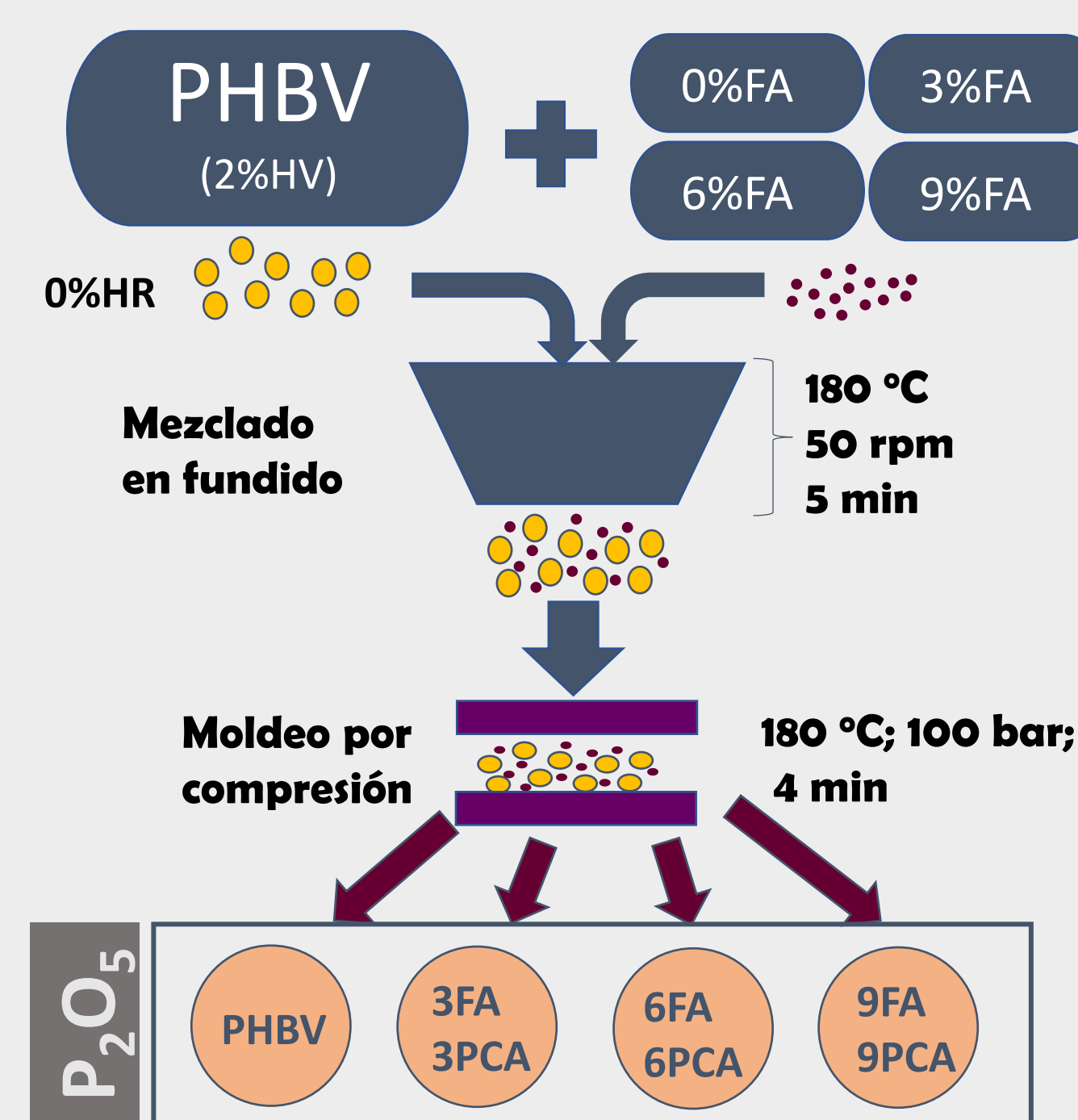
Conclusiones

- En las películas obtenidas por el Método 1, la tasa de liberación de los AAF fue limitada en el sistema más acuoso debido a:
 - La menor solubilidad del FA y PCA en el simulante
 - Al menor hinchamiento de la matriz de PHBV en contacto con el medio, dificultando así la difusión molecular, lo que comportó una escasa actividad antibacteriana en el medio de cultivo (acuoso)
- Las películas cargadas superficialmente fueron más eficaces para inhibir el crecimiento bacteriano debido a la adecuada liberación de compuestos activos en el medio de cultivo
- Se necesitan más estudios en alimentos reales para determinar si las películas producidas pueden prolongar la vida útil de los alimentos envasados

