

## ACCIÓN ANTIMICROBIANA DE BIOCIDAS EN FORMULACIONES DE PINTURAS ACUOSAS

### ANTIMICROBIAL ACTION OF BIOCIDES IN AQUEOUS PAINT FORMULATIONS

Silvia Acosta Díaz\* (0000-0002-0140-2760)

Heidy F Toledo León\* (0000-0002-6268-9646)

Thais Hernández Gómez\* (0000-0002-7767-6282)



\*Centro de Investigación del Petróleo, Calle Churrucá No.481 e/Vía Blanca y Washington, Cerro, código postal 10600. La Habana Cuba.

\*sacosta@ceinpet.cupet.cu

Recibido: 01 de noviembre de 2023;

Aceptado: 04 de diciembre de 2023;

#### RESUMEN

Los biocidas son aditivos indispensables para que las pinturas y los productos acuosos se mantengan en buen estado hasta su aplicación y una vez aplicadas en las superficies, estos pueden ser específicos para controlar el crecimiento de algas, hongos, o bacterias. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana in vitro (bactericida y fungicida) de 6 variantes de pintura acuosas almacenadas (175, 176, 177, 178, 179 y 180) y determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) para bacterias y hongos, así como la concentración mínima bactericida (CMB) y fungicida (CMF) del biocida PREVENTOL® D-6, para su uso eficaz en nuevas formulaciones de pinturas. Para la actividad antimicrobiana se preparó una suspensión bacteriana con los géneros *Pseudomonas sp* y *Bacillus sp* y para la actividad fungicida se utilizaron los géneros *Cladosporium*, *Aspergillus niger* y *Penicillium sp*, aislados de pinturas contaminadas. La actividad bactericida y fungicida se determinó mediante procedimientos ASTM normalizados y la CMI del biocida se realizó por el método de difusión radial en medio agarizado. Para la CMB y la CMF se utilizaron diluciones dobles seriadas en caldo, con pases a medio sólido. El resultado de la actividad bactericida demostró que el biocida añadido en todas las variantes ofrece protección contra el posible ataque de bacterias durante el almacenamiento. En las variantes 175, 176 y 177 se demostró una intensa actividad fungicida, no así en las variantes 178, 179 y 180, que se observó crecimiento sobre las probetas mayor al 60 % a partir de los 10 días. La CMI y CMB para bacterias es de 0.01 % y para los hongos es de 0.1 %. Las variantes de pinturas analizadas no presentan contaminación y el preservante añadido demostró actividad bactericida en todas las variantes. Las variantes 175, 176 y 177 son resistentes al ataque de hongos ambientales en la película aplicada, no así las variantes 178, 179 y 180 que son susceptibles. Las dosis recomendadas del biocida PREVENTOL® D-6 para las nuevas formulaciones de pinturas es de 0.1 %, concentración mínima a la cual demostró efecto bactericida y fungicida.

