

Técnicas para la evaluación de la amenaza microbiológica en MIC

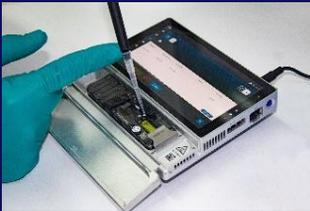
- Método basado en medios de cultivo - EDS



- Método basado en microscopía 3D



- Técnicas de biología molecular



Fecha Publicación:
17/08/2022

Elaborado por:
Genis Andrés Castillo
Dr. rer. nat.

Valentina Tapia P.
Microbióloga

MAPEO MICROBIOLÓGICO Y CUANTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS EN LOS PROGRAMAS MIC

La corrosión influenciada microbiológicamente (MIC) es causada por un conjunto de interacciones bioelectroquímicas entre grupos diversos de microorganismos y las superficies metálicas. Los microorganismos asociados a procesos corrosivos pueden presentarse en un estado libre dentro de un fluido (planctónico) o pueden estar en estado sésil adheridos a superficies sólidas formando biopelículas. En las biopelículas, los microorganismos pueden producir activamente metabolitos corrosivos, consumir directa o indirectamente equivalentes reductores (p. ej., electrones catódicos) y/o generar pasivamente celdas de concentración, induciendo o acelerando así procesos de corrosión (**Figura 1**).

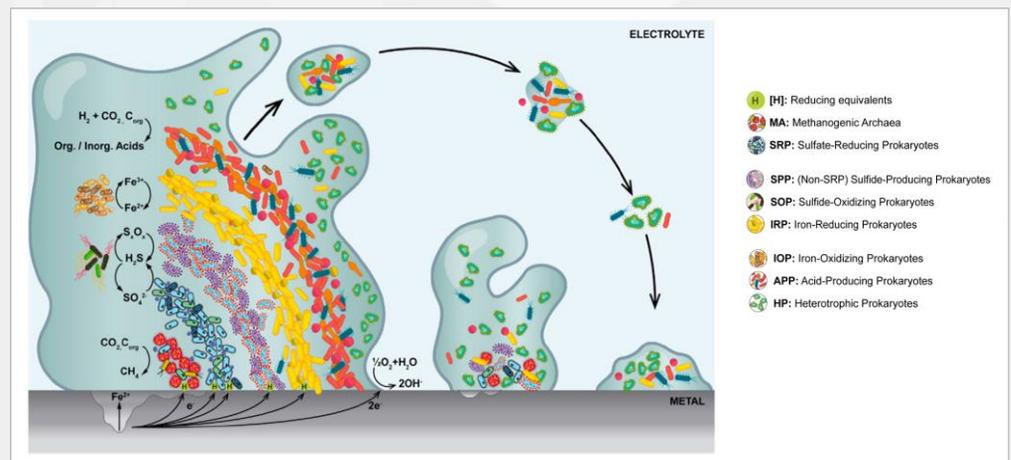
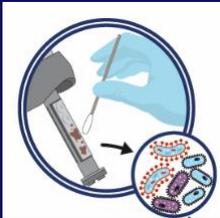


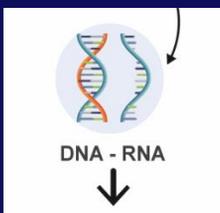
Figura 1. Representación de una biopelícula estratificada en diferentes etapas de desarrollo sobre una superficie metálica corroída. Solo se muestran las semirreacciones más representativas. Tomado de Puentes-Cala et al. 2022, <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.924842>.

