



INFORME PROYECTOS— 2022-2023

DESARROLLO DE RECUBRIMIENTOS CON EXTRACTOS BIOCIDAS
PROCEDENTES DE RESIDUOS AGROFORESTALES
“FORESPINT”

Informe: de Resultados

Programa: Proyectos de I+D en colaboración con empresas

Número de proyecto: 22200055

Expediente: IMDEEA/2022/6

Duración: 01/07/2022 a 30/09/2023

Coordinado en AIDIMME por: MARCO ALEIXANDRE, ALICIA



GENERALITAT
VALENCIANA



Financiado por
la Unión Europea

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
A. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
B. ACTIVIDADES REALIZADAS	2
1. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS.....	2
1.1 SELECCIÓN DE LOS RESIDUOS AGROFORESTALES Y OPTIMIZACIÓN DE LA OBTENCIÓN DE LOS BIOPRODUCTOS.	2
1.1.1 SELECCIÓN DE LOS RESIDUOS AGROFORESTALES.	2
1.1.2 OPTIMIZACIÓN TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN.	3
1.1.3 PURIFICACIONES.	7
1.2 INCORPORACIÓN DE LOS BIOPRODUCTOS A LOS RECUBRIMIENTOS.	9
1.2.1 SELECCIÓN DE LOS BIOPRODUCTOS Y LOS RECUBRIMIENTOS.....	9
1.2.2 INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE INCORPORACIÓN DE LOS BIOPRODUCTOS Y APLICACIÓN DE LOS NUEVOS RECUBRIMIENTOS	10
1.2.2.1 TARAY OP2.....	10
1.2.2.2 HTC-1.....	12
1.2.2.3 EXHID-13	14
1.2.2.4 AP	14
1.2.2.5 AE	16
1.2.2.6 SINERGIAS	16
1.2.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL MEJOR RECUBRIMIENTO	19
1.2.3.1 TIEMPO DE SECADO (UNE-EN ISO 9117-6).....	20
1.2.3.2 DUREZA PERSOZ (UNE-EN ISO 1522)	20
1.2.3.3 ENSAYO DE ADHERENCIA (UNE-EN ISO 2409:2021).....	20
1.2.3.4 COLOR Y BRILLO	21
1.2.3.5 MORFOLOGÍA Y MICROESTRUCTURA DE LOS RECUBRIMIENTOS.....	21

1.2.3.6	ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA	22
1.2.3.7	RAYADO CON MARTINDALE	22
1.2.3.8	RESUMEN.....	23
1.3	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES BIOCIDAS DE LOS NUEVOS RECUBRIMIENTOS.....	23
1.3.1	RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS BIOPRODUCTOS SELECCIONADOS.	23
1.3.1.1	TARAY OP1, TARAY OP2 Y TARAY OP3.....	24
1.3.1.2	<i>P. HALEPENSIS</i> OP1.....	24
1.3.1.3	HTC-RSU-V, HTC-RSU-VII, HTC-RSU-IX, HTC-PIN Y HTC-ROM.....	25
1.3.1.4	HTC-1-RUTA-1, HTC-1-RUTA-2, HTC-1-RUTA-3, HTC-1-RUTA-4 Y HTC-1-RUTA-5	26
1.3.1.5	AP Y AE.....	27
1.3.1.6	CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA	27
1.3.2	RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS RECUBRIMIENTOS DESARROLLADOS Y SELECCIONADOS.	28
1.3.2.1	RECUBRIMIENTOS DESARROLLADOS FRENTE A BACTERIAS	29
1.3.2.2	RECUBRIMIENTOS DESARROLLADOS FRENTE A HONGOS.....	29
C.	RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	30

a. Introducción y objetivos

En la Comunidad Valenciana existen grandes superficies dedicadas a la agricultura y montes mediterráneos, donde se presentan acumulaciones vegetales que pueden producir serios problemas en la conservación del medio ambiente. La acumulación de residuos, tanto forestales como agrícolas, puede producir plagas, incendios incontrolados y contaminación atmosférica por eliminación mediante combustión de los residuos agrícolas.

La parte de estos residuos que se logra recolectar se trata, mayoritariamente, con fines energéticos, por ejemplo, restos de poda de cítricos, olivos y especies de bosques y montes, son principalmente utilizados para producción energética, piensos, etc. Sin embargo, esta gran cantidad de residuos puede ser una fuente de bioproductos, a través de procesos extractivos y/o termoquímicos, que pueden, bien sustituir a productos ya existentes en el mercado, generalmente de origen fósil, bien convertirse en nuevos incorporando funcionalidades diferentes o mejoradas, adquiriendo así un valor industrial de mayor interés que el energético.

Es en este contexto donde surgió el proyecto AGROFOREF, en el cual, mediante distintas técnicas de biorrefinado, se obtuvieron bioproductos que poseían, en especial, propiedades biocidas o antimicrobianas, con actividad fungicida e incluso bactericida.

El siguiente paso para aprovechar al máximo estos bioproductos con propiedades antimicrobianas en el sector ha sido mediante el desarrollo del presente proyecto FORESPINT en el que estos bioproductos extraídos de residuos se han incorporado a recubrimientos para obtener pinturas y/o barnices con propiedades biocidas.

Estos recubrimientos, por un lado, pueden poseer actividad bactericida y fungicida, con los beneficios en sanidad que dichos recubrimientos ofrecerían. Por otro lado, utilizar compuestos biocidas procedentes de plantas y, por tanto, biodegradables y más seguros para el usuario, que puedan sustituir a productos generalmente de origen fósil, que suelen requerir de síntesis químicas para su obtención, con lo que el impacto ambiental, incluida la energía embebida, presentarían una clara mejora. Así como también contribuirían a la economía circular, permitiendo reutilizar un residuo abundante en la Comunitat Valenciana cuya acumulación presenta grandes inconvenientes.

Es de reseñar, por tanto, que el presente proyecto supone un acercamiento a productos puestos en el mercado, aprovechando el conocimiento generado en un proyecto previo y generando nuevo conocimiento.

A continuación, se describen las tareas realizadas y los resultados obtenidos en los Paquetes de Trabajo técnicos del proyecto FORESPINT.

b. Actividades realizadas

1. Caracterización de los resultados alcanzados.

1.1 Selección de los residuos agroforestales y optimización de la obtención de los bioproductos.

1.1.1 Selección de los residuos agroforestales.

De todos los residuos agroforestales estudiados en el proyecto AGROFOREF se seleccionaron aquellos que su extracto concentrado presentó mayor actividad biocida y fungicida en ensayos de siembra en pocillo en profundidad. Estos residuos fueron (Figura 1):

- Parte nudosa de *Pinus halepensis*.
- Restos de poda de *Tamarix sp.*
- Cáscara y restos de *Citrus sp.*



Figura 1. Residuos agroforestales seleccionados para su uso en el proyecto FORESPINT, nudos de *P.halepensis* (izquierda), restos de poda de *Tamarix sp* (centro) y cáscara de *Citrus sp* (derecha).

Continuando con la búsqueda de posibles residuos biomásicos autóctonos de la Comunitat Valenciana, además de los citados anteriormente, en el proyecto FORESPINT, se incluyeron otros nuevos. Se seleccionaron las especies romero, acículas de pino y residuos sólidos urbanos (RSU) (Figura 2).



El motivo de su elección fue, por una parte, por su presencia como residuo en cantidades importantes en la Comunidad, y, por otra parte, por su posible potencial actividad biocida. La extracción de estos residuos se realizó mediante la técnica de carbonización hidrotermal, la cual tiene una serie de ventajas con respecto a las incineraciones típicas, como la utilización de agua en su proceso, se libera energía (es exotérmico) y se utilizan menos disolventes que con las extracciones clásicas, mayoritariamente agua.