**Palabras clave:** biocida, pintura, bactericida, fungicida.

#### ABSTRACT

Los biocidas son aditivos indispensables para que las pinturas y los productos acuosos se mantengan en buen estado hasta su aplicación y una vez aplicadas en las superficies, estos pueden ser específicos para controlar el crecimiento de algas, hongos o bacterias. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana in vitro (bactericida y fungicida) de 6 variantes de pintura acuosas almacenadas (175, 176, 177, 178, 179 y 180) y determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) para bacterias y hongos, así como la concentración mínima bactericida (CMB) y fungicida (CMF) del biocida PREVENTOL® D-6, para su uso eficaz en nuevas formulaciones de pinturas. Para la actividad antimicrobiana se preparó una suspensión bacteriana con los géneros *Pseudomonas sp* y *Bacillus sp* y para la actividad fungicida se utilizaron los géneros *Cladosporium*, *Aspergillus niger* y *Penicillium sp*, aislados de pinturas contaminadas. La actividad bactericida y fungicida se realiza mediante procedimientos ASTM normalizados y la CMI del biocida se realizó por el método de difusión radial en medio agarizado. Para la CMB y la CMF se utilizaron diluciones dobles seriadas en caldo, con pases a medio sólido. El resultado de la actividad bactericida demuestra que el biocida añadido en todas las variantes ofrece protección contra el posible ataque de bacterias durante el almacenamiento. En las variantes 175, 176 y 177 se demostró una intensa actividad fungicida, no así en las variantes 178, 179 y 180, que se observará crecimiento sobre las sondas mayor al 60 % a partir de los 10 días. La CMI y CMB para bacterias es de 0,01 % y para los hongos es de 0,1 %. Las variantes de pinturas analizadas no presentan contaminación y el preservante añadido demuestra actividad bactericida en todas las variantes. Las variantes 175, 176 y 177 son resistentes al ataque de hongos ambientales en la película aplicada, no así las variantes 178, 179 y 180 que son susceptibles. Las dosis recomendadas del biocida PREVENTOL® D-6 para las nuevas formulaciones de pinturas es de 0.1 %, concentración mínima a la cual demostró efecto bactericida y fungicida.

**Keywords:** biocide, paint, bactericide, fungicide.

## INTRODUCCION

La pintura es una sustancia líquida o pastosa que, al aplicarse en capas finas sobre una superficie, forma una película continua, sólida y adherente, protegiendo y decorando el soporte. Las pinturas emulsionadas abarcan casi el 50 % de la producción de esta industria, tanto en Cuba como a nivel internacional (Pérez, *et al*, 2021). La Empresa de Pinturas Vitral perteneciente al Grupo Empresarial de la Industria Ligera (GEMPIL), se encuentra localizada en el municipio Playa provincia La Habana. Ha producido y comercializado pinturas bases solventes y acuosas para el mercado nacional por más de 50 años y sus instalaciones tienen por encima de 30 años de explotación. Los volúmenes de producción de esta empresa en los últimos años se encuentran entre 10 y 12 millones de litros de pinturas anuales, lo que representa entre un 20 y 25 % del mercado nacional, ya que sus producciones están afectadas por no contar con las materias primas adecuadas para realizarlas; por lo que es necesario importar gran cantidad de estas pinturas. Una de las principales pinturas arquitectónicas que produce la Empresa de Pinturas Vitral, es de tipo emulsionada y se utiliza como solvente el agua.

Los biocidas son específicos para controlar el crecimiento de algas (alguicidas), hongos (fungicidas), o bacterias (bactericidas) y se emplean en la formulación de pinturas base agua donde las resinas empleadas son fuente de carbono para los microorganismos.

Es importante precisar que un biocida es una sustancia que inhibe el crecimiento microbiano y que se utiliza en los recubrimientos arquitectónicos para proteger al recubrimiento en envase y también para evitar el ataque microbiano cuando el recubrimiento ya está aplicado en un sustrato. El desarrollo microbiano incluye bacterias aerobias y anaerobias, hongos, levaduras y algas que se adaptan a vivir en estos ambientes y generan graves daños en el producto final, en el envase o en los equipos e instalaciones (Pérez, *et al*, 2021).

Los principales biocidas empleados como conservadores (protección en envase, es el término común; in-can protección, en inglés) de recubrimientos arquitectónicos incluyen bromohidroxiacetofenona, bromonitropropanodiol (bronopol), clorhidrato de dodecilguanidina, glutaraldehído, isotiazolinonas (MIT, CIT, BIT) dibromonitropropionamida (DBNPA) y tionas. Sin embargo, las mezclas de estos biocidas dan una aplicación mayor con resultados exitosos ante el ataque microbiano. El PREVENTOL® D-6 es un conservante muy versátil para mantener en buen estado pinturas acuosas y pastas pigmentadas durante su almacenamiento. El espectro de actividad cubre bacterias, incluidas especies resistentes al formaldehído, moho y levaduras. Se utilizan para la conservación de recubrimientos acuosos, dispersiones de polímeros, suspensiones de relleno, lodos de pigmentos, soluciones y dispersiones de adhesivos y espesantes, aditivos para hormigón, detergentes, agentes de limpieza, abrillantadores, etc.

