

# ESTUDIO DEL BIODETERIORO E IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS DE CINCO OBRAS PICTÓRICAS SOBRE LIENZO PERTENECIENTES AL CONJUNTO HISTÓRICO ARTÍSTICO DE LA ABADÍA BENEDICTINA DE SAN MARTINO DELLA SCALA DE PALERMO, ITALIA

Fernando Poyatos Jiménez<sup>1</sup>, Julio Romero Noguera<sup>2</sup>, Inés Martín Sánchez<sup>3</sup>, M<sup>a</sup> Antonia Fernández Vivas<sup>3</sup> y Fernando Bolívar Galiano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Bellas Artes. Departamento de Pintura-Restauración. Universidad de Granada

<sup>2</sup>Facultad de Bellas Artes. Departamento de Pintura. Universidad de Sevilla

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias. Departamento de Microbiología. Universidad de Granada

**Autor de contacto:** Fernando Javier Poyatos Jiménez, fpoyatos@correo.ugr.es

## RESUMEN

*El estudio del biodeterioro en los procesos de restauración de pintura sobre lienzo es una de las disciplinas menos estudiadas debido a la complejidad del protocolo analítico que requiere. Este proceso de carácter multidisciplinar se extiende desde el estudio histórico-artístico y material de las obras, las condiciones bioclimáticas en que se exponen y un proceso científico de identificación de microorganismos que puede emplear distintas técnicas tales como la siembra en cultivos microbiológicos, la microscopía óptica y la microscopía electrónica de alta resolución. Un adecuado estudio e identificación de los mismos profundizará en el análisis y evaluación de los distintos procesos de biodeterioro de las obras así como un adecuado control preventivo del microclima. El caso que aquí estudiamos se dedica a la identificación de microorganismos encontrados en la superficie pictórica de una serie de cinco obras de gran formato pertenecientes al patrimonio mueble de la Abadía Benedictina de San Martino delle Scale de Palermo, Italia.*

**PALABRAS CLAVE:** biodeterioro, microorganismos, pintura, hongos, bacterias, conservación preventiva.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este estudio aporta datos sobre trabajos dedicados al análisis de las causas de biodeterioro que afectan a obras de arte pictóricas y de manera explícita a los soportes textiles -que suministran el mayor porcentaje de materia orgánica a una pintura-, a las sustancias naturales empleadas como aglutinantes (resinas, aceites, emulsiones y colas), así como a los agentes que afectan a los materiales filmógenos que cumplen una función estética y de protección (barnices).

## 2. OBJETIVOS

Se han estudiado 5 lienzos ubicados en la nave central del Templo de La Abazia *Benedeittina di San Martino delle Scale de Palermo* (Italia). Las obras son las siguientes:

1-*Caduta di Cristo sotto la Croce. Óleo sobre tela. S XVII 1727. G. Borremans. Medidas: 240x185 cm*

2-*San Benedetto in adorazione del Cristo deposto. Óleo sobre tela. S XVII. Medidas: 210x170 cm*

3-*Veduta fantástica con santi Benedettini.. Óleo sobre tela. S XVII. Medidas: 180x115 cm*

4-*San Domenico di Silos libera gli schiavi. Inizi S. XVII. Óleo sobre tela. Mario Minniti. Medidas: 280x225 cm*

5-*Madonna con Sant' Anna e i santi Benedittini. Óleo sobre tela. S XVII. Medidas: 275x195 cm*

Este estudio multidisciplinar conjuga distintos conocimientos técnicos de pintura, microbiología, conservación-restauración e historia del arte dirigidos a la conservación preventiva y al control climático y ambiental de los edificios que albergan las obras.

Todo ello mediante la identificación de hongos y bacterias como potenciales agentes de biodeterioro presentes en las obras. Para ello se ha llevado a cabo el aislamiento de microorganismos y se han utilizado técnicas microscópicas y de análisis que han permitido visualizar las distintos géneros.

