

RESULTADOS DEL SIN VIR

1 Resumen

En este proyecto se han obtenido nuevas sustancias antisépticas frente al SARS-CoV-2 en base a nanocompuestos de principios activos, para ser incorporadas en los materiales de uso común que se utilizan en distintos sectores del hábitat, con el propósito de crear espacios seguros en los que se frene el crecimiento y transmisión de bacterias y virus. Los materiales que se han obtenido se podrán utilizar como revestimiento de paredes, suelos, poyatas, puertas, manivelas de puertas, mobiliario de las salas de interiores, etc., y todos los elementos que se incorporan en lugares que requieran de una asepsia especial, espacios públicos, lavabos y fregaderos, platos de ducha y bañeras, recintos comerciales, hoteles y sectores de la restauración, etc. También podrán utilizarse en exteriores como revestimientos en fachadas o mobiliario de espacios públicos.

Con estos materiales se podrán fabricar productos para la construcción, rehabilitación y mobiliario de uso público: muebles, revestimientos de suelos y paredes, puertas, manivelas, etc.

2 Objeto y finalidad del proyecto

El objetivo principal de este proyecto ha consistido en la obtención de nuevas sustancias antisépticas frente al SARS-CoV-2 para ser incorporadas en los materiales de uso común que se utilizan en construcción, rehabilitación, mobiliario, etc., con el propósito de crear espacios seguros en los que se frene la transmisión del virus. Los materiales obtenidos se podrán utilizar como revestimiento de paredes, suelos, poyatas, puertas, manivelas de puertas, mobiliario de las salas de interiores, etc., y todos los elementos que se incorporan en lugares que requieran de una asepsia especial, tales como en hospitales (quirófanos y salas de UCI fundamentalmente), espacios públicos, lavabos y fregaderos, platos de ducha y bañeras, recintos comerciales, hoteles y sectores de la restauración, etc. También podrán utilizarse en exteriores como revestimientos en fachadas o mobiliario de espacios públicos.

Este proyecto está encaminado a obtener nuevas sustancias y materiales en base a nanocompuestos de principios activos que incorporen un comportamiento viricida y bactericida. Este desarrollo supone una importante innovación en los sectores considerados ya que ningún producto competidor presenta tales propiedades. Los productos existentes en los sectores objetivo de este proyecto pueden presentar un comportamiento bactericida (o bacteriostático), pero no viricida.

3 Metodología

El proyecto se ha ejecutado en las tres anualidades de ejecución de acuerdo con lo programado inicialmente en la memoria de solicitud de éste. Se han realizado las tareas previstas en todos paquetes de trabajo (PT).

El paquete PT1 es *una revisión del estado del arte*, necesaria como punto de partida del proyecto, para conocer las limitaciones actuales de los productos viricidas y adquirir información de las posibles vías de estudio para conseguir las sustancias bactericidas y viricidas que se quieren obtener.

El paquete PT2, *Desarrollo de sustancias activas viricidas*, aborda los primeros trabajos experimentales en la búsqueda de las sustancias biocidas y viricidas. Para ello, se lleva a cabo el estudio mediante varias líneas de investigación, acordes con la aplicación y el material en el que se incorporarán las sustancias, considerando si deben soportar tratamientos térmicos a temperaturas de más de mil grados y el medio (acuso u orgánico) en que irá inmerso el principio activo.

En el PT3, *Obtención de materiales con sustancias activas a escala de laboratorio*, se estudió la incorporación de las sustancias viricidas sintetizadas, sobre diferentes recubrimientos estándares del mercado, analizando varios procesos de incorporación de las dispersiones con los principios activos. Además, se estudió la cantidad mínima inhibitoria necesaria a dosificar para obtener el efecto viricida y antimicrobiano, a la vez que se obtuviera una superficie con un aspecto adecuado.



Proceso de incorporación de las sustancias activas biocidas en recubrimientos poliméricos

En el PT4, *Estudio de la capacidad bactericida y viricida de los materiales obtenidos*, se realizaron los estudios microbiológicos de las muestras obtenidas en el PT3. La capacidad bactericida y viricida de los diferentes recubrimientos seleccionados se realizó siguiendo la norma ISO 22196:2011 "Measurement of antibacterial activity on plastic and other non-porous surfaces" y la ISO 21702:2011 "Measurement of antiviral activity on plastics and other non-porous surfaces". Los resultados obtenidos en el ensayo ISO 22196:2011 se muestran respecto al valor R, el cual es la medida de la actividad antibacteriana de las superficies tratadas con biocida frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* respecto a las muestras control (sin sustancia biocida). Para optimizar los recursos del proyecto de investigación, se ha seguido el siguiente procedimiento de ensayos biocidas; en primer lugar, se realizó el ensayo ISO 2196:2011 con *E. coli*. Si los resultados obtenidos son superiores a un $R > 2$ se procede a realizar el mismo ensayo, pero con *S. aureus*. Y, en segundo lugar, si los resultados siguen siendo superiores a un $R > 2$ se procede a realizar el ensayo ISO 21702:2011 para determinar la capacidad viricida de los recubrimientos.



