

BACTERIAS FERRUGINOSAS EN LA REGIÓN NOROCCIDENTAL DE CUBA: UNA MIRADA PARA LOS SISTEMAS DE RIEGO AGRÍCOLAS

FERRUGINOUS BACTERIA IN THE NORTHWESTERN REGION OF CUBA: A LOOK FOR AGRICULTURAL IRRIGATION SYSTEMS

Juana Areli Díaz-Jauregui¹E-mail: adiasja@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0277-2340>Angel R. Moreira-González²E-mail: angel@gestion.ceac.cuORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9638-2602>Aimee Valle-Pombrol²E-mail: aimee@gestion.ceac.cuORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7843-7542>¹ Hospital Pediátrico Paquito González Cueto, Cienfuegos, Cuba.² Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), Cienfuegos, Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Díaz-Jauregui, J., A., Moreira-González, A. R., Valle-Pombrol, A. (2023). Bacterias Ferruginosas en la región Noroccidental de Cuba: Una mirada para los sistemas de riego Agrícolas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 76-79. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

Las biopelículas que forman las bacterias en los cuerpos de agua están fuertemente relacionadas con la corrosión, causando daños e incrustación en tuberías y filtros de pozos de bombeo. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición bacteriana de pozos de agua subterránea destinados a la agricultura urbana en la Península de Hicacos, región noroccidental de Cuba. Se tomaron tres muestras de agua (500 mL) en dos pozos de aguas subterráneas. Las mismas se sembraron en placas con diferentes medios sólidos: Agar-Sangre, Agar-Chocolate, Agar-MacConkey, Agar-S.S. y Agar-CLED. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas, y las colonias que crecieron en las placas se les aplicaron la tinción de Gram. Posteriormente, se les realizaron diferentes ensayos bioquímicos; y se tomaron fotos de los microorganismos aislados a través de un microscopio óptico Confocal. Todas las colonias bacterianas cultivadas presentaron color rosado, típicos bacilos Gram negativos. Las características morfológicas y bioquímicas de los microorganismos aislados son conocidas para las bacterias que oxidan el hierro. Se recomienda la aplicación de técnicas de biología molecular en el futuro para determinar su identidad taxonómica.

Palabras clave:

Aguas subterráneas, bacterias ferruginosas, cultivos bacterianos, pruebas bioquímicas

ABSTRACT

Bacterial biofilms water bodies are strongly related to corrosion, causing damage and incrustation in pipes and filters in pumping wells. The objective of this work was to determine the bacterial composition of groundwater wells destined for urban agriculture in the Hicacos Peninsula, northwestern region of Cuba. Three water samples (500 mL) were taken from two groundwater wells. They were mounted on plates with different solid media: Blood-Agar, Chocolate-Agar, MacConkey-Agar, S.S.-Agar. and Agar-CLED. The plates were incubated at 37 °C for 24 hours, and the colonies that grew on the plates were Gram stained. Subsequently, different biochemical tests were performed on them; and microphotographs of the isolated microorganisms were taken through a Confocal optical microscope. All the cultured bacterial colonies presented pink color, typical Gram-negative bacilli. The morphological and biochemical characteristics of the isolated microorganisms are known for iron-oxidizing bacteria. The application of molecular biology techniques is recommended in the future to determine its taxonomic identity.

Keywords:

Groundwater, ferruginous bacteria, bacterial cultures, biochemical tests.

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos juegan un papel importante para el Medio Ambiente y la Sociedad debido a que muchos de ellos se utilizan como indicadores de la contaminación y otros participan en la solución de diversos problemas ambientales, como los procesos de biorremediación, por ejemplo, en la biorrecuperación de suelos contaminados con hidrocarburos, metales, insecticidas o algún otro agente tóxico (Patel, et al., 2016; Abasolo Pacheco, et al., 2020; Hidalgo, et al., 2020).

Sin embargo, algunos microorganismos son conocidos por causar enfermedades, diversos problemas ambientales e industriales. Por ejemplo, las enfermedades transmitidas por el agua son causantes de epidemias de distribución mundial. Estas enfermedades pueden ser transmitidas por virus, bacterias, hongos o parásitos (Smith, et al., 2006; Ríos-Tobón, et al., 2017).