Para Villarquide (2005) existen factores que inhiben la aparición de alteraciones teniendo en cuenta las condiciones o rangos propicios para el desarrollo de cada especie biológica. Normalmente uno de estos factores es suficiente para controlar la aparición del biodeterioro.

Los factores determinantes para el desarrollo de microorganismos y otros agentes de biodeterioro son:

**El agua.** Todos los organismos tienen agua y la precisan para su metabolismo y reacciones enzimáticas, obteniéndola de las superficies sobre las que se encuentran (según la higroscopicidad y porosidad de éstas) o del ambiente. Cada especie necesitará más o menos agua, pero en general la humedad debe ser alta, superior al 60-70% de HR. Las bacterias precisan al menos un 80%, por lo que, en condiciones normales, es difícil su ataque, aunque se pueden desplazar a capas interiores y húmedas de la obra.

**El pH.** Cuando es elevado o bajo, las condiciones serán desfavorables para el crecimiento biológico, a pesar de que existen microorganismos, bacterias y hongos, que prefieren un medio ácido (Acidófilos) y otros que lo prefieren alcalino (Alcalófilos).

**El oxígeno.** Es imprescindible para la vida de los microorganismos aerobios, si bien existen procariotas capaces de vivir a tensiones bajas de oxígeno (microaerófilos, anaerobios y anaerobios facultativos).

**La temperatura.** Influye sobre la velocidad de crecimiento de los microorganismos, aunque son capaces de crecer en rangos muy amplios. La temperatura de crecimiento óptima para los microorganismos mesófilos, que son mayoritarios, oscila entre los 25-35°C, a bajas temperaturas inferiores la velocidad de las reacciones químicas disminuye, salvo para los microorganismos psicrófilos. Los termófilos e hipertermófilos admiten temperaturas de crecimiento muy superiores.

**La luz.** Es fuente de energía para la fotosíntesis de las cianobacterias, los líquenes, las algas, los musgos y las plantas. Para otros organismos la oscuridad es beneficiosa (mohos, insectos xilófagos y termitas).

**La contaminación.** Puede afectar a los organismos inhibiendo (es lo más frecuente) o potenciando su desarrollo. Por eso algunos microorganismos sirven como indicadores del grado de contaminación (líquenes).

Todos estos agentes biológicos incidirán en mayor o menor medida y de forma más o menos gradual según las condiciones en las que se encuentre la pieza, alterando los distintos materiales hasta provocar fragilidad, descohesión, cambio de color e incluso su destrucción completa.

### 3. METODOLOGÍA

#### TÉCNICAS MICROBIOLÓGICAS

##### A) AISLAMIENTO Y CULTIVO DE MICROORGANISMOS

###### TOMA DE MUESTRAS

La recogida de muestras se realizó sobre las zonas más deterioradas de las pinturas seleccionadas, siguiendo el siguiente procedimiento: un hisopo estéril humedecido en solución salina se frotó suavemente sobre cada una de las zonas seleccionadas. Cada hisopo se introdujo inmediatamente en un tubo esterilizado y fue llevado al laboratorio.



Figura 1. Toma de muestras

#### SOLUCIONES Y MEDIOS DE CULTIVO

##### Solución de Tween 20

Se ha utilizado para disgregar los micelios de los hongos. Su composición es la siguiente: Tween 20 al 0,01% en agua destilada. La esterilización se realizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

##### Solución salina

Se ha utilizado para obtener suspensiones de los microorganismos. Su composición es la siguiente: Na Cl al 0,8 % en agua destilada.

##### Medio TSB (Tryptona-Soja, Caldo)

Medio universalmente utilizado para el crecimiento de bacterias. Su composición en g/l es la siguiente: Peptona de caseína (15g). Peptona de soja (5g). Cloruro sódico

(5g). pH 7,2. La esterilización se realizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

#### Medio TSA (Tristona-soja Agar)

Se ha utilizado como medio de mantenimiento de los cultivos bacterianos. Su composición es igual a la del TSB adicionado de agar al 2%. La esterilización se realizó en autoclave a 121° C durante 15 minutos.