1.1.2 Optimización técnicas de extracción.

Seleccionados los residuos agroforestales de mayor interés por sus propiedades biocidas, se procedió a estudiar la posibilidad de optimizar el proceso de extracción de estos bioproductos y conseguir un mayor rendimiento, buscando también su facilidad de obtención en el posible caso de que se escalase a nivel de escala piloto, o incluso, industrial. Para ello, la optimización del proceso se centró principalmente en tres mecanismos/aspectos, cuya finalidad fue estudiar cómo afectan, por una parte, al rendimiento del extracto bruto obtenido, por otra parte, a la obtención de las sustancias químicas biocidas identificadas mediante ensayos de cromatografía de GS-MS, y posteriormente también a su comportamiento microbiológico, verificando que su eficacia biocida no ha sido alterada. Estos tres mecanismos/aspectos estudiados para optimizar la obtención de los bioproductos son los siguientes:

- Pretratamiento de la biomasa (tamaño de partícula).
- Cambio de la técnica de extracción del bioproducto (Soxhlet o HTC).
- Modificación de las variables del proceso de extracción (T, t y polaridad del disolvente).

1.1.2.1 Técnica Soxhlet.

Tamaño de partícula

Dentro de los pretratamientos de la biomasa, se estudió la disminución del tamaño de partícula utilizando un tamiz de 0,5 mm (Figura 3). Este pretratamiento mejoró de manera destacada los rendimientos, ya que permite aumentar de forma considerable la superficie específica de contacto con el disolvente orgánico empleado, así como la transferencia de las sustancias químicas, por lo que es un paso esencial para obtener extractos con un mayor rendimiento y número de sustancias.



Figura 3. Residuo biomásico de restos de poda de *Tamarix sp*, antes del pretratamiento de reducción de tamaño de partícula (izquierda) y en formato polvo tras realizar pretratamiento (derecha)

Temperatura y naturaleza del disolvente

Las variables que se modificaron dentro del proceso de extracción fueron principalmente la temperatura y la naturaleza del disolvente. Ambos casos se estudiaron con los extractos de taray, en los cuales la extracción se realizaba con etanol a 260 °C.

La modificación de la temperatura consistió en disminuir de 260 °C a 210 °C, ya que se observó que a 260 °C la ebullición era bastante virulenta. Esta disminución de la temperatura aumentó el rendimiento en un 2,53%, lo que es aplicable a este caso en concreto con el fin de aumentar el rendimiento, pero no se puede extrapolar y considerar que la disminución de temperatura durante la extracción aumentará el rendimiento en otras biomásas con diferentes disolventes.

Debido a que el etanol es un disolvente difícil de evaporar se estudió el cambio a un disolvente ligeramente más apolar y con mayor facilidad de eliminación, como es la

acetona. En este caso el rendimiento no mejoró, atribuyéndose la pequeña mejora con respecto al de referencia a que también se disminuyó el tamaño de partícula. Es de suponer que la mayor parte de las sustancias que forman el extracto son más polares y por tanto se extraen mejor con disolventes más afines en polaridad, como el etanol.

Caracterización de los extractos optimizados con la técnica Soxhlet

En cuanto a la composición de los extractos, en general, el aumento del rendimiento por disminución del tamaño de partícula conlleva un aumento de las sustancias observadas por GC-MS. Así como los productos comunes en ambos cromatogramas (referencia y optimizados) pueden aparecer en diferentes proporciones que en los de referencia, mostrando productos que en un caso son mayoritarios y en el de referencia se encuentran en menores proporciones, y viceversa. No obstante, muchos compuestos también se encuentran en los cromatogramas de referencia provenientes del proyecto AGROFOREF, pero con un aumento considerable del número de productos, apareciendo compuestos nuevos con propiedades interesantes.

En cambio, el aumento de rendimiento observado durante la disminución de la temperatura de ebullición en los extractos de taray conlleva una disminución del número de compuestos que aparecen en GC-MS, con respecto al cromatograma de referencia. Las sustancias que aparecen, en general, coinciden con las obtenidas en el cromatograma de referencia, aunque las cantidades difieren, así como también aparece algún compuesto que no se determina en el cromatograma de referencia.

En el extracto en el que se utilizó acetona en lugar de etanol como disolvente de extracción, se identificaron un menor número de sustancias que en las extracciones anteriores llevadas a cabo con etanol. Al emplear acetona como disolvente, se extraen sustancias con una menor polaridad y mayor afinidad por este disolvente. Entre las sustancias mayoritarias tan solo una (3,5-dimetoxi-4-hidroxibenzoetanol) coincidió con otra de las mayoritarias en los extractos obtenidos con etanol como disolvente. El resto de las sustancias presentes en cantidades importantes no coincidieron con las extraídas con etanol.

Debido a que la columna utilizada en GC-MS detecta compuestos con un punto de ebullición de hasta 350 °C, se estudió el empleo de una nueva columna modelo HP-5MS UI que permitía analizar e identificar compuestos que tienen mayor temperatura de ebullición, concretamente hasta 450°C. Este análisis con la columna HP-5MS UI se realizó con el fin de poder identificar compuestos fenólicos que cita la bibliografía, que presentan temperaturas de ebullición mayores, y que con el uso de la columna anterior no fue posible su identificación. En el cromatograma resultante se observó que aparecían sustancias que presentan temperaturas de ebullición mayores de 300°C y que no se identificaban con la columna anterior. Se detectaron numerosas sustancias,

aunque debido a su elevado número y proximidad entre picos fue difícil su identificación precisa. No obstante, algunas de estas sustancias se determinaron y se vio que podían tener propiedades interesantes para el proyecto.

1.1.2.2 Técnica HTC.

En cuanto a las extracciones por carbonización hidrotermal a escala laboratorio se concluye que se pueden realizar, pero hay que tener en cuenta que los contenidos en terpenos de las plantas son bajos en general. Por otro lado, la carbonización hidrotermal hay que llevarla a cabo en un autoclave y esto suele limitar la cantidad máxima de biomasa a procesar. Además, se debe de tener en cuenta que el contenido en el autoclave suele tener solamente un 20% de materia seca durante el proceso. A consecuencia, los rendimientos alcanzables son muy bajos, por lo que no resulta una técnica de extracción adecuada a pequeña escala, no obstante, a mayor escala y con el objetivo de aprovechar la parte sólida de hydrochar para otros fines, se podría valorizar también la parte líquida con el propósito de reciclar al máximo el residuo.

1.1.2.3 Resumen.

En la siguiente tabla se recoge a modo resumen, los rendimientos obtenidos en cada una de las modificaciones estudiadas en el presente proyecto. De forma generalizada se ha conseguido con éxito aumentar el rendimiento de los procesos respecto de los tomados como referencia.

Tabla 1. Resumen de los rendimientos de extracción obtenidos en cada uno de los procesos.

Nombre extracto	Especie / Descripción	Rendimiento extracción (%)
REFERENCIA EXHID-3	<i>Pinus halepensis</i> / Nudos	18,37
P.halepensis OP1		22,05
REFERENCIA EXHID-11	<i>Tamarix sp</i> / Restos de poda	5,91
Taray OP1		8,44
Taray OP2		11,00
Taray OP3		6,70
HTC-ROM	Romero	0,75%
HTC-PIN	<i>Pinus halepensis</i> / Acículas	0,87%
HTC-RSU-V	Residuos Sólidos Urbanos	n. d.*
HTC-RSU-VII		n. d.
HTC-RSU-IX		n. d.

* n. d.: no determinado

Se han mejorado los rendimientos de los extractos de *Pinus halepensis* y taray disminuyendo el tamaño de partícula, por lo que dicha disminución es una optimización de carácter general. Y en el caso del taray, se ha aumentado además el rendimiento disminuyendo la temperatura de extracción, utilizando etanol como disolvente. La utilización de acetona no mejoró el rendimiento.

Las extracciones por HTC muestran rendimientos bajos y se debe entender su utilización en el caso de realizarlas a mayor escala, con el objetivo de aprovechar la parte sólida de hydrochar para otros fines, y valorizar también la parte líquida de la biomasa residual.