Procedimiento según norma ISO 22196:2011

En el PT5, *Estudio de la durabilidad de la capacidad bactericida y viricida*, se estudia la eficacia antimicrobiana con el paso del tiempo y el uso del material, de forma que los resultados de los ensayos realizados evalúen la durabilidad de la capacidad antimicrobiana de las superficies. Se realizaron ensayos a escala de laboratorio y a escala real, reproduciendo el uso habitual de los productos.

En el PT6, *Escalado en planta piloto*, se estudia la preparación a escala piloto e industrial de las diferentes sustancias biocidas y su aplicación.

En el PT7, *Estudio del comportamiento en entorno real*, se estudian los productos finales ubicados en un entorno real, analizando su comportamiento.



Estudio de durabilidad y eficacia de las aplicaciones desarrolladas en un entorno real

4 Resultados obtenidos

- Se desarrollaron sustancias antimicrobianas mediante la obtención de encapsulados y soportes con principios biocidas. Se obtuvieron tres encapsulados y la posterior optimización del ciclo de atomización. Los diferentes encapsulados presentaron una composición homogénea y morfología esférica. Además, la cantidad de principio activo en el encapsulado fue elevada, lo cual propició un efecto bactericida y viricida importante cuando se introducían en el producto final.
- Las sustancias biocidas desarrolladas se prepararon y depositaron sobre diferentes soportes, obteniéndose resultados variables den cuanto al efecto antimicrobiano. En el caso de que la temperatura interviniera en la fabricación del soporte, cuanto menor fuera ésta, los valores de eficacia antibacteriana fueron más elevados.
- Los recubrimientos obtenidos a partir de los encapsulados han tenido comportamientos diferentes dependiendo de la porosidad del soporte sobre el que se han aplicado. En revestimiento poroso, los resultados bactericidas han sido excelentes con una capacidad bactericida y viricida (>99% en *E. coli* y *S. aureus*), independientemente del encapsulado escogido, pero pudiendo manifestar problemas de aspecto en algunos casos.
- En cuanto al desarrollo industrial de las piezas de revestimiento poroso se observó una fácil transferencia de la tecnología de laboratorio a nivel piloto/industrial. Sin embargo, se observó una disminución general de la eficacia biocida por la mayor dificultad de controlar el proceso. Aun así, se consiguieron superficies biocidas. Respecto a la durabilidad en las piezas industriales, mostraron que no hay cambios notables en la cantidad de plata superficial, lo que indica que la plata se encuentra correctamente integrada en la red del vidrio y no se solubiliza. En base a estos resultados se deduce que el efecto biocida permanecerá en el tiempo.

Conclusiones obtenidas de los recubrimientos poliméricos

- Mediante la incorporación de la sustancia biocida en la matriz del material que conforma la superficie, y en función del vehículo de dicha sustancia, se consigue obtener superficies con un aspecto óptimo y comportamiento antibacteriano eficaz (porcentaje de reducción >99,99%) frente a bacterias Gram positivas (*Staphylococcus aureus*) y Gram negativas (*Escherichia coli*), empleando como biocida diferentes suspensiones, pero resultan inadecuadas para ejercer una correcta eficacia antiviral frente al coronavirus TGEV subrogado del SARS-CoV-2
- Por ello que se desarrolla un nuevo sistema de aplicación, sin la matriz del material al que se incorporaba en el punto anterior, que permite que las superficies consigan el efecto antiviral frente a coronavirus, obtenido una reducción de la titulación viral de hasta el 99,70%.
- Bajo condiciones ambientales de ciclos de frío-calor, alta y baja humedad, así como de exposición a luz, hubo cambios significativos en cuanto a la durabilidad de la eficacia, tanto antimicrobiana como antiviral. Estos cambios fueron relacionados con una reducción acelerada de la concentración del principio biocida.

- La concentración sobre la superficie de las sustancias biocidas juegan un papel fundamental en la eficacia y durabilidad del recubrimiento frente a bacterias y virus. Utilizando sustancias con un área específica elevada y una alta concentración sobre la superficie, ésta llega a presentar una elevada capacidad antimicrobiana durable en el tiempo, incluso tras procesos de envejecimiento (abrasión y/o lavado) por su uso continuado bajo condiciones ambientales de interior.