En la actualidad, se comercializan varios componentes activos para formular preservantes en lata, que cumplen con las regulaciones vigentes. Estos son: cloro metil isotiazolinona, metil isotiazolinona, liberadores de formaldehído, bronopol, glutaraldehído y Fenólicos, de estos, los cuatro primeros son los más usados en pinturas, emulsiones de polímeros, adhesivos y papel, cuero y auxiliares textiles, entre otros. Para la formulación de fungicidas que actúan en la película del recubrimiento se usan los componentes activos: octilisotiazolinona, carbendazim, IPBC, clorotalonil y ziram. De los cuales los tres primeros son los más empleados.

Para seleccionar los biocidas más adecuados se considera no solo el proceso de producción, sino también, aspectos como las condiciones de fabricación en donde se incluye maquinaria, aguas de proceso, materias primas, condiciones de temperatura, pH del proceso y mano de obra. Además, es vital identificar el momento idóneo para la incorporación del o los biocidas en la formulación y la dosificación adecuada, la que debe considerar el tiempo y condiciones de almacenamiento del producto, tanto en sus bodegas como en las tiendas, hasta su aplicación final.

Cada biocida tiene una concentración mínima inhibitoria (CMI) contra un microorganismo específico que define la capacidad para inhibir el crecimiento microbiano, no obstante en la mayoría de las aplicaciones los biocidas se aplican no contra un microorganismo, sino contra poblaciones bacterianas o comunidades de bacterias y algas, bacterias y hongos o bacterias, hongos y algas. El objetivo de este trabajo es evaluar la actividad antimicrobiana *in vitro* (bactericida y fungicida) del preservante añadido en 6 variantes de pintura acuosas almacenadas (175, 176, 177, 178, 179 y 180) y determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) para bacterias y hongos. Además determinar la concentración mínima biocida para bacterias y hongos del preservante PREVENTOL® D-6 para su empleo en nuevas formulaciones de pinturas emulsionadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Actividad bactericida

Para la evaluación de la actividad antimicrobiana se escogieron 6 variantes de pinturas acuosas (175, 176, 177, 178, 179 y 180) que permanecían almacenadas en una fábrica. Se comprobó primeramente la esterilidad según la norma ASTM D 5588-2020, para esto se introdujeron hisopos estériles en las pinturas y se realizaron trazos en placas con agar triptona soya para bacterias y en agar malta para el crecimiento de los hongos. Las placas se incuban a 30 °C por 48 h. La aparición de colonias en los trazos indica diferentes niveles de contaminación, si las pinturas resultan estériles se prosigue a realizar las pruebas antimicrobianas.

Para determinar la actividad bactericida según norma ASTM D 2574-00, se utilizaron frascos de cristal de 300 mL, a los cuales se le añadieron 100 g de cada variante de pintura y 0,5 mL de un inóculo preparado con las cepas *Pseudomonas* sp y *Bacillus subtilis* aisladas de pinturas visiblemente contaminadas. El inóculo se preparó a partir de cultivos puros jóvenes de esos microorganismos en plano inclinado de agar nutriente, con la toma de azadas para disolución salina hasta obtener una concentración aproximada de 10<sup>9</sup> células/mL, para cada bacteria por separado. Se toma como referencia la escala de McFarland. Después se mezclan los inóculos.

Los frascos con las pinturas inoculadas se incubaron durante 7 días a 30 °C. Se comprobó la recuperación bacteriana al 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup>, 5<sup>to</sup> y 7<sup>mo</sup> día. Finalizada la semana de la primera inoculación, se realiza una segunda inoculación con 1 mL de la suspensión de bacterias y se repiten las condiciones de incubación y comprobación.