1.1.3 Purificaciones.

Con la finalidad de obtener extractos de mayor actividad antimicrobiana, se consideró realizar purificaciones de los bioproductos obtenidos en el apartado anterior de optimización de los procesos, concretamente se realizaron con el bioproducto **Taray OP2**. En este caso se optó por purificaciones que requieren de procesos con etapas sencillas y poco costosas, para que sea viable su posible escalado industrial. Teniendo en cuenta estos requisitos se seleccionaron dos procesos de purificación: filtración y extracción en embudo de decantación.

1.1.3.1 Filtración.

La filtración dio lugar a un producto sólido recogido en el papel de filtro y a un producto filtrado líquido (Figura 4).

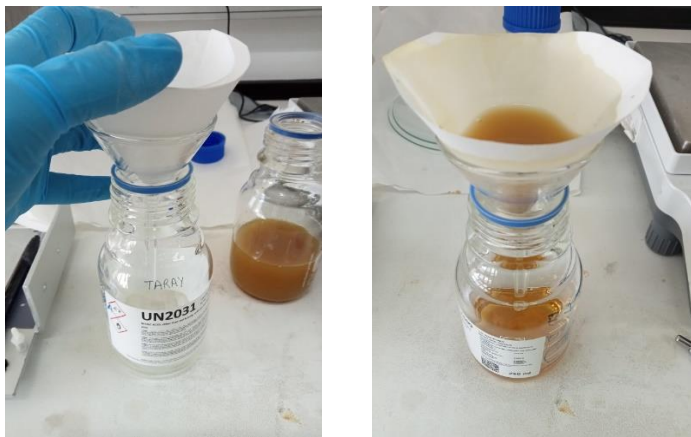


Figura 4. Proceso de filtrado de la fracción son concentrar de Taray OP2.

El filtrado líquido se analizó por GC-MS y se vio que había menos productos que en el cromatograma sin purificar, con lo que se comprobó que la técnica purificaba, en cierta medida, el extracto inicial. También variaban las cantidades de los productos del cromatograma, así como aparecían nuevos que no se detectaban en el cromatograma sin filtrar. La parte sólida no se pudo disolver con lo que no se pudo determinar con exactitud los compuestos que la conformaban. No obstante, por los datos obtenidos con el FTIR se vio que seguramente el producto mayoritario fue el 3,5-dimetoxi-4-hidroxibenzenoetanol, producto mayoritario en el cromatograma sin purificar.

1.1.3.2 Extracción en embudo de decantación.

En cuanto a la purificación por extracción en embudo de decantación se obtuvo una fase orgánica (hexano) y una fase acuosa. Solamente se pudo analizar la fase orgánica por GC-MS, ya que la fase acuosa no puede ser caracterizada mediante esta técnica por presentar grandes cantidades de agua. Los resultados del cromatograma de la fase orgánica no mostraron ningún compuesto, por lo que se intuye que no ha tenido lugar transferencia de compuestos desde la fase acuosa y, por lo tanto, no se consiguió purificar el extracto.

1.1.3.3 Resumen.

En la Tabla 2 se recoge a modo resumen, las purificaciones llevadas a cabo en el presente proyecto.

Tabla 2. Resumen de los extractos purificados.

Referencia extracto purificado	Técnica empleada
Taray OP2F	Filtración (líquido)
Taray OP2R	Filtración (sólido)
Taray OP2-Hx	Lavado con disolvente orgánico (fase orgánica)
Taray OP2-Aq	Lavado con disolvente orgánico (fase acuosa)

Las purificaciones emplearon técnicas fácilmente escalables y de bajo coste, realizando para cada una su caracterización mediante técnicas de cromatografía y espectroscopía, e identificando las sustancias presentes.

1.2 Incorporación de los bioproductos a los recubrimientos.

1.2.1 Selección de los bioproductos y los recubrimientos.

A partir de los extractos optimizados y los extractos nuevos obtenidos, se escogieron los que mejores resultados dieron en cuanto a rendimientos y actividad biocida. En el presente entregable, el fin de estos extractos seleccionados fue incorporarlos a recubrimientos y conseguir barnices y pinturas con actividad biocida procedente de extractos naturales. Con estas consideraciones, se seleccionaron y estudiaron los siguientes productos:

- **Taray OP2**
- **HTC-1**
- **EXHID-13**
- **AP** (Ácido palmítico)
- **AE** (Ácido elágico)

Así mismo, se seleccionaron los siguientes recubrimientos para llevar a cabo el estudio:

- **P1:** pintura blanca de naturaleza acrílica al agua bicomponente
- **B1:** barniz transparente de emulsión acrílica al agua.

- **B2**: barniz ecológico incoloro en dispersión acuosa de aceite vegetal, goma xantana, secativos a base de hierro y agua. Las pruebas microbiológicas previas determinaron que este barniz ya es antimicrobiano, por lo que no se podría estudiar este efecto sobre los extractos naturales seleccionados.
- **B3**: barniz en base disolvente bicomponente, correspondiente a un poliuretano transparente

1.2.2 Investigación del proceso de incorporación de los bioproductos y aplicación de los nuevos recubrimientos

A continuación, se presenta un resumen y evaluación del trabajo realizado con cada extracto:

1.2.2.1 Taray OP2

De las tres optimizaciones realizadas con el taray, se seleccionó la optimización **Taray OP2**, ya que fue la que mejores rendimientos dio.

De este extracto se realizaron dos purificaciones, estudiándose los productos obtenidos de la purificación por filtración (**Taray OP2R** (residuo sólido) y **Taray OP2F** (filtrado líquido)) para su incorporación en recubrimientos.

Con el bioproducto **Taray OP2F** se realizaron dos aplicaciones a diferentes concentraciones con el barniz **B1** y agua como disolvente. De la misma manera con **Taray OP2R** se realizaron dos aplicaciones a diferentes concentraciones con el barniz **B1**, pero esta vez se tuvo que utilizar etilenglicol como disolvente de este producto sólido.

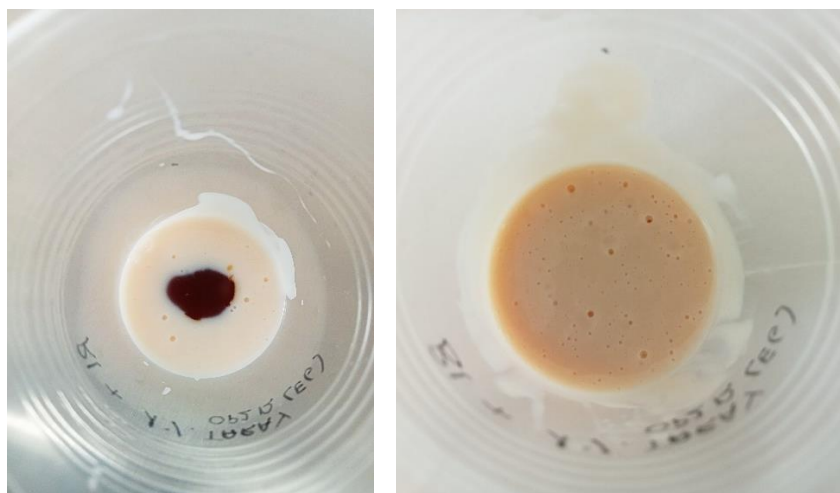


Figura 5. Mezcla residuo sólido **Taray OP2R** al 1% y recubrimiento **B1**.

También se realizaron aplicaciones con el bioproducto **Taray OP2** sin purificar. En este

caso, se dividió en dos bloques, las aplicaciones en las que se utilizó agua como disolvente y las aplicaciones en las que el disolvente fue etilenglicol.

Las aplicaciones de **Taray OP2** disuelto en agua destilada se realizaron disolviendo previamente el extracto de **Taray OP2**, con agua destilada en una proporción 1:4 agitando con ultrasonidos. Se realizaron diferentes formulaciones con distintas concentraciones del bioproducto con el barniz **B1**. Los resultados microbiológicos obtenidos con el recubrimiento **B1** en las muestras anteriores, no eran satisfactorios, por ello, también se empleó el recubrimiento **B3**, que es un barniz en base disolvente, para estudiar si había mejora en sus propiedades microbiológicas.