#### Sabouraud Cloranfenicol Agar

Es un medio de cultivo sólido que al llevar cloranfenicol, antibiótico termoestable de amplio espectro antibacteriano, permite el aislamiento selectivo de hongos. Su composición en g/l es la siguiente: Peptona micológica (10g). Glucosa (40g). Cloranfenicol (0,55g). Agar (20g). pH: 6,8. La esterilización se realizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

#### Extracto de malta, Agar

Medio sólido utilizado para el mantenimiento, aislamiento e identificación de hongos. Su composición en g/l es la siguiente: Extracto de malta (13,0g). Dextrina (2,5g). Peptona de gelatina (5,0g). Agar-aga (15,0g). pH final 5,5. La esterilización se realizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

#### Extracto de patata, Agar

Medio sólido utilizado para el mantenimiento, aislamiento e identificación de hongos. Su composición en g/l es la siguiente: Extracto de patata (4g). Glucosa (20g). Agar (20g). pH final 5,6. La esterilización se realizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos. Los medios fueron proporcionados por la empresa Scharlau.

### AISLAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS

Con cada uno de los hisopos y mediante la técnica de siembra en estría, se sembraron una placa de medio Sabouraud para el aislamiento selectivo de hongos y una placa de TSA para el aislamiento de bacterias.

Las placas se incubaron a 28°C, haciendo un seguimiento diario hasta la visualización de colonias de microorganismos.

La obtención de cultivos puros de los distintos microorganismos se consiguió mediante resiembra en agar malta y agar patata para los hongos y TSA para las bacterias. Una vez obtenidos, los microorganismos se sembraron en los mismos medios pero en tubos inclinados adecuados para su almacenamiento y conservación a 4°C hasta su posterior identificación.

### IDENTIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS

#### HONGOS

La identificación y clasificación taxonómica a nivel de género se realizó mediante la observación al microscopio óptico de las estructuras vegetativas y reproductivas, caracteres morfológicos, y con la ayuda de diversas fuentes bibliográficas (Barnett et al, 1972; Heim et al, 1969; Hawsworth, D. L et al, 1983).

#### BACTERIAS

La identificación y clasificación taxonómica de las bacterias se realizó mediante técnicas clásicas: morfología de las colonias, tinción de Gram, pruebas fisiológicas y bioquímicas y con la consulta de la bibliografía adecuada.

### 4. RESULTADOS

Se trata de un conjunto de cinco lienzos de gran tamaño realizados para las capillas laterales de un gran edificio religioso. El interés que para nuestro estudio reúne este conjunto de obras está directamente relacionado con las condiciones climáticas y el edificio en el que se albergan. Los puntos superficiales escogidos para la toma de muestra presentaban coloraciones y manchas.

Solamente se ha llevado a cabo un estudio microbiológico preliminar mediante la toma de muestras de la superficie de los lienzos, dichas muestras han sido inoculadas en medios de cultivo adecuados con la finalidad de aislar e identificar los posibles microorganismos presentes en las mismas, según la metodología expuesta en el correspondiente capítulo de metodología.

Los microorganismos encontrados se muestran en la siguiente tabla:

LIENZOS	MICROORGANISMOS
1. <i>Caduta di Cristo sotto la Croce.</i>	<i>Bacillus</i> <i>Cladosporium</i>
2. <i>San Benedetto in adorazione del Cristo deposto.</i>	<i>Bacillus</i>
3. <i>Veduta fantástica con santi Benedettini.</i>	<i>Mucor</i>
4. <i>Domenico di Silos libera gli schiavi.</i>	<i>Bacillus</i>
5. <i>Madonna con Sant' Anna e i santi Benedettini.</i>	<i>Bacillus</i>

