

## RESISTENCIA DE BACTERIAS AISLADAS Y CARACTERIZADAS, PROVENIENTES DE LAS TOMAS DE AGUA DE PLANTAS POTABILIZADORAS DE AZUERO



### RESISTANCE OF ISOLATED AND CHARACTERIZED BACTERIA, FROM THE WATER INTAKES OF AZUERO WATER TREATMENT PLANTS

Chávez, Rosio; Lombardo, Alexis De La Cruz

 Rosio Chávez

rosiowarner@gmail.com

Universidad de Panamá, Panamá

 Alexis De La Cruz Lombardo

alexis.delacruz@up.ac.pa

Universidad de Panamá, Panamá

#### Centros: Revista Científica Universitaria

Universidad de Panamá, Panamá

ISSN-e: 2304-604X

Periodicidad: Semestral

vol. 12, núm. 2, 2023

[revista.centros@up.ac.pa](mailto:revista.centros@up.ac.pa)

Recepción: 27 Febrero 2023

Aprobación: 13 Junio 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/228/2284295005/>

**Resumen:** Los vertidos de aguas residuales han traído como consecuencias bacterias resistentes a los antibióticos que llegan a los ríos. El objetivo de esta investigación fue evaluar la resistencia de bacterias aisladas provenientes de las diferentes tomas de agua de las plantas potabilizadoras de Azuero. Se aislaron bacterias por medio de la técnica de filtro de membrana y se realizaron pruebas bioquímicas. Se utilizó el método de Kirby Bauer por difusión en discos. De acuerdo con la caracterización y aislamiento de bacterias y su frecuencia existe una gran ocurrencia de géneros bacterianos entre las diferentes tomas de las plantas, los antibióticos con mayor resistencia fueron Ceftriaxona y Ticarcilina para todas las bacterias aisladas. Encontrándose un valor-p, menor que el nivel de significación  $p \leq 0.05$ , el estadístico de prueba H es igual a 64.313 (gl=6) encontrándose diferencias significativas entre los parámetros físicos y los coliformes evaluados de las diferentes tomas de agua. Se concluye que no hay relación entre las bacterias y los antibióticos.

**Palabras clave:** Resistencia, antibiótico, parámetros físicos, bacterias, tomas de agua.

**Abstract:** Wastewater discharges have resulted in antibiotic-resistant bacteria reaching rivers. The objective of this research was to evaluate the resistance of bacteria isolated from the different water intakes of the Azuero water treatment plants. Bacteria were isolated by means of the membrane filter technique and biochemical tests were performed. Kirby Bauer's method of diffusion on discs was used. According to the characterization and isolation of bacteria and their frequency there is a great occurrence of bacterial genera. Among the different plant intakes, the antibiotics with the highest resistance were Ceftriaxone and Ticarcilin for all isolated bacteria. The p-value is less than the significance level  $p \leq 0.05$ , the test statistic H is equal to 64.313 (GL = 6) finding significant differences between the physical parameters and coliforms evaluated from the different water intakes. It is concluded that there is no relationship between bacteria and antibiotics.

**Keywords:** Resistance, antibiotic, physical parameters, bacteria, water intakes.

## INTRODUCCIÓN

Las actividades agrícolas son una de las actividades que inciden en el deterioro de la calidad del agua, la utilización de plaguicidas y de medicamentos veterinarios, para el control de animales y plagas, que causen daño a los cultivos, estos residuos se adhieren a la superficie de la tierra y se mezclan con las aguas del cauce, el mal uso que les dan a los sistemas de tratamientos de aguas servidas en las provincias de Herrera y Los Santos (Domínguez, Panamá América, 2014, Baquero et al., 2008). Estas fuentes de agua sin protección pueden contaminarse con bacterias a través de aguas residuales y heces de vida silvestre, haciéndolas inaceptables para los humanos (Barrantes et al., 2013).