Figura 6. Mezcla recubrimiento **B1** y **Taray OP2** (disuelto en agua) al 1% sobre la superficie de cartulina de contraste.

Las aplicaciones de **Taray OP2** disuelto en etilenglicol se realizaron disolviendo previamente el extracto con etilenglicol en una proporción 25% extracto/75% EG y en todas se utilizó el barniz **B1**. Como los ensayos microbiológicos de estas muestras no ofrecieron resultados microbiológicos satisfactorios, se pensó que podría ser debido a que de alguna manera el biocida no quedara en la superficie, por lo que las bacterias no entrarían en contacto con esta sustancia. Por ello, se pensó en realizar una aplicación en la que la disolución del **Taray OP2** con EG quedase dentro del recubrimiento en la posición más externa posible, de manera que aumentara las posibilidades de contacto con las bacterias que se depositan en su superficie y así aumentar a su vez la actividad antibacteriana. De esta manera, se aplicó en spray la disolución **Taray OP2** en EG, una vez aplicado el recubrimiento. En este caso no se puede calcular el porcentaje exacto de extracto incluido en el recubrimiento, aplicándose la cantidad que se estimó necesaria de manera visual e intuitiva.



Figura 7. Extracto **Taray OP2** dispersado en etilenglicol.

1.2.2.2 HTC-1

Dado los buenos resultados obtenidos con el extracto proveniente de la carbonización hidrotermal de cáscaras de naranja en el anterior proyecto AGROFOREF, se empleó, en el presente proyecto, el extracto **HTC-1** para incorporarlo a recubrimientos. En su análisis se comprobó que el compuesto mayoritario era limoneno, junto con otros isómeros monoterpenos en menor proporción.

Con este extracto se realizaron varias aplicaciones tanto con la pintura **P1** como con el barniz **B1** con diferentes proporciones del bioproducto. En todas ellas, el extracto sólido **HTC-1** se añadió sin disolver, directamente sobre el recubrimiento.



Figura 8. Aplicación del **HTC-1** en un 2,5% (izda.) y 5 % (dcha.) con la pintura **P1**.

Debido a que los resultados microbiológicos no presentaron resultados satisfactorios, contrariamente a los buenos resultados que se obtuvieron con el extracto en solitario, se pensó que podría ser debido a la alta volatilidad de su componente mayoritario, el limoneno. Con el fin de retenerlos en la superficie aplicada durante más tiempo, para

aumentar su actividad biocida y que no se pierda por evaporación, se decidió microencapsular el producto **HTC-1**. Al estar encapsulado la velocidad de liberación es menor y por lo tanto su efecto es más duradero.

El encapsulante fue el chitosán el cual es un biopolímero de origen natural con poder bactericida, no tóxico, de bajo coste, con buena biocompatibilidad y enzimáticamente biodegradable. Y se seleccionaron dos métodos de encapsulación, principalmente el **método de coacervación compleja**, en el cual se utilizó gelatina como segundo polímero y tripolifosfato de sodio (TTPNa) como entrecruzante. Otro de los métodos utilizados fue la **complejación simple** utilizando maltodextrina y ácido oleico junto al polímero de chitosán.

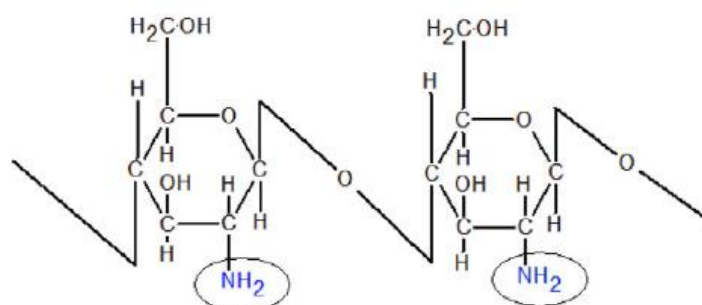


Figura 9. Estructura química del chitosán.

Se siguieron cinco rutas para obtener micropartículas de esencia de limoneno utilizando chitosán como polímero principal. En ellas se fueron cambiando condiciones y componentes en busca de aumentar su eficiencia de encapsulación. En todas ellas se utilizó como método de secado el de atomización mediante equipo de secado por esprayado de la casa comercial BUCHI mini-spray B-290. La selección de las cápsulas se realizó evaluando los resultados microbiológicos, de los cuales se concluyó que las cápsulas que mejores resultados obtuvieron fueron las obtenidas en la Ruta 2 y secadas a 170°C, el nuevo producto se nombró como **HTC-1-Ruta-2**.

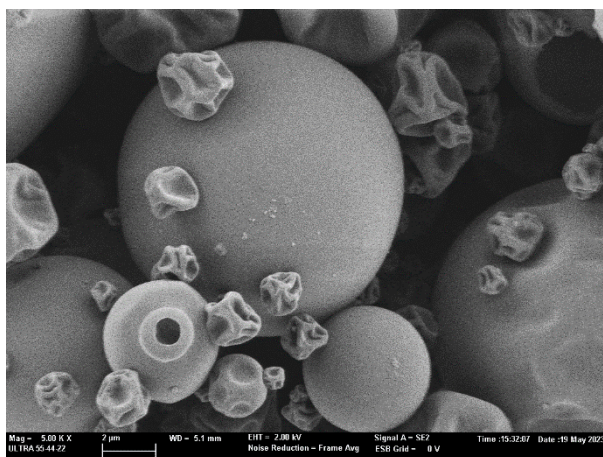


Figura 10. Imagen por microscopía electrónica a 5.000x aumentos de las micropartículas resultantes de la **Ruta 2** tras el secado.

Se realizó una única aplicación de las microcápsulas **HTC-1-Ruta-2** al barniz **B1** al 15%, en agua destilada.

1.2.2.3 EXHID-13

Debido a que el *Pinus halepensis* **OP1** no presentó resultados satisfactorios contra bacterias y hongos, se decidió no incorporarlo a los recubrimientos seleccionados. Así pues, con el fin de estudiar extractos de pino con actividad biocida, se escogió el extracto de *Pinus sylvestris* **EXHID-13** para estudiar su incorporación a los recubrimientos, ya que dio buenos resultados microbiológicos en el proyecto AGROFOREF. Además, este extracto es más fácil de obtener que el procedente de los nudos de *Pinus halepensis*, porque se extrae directamente de los restos de poda sin tener que separar ninguna parte.

El extracto **EXHID-13** se disolvió en acetona, en proporción 1:4 y se esprayó el extracto sobre el barniz **B1**. Al realizar la aplicación en espray no se pudo calcular la proporción exacta que se añadió.

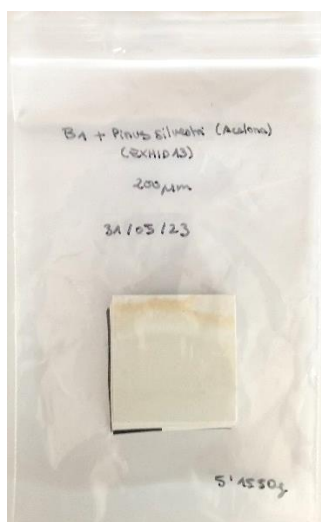


Figura 11. Probetas para microbiología de **B1 + EXHID-13** en espray para ensayar eficacia contra bacterias.

1.2.2.4 AP

Se adquirieron dos compuestos comerciales puros, ácido n-hexadecanoico (**AP**) y ácido elágico (**AE**), que están presentes en los extractos etanólicos de la especie *Tamarix sp*, y que otros estudios, reportan su actividad antimicrobiana. Estos compuestos se adicionaron a los recubrimientos con el fin de determinar si de manera pura poseían

mayor actividad biocida que formando parte del extracto.



