

### III Jornadas sobre Tecnología de Recubrimientos

Nuevas tendencias en materiales, superficies e interfaces

La Plata, 24 y 25 de abril de 2025.

## RESUMEN

### Microscopía electrónica y técnicas moleculares para el estudio de superficies en archivos y piezas de museo

F. S. Galván<sup>(a)</sup>, D. Alonso-Reyes<sup>(a)</sup>, M. C. D'Arpino<sup>(a,b)</sup>, L. J. Martínez<sup>(a)</sup>, N. Alvarado<sup>(a)</sup>, M. J. Silva Manco<sup>(a)</sup>, V. H. Albarracín<sup>\*(a,b,c)</sup>

<sup>(a)</sup>Centro Integral de Microscopía Electrónica (CIME-UNT-CONICET), Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

<sup>(b)</sup>Instituto de Salud y Calidad de Vida, Universidad de San Pablo-T, Argentina

<sup>(c)</sup>Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina







\*Autor de correspondencia: [cime@conicet.gov.ar](mailto:cime@conicet.gov.ar)

Los bienes culturales conservados en museos y archivos están expuestos a diversos procesos de biodeterioro provocados por la colonización microbiana de sus superficies, lo que representa una amenaza silenciosa pero persistente para su integridad. Las condiciones ambientales controladas no siempre son suficientes para evitar el crecimiento de comunidades microbianas que, al adherirse a las superficies, forman biofilms estructurados capaces de degradar materiales orgánicos e inorgánicos mediante la producción de enzimas hidrolíticas, ácidos orgánicos y pigmentos. Estos procesos comprometen de manera directa la estabilidad física, química y estética de materiales patrimoniales como madera, papel, textiles, fotografías, metales, entre otros, reduciendo su valor documental y dificultando su conservación a largo plazo. En este trabajo se presenta un enfoque multidisciplinario aplicado al estudio de superficies de valor histórico deterioradas, pertenecientes a colecciones emblemáticas de la Casa Histórica de la Independencia (San Miguel de Tucumán). La metodología combinó herramientas avanzadas como la microscopía electrónica de barrido (SEM) para caracterización morfológica *in situ*, técnicas de aislamiento y cultivo microbiológico, identificación taxonómica mediante espectrometría de masas (MALDI-TOF MS), secuenciación genómica y análisis funcional de genes asociados a procesos de biodeterioro. Las observaciones por SEM evidenciaron la presencia de biofilms complejos, con disposición tridimensional de células microbianas inmersas en matriz extracelular, adaptadas a diferentes sustratos históricos como madera tallada, textiles nobles, superficies fotográficas (albúmina) y estructuras arquitectónicas. A partir del aislamiento en medios selectivos, se recuperaron 49 cepas bacterianas pertenecientes a géneros como *Bacillus*,



*Micrococcus*, *Kocuria*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Actinomyces*, *Corynebacterium*, *Clostridium*, *Streptomyces*, *Oceanobacillus*, *Microbacterium*, *Bhargavaea*, *Turicella* y *Lysinibacillus*. Estas cepas mostraron una diversidad fenotípica y metabólica significativa, incluyendo tolerancia a condiciones extremas, producción de pigmentos y resistencia a metales pesados. Ocho de estas cepas fueron seleccionadas para su secuenciación genómica completa, confirmando y extendiendo su identificación a nivel especie: *Streptomyces rubiginosohelvolus*, *Microbacterium aurum*, *Oceanobacillus kimchii*, *Kocuria* sp., *Caldibacillus thermoamylovorans*, *Bhargavaea massiliensis*, y otras dos cepas con valores de identidad inferiores al 95% respecto a genomas de referencia, lo que sugiere la posibilidad de que se trate de especies aún no descritas. El análisis funcional de estos genomas reveló la presencia de genes implicados en la degradación de celulosa, hemicelulosa, proteínas y albúmina, así como en la biosíntesis de pigmentos como isorenieratene. Además, se identificaron genes de resistencia a metales pesados (cobre, cromo) y a condiciones de estrés osmótico. La información generada es crucial para avanzar hacia estrategias de conservación bioinformadas, que permitan tomar decisiones fundadas sobre limpieza, restauración y control microbiológico, minimizando el uso de agentes químicos agresivos y considerando la ecología microbiana de los objetos. Este enfoque integrado, que articula herramientas de microbiología, biología molecular, bioinformática y microscopía electrónica, ofrece nuevas perspectivas para el estudio de superficies y recubrimientos en bienes culturales, promoviendo una conservación más sustentable, científica y respetuosa con el patrimonio.

Tabla 1. Características macroscópicas e identificación taxonómica de bacterias aisladas de piezas de museo.