Las bacterias resistentes a antibióticos se excretan a través de las aguas residuales, llegando a los medios acuáticos, principal vía de dispersión en el medio ambiente, este tipo de resistencia puede resultar de una característica de todas las especies o presentarse entre cepas de especies que por lo general son sensibles, pero desarrollan resistencia por mutación o transferencia genética (Becares, 2011, OMS, 2012). Esto se ha convertido en un problema de salud mundial debido al desarrollo de nuevos fármacos antibacterianos (Pérez y Robles, 2013).

Estos microorganismos deben ser resistentes a los antibióticos de producción propia, y los genes que portan este rasgo pueden transferirse a organismos no resistentes: un problema que se agudiza por la presencia de antibióticos en el ambiente puede ejercer presión de selección a largo plazo para la aparición y transmisión de genes de resistencia a organismos que no los producen (González y Cardona, 2018, Pérez, 1998).

La resistencia microbiana está fuertemente asociada con el uso de antibióticos, la falta de control en la comercialización (automedicación), el incumplimiento de tiempo y cantidades en los tratamientos o incluso el uso de antibióticos para el crecimiento animal (Castro y Molineros, 2016; Muñoz et al., 2004).

Antibióticos como la amoxicilina y el sulfametoxazol se destacan entre los fármacos más prescritos en medicina humana y las sulfonamidas son ampliamente utilizados en medicina veterinaria y entre los antibióticos más comúnmente reportados en el medio acuático, están, las tetraciclinas, los aminoglucósidos, macrólidos, betalactámicos y vancomicina, junto con la automedicación, ejercen una presión selectiva a favor de las bacterias con determinantes de resistencia a los antibióticos (Tejada et al., 2014; Toba et al., 2018). De esta manera surge la idea de determinar cuan resistente son los microorganismos a la exposición de estos fármacos que por alguna razón llegan el agua de los ríos, siendo un problema para la eliminación total en los sistemas de tratamiento de las potabilizadoras, comprometiendo la calidad microbiológica del agua de consumo. El objetivo de este trabajo fue, evaluar la resistencia de bacterias aisladas provenientes de las diferentes plantas potabilizadoras de Azuero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de esta investigación fue totalmente al azar, descriptivo, el cual se realizó en tres tomas de agua cruda en la región de Azuero, siendo estas la planta potabilizadora Rufina Alfaro de La Villa de Los Santos, Roberto Reina de Chitré y río Estivaná en Macaracas, tomadas las muestras de abril a julio del 2017, para luego procesarlas en el laboratorio de Calidad de Agua del Ministerio de Salud de la provincia de Los Santos. (Figuras 1 y 2)

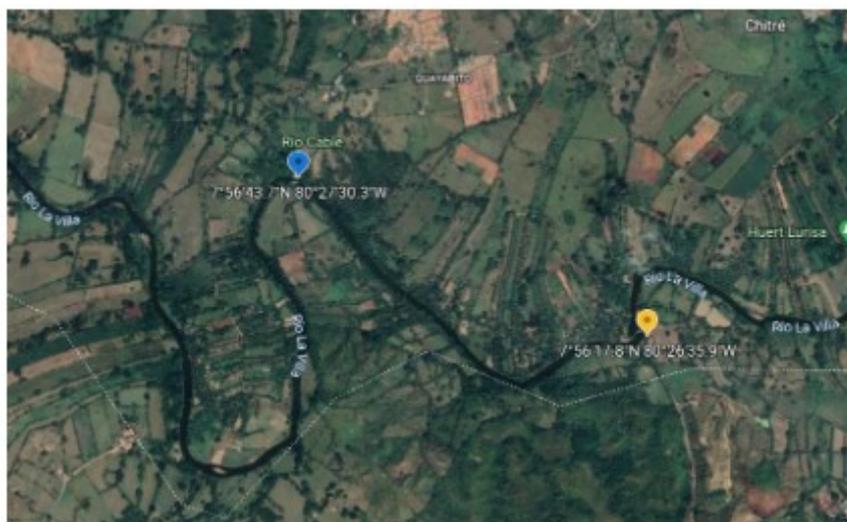


FIGURA 1

*Mapa satelital de la toma de Chitré y La Villa de Los Santos*

Nota: El punto azul representa la toma de Chitré y el amarillo la Villa de Los Santos.