Figura 12. Frascos adquiridos de ácido palmítico (izqda.) y ácido elágico (dcha.).

El ácido palmítico (**AP**) se mezcló en diferentes proporciones a los barnices **B1** y **B3**. También se probó disolviéndolo con acetona, así como adicionándolo sólido sin disolver. Finalizado el estudio de la incorporación y compatibilidad del compuesto ácido palmítico, se seleccionó el recubrimiento **B3 + AP** al 4% (aditivado puro directamente en el barniz) para su evaluación del comportamiento microbiológico. Este recubrimiento presentó la máxima concentración de ácido palmítico que admite el barniz, **B3**, al mismo tiempo que también presentó un aspecto visualmente correcto.

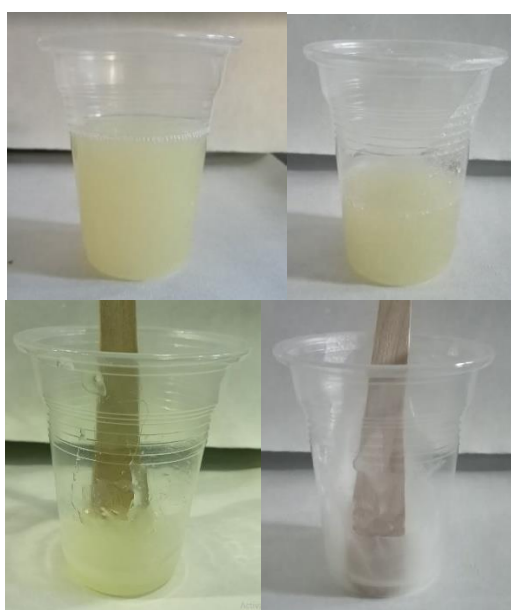


Figura 13. Aspecto mezcla **B3A + AP** al 4 % tras su fabricación (arriba izquierda), y pasadas 24 horas (arriba derecha). Mezcla junto con el catalizador tras su fabricación (debajo derecha) y pasadas 24 horas (abajo derecha).

1.2.2.5AE

El ácido elágico (**AE**) se mezcló en diferentes proporciones al barniz **B1** disuelto, en todos los casos, en agua. Finalizado el estudio de la incorporación y compatibilidad del compuesto **AE**, se seleccionó el recubrimiento **B1 + AE** al 10% para su evaluación del comportamiento microbiológico. Este recubrimiento presentó una alta concentración del compuesto purificado, y aunque alterando el aspecto del barniz original, presenta una correcta formación de película.



Figura 14. Aspecto de la aplicación **B1 + AE** al 10% húmeda (izquierda) y pasadas 24 horas (derecha).

1.2.2.6Sinergias

También se estudió la sinergia e interacción entre diferentes extractos, con el objetivo ver si se pueden potenciar los diferentes productos entre sí y aumentar sus propiedades microbiológicas.

i. HTC-1-Ruta-2 +Taray OP2

Se realizaron dos mezclas distintas en las que se varió solamente la proporción de los bioproductos, los cuales se disolvieron en agua y se añadieron al barniz **B1**. La mezcla en la que los bioproductos estaban en mayor proporción (7,5%), fue más difícil de manejar.

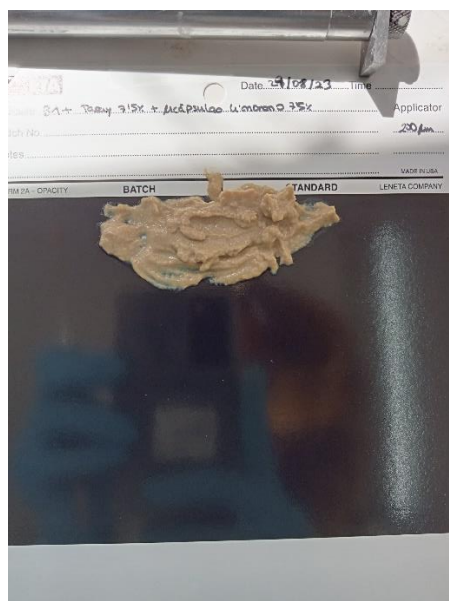


Figura 15. Mezcla de **Taray OP2** al 7,5% + **HTC-1-Ruta-2** al 7,5% en **B1** antes de aplicar en la Leneta.

ii. **EXHID-13 + Taray OP2**

Se realizó una mezcla de ambos extractos, disolviendo el **EXHID-13** con acetona en una proporción 1:4 y el **Taray OP2** con agua destilada, en la misma proporción (1:4). Ambos se añadieron a partes iguales 50/50 en el barniz **B1**. Se decidió aplicar esta mezcla directamente esprayada en el recubrimiento, por lo que no se pudo calcular el porcentaje final aplicado.



Figura 16. Probetas **B1 + Taray OP2 + EXHID-13** en espray para ensayar eficacia contra bacterias.

iii. *AE + HTC-1-Ruta-2*

Se realizó un recubrimiento formulado con un 10% de **AE** y un 1% de cápsulas de **HTC-1-Ruta-2** disueltos ambos en agua, sobre el barniz acrílico en base acuosa **B1**.



Figura 17. Aspecto de la aplicación **B1 + AE al 10% + HTC-1-Ruta-2 al 1%** húmeda (izquierda) y pasadas 24 horas (derecha).

La mezcla resultante adquirió una mayor viscosidad que la del barniz original **B1**, además, la mezcla se tornó de un color amarronado y presentó aglomerados de microcápsulas que forman grumos, difíciles de integrar. La homogeneización se realizó manualmente y no con equipos de dispersión para evitar la rotura temprana de las microcápsulas.

iv. *Tabla resumen*

En la Tabla 3 se muestra el resumen de las aplicaciones realizadas para la obtención de las probetas empleadas en los ensayos microbiológicos contra bacterias y hongos. Las muestras no seleccionadas para ser ensayadas no se incluyen.

Tabla 3. Tabla resumen de las aplicaciones realizadas para ensayos contra bacterias y hongos.

	Recubrimiento	Matriz	Bacterias	Hongos
P1	Control	-	x	
B1	Control	-	x	x
B3	Control	-	x	
B1	5 % Taray OP2F	Agua destilada	x	
B1	3,46 % Taray OP2R	Etilenglicol	x	
B1	5 % Taray OP2	Agua destilada	x	
B1	15% Taray OP2	Agua destilada	x	
B1	10 % Taray OP2	Agua destilada	x	
B3	10 % Taray OP2	Agua destilada	x	
B1	5 % Taray OP2	Etilenglicol	x	
B1	(Espray) Taray OP2	Etilenglicol	x	
P1	5% HTC-1	-	x	
B1	5% HTC-1	-	x	x
B1	10% HTC-1	-	x	x
B1	20% HTC-1	-	x	x
B1	15% HTC-1-Ruta-2	Agua destilada	x	
B1	7,5% HTC-1-Ruta-2 + 7,5% Taray OP2	Agua destilada	x	
B1	1% HTC-1-Ruta-2 + 14% Taray OP2	Agua destilada	x	x
B1	(Espray) EXHID-13	Acetona	x	
B1	(Espray) 50/50 EXHID 13 + Taray OP2	Acetona/ Agua destilada	x	
B1	10% AE	Agua destilada	x	
B3	4% AP	(Aditivado directamente, sin disolver previamente en una matriz)	x	
B1	10 % AE + 1% HTC-1-Ruta-2	Agua destilada	x	

1.2.3 Caracterización física y química del mejor recubrimiento

Los mejores resultados microbiológicos se obtienen con la mezcla **B1 + Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%, por lo tanto, fue la formulación seleccionada del proyecto. Con el objetivo de caracterizar esta nueva formulación desarrollada, se realizaron los ensayos detallados a continuación.

1.2.3.1 Tiempo de secado (UNE-EN ISO 9117-6)

En el caso del recubrimiento **B1** de referencia, el tiempo de secado fue de una hora y media. En cambio, para el recubrimiento de **B1 + Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1% fue de una hora.