Las bacterias que oxidan hierro (bacterias ferruginosas) se multiplican tanto en el interior de los pozos de bombeo como en la red de distribución de abastecimiento de agua potable, por lo que son consideradas importantes agentes de deterioro de la calidad del agua. Por tanto, las bacterias ferruginosas son reconocidas como agentes indirectos de corrosión e incrustación en tuberías y filtros de pozos de bombeo. Esto se debe a su capacidad de formación de biofilms, es decir, comunidades compuestas de células bacterianas (Douterelo, et al., 2014; Hamilton, 2003). Algunas de estas bacterias con fuerte capacidad de formación de biofilms se agregan a otros microorganismos y crean nichos microaeróbicos que están colonizados por bacterias.

En la zona costera de la región noroccidental de Cuba se han observado incrustaciones de color pardo-rojizo en las tuberías de los sistemas de regadíos de jardinerías y hortalizas (organopónicos), así como en pozos de aguas subterráneas que abastecen estos sembrados. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición bacteriana de pozos de agua subterránea destinados a la agricultura urbana en la Península de Hicacos, región noroccidental de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Monitoreo y procesamiento de la muestra

Se tomaron tres muestras de agua (500 mL) en dos pozos de aguas subterráneas en la Península de Hicacos (23°09'35.2"N 81°14'21.4"W), Matanzas, Cuba. Las muestras se preservaron en frascos plásticos herméticos en lugar fresco hasta su posterior procesamiento en el Laboratorio.

Una vez en el Laboratorio, de cada muestra se tomaron 2 mL, se colocaron en tubos de cristal estériles y posteriormente se colocaron en una centrifuga para agitación a 1500 rpm por 5 minutos. El sobrenadante de cada tubo se colocó en otro tubo de cristal estéril; finalmente cada

muestra se dividió en sobrenadante y sedimento (pellet) para su posterior siembra en los medios de cultivo.

Aislamiento de cultivo bacteriano

Ambas muestras (sobrenadante y sedimento) se sembraron en placas con diferentes medios sólidos: Agar-Sangre, Agar-Chocolate, Agar-MacConkey, Agar-S.S. (*Salmonella-Shigella*) y Agar-CLED. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Posteriormente, aquellas colonias que crecieron en las placas se les aplicaron la tinción de Gram y fueron observadas al microscopio óptico Confocal (con un aumento de 100X de magnificación). Además, se les realizaron diferentes ensayos bioquímicos como: Fermentación de azúcares (Agar-Kligler), Motilidad, Descarboxilación de la Lisina, Prueba del Citrato, Prueba de la Ureasa, Utilización del Malonato y la Prueba de Oxidación-Fermentación (O-F). Los tubos para las pruebas bioquímicas se incubaron a 37 °C durante 24 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características morfológicas de las colonias bacterianas

Se observaron colonias bacterianas en todas las muestras sembradas, tanto de la fracción del sobrenadante como en la fracción sedimentada, y además coincidieron tener las mismas características como colonias medianas, no hemolíticas, con bordes irregulares, pigmentada de rosado principalmente observado en el medio Agar S.S., que contiene hierro (Fig. 1). En todas las colonias se observaron células en forma de bacilos alargados, solitarios o a veces en pareja, de 0.5 a 1.07 μm de largo (Fig. 2). Se observó una fase juvenil móvil y una adulta sésil debido al contenido ferroso que alberga en su cuerpo. Las dimensiones y características celulares de las bacterias coinciden con el género *Gallionella* (Fleming, et al., 2014; Yang, et al., 2014), pero preferimos denominar como bacterias ferruginosas hasta análisis moleculares confirmatorios. Es de notar que la abundancia relativa de las colonias bacterianas fue alta en cada uno de los pozos estudiados.