### Actividad fungicida

La actividad fungicida se determinó según la norma ASTM5590-00. Primero, se preparó una suspensión de esporas a partir de cultivos de los hongos *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp y *Cladosporium* sp, aislados de pinturas contaminadas. Para obtener el inóculo se tomaron muestras de cada cultivo con aguja micológica y se homogenizaron en tubos con solución salina, después se mezclan los inóculos. Se prepararon probetas (5 x 5 cm) con papel de filtro Whatman que fueron esterilizadas, y se pintaron con cada variante por duplicado y se dejaron secar por 24 h, posteriormente se asperjaron con la suspensión bacteriana a una concentración de 1,2 x10<sup>6</sup> esporas/ml determinada por cámara de Neubauer. Se colocaron los papeles inoculados en el centro de las placas con medio agar malta. Las placas se incubaron por 28 días a 30 °C.

### Evaluación de la actividad antimicrobiana del biocida

El biocida utilizado para el ensayo fue PREVENTOL® D-6, el cual es una formulación acuosa sinérgica de isotiazolinona y glicol/formaldehído. Este biocida se utiliza para la preservación de revestimientos acuosos, dispersiones poliméricas, dispersiones de carga mineral, pigmentos, soluciones y dispersiones de adhesivos y espesantes, aditivos de hormigón, detergentes, agentes de limpieza, pulimentos, etc. El espectro de actividad abarca bacterias, que incluye especies resistentes al formaldehído, hongos y levaduras.

### Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI)

La CMI se define como la mínima concentración de agente antimicrobiano que inhibe el crecimiento visible de un microorganismo y se realizó por el método de difusión radial en medio sólido para el crecimiento de bacterias y hongos (Acosta, Barrios, González, Tacoronte, 2011). Se prepararon Erlenmeyer de 100 ml con 30 ml de medio fundido con agar nutriente para bacterias y agar malta para hongos a 45 °C, al que se le añadió 1 mL del inóculo microbiano utilizando para la actividad bactericida y fungicida. El medio fundido de manera aséptica, se vertió en placas y una vez solidificado, se perforaron pocillos de 7 mm de diámetro y se añadieron 200 µl de cada concentración del biocida (0,01; 0,02; 0,03; 0,04). Se incubaron las placas a 30 °C durante 48 h para bacterias y a 25 °C durante 5 días para hongos y levaduras.

El desarrollo de una zona de inhibición del crecimiento microbiano de cualquier tamaño alrededor del pozo indica que el microorganismo es sensible a la concentración del biocida, su ausencia indica la resistencia al producto probado.

### Determinación de la concentración mínima biocida (cmb) para bacterias y hongos

**Tabla 2.** Evaluación de la actividad bactericida

*Leyenda: 0: No hay colonias de bacterias*

variantes	Bacterias viables después de:							
	1ª inoculación				2ª inoculación			
	tiempo en días				tiempo en días			
	1	2	5	7	1	2	5	7
175	0	0	0	0	0	0	0	0
176	0	0	0	0	0	0	0	0
177	0	0	0	0	0	0	0	0
178	0	0	0	0	0	0	0	0
179	0	0	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0	0

La CMB se definen como la mínima concentración del biocida que elimina más del 99,9 % de los microorganismos viables después de un tiempo determinado de incubación. Para determinar la CMB en bacterias y hongos se utilizó el método de las diluciones dobles seriadas (Acosta, Barrios, González, Tacoronte, 2011). Se prepararon tubos con 1 ml de caldo nutriente para bacterias y caldo sabouraud dextrosa para los hongos, se inocularon con 0,1 ml del cultivo microbiano y del biocida a las diferentes concentraciones, con dos tubos de control, uno positivo que contenía caldo (1 ml) y microorganismos (0,1 ml) y un control negativo que contenía caldo (0,5 ml) y el biocida a evaluar (0,5 ml). Los tubos se incubaron a 30 °C durante 48 h para las bacterias y por 5 días a 25 °C para hongos y levaduras.