Aislamiento	Fuente de aislamiento	Fenotipo					
		Caracterización Macroscópica		Caracterización Microscópica		Cepa identificada	
		Color reverso	Superficie y textura	Morfología celular	Tinción Gram		
M-A	Mesa (madera)	Naranja	Lisa y cremosa	Coco	Positiva	<i>Kokurea rosea</i>	
M-B	Mesa (madera)	Amarillo intenso	Lisa y cremosa	Coco	Positiva	<i>Micrococcus luteus</i>	
M-C	Mesa (madera)	Crema	Rugosa y mucoide	Bacilo	Positiva	<i>Bacillus altitudinis/pu milus</i>	
B-A	Batea	Amarillo tenue	Lisa y cremosa	Coco	Positiva	<i>Staphylococcus equorum</i>	
B-B	Batea	Crema	Lisa y cremosa	Bacilo	Positiva	<i>Bacillus</i> sp.	
TAS	Traje Alberdi	Blanco	Seca y dura	Bacilo largo	Positiva	<i>Actinomyces odontoliticus</i>	

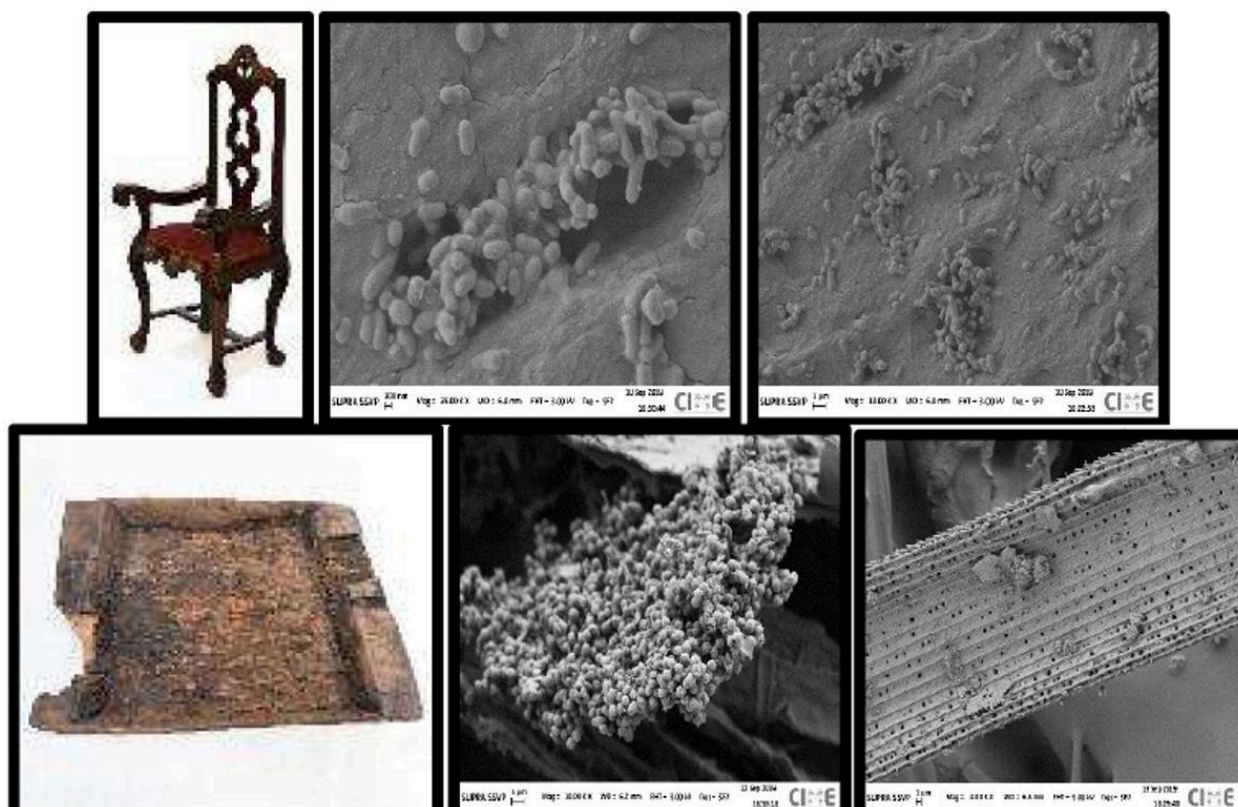


Figura 1. Biofilms encontrados sobre piezas del Museo Nacional Casa Histórica.

Fila superior. Silla Salón de la Jura. Fila Inferior: Batea de madera usada para lavar carne.

**Palabras clave:** patrimonio cultural, biofilms, microscopía, genómica, biodegradación

**Modalidad:** ORAL.