FIGURA 2

*Mapa satelital de la toma de agua de Macaracas*

Se tomaron 3 muestras en cada toma de agua de las plantas potabilizadoras de Azuero, mediante una (1) muestra con dos (2) repeticiones y se muestreó cada 15 días, lo que da un total de 18 muestras por mes. Con los puntos establecidos para las muestras se tomó un registro de los parámetros físicos utilizando un medidor multiparamétrico portátil (HI 9829) que midió la temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbiedad, sólidos totales y conductividad, se utilizó frascos plásticos de 150#ml con tapa de rosca totalmente estériles en la recolección de las muestras, se procedió a recoger la muestra de agua en el río y se etiquetó cada recipiente, hay que recalcar que se tomó por cada punto tres muestras las cuales se transportaron en una hielera con hielo para mantener la temperatura de 5#°C aproximadamente, fue llevado al laboratorio de microbiología de aguas de la provincia de Los Santos donde se realizó todo el análisis microbiológico.

Una vez en el laboratorio, las muestras son filtradas a través de membranas de celulosa, según el Standard Methods (1995), donde se filtró 25#ml de agua recolectada. Luego de la filtración con unas pinzas estériles se tomó la membrana y se colocó en tubos falcón con caldo peptonado y caldo rappaport y se agitaron. También en platos de agar chromogenic coliforms y agar Hektoen enteric. Se incubarán a 37 °C por 24 horas. Al pasar

las 24 horas se procedió a contar las colonias del agar chromogenic coliforms,  $\beta$ -galactosidasa de color rosa o rojo como presuntas bacterias coliformes que no son E. coli. (Figuras 3 y 4).

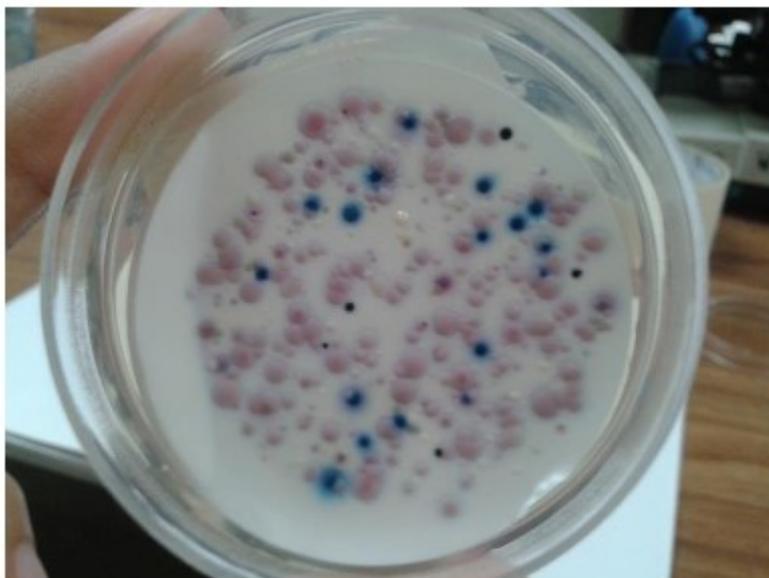


FIGURA 3  
*Conteo de colonias en agar Chromogenic coliforms*



FIGURA 4  
*Sembrado para el aislamiento selectivo*

Para el aislamiento selectivo con ayuda de un asa (ver figura 4), se estrió en los tubos con caldo, para sembrar en los medios XLD (Xylose Lysine Deoxycholate agar), agar Cetrimide y TCBS (Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose agar). Se incubaron a 37#°C por 24 horas. Las colonias seleccionadas fueron transferidas a un cepario con *Agar Trypticase de Soya*, incubándose a 37#°C por 24 horas.