En el proceso de evaluación de la amenaza de corrosión microbiológica, la complejidad de las poblaciones de microorganismos, y las limitaciones logísticas para el muestreo en instalaciones industriales son factores a considerar al elegir los métodos analíticos adecuados. Históricamente, los métodos bioquímicos, que incluyen a las técnicas basadas en cultivo, han sido las herramientas más utilizadas para el monitoreo MIC. Estas, a pesar de su practicidad en campo, tienen algunas limitaciones que pueden ser subsanadas al ser complementadas con otras estrategias de análisis. A este respecto, en los últimos años algunos métodos independientes de cultivo se han perfilado como alternativas para superar las limitaciones de los métodos tradicionales. Entre ellas destacan las técnicas basadas en biología molecular, particularmente aquellas que posibilitan la evaluación cualitativa y cuantitativa de las poblaciones planctónicas y sésiles en los sistemas de interés. Hasta la fecha, las técnicas con mayor adopción y proyección en la industria son la secuenciación génica de nueva generación y la PCR cuantitativa (qPCR) (**Figura 2**).

Toma de muestra

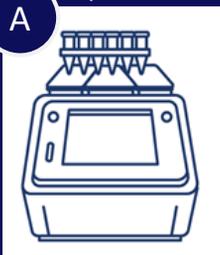


Procesamiento



Análisis

qPCR



Secuenciación

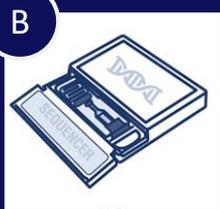


Figura 2. Tecnología de secuenciación basada en nanoporos implementada en CIC

La tecnología de secuenciación de ácidos nucleicos de tercera generación es una alternativa útil para la caracterización integral de la amenaza microbiológica. El análisis de las secuencias del gen 16S rRNA en muestras industriales permite determinar porcentualmente la composición de las poblaciones a nivel de género, con lo cual se logra la identificación de microorganismos agresivos no cultivables o que no se encuentran contemplados en la mayoría de los esquemas de monitoreo implementados. Entre ellos se pueden encontrar algunos microorganismos reductores de sulfato de difícil detección (SRP), metanógenos (MA), tiosulfato reductores, reductores/oxidantes de hierro (IRB), etc. (Figura 3).

A la integración de la data de secuenciación con la cuantificación absoluta mediante qPCR se le denomina mapeo microbiológico. Dicho mapeo permite caracterizar integralmente a las poblaciones de microorganismos residentes de un sistema industrial, dejando de lado los sesgos comúnmente introducidos por los métodos basados en cultivo.

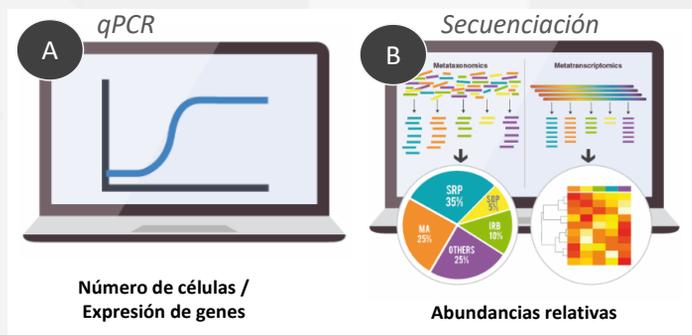


Figura 3. Interpretación integral de resultados. A. cuantificación absoluta qPCR. B. Abundancias relativas de géneros bacterianos y su agrupación con potencial corrosivo.

La Corporación para la Investigación de la Corrosión – CIC pone esta herramienta al servicio de la industria nacional y latinoamericana con el objeto de complementar y optimizar la valoración de la amenaza por corrosión microbiológica, y generar y/o ajustar los correspondientes planes de acción para su mitigación. Esta combinación de técnicas moleculares es altamente flexible y se puede adaptar para el procesamiento de una amplia gama de matrices (suelos, líquidos, frotis de superficies, etc.). El suministro de los protocolos y materiales necesarios para la recolección de las muestras, hace que no se requiera de personal especializado para ello. Una vez preservadas, las muestras son estables durante semanas, facilitando su transporte hasta las instalaciones CIC. En su procesamiento, dada la naturaleza de las técnicas moleculares, los tiempos de generación de resultados se pueden reducir hasta en un 70%, respecto a métodos basados en cultivo.