Al término de este tiempo, se sembraron en placas por duplicado 0,1 ml de todos los tubos incubados en medio agarizado. Se incubaron las placas a 37 °C durante 48 h para bacterias a 25 °C durante 5 d para hongos y levaduras. La CMB correspondió a aquella concentración de biocida en la que se obtuvo un conteo de colonias menor que el 0,1 % del obtenido para el tubo control positivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Esterilidad y Actividad bactericida

Las muestras de pintura analizadas resultaron estériles, no hubo crecimiento de microorganismos en las estrías depositadas en las placas con medio nutritivo específico para el crecimiento de bacterias y hongos (tabla 1). Estas pinturas almacenadas se mantienen conservadas, el biocida incluido en sus formulaciones fue eficiente y evito el ataque de microorganismos durante el almacenamiento.

**Tabla 1.** Ensayo de Esterilidad

Variantes	Evaluación bacterias	Evaluación hongos
175	0	0
176	0	0
177	0	0
178	0	0
179	0	0
180	0	0

Leyenda:

0: Ningún crecimiento de colonias

En la tabla 2 se presentan los resultados de la actividad bactericida del biocida empleado en las formulaciones. Se realizaron dos inoculaciones, y se comprobó la recuperación bacteriana de las muestras al 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup>, 5<sup>to</sup> y 7<sup>mo</sup> días.

No se evidenció crecimiento de bacterias en la comprobación de la esterilidad durante ambas inoculaciones. Esto demuestra la efectividad del biocida empleado en la formulación de las pinturas, que evidentemente eliminó las bacterias añadidas. Este biocida le confiere resistencia dentro del recipiente durante el almacenamiento. Si la cantidad de conservante en el envase no es suficiente, aunque el tipo de biocida elegido sea el adecuado, éste no podrá reducir el número de microorganismos que estén presentes durante el proceso de fabricación o manipulación y acabarán proliferando hasta llegar a alterar las propiedades del recubrimiento,

este biocida se les llaman conservadores para la protección *in can* (*en lata*). Por ejemplo, si usa una lata para pintar la casa y no la ocupa entera, la cierra y la deja ahí. Cuando la vuelve a necesitar, la abre y esta estará sin hongos ni bacterias gracias a los biocidas, a pesar del tiempo que haya pasado.

Los biocidas para pinturas tradicionales actúan al entrar en contacto con el microorganismo. Cuando las sustancias biocidas llegan hasta la membrana celular se produce una disrupción enzimática impidiendo que ésta realice la función metabólica de la respiración, viéndose alterada la homeostasis (el equilibrio interno de la célula que necesita para funcionar) hasta que ésta queda inhibida o se descompone (Patino *et al*, 2018).

**Tabla 3.** Evaluación de la actividad fungicida

variantes	EVALUACIÓN DESPUÉS DE				
	5 días	10 días	14 días	21 días	28 días
175	0	0	0	0	0
176	0	0	0	0	0
177	0	0	0	0	0
178	2	4	4	4	4
179	2	4	4	4	4
180	2	4	4	4	4