De cada cepario se realizaron pruebas bioquímicas recomendadas y descritas por el manual de identificación de bacterias, para la determinación de la fermentación de glucosa, sacarosa y lactosa, producción de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y gas. La prueba de TSI (Triple Sugar Iron Agar), SIM, Citrato de Simmons y Nitrato.

Una vez identificadas correctamente las bacterias con las pruebas bioquímicas evaluamos la resistencia y la sensibilidad a los diferentes antibióticos. Se utilizó el método de Kirby Bauer por difusión, para lo cual utilizamos los siguientes discos (Tabla. 1).

**TABLA 1**  
*Patrones estándar de halo de inhibición*

| Antimicrobiano | Carga del disco (µg) | Diámetro del halo de inhibición (mm) |            |          |
|----------------|----------------------|--------------------------------------|------------|----------|
|                |                      | Resistente                           | Intermedio | Sensible |
| Imipeneme      | 10                   | ≤ 13                                 | 14-15      | ≥ 16     |
| Ofloxacina     | 5                    | ≤ 12                                 | 13-15      | ≥ 16     |
| Ceftriaxona    | 30                   | ≤ 13                                 | 14-20      | ≥ 21     |
| Trimetropin    | 25                   | ≤ 10                                 | 11-15      | ≥ 16     |
| Amoxicilina    | 10                   | ≤ 13                                 | 14-17      | ≥ 18     |
| Ticarcilina    | 75                   | ≤ 14                                 | 15-19      | ≥ 20     |
| Cefuroxima     | 30                   | ≤ 14                                 | 15-22      | ≥ 23     |

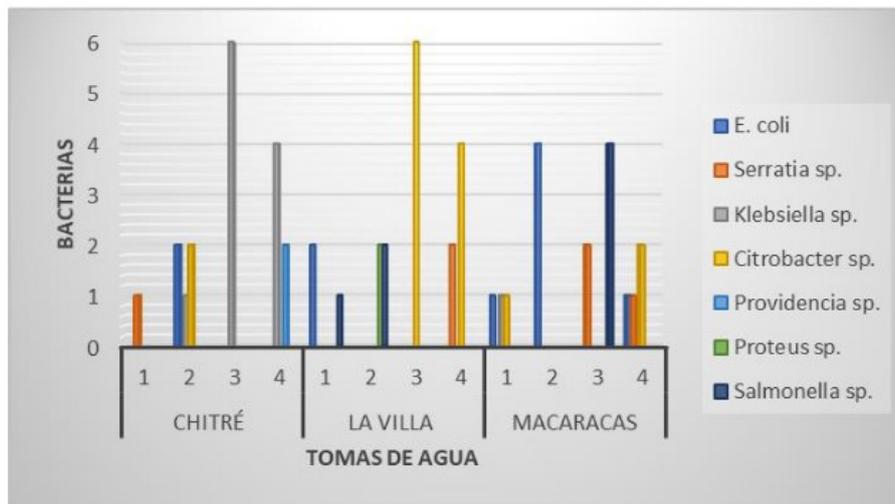
Fuente: datos de NCCLS del 2000

Se tomó con un asa bacteriológica cultivo puro en agar nutritivo, se realizó una dilución en NaCl 0.9 %, hasta alcanzar una turbidez. Luego se introdujo un hisopo estéril en el tubo de cultivo, eliminando el sobrante, apretando el hisopo contra las paredes del tubo con movimientos rotatorios, se sembró en la placa de *Agar Müller Hinton*, estriando en 3 direcciones de manera que quede uniformemente distribuido. Seguidamente, se colocaron 6 discos en cada plato para antibiograma, con una pinza estéril a 15#mm del borde y 20#mm de equidistancia, presionándolos con delicadeza y se dejó reposar durante 15 minutos y se incubó a 37 °C por 18-24#h. Pasado este tiempo se procede a la lectura de las placas, midiendo con una regla milimétrica los halos de inhibición, incluyendo los 6#mm de diámetro del disco de antibiótico y categorizando si el antibiótico probado era sensible, intermedio o resistente.