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Agencia Estatal de Investigación la financiación del proyecto PID2019-105207RB-I00/AEI/10.13039/501100011033 y el contrato predoctoral PRE2020-091929 para la realización de esta esta investigación.

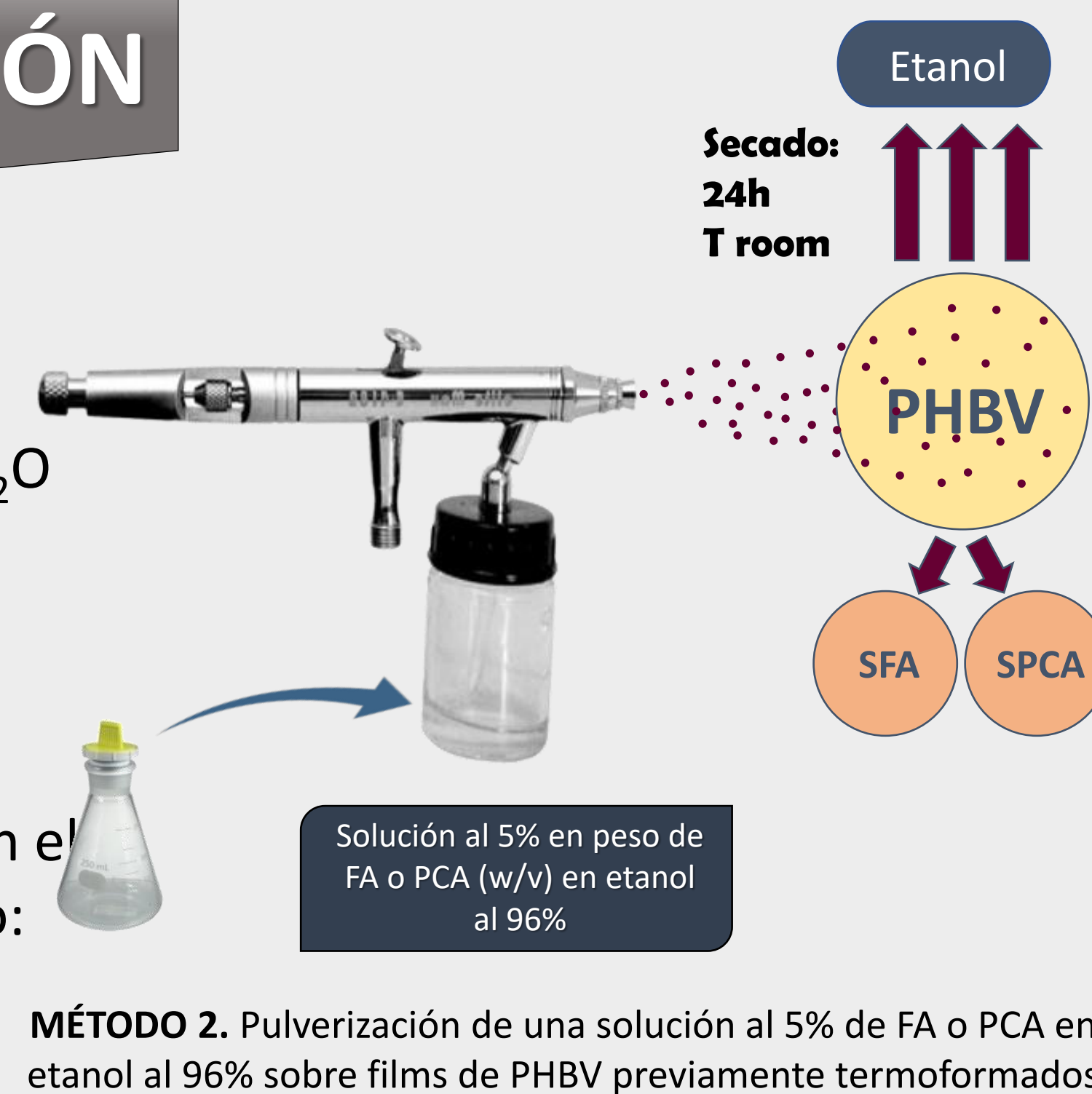
Materiales y Métodos



MÉTODO 1. Preparación de los films formados con un 0, 3, 6 o 9% de FA o PCA por mezclado en fundido y moldeo por compresión