Figura2. Microorganismos (hongos y bacterias) identificados en las obras

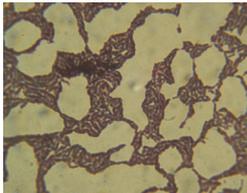
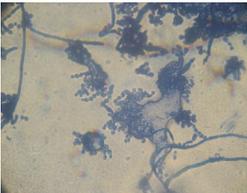
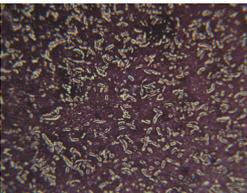
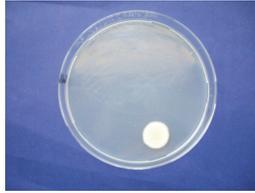
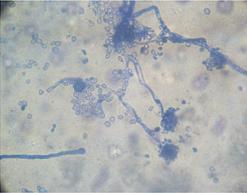
	<p><b>1. Caduta di Cristo sotto la Croce.</b></p>	
		
		
	<p><i>Bacillus</i></p>	<p><i>Cladosporium</i></p>
	<p><b>2. San Benedetto in adorazione del Cristo depesto.</b></p>	
		
	<p><i>Bacillus</i></p>	
	<p><b>3. Veduta fantástica con santi Benedettini.</b></p>	
		