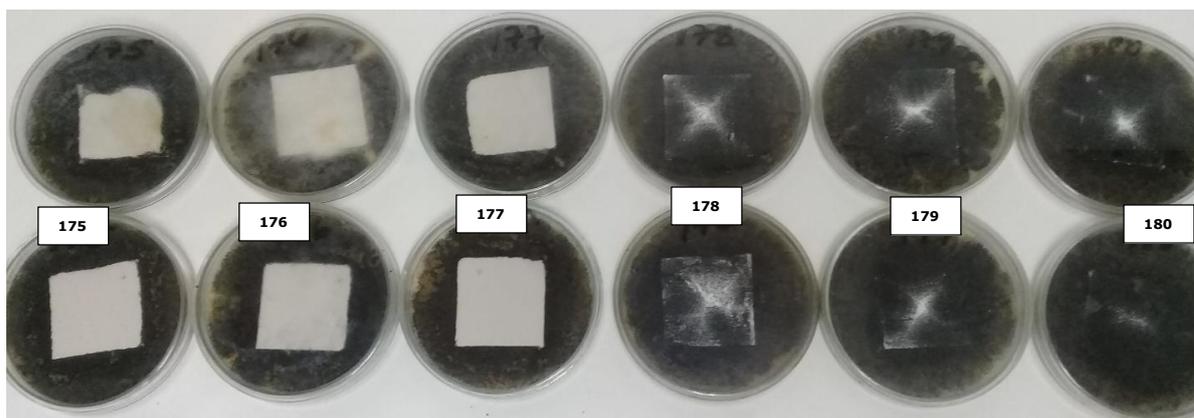
*Leyenda:*  
Ningún

*crecimiento Indicios de crecimiento (<10 %) Crecimiento ligero (10-30 %) Crecimiento moderado (30-60 %) Crecimiento fuerte (60 % hasta cubrimiento total)*

### Actividad fungicida

En la tabla 3 se muestran los resultados de la actividad fungicida en las pinturas.

Las probetas con las pinturas de las formulaciones 175, 176 y 177 no presentaron crecimiento de hongos durante los 28 días del ensayo. En el caso de las formulaciones 178, 179 y 180 mostraron a los 10 días un crecimiento mayor al 60% sobre la superficie de las probetas (figura 1).



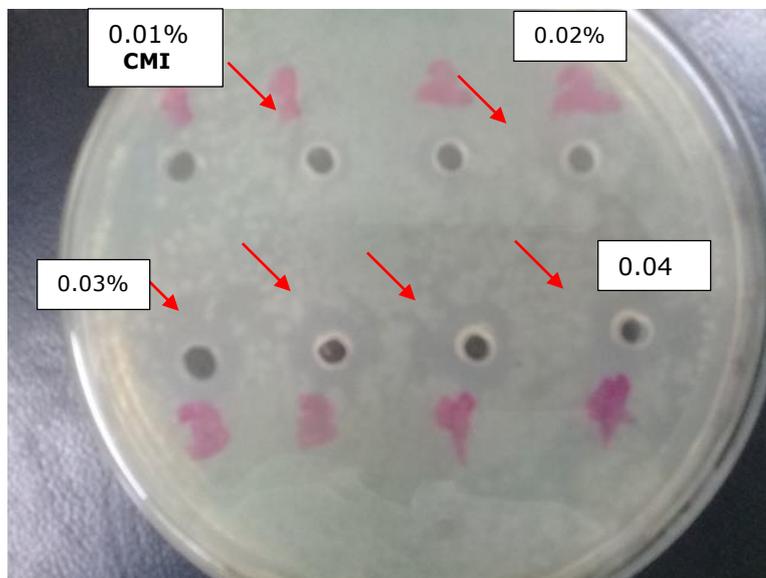
**Fig. 1.** Ensayo de la actividad fungicida (28 días).

Los resultados de la CMF representan la eficiencia del biocida como fungicida en la película seca, es decir, en la pintura una vez aplicada. Este se activa una vez que la superficie está recubierta, y evita que en la pintura entren agentes externos como hongos y algas que la dañen. Entre mayor sea el porcentaje del halo de inhibición, mayor será la migración del biocida fuera de la pintura y en poco tiempo quedara desprotegida, por lo tanto, entre más bajo sea el halo de inhibición mayor será la protección de la película seca. En este estudio no hay presencia de halo de inhibición en las variantes 175, 176 y 177, esto indica que estas pinturas

una vez aplicada no sufrirán ataque por hongos ambientales. Las variantes 178, 179 y 180 no son resistentes al ataque de hongos.