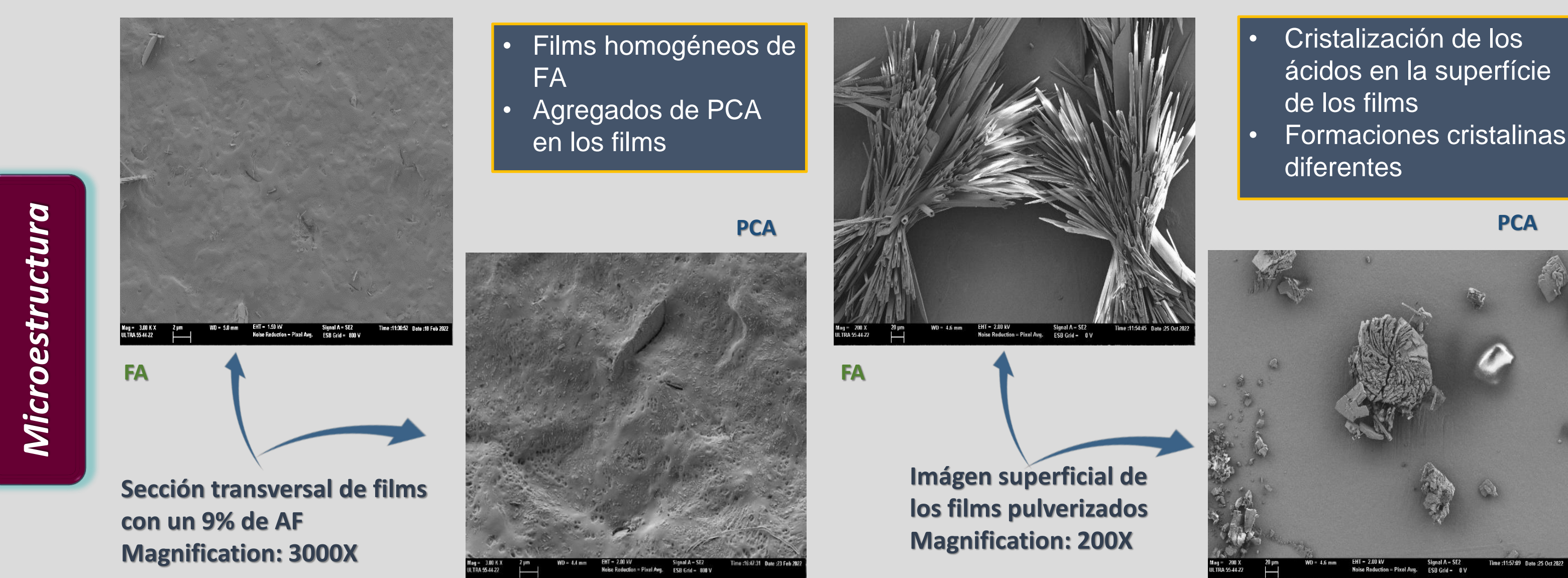
CARACTERIZACIÓN

- Análisis microestructural
 - FESEM
- Cinética de liberación:
 - Simulante A: 10% EtOH/H₂O (v/v)
 - Simulante D1: 50% EtOH/H₂O(v/v)
- Actividad antibacteriana in vitro. Films en contacto con el medio de cultivo inoculado:
 - Escherichia Coli*
 - Listeria Innocua*



MÉTODO 2. Pulverización de una solución al 5% de FA o PCA en etanol al 96% sobre films de PHBV previamente termoformados

Resultados y Discusión



Microestructura

Sección transversal de films con un 9% de AF Magnification: 3000X

Imágen superficial de los films pulverizados Magnification: 200X

- Cristalización de los ácidos en la superficie de los films
- Formaciones cristalinas diferentes

La liberación de los ácidos fenólicos de los films obtenidos por el método 1 es mayor en el simulante rico en etanol (D1), llegando a valores del 100% de ácido incorporado. Este fenómeno está afectado por la interacción matriz-ácido fenólico, la solubilidad de los componentes activos en cada medio (mucho más elevada para el etanol) y por el hinchamiento de la matriz provocado por el etanol, que facilita la difusión. En los films obtenidos por el método 2 toda la carga queda en la superficie.