	<p><i>Mucor</i></p>	

Figura 3. Microorganismos (hongos y bacterias) identificados en las obras

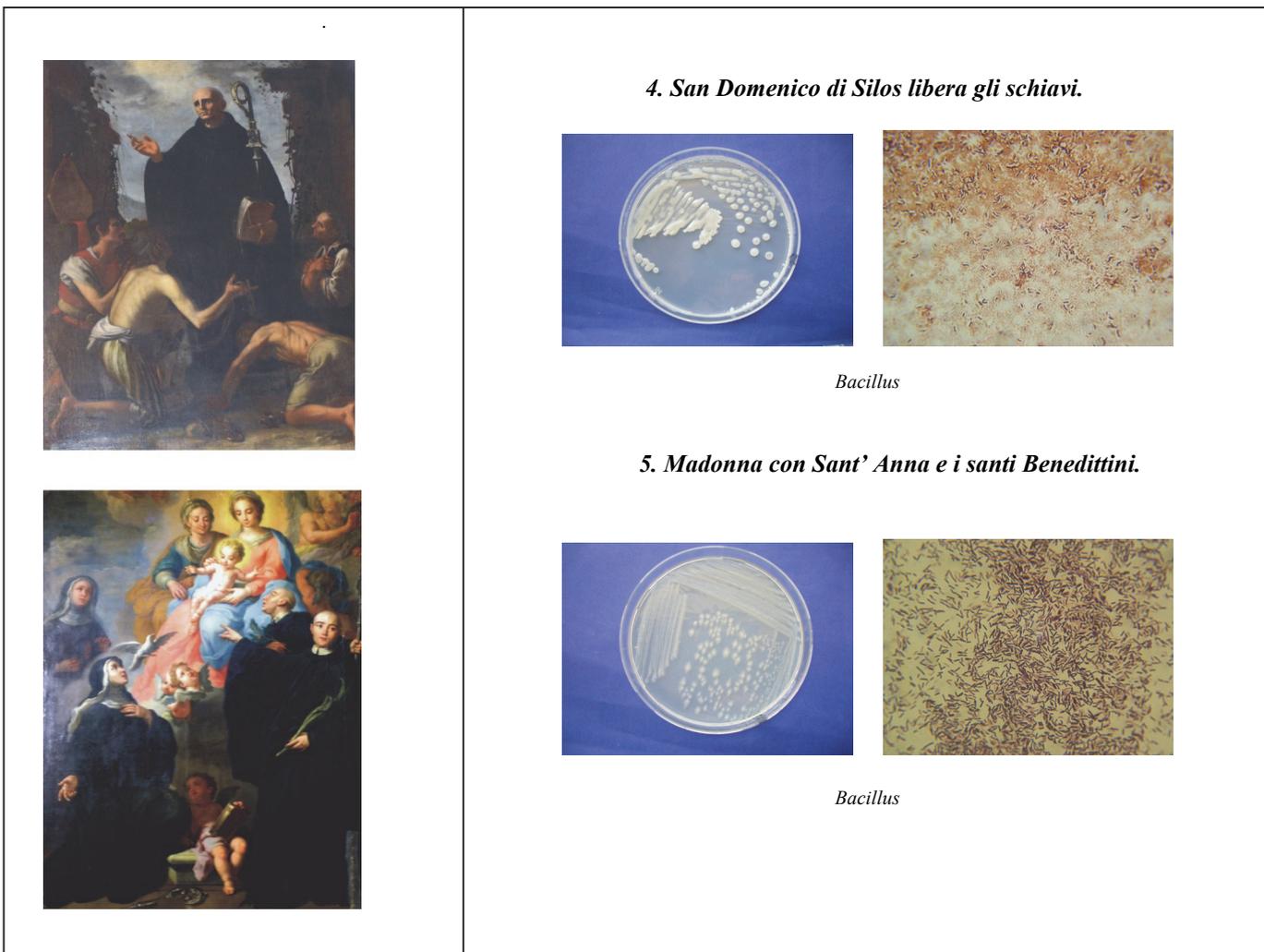


Figura 4. Microorganismos (bacterias) identificas en las obras

## 5. CONCLUSIONES

El estado de conservación de las obras ha reflejado que estas se encontraban expuestas en unas condiciones climáticas estables.

La existencia de microorganismos y un cambio en las condiciones ambientales pueden producir alteraciones tales como la pérdida de soporte, falta de cohesión en las capas de preparación, pulverulencia y pérdidas de materiales como las capas de barniz.

Los experimentos reflejan que hongos y bacterias constituyen los grupos de microorganismos que participan de forma más activa en la colonización de los lienzos estudiados. Destaca la presencia mayor de la bacteria del género *Bacillus*.

Mediante las técnicas de análisis utilizadas comprobamos que se pueden establecer protocolos adaptados al estudio e identificación de hongos y bacterias que pueden aproximarnos en gran medida al análisis de las formas de alteración que provocan y por consiguiente a la posterior adaptación de métodos de control y tratamientos preventivos.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio técnico contó con la inestimable colaboración de la dirección de la Academia de Bellas Artes y Restauración Abadir localizada en la Abadía del Monasterio Benedictino de San Martino delle Scaleda Palermo. Todo ello gracias a la ayuda del padre Don Salvatore Leonarda y del docente y especialista en restauración pictórica el profesor Franco Fazio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barnett, H. L y Hunter, B. B (1972). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publishing Company. 3 edición. Mineápolis, Minesota.EE.UU.

Caneva, G; Nugari, M.P; Pinna, D; Salvadori, O (1996). *Il controllo del degrado biologico. I biocidi nel restauro dei materiali lapidei*. Ed. Nardini

Caneva, G; Nugari, M.P; Salvadori, O (2000). *La biología en la restauración*. Ed. Nerea.

Hawsworth, D. L; Sutton, B. C; Ainsworth, G. C (1983). *Dictionary of the fungi*. Surrey (7 edic).

Heim, R; Flieden, F; Nicot, J (1969). *Lucha contra los mohos que proliferan sobre los bienes culturales en los climas tropicales. La conservación de los Bienes Culturales*. Unesco. 3:45-48.

Maifreni, T; Romanó, M; Freddi, G (1991). *Studio della degradazione microbica in microscopia elettronica a scansione. Convegno Internazionale Applicazione della Microscopia in Campo Biologico*, Asisi, 24-26 maggio:34-35

The Prokaryotes (1992). 2ª Edición. Edt. Springel. NY.

Seves, A; Sora, S; Ciferri, O (1996). *The microbial colonization of oil paintings. A Laboratory Investigation. International Biodeterioration & Biodegradation N°:215-224*.

Vázquez Albadanejo, C y Alonso, J.L (1990). *Estudio de biodeterioro producido por hongos en pintura de caballete del siglo XVIII. VIII Congreso de Conservación de BBCC*.

Villarquide, A (2005). *La pintura sobre tela II. Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*. San Sebastián. Nerea