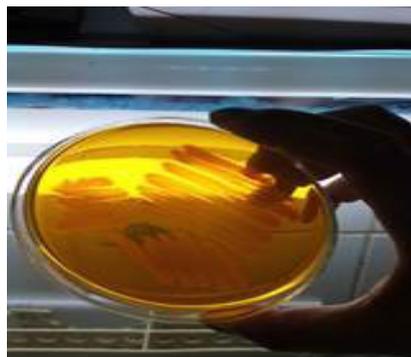


Figura 1. Colonias de bacterias ferruginosas en placa con medio Agar-S. S. de una muestra de pozo

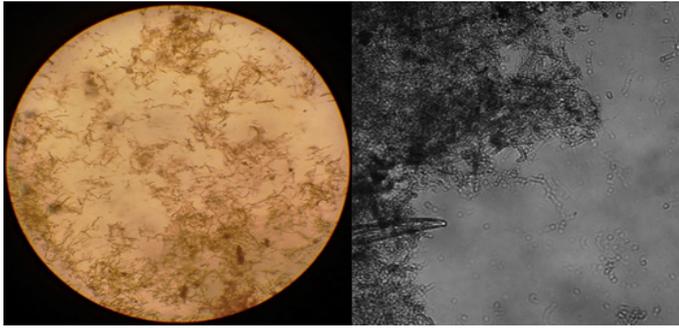


Figura 2. Microfotografías mostrando abundantes bacilos ferruginosos en las muestras de pozos

Características bioquímicas de las colonias bacterianas

En todas las colonias sometidas a la tinción de Gram, los bacilos presentaron color rosado, esto evidencia que son bacilos Gram negativos. Los resultados de los ensayos bioquímicos mostraron que las bacterias en las colonias aisladas se corresponden a un bacilo no fermentador de azúcares (Agar-Kliger negativo), inmóvil; capaz de descarboxilar la lisina, utilizar el citrato como fuente de carbono, desdoblar la urea (formando una molécula de dióxido de carbono y dos moléculas de amoníaco por acción de la enzima ureasa); así como oxidar la glucosa en la Prueba Oxidación-Fermentación (O-F), pero no fueron capaces de fermentar la glucosa durante esta prueba. Además, los bacilos fueron capaces de utilizar el malonato de sodio como fuente de carbono (Fig. 3). No se detectó contaminación por coliformes totales y fecales.

Algunas de las características bioquímicas antes mencionadas son conocidas para las bacterias que oxidan el hierro (Chen, et al., 2013; Fleming, et al., 2014; Yang, et al., 2014). Sin embargo, debido a las dificultades en la taxonomía de estos microorganismos, recomendamos esperar por la aplicación de técnicas de biología molecular en el futuro para discernir la identidad de los mismos.

Las bacterias del hierro producen un lodo pegajoso que típicamente es de color rojizo, pero que también puede ser de color amarillo, marrón o gris. Estos microorganismos se multiplican tanto en el interior de los pozos de bombeo como en la red de distribución de agua para regadíos, por lo que son reconocidos como agentes indirectos de corrosión e incrustación en tuberías y filtros de pozos de bombeo. Esto se debe a su capacidad de formación de biofilms generalmente de color rojizo (Fig. 4), es decir, comunidades compuestas de células bacterianas que se adhieren a entidades inertes o activas (Douterelo, et al., 2014).

Además, el empleo de agua con precipitados de hierro para riego eleva el riesgo de aparición de obturaciones en los emisores de goteo. Las partículas ferrosas generadas de mayor tamaño pueden alcanzar potencial de obturación directo y las de menor tamaño, por la acción aglutinante de las bacterias de hierro, pueden generar agregados con capacidad de generar obturaciones en los puntos de emisión (Hamilton, 2003; Douterelo, et al., 2014). Por tanto, se recomienda mantener un monitoreo

y vigilancia de la presencia de bacterias ferruginosas en las aguas subterráneas, y sistemas de tuberías de pozos y regadíos que alimentan la agricultura urbana en esta región del país; y además hacerlo extensivo en otras áreas geográficas de la isla.

