

Deterioro biológico de materiales estructurales de interés patrimonial

Dra Patricia Guiamet

Investigadora CONICET UNLP

Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA),
Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP-CONICET,
C.C. 16, Suc. 4, (1900), La Plata. Tel: 54-221-4257430, Fax: 54-221-4254642.

E-mail pguiamet@inifta.unlp.edu.ar

El biodeterioro se puede definir como cualquier cambio indeseable en las propiedades de un material originado por la actividad vital de los organismos.

El biodeterioro de materiales como concreto, plástico, goma, madera y superficies pintadas es ocasionado por la colonización de bacterias, algas, hongos que forman una película de origen biológico denominada biofilm. El biodeterioro de los materiales está acelerado no solo por la presencia del biofilm sino también por los productos de su metabolismo y material polimérico extracelular (MPE) excretado por los microorganismos. Los polímeros generalmente polisacáridos actúan como pegamento para el material particulado que incrementa los efectos desfigurantes del biofilm dificultando aún más la limpieza de la superficie.

Es importante que equipos interdisciplinarios constituidos por arquitectos, historiadores, químicos, microbiólogos y biólogos consideren los distintos puntos de vista que participan en los procesos del biodeterioro de los diversos materiales.

Estos problemas alcanzan amplias dimensiones económicas y sociales cuando los sustratos colonizados pertenecen al patrimonio cultural. Diferentes tipos de organismos tales como, bacterias autótrofas, quimiolitotróficas y heterotróficas, algas, hongos, líquenes, musgos, plantas superiores y artrópodos están involucrados en el biodeterioro de monumentos pertenecientes al patrimonio cultural. La colonización biológica está condicionada por factores ambientales tales como humedad relativa, temperatura así como también por la contaminación natural y antropogénica.

En los últimos años se han llevado a cabo estudios sobre el deterioro que ejercen los organismos fotótrofos (cianobacterias, algas, líquenes, musgos y plantas vasculares) sobre el patrimonio histórico-cultural de un país. Los resultados de estos estudios indican que los mismos participan activamente en los procesos de deterioro de materiales de construcción.

Mientras que el desarrollo fúngico y la presencia de artrópodos puede ser observado a simple vista, las bacterias pueden estar presentes en una superficie aparentemente limpia ejerciendo efectos adversos. Estos pueden conducir a la formación de ampollas sobre las superficies pintadas por la acción de la actividad metabólica.

Las bacterias quimiolitotróficas y oligotróficas que crecen en ambientes con concentraciones muy bajas de nutrientes permiten el desarrollo posterior de otros microorganismos.

Entre las bacterias que atacan monumentos y edificios de piedra pueden mencionarse las tiobacterias, silicobacterias y las bacterias nitrificantes. Estas últimas son capaces de transformar los nitratos en nitritos, los sulfatos en sulfuros, producen ácido nítrico, nitroso y sus sales de amonio que intervienen en la degradación del asbesto.

Danin & Caneva proponen los siguientes procesos en el biodeterioro de materiales de construcción debido a cianobacterias:

1. Adhesión de células de cianobacterias en pequeñas fisuras.
2. Crecimiento dentro de la fisura.
3. Adsorción de agua y expansión de la masa celular, causando una presión dentro de la estructura.
4. Precipitación de carbonatos y oxalato alrededor de las células.

5. Abertura de fisuras debido a presiones internas.
6. Entrada de polen, polvo, etc. a las fisuras.
7. Muerte parcial de las cianobacterias y establecimiento de bacterias heterotróficas, hongos y pequeños animales tales como ácaros dentro de la fisura.
8. Aumento de la presión interna llevando al desprendimiento de las capas superficiales de la estructura.

Según Allsopp & Seal existen tres tipos de deterioro: **deterioro estético, deterioro físico y deterioro mecánico.**

En diferentes muestreos realizados en iglesias de Alemania (siglos XII-XVIII) se aislaron una gran diversidad de hongos utilizándose una gran variedad de medios de cultivo.

Entre los artrópodos encontrados están los siguientes órdenes Collembola, Díptera, Acari y Araneae.

En la mayoría de los estudios realizados por microscopía electrónica de barrido (MEB) se puede observar que hay un predominante crecimiento fúngico debido a que las capas de pintura aportan los niveles mínimos de humedad requeridos para su crecimiento.

La materia fecal, muda, seda y huevos fueron frecuentemente encontrados y asociados al desarrollo del micelio de hongos.

Las proteínas provenientes de la seda elaborada por el gusano de seda, la quitina proveniente de las mudas, la humedad y el frío permitieron el desarrollo de los hongos.

Además es conocida la actividad enzimática de los hongos sobre los sustratos de quitina y proteínas presentes en las paredes pintadas esto demuestra que existe una importante variedad y conexión mutua entre la mycobiota y los artrópodos sobre las paredes pintadas.

Una combinación de estudios entomológicos y micológicos de las paredes internas demostraron una importante correlación ecológica entre hongos y artrópodos en el desarrollo de esa compleja comunidad microbiana:

1- Hongos saprofiticos: desarrollan a expensas de la materia orgánica acumulada (mudas, seda, materia fecal, y otros componentes provenientes de la muerte de insectos).

2- Hongos hantomopatogénicos: aquellos que parasitan artrópodos vivos contribuyendo a su mortalidad y aportando así materia orgánica para los hongos saprofiticos.

3- Micelio fúngico : como fuente nutritiva para artrópodos acompañada por el transporte de esporas fúngicas en el tracto intestinal de éstos animales.