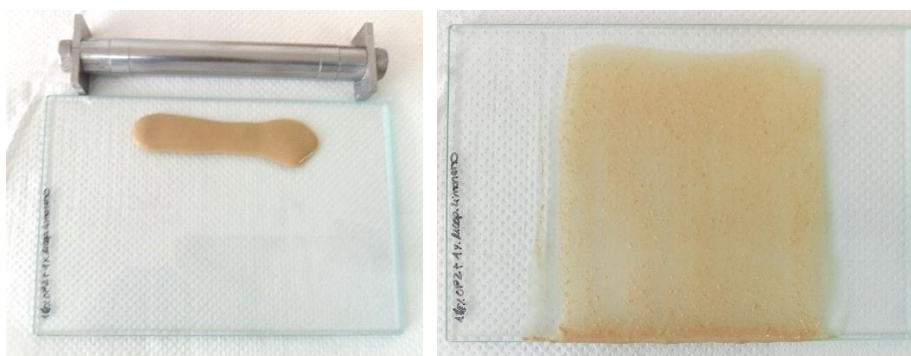


Figura 18. Probetas tiempo secado recubrimiento **B1+ Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%.

Según el tiempo de secado obtenido se considera viable para su aplicación como recubrimiento.

1.2.3.2 Dureza Persoz (UNE-EN ISO 1522)

Se observó que el recubrimiento **B1** tiene un poco más tiempo de amortiguación que **B1 + Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%, por lo que se traduce en que la dureza del recubrimiento **B1** comercial es mayor.

1.2.3.3 Ensayo de adherencia (UNE-EN ISO 2409:2021)

Tanto el blanco **B1** como la mezcla **B1 + Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1% presentaron buena adhesión en superficies metálicas, por ello en ambos casos se clasifican con valor 0 “los bordes de las incisiones son perfectamente lisos”.



Figura 19. Resultados de ensayo de adherencia del blanco **B1** y el recubrimiento **B1+ Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%.

1.2.3.4 Color y brillo

Se registró una notable diferencia de color, respecto del barniz original empleado, **B1**. Se observó un oscurecimiento del recubrimiento y un amarilleamiento importante. Visualmente se detectó un color amarronado, característico del extracto **Taray OP2**. En cuanto al brillo, el barniz original presentó un ángulo de 51,0°, clasificándose como barniz satinado. El nuevo recubrimiento antibacteriano registró un ángulo de 0,5° clasificándose como muy mate. Se registró, por tanto, una pérdida de brillo muy notable.

1.2.3.5 Morfología y microestructura de los recubrimientos

El barniz **B1** presentó una película lisa y continua. El nuevo recubrimiento **B1+ Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%, por el contrario, presentó una película con formación de microgrietas, así como aglomeraciones de microcápsulas dando lugar a partículas de mayor tamaño que crean cierta rugosidad al tacto.

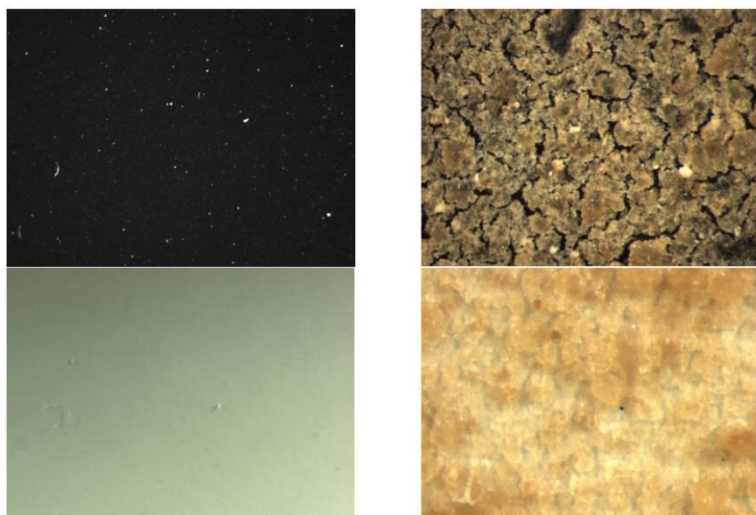


Figura 20. Superficie del recubrimiento **B1** control a vista de lupa (x40), aplicado sobre sustrato negro (izq. arriba) y blanco (izq. abajo). Superficie del recubrimiento **B1+ Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1% a vista de lupa (x40), aplicado sobre sustrato negro (dcha. arriba) y blanco (dcha. abajo).

1.2.3.6 Espectroscopía infrarroja

En el análisis de los espectros FTIR no se identificó ninguna banda que pueda atribuirse a la formación de una nueva sustancia, debido a la interacción de ambos extractos naturales.

1.2.3.7 Rayado con Martindale

Finalizado el ensayo no se observó un rayado en función de la curva de Lissajous, como tal en la superficie del recubrimiento, pero sí un desgaste generalizado en toda el área ensayada en la mezcla **B1+ Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2**.

Se observó una pérdida total de recubrimiento en algunas zonas de la superficie, así como pequeñas partículas de recubrimiento (barniz y extractos naturales) depositadas sobre la superficie. También se observaron lo que a priori parece, una aglomeración de cápsulas, sobre el recubrimiento que permanecen ancladas, incluso tras la abrasión del recubrimiento.



Figura 21. Ensayo de rayado de la superficie del **B1 + Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%.

1.2.3.8 Resumen

La caracterización física y mecánica de **B1 + Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%, resultó favorable en algunos ensayos. El tiempo de secado fue similar al recubrimiento comercial **B1** y aunque la dureza fue un poco inferior se consideró que es aceptable. En cuanto a la adhesión sobre una superficie metálica fue óptima y similar a **B1**.

En cambio, el aspecto estético de **B1 + Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%, no fue comparable al comercial **B1**, el color marrón sin brillo obtenido no fue el deseado. La homogeneización de la superficie tampoco cumplió las expectativas, el recubrimiento **B1 + Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%, se desintegró cuando se realizó el ensayo de rayado Martindale y en el microscopio se observó una superficie generalmente agrietada, muy diferente a lo obtenido con el barniz comercial **B1**.

1.3 Análisis de las propiedades biocidas de los nuevos recubrimientos.

La actividad biocida de los diferentes bioproductos y recubrimientos desarrollados y aplicados se ha analizado en el marco de este apartado y ha servido de referencia esencial durante todo el proyecto para poder avanzar hacia los desarrollos con mejores propiedades biocidas.

1.3.1 Resultados microbiológicos de los bioproductos seleccionados.

A medida que se optimizaron las extracciones de los bioproductos naturales seleccionados, para obtener los mayores rendimientos posibles, así como se estudiaron

nuevos productos, estos se analizaban microbiológicamente. A continuación, se muestran las conclusiones de los resultados microbiológicos de los bioproductos seleccionados.

1.3.1.1 Taray OP1, Taray OP2 y Taray OP3

Se observó en los resultados de los análisis microbiológicos de siembra en profundidad en pocillos o por contacto frente a las bacterias *E.coli* y *S.aureus* (MRSA) y los hongos, que el extracto de **Taray OP2** disuelto en etanol produjo halo de inhibición frente a ambas bacterias. Los extractos de **Taray OP1** y **Taray OP3** también dieron lugar a halos de inhibición frente a *S.aureus*, pero no frente a *E.coli*. En el caso del análisis frente a hongos, los extractos **Taray OP1**, **Taray OP2** y **Taray OP3** tuvieron efecto frente a *C. globosum* CECT 2701, *P. pinophilum* CECT 2911, *P. variotii* CECT 20213 y *T. virens* CECT 2460, en el caso del ensayo frente a *A. niger* solamente tuvieron efecto antifúngico **Taray OP1** y **Taray OP2**. Por lo tanto, **Taray OP2** es el extracto de taray de todos los ensayados que posee determinados compuestos con mayor capacidad de tener un efecto antimicrobiano frente a ambos tipos de microorganismos.