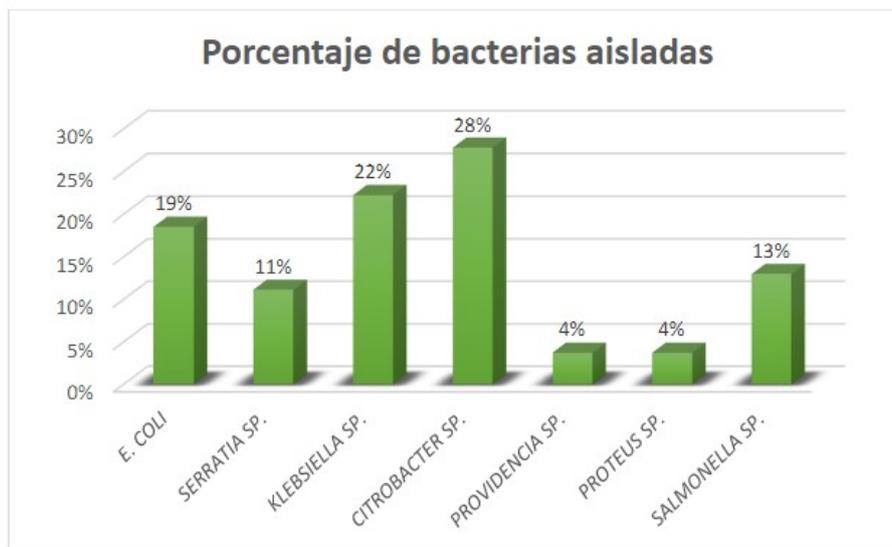
Los datos fueron tabulados y analizados a través de pruebas no paramétricas, , la prueba de Kruskal Wallis para determinar si existe diferencia significativa entre los parámetros físicos de las diferentes tomas y los sitios de muestreo y la realización de la prueba omega cuadrado-llamada W2 para determinar asociación entre la abundancia de bacterias entre tomas de agua y la resistencia a los antibióticos.

## RESULTADOS

De acuerdo con la caracterización y aislamiento de bacterias y su frecuencia se puede observar que existen una gran ocurrencia de géneros bacterianos entre las diferentes tomas de las plantas (ver figura 5 y 6).



**FIGURA 5**  
*Géneros bacterianos aislados de las tomas de agua de las diferentes plantas potabilizadoras de la región de Azuero*