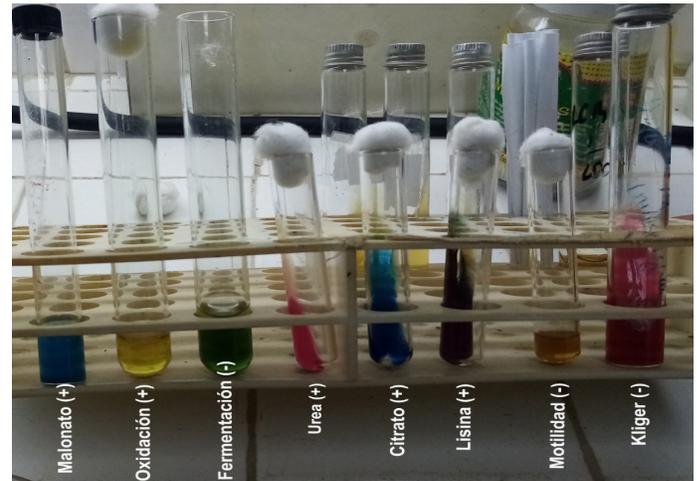


Figura 3. Resultados de las pruebas bioquímicas realizadas a las colonias bacterianas crecidas en medio sólido



Figura 4. Formación de biofilms de bacterias ferruginosas cercano a uno de los pozos del área de estudio

CONCLUSIONES

Altas concentraciones de colonias bacterianas en medio sólido fueron registradas en cada uno de los pozos estudiados. Se observó color rojizo en algunas muestras de agua, típico de la presencia de bacilos ferruginosos. Las dimensiones y características celulares de las bacterias coinciden con el género *Gallionella*. En todas las colonias sometidas a la tinción de Gram, los bacilos presentaron color rosado, esto evidencia que son bacilos Gram negativos, esto evidencia que son bacilos Gram negativos. Algunas de las características bioquímicas de las colonias aisladas son conocidas para las bacterias que oxidan el hierro. Por lo que preferimos denominarlas como bacterias ferruginosas hasta análisis moleculares confirmatorios. Se recomienda mantener un monitoreo de las bacterias ferruginosas en las aguas subterráneas, y sistemas de tuberías de pozos y regadíos que abastecen la agricultura urbana en esta región del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abasolo Pacheco, F., Morante Carriel, L. A., (2020). Bacterias degradadoras de hidrocarburos a partir de suelos contaminados con hidrocarburos. <http://colloquiumbiblioteca.com/index.php/web/article/view/33>

- Chen, L., Jia, R.B., Li, L., (2013). Bacterial community of iron tubercles from a drinking water distribution system and its occurrence in stagnant tap water. <https://doi.org/10.1039/C3EM00171G>
- Douterelo, I., Husband, S., Boxall, J. B., (2014). The bacteriological composition of biomass recovered by flushing an operational drinking water distribution system. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.01.049>
- Fleming, E.J., Cetinic, I., Chan, C.S., Whitney King, D., Emerson, D., (2014). Ecological succession among iron-oxidizing bacteria. <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.197>
- Hamilton, W. A., (2003). Microbially influenced corrosion as a model system for the study of metal microbe interactions: a unifying electron transfer hypothesis. <https://doi.org/10.1080/0892701021000041078>
- Hidalgo, K. J., Sierra-Garcia, I. N., Dellagnezze, B. M., de Oliveira, V. M., (2020). Metagenomic Insights Into the Mechanisms for Biodegradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Oil Supply Chain. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.561506>
- Patel, V., Sharma, A., Lal, R., Al-Dhabi, N. A., Madamwar, D., (2016). Response and resilience of soil microbial communities inhabiting in edible oil stress/contamination from industrial estates. <https://doi.org/10.1080/0892701021000041078>
- Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., Gutiérrez-Builes, L. A., (2017). Patógenos Microbianos e Indicadores Microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/26353>
- Smith, A., Reacher, M., Smerdon, W., Adak, G. K., Nicholls, G., & Chalmers, R. M. (2006). Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992–2003. <https://doi.org/10.1017/S0950268806006406>
- Yang, L., Li, X., Chu, Z., Ren, Y., & Zhang, J. (2014). Distribution and genetic diversity of the microorganisms in the biofilter for the simultaneous removal of arsenic, iron and manganese from simulated groundwater. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.067>