Figura 22. Placas Petri con discos recubierto de los extractos de **Taray OP1**, **Taray OP2** y **Taray OP3** (de izquierda a derecha).

1.3.1.2 *P. halepensis* OP1

En los análisis microbiológicos de siembra en profundidad del extracto de ***P. halepensis* OP1** no se dieron resultados frente a ninguna de las especies ensayadas. Sin embargo, se intentó mejorar la difusión en el agar mediante aporte térmico y mediante dilución en acetona y ensayado frente a bacterias, obteniéndose muy poca mejora, por lo que se decidió no ensayar frente a hongos.



Figura 23. Extracto de *P. halepensis* OP1 (imagen izquierda) y colocado en una placa Petri previo a la adición del medio de cultivo inoculado (imagen derecha).

1.3.1.3 HTC-RSU-V, HTC-RSU-VII, HTC-RSU-IX, HTC-PIN y HTC-ROM

En cuanto a los ensayos de siembra en profundidad con bacterias y hongos realizados con muestras **HTC-RSU-V**, **HTC-RSU-VII**, **HTC-RSU-IX**, **HTC-PIN** y **HTC-ROM** obtenidas por Carbonización Hidrotermal, el producto que mejor funcionó de manera general fue **HTC-RSU-V** frente a bacterias siendo este efecto mayor para *E.coli* respecto los demás, y menor frente a *S.aureus* frente al resto de compuestos. **HTC-RSU-VII** es el bioproducto que mejor funcionó en el ensayo realizado en discos, sin embargo, no dio lugar a un contacto suficiente por lo que se descartó este método. **HTC-RSU-V**, ensayado frente a los hongos *P. variotti* CECT 20213, *P. pinophilum* CECT 2911, *T. virens* CECT 2460, *A. niger* CECT 2700, fue el que mejor efecto antifúngico presentó respecto de los otros compuestos. Finalmente, este grupo de bioproductos se descartaron para utilizar en aplicaciones de recubrimientos debido al difícil manejo.

Tabla 4. Resultados visuales tras 3 días de incubación a 29 °C del ensayo del extracto **HTC-RSU-V** frente a las especies fúngicas *A. niger* CECT 2700, *P. variotti* CECT 20213, *P. pinophilum* CECT 2911 y *T. virens* CECT 2460 realizado mediante la metodología de difusión en pocillos en siembra en profundidad.

Extracto	<i>P. variotti</i> CECT 20213	<i>P. pinophilum</i> CECT 2911	<i>T. virens</i> CECT 2460	<i>A. niger</i> CECT 2700
HTC-RSU-V				

1.3.1.4 HTC-1-Ruta-1, HTC-1-Ruta-2, HTC-1-Ruta-3, HTC-1-Ruta-4 y HTC-1-Ruta-5

En los ensayos de siembra en profundidad realizados con las encapsulaciones **HTC-1-Ruta-1**, **HTC-1-Ruta-2**, **HTC-1-Ruta-3**, **HTC-1-Ruta-4** y **HTC-1-Ruta-5**, se observó que las encapsulaciones con mayor actividad frente a las bacterias *E. coli* y *S. aureus* son las **HTC-1-Ruta-2**. Una vez seleccionada esta encapsulación como la más adecuada, se le aplicaron diferentes temperaturas de secado de las cuales se obtuvieron tres productos que también se analizaron microbiológicamente para elegir la temperatura que da mejores resultados. Las temperaturas de secado fueron 130°C, 140°C y 170°C. De estas tres la que mayor halo de inhibición presentaba frente a las dos especies bacterianas fue la realizada a 170°C.



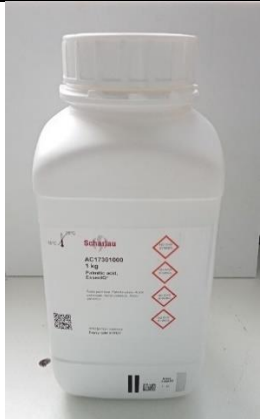
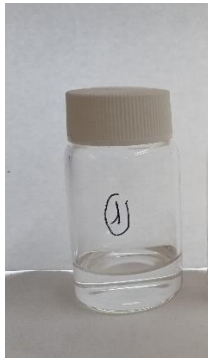
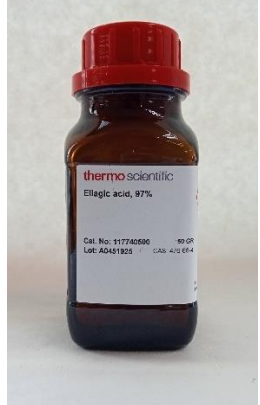
Figura 24. Resultado visual tras 24 horas de incubación a 37 °C de la placa con el ensayo HTC-1-Ruta-2 frente a la especie bacteriana *E. coli* CECT 516 realizado mediante la metodología de difusión en pocillos en siembra en profundidad.

1.3.1.5 AP y AE

En el caso del ácido palmítico (**AP**) no se obtuvieron resultados de actividad antibacteriana frente a ninguna de las bacterias, esto podría deberse a su baja solubilidad en agua y a que cristaliza a temperatura ambiente.

Se obtuvieron mejores resultados en el caso del ácido elágico (**AE**) frente a *E. coli*, dando lugar a halos de inhibición de 2, 5 y 4 mm. Sin embargo, no se observaron resultados de actividad antibacteriana frente a MRSA. A estos productos no se les realizaron análisis frente a hongos.

Tabla 5. Descripción y aspecto visual de muestra de ácido palmítico y ácido elágico, y su dilución en acetona y agua respectivamente.

AP		AP disuelto en acetona al 18%	
AE		AE disuelto en agua al 27%.	

1.3.1.6 Concentración Mínima Inhibitoria

El ensayo realizado para evaluar la concentración mínima inhibitoria del extracto de **Taray OP2** frente a *E. coli* dio lugar a unos resultados de concentración mínima

inhibitoria del 5%. Por lo que se decidió utilizar una concentración algo mayor en las aplicaciones con recubrimientos, ya que se había ensayado al 5% y no dio lugar a efecto antibacteriano.

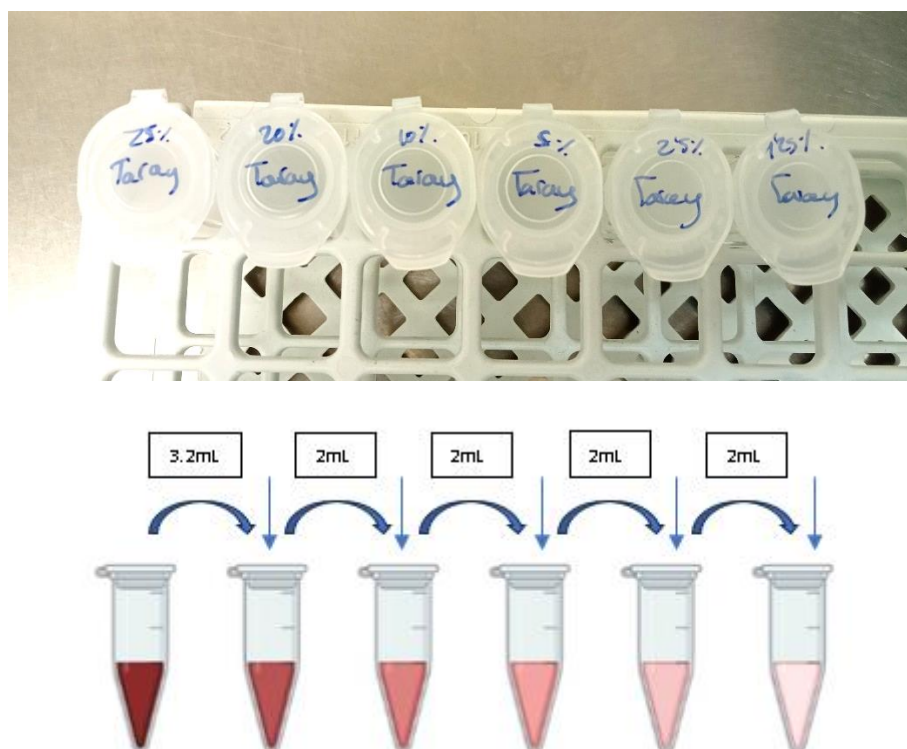


Figura 25. Distintas concentraciones de **Taray OP2** preparadas con MH. Fueron preparadas a partir de la dilución 25% de **Taray OP2**.