### Determinación de la CMI y CMB para bacterias y hongos

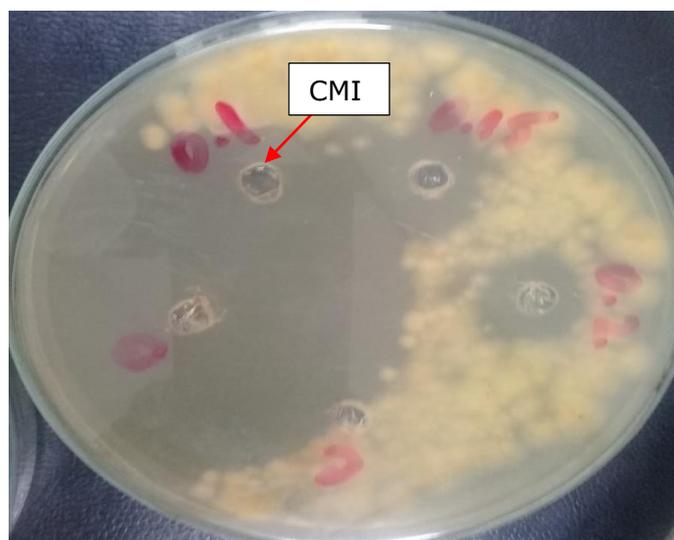
En la figura 2 se muestra el halo de inhibición formado alrededor de cada pocillo con las concentraciones probadas.



**Fig. 2.** Ensayo de CMI del biocida para bacterias

La aparición del halo indica la sensibilidad de las bacterias al biocida. La mínima concentración probada donde apareció halo fue de 0.01 % resultando ser la CMI.

Para los hongos fue necesario aumentar las concentraciones del biocida para lograr la inhibición del crecimiento. La mínima concentración (CMI) donde se evidenció halo de inhibición fue con 0.1 % (figura 3).



**Fig. 3.** Ensayo de CMI del biocida para hongos

A partir de la CMI se determina la concentración que elimina a los microorganismos (CMB). Tanto para las bacterias como para los hongos el valor de la concentración mínima biocida CMB coincide con el valor de la CMI es decir la concentración que inhibe el crecimiento también es la concentración que elimina a los microorganismos (tabla 4).

**Tabla 4.** Ensayo con el biocida

Biocida		
	CMI (%)	CMB (%)
Bacterias	0.01	0.01
Hongos	0.1	0.1

*Leyenda:*

*CMI: Concentración Mínima Inhibitoria*

*CMB: Concentración Mínima biocida*

Se sabe también que la inhibición es dependiente de la naturaleza y concentración de las especies de microorganismos probados. El uso de biocidas a bajas concentraciones y a tiempos insuficientes de contacto produce cambios en la estructura bacteriana, que repercuten en la adaptación del microorganismo a estos compuestos y por consiguiente en la pérdida del efecto antimicrobiano. De ahí la importancia de establecer la sensibilidad de los microorganismos en las fases o ambientes en los que sean más susceptibles, el tipo de biocida que deba usarse para usos específicos, así como su adecuado manejo y riesgos potenciales (Pereira, Machado & Rosato, 2015).

En el caso particular del estudio referenciado, todas las muestras de pinturas analizadas resultaron estériles. El preservante añadido en la formulación de las pinturas demostró actividad bactericida para todos los casos evaluados y actividad fungicida en tres de las 6 formulaciones estudiadas. Por otro lado, el biocida PREVENTOL® D-6 analizado evidenció una CMI y CMB de 0.01 % para las bacterias y de 0.1 % para los hongos.

Con su amplio espectro de actividad, buena solubilidad en agua y biodegradabilidad después de una dilución adecuada el PREVENTOL® D-6 es un conservante multipropósito que es fácil de usar en la adición recomendada, su espectro de actividad cubre bacterias, incluidas especies resistentes al formaldehído, moho hongos y levaduras, es un conservante que, por su baja viscosidad, se emplea sin diluir o diluido con agua a una temperatura no superior los 40 °C. Este producto también se puede disolver previamente en alcoholes o mezclas de alcohol/agua, el uso de este conservante para formulaciones acuosas no produce ningún efecto secundario indeseable.

Los biocidas a base de isotiazolinona se encuentran entre los biocidas más utilizados para la protección de la pintura. Se cree que la actividad biológica inicial de las isotiazolinona surge de su capacidad para pasar fácilmente a las membranas y las paredes celulares fúngicas y luego reaccionar con importantes proteínas que contienen azufre intracelular o moléculas más simples dentro de la célula, causando un deterioro de la función celular.