Cinética de Liberación

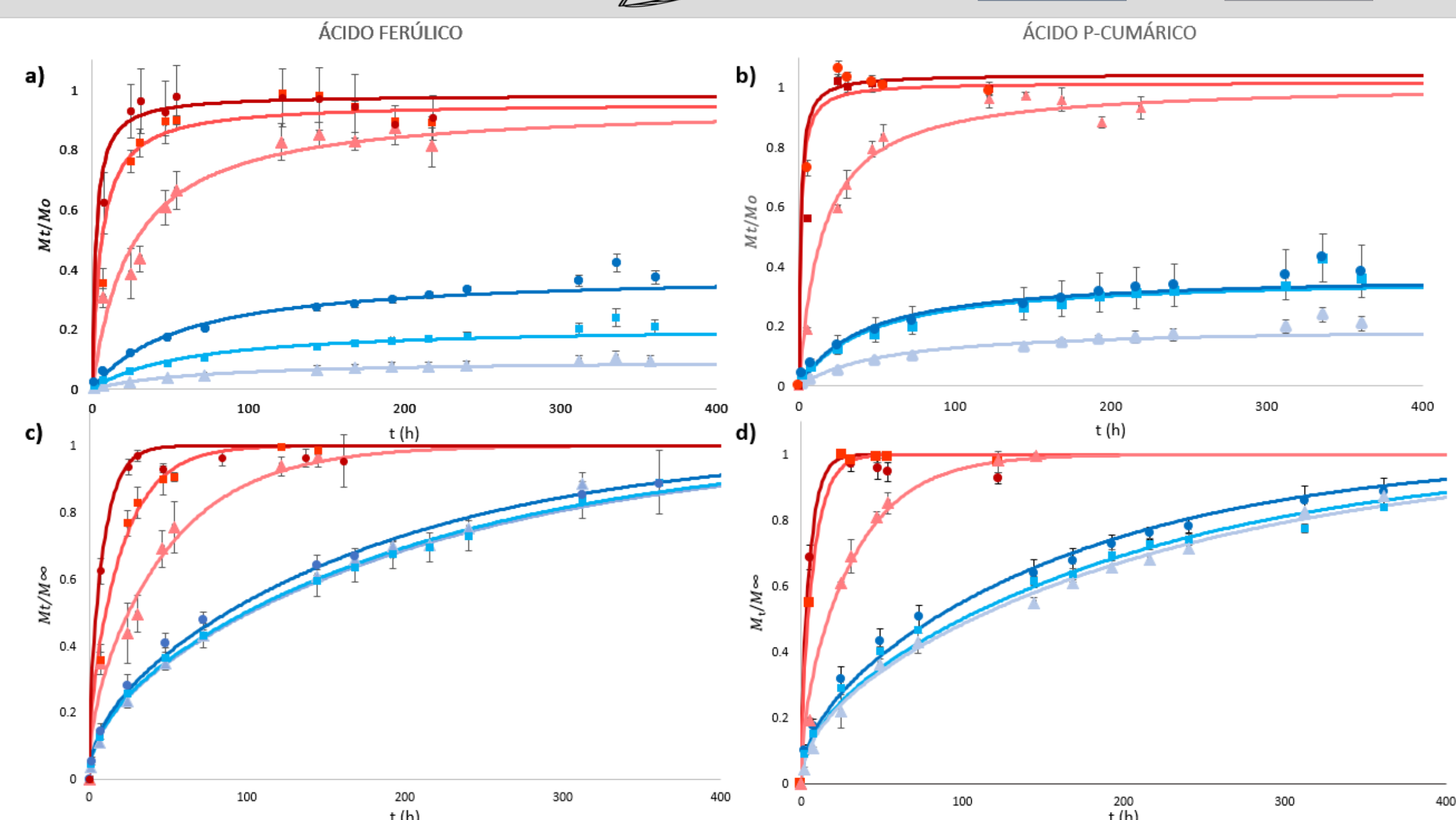


Figura 1. Cinética de liberación de los films obtenidos por el método 1. Ajuste de los datos experimentales al modelo de Peleg (Arriba). Ajuste de los datos experimentales al