1.3.2 Resultados microbiológicos de los recubrimientos desarrollados y seleccionados.

Los extractos optimizados y seleccionados se incorporaron a matrices de distintos recubrimientos con el fin de obtener un recubrimiento final con buenas prestaciones físicas y químicas y que a su vez posea buena actividad biocida. Para guiar el estudio y saber que desarrollos tenían más poder biocida, se analizaban microbiológicamente. En los siguientes apartados se resumen los resultados obtenidos.

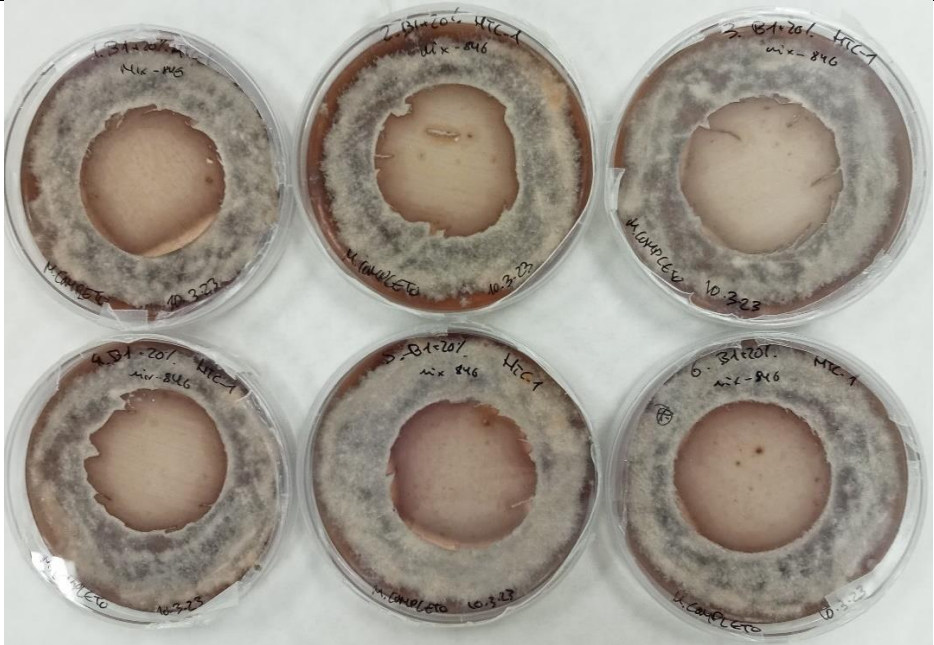
1.3.2.1 Recubrimientos desarrollados frente a bacterias

Los ensayos de los recubrimientos desarrollados frente a bacterias se realizaron según la norma ISO 22196:2011. Con ello se vio que las aplicaciones más eficaces fueron las preparadas con el Barniz **B1** y **1% HTC-1-Ruta-2 + 14% Taray OP2** y **B1** con **15% de Taray OP2** dando lugar a valores de reducción logarítmica R con efecto antibacteriano fuerte frente a *E.coli* (4,1 y 3,4 respectivamente). Sin embargo no se llegó a obtener suficiente efecto antibacteriano frente a *S.aureus* MRSA, a pesar de ello se obtuvieron valores altos de R de 1,68 y 1,2, respectivamente, cercanos al valor en el cual se obtendría efecto antibacteriano moderado (2). Las aplicaciones **10 % Taray OP2** y **10% AE** en **B1** también dieron lugar a valores R con efecto moderado frente a *E.coli*, aunque no tuvieron efecto antibacteriano frente a *S.aureus* MRSA, ya que se obtuvieron valores de R cercanos a 0.

1.3.2.2 Recubrimientos desarrollados frente a hongos

Con respecto a los recubrimientos desarrollados frente a hongos, se realizaron dos metodologías diferentes. La norma UNE-EN 15457:2022 se aplicó a las muestras **5% HTC-1**, **10% HTC-1** y **20% HTC-1** en **B1**. Estas muestras se obtuvieron al inicio del proyecto, ya que provenían del proyecto anterior AGROFOREF, y como primeras muestras se analizaron a la vez tanto en bacterias como, por dicho método, en hongos. A partir de estos análisis y para las siguientes muestras que se fueron obteniendo, no se les realizó el ensayo de hongos, sino que se seleccionó la que mejores resultados dio en bacterias, **1% HTC-1-Ruta-2 + 14% Taray OP2** en **B1**, y se le analizaron los hongos según la norma UNE-EN 15457:2022, debido a que con esta norma la muestra se aplica en filtro, lo que mejora la manejabilidad de las muestras y su ensayo. En todos los casos, los ensayos de estos recubrimientos desarrollados frente a hongos no dieron buenos resultados por lo que se puede concluir que no dan resistencia frente a las especies fúngicas ensayadas.

Tabla 6. Resumen del resultado visual de la muestra inoculada con la mezcla de esporas en la aplicación B1 + 20% HTC-1 pasados 26 días de incubación.

Aplicación	26 días de incubación
B1 + 20% HTC-1	

c. Resumen y conclusiones

- Se ha conseguido con éxito aumentar el rendimiento de los procesos extractivos respecto de los tomados como referencia. Se han mejorado los rendimientos de los extractos de *Pinus halepensis* y taray disminuyendo el tamaño de partícula, por lo que dicha disminución es una optimización de carácter general. Y en el caso del taray, se ha aumentado además el rendimiento disminuyendo la temperatura de extracción y utilizando etanol como disolvente.
- Las extracciones por HTC muestran rendimientos bajos y se debe entender su utilización en el caso de realizarlas a mayor escala, con el objetivo de aprovechar la parte sólida de hydrochar para otros fines, y valorizar también la parte líquida de la biomasa residual.
- Se realizaron purificaciones de los extractos empleando técnicas fácilmente escalables y de bajo coste, realizando para cada una su caracterización mediante técnicas de cromatografía y espectroscopía, e identificando las sustancias presentes.
- Los bioproductos se analizaron microbiológicamente y se seleccionaron los que dieron los mejores resultados para su incorporación en distintos recubrimientos.
- Se ha observado que cuando los extractos se añaden a un recubrimiento, la capacidad biocida de la mezcla extracto-recubrimiento es menor que la del

extracto solo, como es de esperar al estar en menor concentración y embebido dentro del recubrimiento.

- El mejor recubrimiento desarrollado desde el punto de vista microbiológico fue el **B1 + Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2** al 1%, el cual dio buenos resultados frente a bacterias. No obstante, frente a hongos la resistencia del recubrimiento es menor.
- La mayoría de las aplicaciones modifican en especial el aspecto estético final del recubrimiento. En cuanto a las propiedades físicas y mecánicas, en el recubrimiento seleccionado, no se ven demasiado afectadas por la adición del bioproducto y mantienen resultados favorables.

Como conclusiones se debe mejorar y optimizar la calidad superficial y el aspecto estético de las formulaciones realizadas, en general, y en particular a la mezcla elegida **B1+ Taray OP2** al 14% + **HTC-1-Ruta-2**, ya que la adición de estos productos afecta especialmente a estos aspectos del acabado. Así como también, se debe aumentar su resistencia frente a hongos.

Mejorar y optimizar la calidad superficial y aumentar la resistencia frente a hongos serán los retos por afrontar en próximos proyectos.

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

Domicilio fiscal —

C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —

Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

aidimme@aidimme.es

www.aidimme.es