**FIGURA 6**  
**Frecuencia de bacterias aisladas en las tomas de agua de las plantas Potabilizadoras**

**TABLA 2**  
*Resistencia y susceptibilidad de bacterias aisladas en los diferentes muestreos*

| MUESTREO | BACTERIA        | Antibiótico |            |            |             |             |             |             |
|----------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|          |                 | Imipenem    | Ofloxacino | Cefuroxima | Trimetropin | Ceftriaxona | Ticarcilina | Amoxicilina |
| 1        | Serratia sp.    | S           | S          | S          | S           | R           | R           |             |
|          | E. coli         | S           | S          | I          | S           | R           | R           |             |
|          | Salmonella sp.  | S           | S          | S          | S           | R           | R           |             |
|          | Klebsiella sp.  | S           | S          | R          | R           | R           | R           |             |
|          | Citrobacter sp. | S           | S          | R          | R           | R           | R           |             |
|          | Klebsiella sp.  | S           | S          | R          | R           | R           | R           |             |
| 2        | Citrobacter sp. | S           | S          | R          | R           | R           | R           |             |
|          | Proteus sp.     | S           | S          | S          | S           | R           | R           |             |
|          | Salmonella sp.  | S           | S          | R          | S           | R           | R           |             |
|          | E. coli         | S           | S          | R          | S           | R           | R           |             |
|          | Klebsiella sp.  | S           | S          | R          |             | R           | R           | R           |
|          | Citrobacter sp. | S           | S          | R          |             | R           | R           | R           |
| 3        | Serratia sp.    | S           | S          | S          |             | R           | R           | R           |
|          | Salmonella sp.  | S           | S          | R          |             | R           | R           | R           |
|          | Providencia sp. | S           | S          | S          |             | R           | R           | R           |
|          | Klebsiella sp.  | S           | S          | R          |             | R           | R           | R           |
|          | Citrobacter sp. | S           | S          | R          |             | R           | R           | R           |
| 4        | Serratia sp.    | S           | S          | S          |             | R           | R           | R           |
|          | E. coli         | S           | S          | R          |             | R           | R           | S           |

Fuente: Elaboración propia

R Resistente

S Sensible

I Intermedio

Los datos obtenidos en las 3 tomas de agua de la región de Azuero, realizando la prueba de antibiograma a las diferentes bacterias encontradas durante cada muestreo, los antibióticos Ceftriaxona y Ticarcilina presentaron resistencia a todos los géneros bacterianos encontrados (Tabla.3)

Al evaluar las tomas de agua de las diferentes plantas potabilizadoras Roberto Reina de Chitré, Rufina Alfaro de La Villa de Los Santos y el río Estivaná en Macaracas se puede observar que hay diferencias significativas entre los parámetros evaluados (Figura 7).

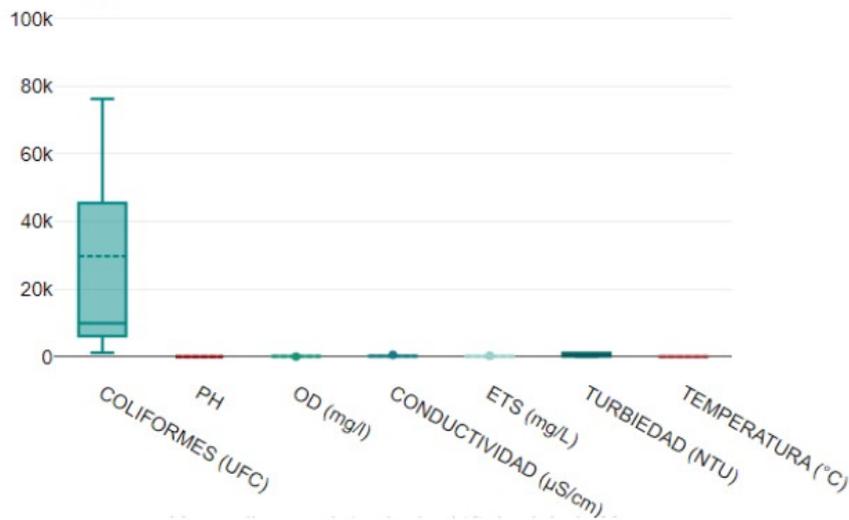


FIGURA 7  
Análisis de parámetros físicos evaluados en las diferentes tomas de agua

Los datos de la Tabla 3 nos muestran la relación entre las bacterias aisladas con los antibióticos.