Se han aislado bacterias autótrofas y heterótrofas sobre superficies de rocas estructurales pertenecientes al patrimonio cultural. Estas últimas han sido detectadas en número elevado.

Las investigaciones realizadas a partir de muestreos tomados en Tulum y la ruta Puuc en la Península de Yucatán, México, revelaron la presencia de abundantes bacterias móviles y escasas células filamentosas cuando las muestras fueron observadas a través de microscopía óptica.

Los valores de los recuentos bacterianos efectuados en agar nutritivo y en agar CPS arrojan una marcada diferencia observándose un importante aumento del número de UFC/ml en agar CPS que oscila entre 1 y 3 órdenes de magnitud respecto del recuento realizado en agar nutritivo. Esto se debe a que las bacterias crecen favorablemente en un medio mas rico en sales como es el agar CPS.

Se aislaron diferentes géneros de hongos.

La presencia de bacterias y hongos contribuiría marcadamente en los mecanismos de biodeterioro involucrando la producción de metabolitos ácidos que pueden potenciar los efectos agresivos de las condiciones climáticas.

En la actualidad se continúan realizando estudios del biodeterioro a través de tomas de muestras *“in situ”*, microscopía electrónica de barrido (MEB), análisis por dispersión de rayos X (EDAX) y ensayos de control del biodeterioro en diferentes sitios de interés patrimonial (Figs. 1, 2, 3, 4 y 5) y sobre diferentes sustratos, como pinturas de caballete, material audiovisual (VHS), (Figs. 6 y 7), material fotográfico y mapas.



Fig. 1 Ruinas de San Ignacio Mini (Misiones)



Fig. 2 Calle Nueva York, Pasaje Wilde (Berisso)



Fig. 3 Toma de muestra Calle Nueva York, Pasaje Wilde (Berisso)



Fig. 4 Cementerio de La Plata



Fig. 5 Pinturas encuevas, Tornquist



Fig. 6 Pintura de caballete (Muestreo en reentelado)

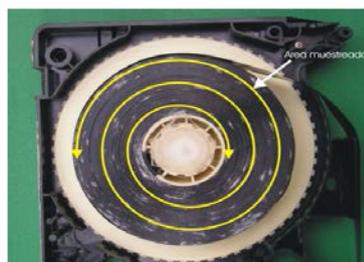


Fig. 7 Muestreo en VHS

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de las actividades desarrolladas en el marco del proyecto 11 N 457 de Incentivos, Universidad Nacional de La Plata, UNLP. La autora agradece al Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), PIP 6075/05.

Bibliografía

- Alssop D., Seal K. J., (1986). Introduction. En: Introduction to biodeterioration, Edward Arnold, London, UK, págs. 1-7.
- Ariño, X., Saiz-Jimenez, C., (1996). Factors affecting the colonization and distribution of cyanobacterias. En: Proc. 8 th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, (J. Rieder ed), Vol. I, Berlin, págs. 725-731.
- Danin, A., Caneva, G., (1990). Deterioration of limestone walls in Jeresulem and marble monuments en Rome caused by cyanobacteria and cyanophilous lichens. *International Biodeterioration* 26, 195-238.
- Gaylarde, C., Morton, L., (1999). Deteriogenic Biofilms on Buildings and their Control: a Review, *Biofouling*, 14 (1), 59-74.
- Gómez de Saravia, S.G., (2002). Cianobacterias en el biodeterioro de monumentos. Jornadas Científico tecnológicas sobre prevención y protección del patrimonio cultural Iberoamericano de los efectos del biodeterioro ambiental. La Plata, 57-64.
- Guiamet, P.S., (2002). Efectos de los contaminantes fúngicos y bacterianos en el biodeterioro de materiales estructurales. Jornadas Científico tecnológicas sobre prevención y protección del patrimonio cultural Iberoamericano de los efectos del biodeterioro ambiental. La Plata, 49-56.
- Gorbushina, A., Petersen K., (2000). Distribution of microorganisms on ancient wall paintings as realated to associated faunal elements, *Intenational Biodeterioration & Biodegradation*, 46, 277-284.
- Saiz-Jiménez, C., (1994). Biodeterioration of stone in historic building and monuments. En: *Biodeterioration Research* 4, (G.C.Llewellyn, W.V.Dashek, C.E.O'Rear, eds), Plenum Press, New York, págs. 587-604.
- Saiz-Jiménez C., Ariño X., (2000). Colonización biológica y deterioro de morteros por organismos fotótrofos. En: *Biodeterioro de Monumentos Históricos de Iberoamérica*. 1º Reunión Internacional de la Red temática XV-E, Sevilla, España, págs. 58-71.
- Stranger- Johannessen, M., Norgaard, E., (1991). Deterioration of anti-corrosive paints by microbial products , *International Biodeteriortation & Biodegradation*, 27, 157-162.
- Tayler S., May E., (1991). Detection of specific bacteria on stone using an enzyme –linked immunosorbant assay, *International Biodeteriortation & Biodegradation*, 34, 155-167.
- Videla, H., Guiamet, P., Gómez de Saravia, S., (2000). Biodeterioration of Mayan archeological sites in Yucatán península, *International Biodeteriortation & Biodegradation*, 46 (4), 335-341.
- Weber, H., (1993). *Algemeine Mykologie*. Gustav Fischer Verlag, Jena Stuttgart, 542.
- Karpovich-Tate, N., Rebikova, N.(1990). Microbial communities on damaged frescoes and building materials in the cathedral of the Nativity of the Virgin in Pafnutii-Borovski Monastery, Russia. *International Biodeteriortation & Biodegradation*, 27, 281-296.