Bellotti *et al.* (2020) ensayaron con dos nuevos biocidas el salicilato de cinc y benzoato de cinc para hongos contaminantes de pinturas (*Alternaria alternate*, *Chaetomium globosum*), los cuales demostraron ser efectivos tanto puros como formando parte de pinturas acrílicas.

## CONCLUSIONES

Las variantes de pinturas analizadas no presentan contaminación y el preservante añadido demostró actividad bactericida en todas las variantes. Las variantes 175, 176 y 177 son resistentes al ataque de hongos ambientales en la película aplicada, no así las variantes 178, 179 y 180 que son susceptibles. Las dosis recomendadas del biocida PREVENTOL® D-6 para las nuevas formulaciones de pinturas es de 0.1 %, concentración a la cual demostró efecto bactericida y fungicida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acosta Diaz S., Barrios San Martín Y., González Hernandez F., Tacoronte Morales J. 2011. Evaluación de biocidas para su posible uso en depósitos de combustibles. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, vol. 42, núm. 3, septiembre-diciembre, pp. 119-123.

ASTM D 5588-21. Método de prueba normalizado para determinar la condición microbiana de las pinturas, así como de las materias primas que se utilizan en la fabricación y de las zonas donde se fabrican.

ASTM D 2574-00. Método de prueba normalizado para comprobar la resistencia de las pinturas de emulsión a los ataques de microorganismos en los recipientes.

ASTM D 5590-00. Método de prueba normalizado para determinar la resistencia de las capas de pintura y revestimiento conexos a la desfiguración por la acción de los hongos, mediante un ensayo acelerado de cuatro semanas con la placa de agar.

Bellotti N., Salvatore L, Deyá C, Del Panno M. 2020. Nuevos Biocidas para evitar el deterioro de sustratos pintados 2do. Congreso Iberoamericano y X Jornada “Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio”.

Del Toro Álvarez, D. Y Montalvo Bravo, R. Propuesta de una tecnología para la obtención de pinturas para la Empresa de Pinturas Vitral. *Revista Tecnología Química* [en línea]. 2013, septiembre-diciembre, 33(3). [Consultado 21 junio 2019]. ISSN 2224-6185.

Hernández Cano M. 2021. Biocidas para recubrimientos arquitectónicos. INPRA.LATINA. Todo en Pinturas y Recubrimientos.

ISO 20776-1. 2015. Clinical laboratory testing and *in vitro* diagnostic test systems-susceptibility testing of infectious agents and evaluation of performance of antimicrobial susceptibility test devices-Part1: Reference method for testing the *in vitro* activity of antimicrobial agents against rapidly growing aerobic bacteria involved in infectious diseases.

LANXESS. Energizing Chemistry. 2023. Información del producto PREVENTOL® P 100.

Patiño Bello D., Pérez Acevedo L., Aura Viviana, María Inés Torres Caycedo, Daris Angélica Rosas Leal, Giselle Di Filippo Iriarte. 2018. Uso de biocidas y mecanismos de respuesta bacteriana. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 37(3).

Pereyra A.M., Machado G.E. & Rosato V.G. 2015. Evaluación de la capacidad antifúngica de pinturas de base acuosa formuladas con aditivos biocidas basados en cationes metálicos estabilizados en matrices zeolíticas. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Disponible: <<https://repositoriosdigitales.mnycyt.gob.ar>>, [Consultado: 3 20, 2023].

Pérez De Vera A., Ortega Viera L., Fernández Santana E., Díaz Hernandez L., Cruz-Oruz S. 2021. Sustitución del silicato de aluminio por el carbonato de calcio en la elaboración de pintura. *RTQ* vol.41 no.1 Santiago de Cuba.

*No existe conflicto de intereses entre las autoras*

#### **CONTRIBUCIÓN AUTORAL**

**Silvia Acosta Díaz:** Conceptualización, investigación, curación de datos, redacción del borrador original.

**Heidy Toledo León:** Investigación, curación de datos, revisión del borrador original.

**Thais Hernandez Gómez:** Curación de datos Revisión del borrador original.