modelo de Fick (Abajo). Simulante A → Azul. Simulante D1 → Rojo

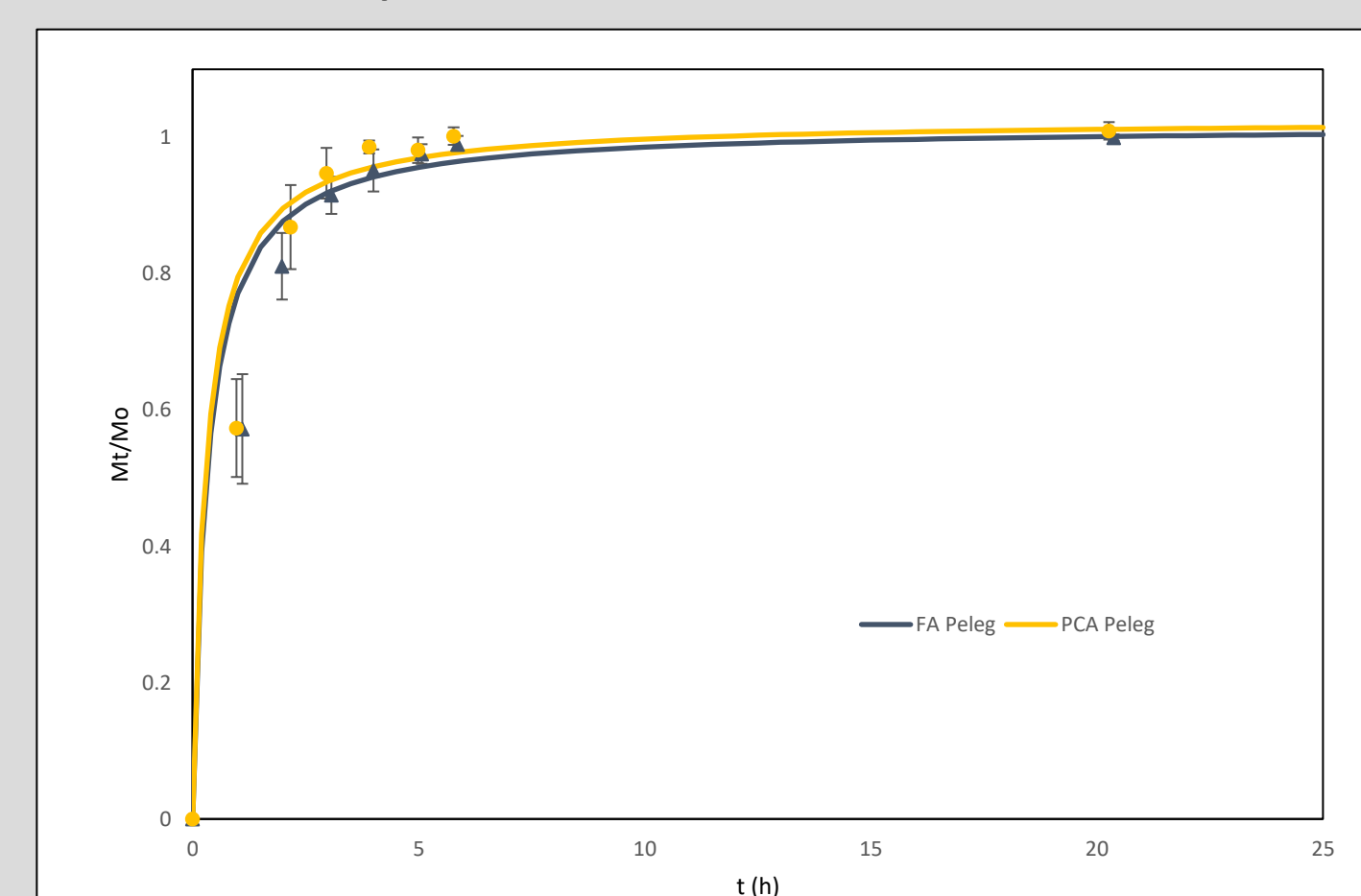


Figura 2. Cinética de liberación de los films obtenidos por el método 2 en agua. Ajuste de los datos experimentales al modelo de Peleg

FA		PCA	
Simulant A	Simulant D1	Simulant A	Simulant D1
Dx10 ¹⁵ (m ² /s)	Dx10 ¹⁵ (m ² /s)	Dx10 ¹⁵ (m ² /s)	Dx10 ¹⁵ (m ² /s)
3FA: 2.9 ± 0.2	3FA: 11 ± 2	3PCA: 2.4 ± 0.3	3PCA: 16 ± 1
6FA: 2.8 ± 0.4	6FA: 27 ± 4	6PCA: 3.4 ± 0.2	6PCA: 82 ± 1
9FA: 2.7 ± 0.2	9FA: 50 ± 4	9PCA: 3.4 ± 0.3	9PCA: 102 ± 14

Tabla 1. Coeficientes de Difusión obtenido por el ajuste de Fick

Evaluación microbiológica in vitro

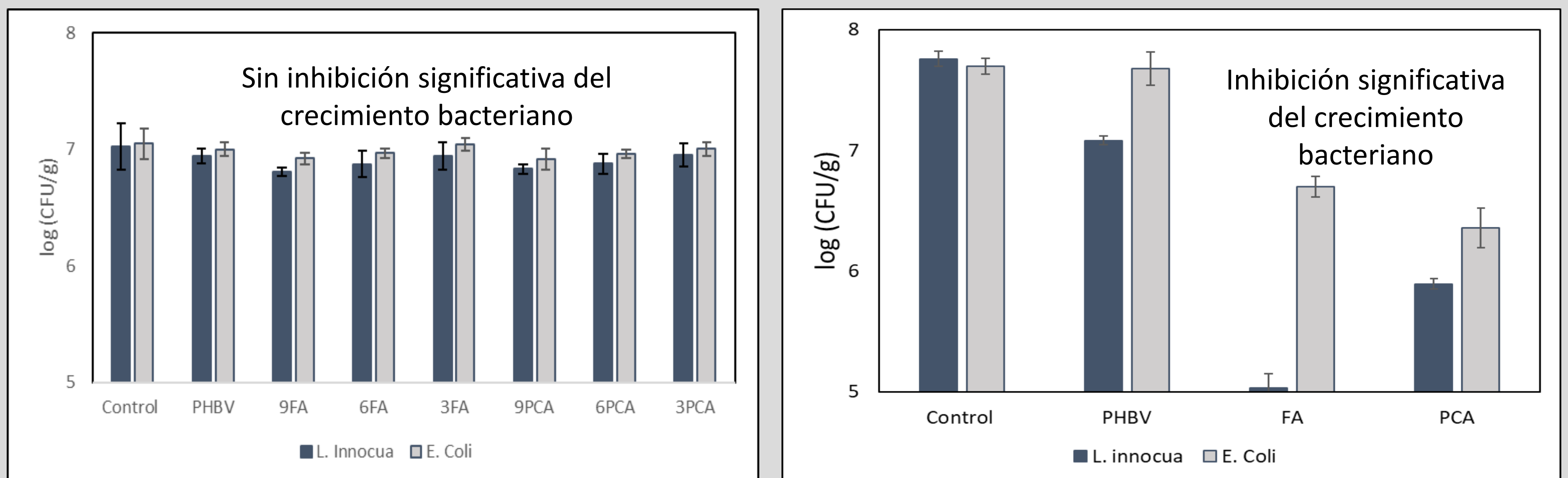


Figura 3. Recuentos bacterianos en medios de cultivo inoculados con *L. Innocua* y *E. Coli* (Inóculo inicial: 10⁴ UFC) en contacto con los films producidos por mezclado en fundido (izquierda) y por pulverización (derecha)