TABLA 3  
Prueba omega cuadrado-llamada W2 para determinar asociación entre variables Nominales (Bacterias) y Ordinales (Resistencia a químicos)

| Antibiótico | W2     | Intensidad de relación | Rango (W2) de omega cuadrado | Intensidad de relación |
|-------------|--------|------------------------|------------------------------|------------------------|
| Imipenem    | 0.7941 | Alta                   | 0,00 a 0,29                  | Débil                  |
| Ofloxacino  | 0.8057 | Alta                   | 0,30 a 0,69                  | Moderada               |
| Ceftriaxona | 0.5857 | Media                  | 0,70 a 1,00                  | Fuerte                 |
| Trimetropin | 0.5256 | Moderada               |                              |                        |
| Cefuroxima  | 0.9556 | Alta                   |                              |                        |
| Ticarcilina | 0.9624 | Alta                   |                              |                        |
| Amoxicilina | 0.051  | No Hay                 |                              |                        |

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, se identificaron 7 géneros de bacterias encontradas en las 3 tomas de agua de las plantas potabilizadoras de Azuero, encontrando gran abundancia de bacterias principalmente de *Klebsiella sp.*, *Citrobacter sp.*, *E. coli*. Los 7 géneros bacterianos demostraron resistencia a dos antibióticos *Ticarcilina* y *Ceftriaxona*. Se encontraron diferencias significativas entre los parámetros físicos y los coliformes evaluados de las diferentes tomas de agua. De acuerdo con el estudio no se encontró relación entre los antibióticos y la abundancia de bacterias.

## DISCUSIÓN

Un total de 54 cepas bacterias aisladas, fueron obtenidos, durante los meses de abril a julio del 2017. Los datos obtenidos presentan los valores de ocurrencia de diferentes géneros bacterianos obtenidos en las tomas de agua de las potabilizadoras de Azuero (Ver Figura 5), el género *Citrobacter sp.* se destaca en las 3 tomas de

agua, con un total de 15 veces aislada, (Ver Figura 6) la frecuencia de los aislados de cada toma de agua siendo *Citrobacter sp.* con un 28%, *Klebsiella sp.* con 22% y *E.coli* con un 19%.

En una investigación realizada por (Chiroles et al., 2007) en el río Almendares, Cuba, encontraron que entre los aislamientos más frecuentes a *Escherichia coli* (69.7%), seguido de *Klebsiella pneumoniae* (9.7%), *Enterobacter aerogenes* (9.0%), *Klebsiella oxytoca* (7.1%), *Enterobacter agglomerans* (3.9%) y *Citrobacter amalonaticus* (0.6%). Los géneros bacterianos reportados en este estudio fueron similares a los identificados para este estudio.

En otro estudio similar por (Rivera et al., 2006) en el río Alseseca, Puebla, aislaron e identificaron 91% de enterobacterias de las muestras de agua, siendo *E. coli* la más frecuente (44%), también se identificó *Klebsiella sp.*, *Enterobacter sp.*, *Serratia sp.*, *Providencia sp.* y *Citrobacter sp.* la presencia de estas bacterias patógenas en el río Alseseca representa un problema de salud pública, ya que pueden llegar al ser humano a través de los vegetales que se riegan con sus aguas. Los géneros *Klebsiella sp.* y *Citrobacter sp.* se encuentran con alta frecuencia en aguas tropicales (Larrea et al., 2012). Estas bacterias colonizan la superficie interna de tuberías de agua y tanques de almacenamiento formando biopelículas en presencia de nutrientes, altas temperaturas, bajas concentraciones de desinfectantes y largos periodos de almacenamiento (Ríos et al., 2017).

Los betalactámicos siguen siendo los antimicrobianos más usados, cuyo mecanismo de acción es la inhibición del paso final de la síntesis de la pared celular bacteriana (Suárez y Guidiol, 2009). En tal sentido, los 7 géneros bacterianos identificados mostraron altos niveles de resistencia a los antibióticos *Ticarcilina* y *Ceftriaxona* (Betalactámicos), excepto los carbapenémicos (Hernández y Leiva, 2005) (Ver Tabla 3).

(Álvarez, 2010) indicó que las betalactamasas de espectro expandido ( $\beta$ -LEE) son una causa frecuente de resistencia de las enterobacterias, especialmente *Klebsiella sp.* y *E. coli*, a las cefalosporinas de tercera generación como lo es *ceftriaxona*. *Cefuroxima* (cefalosporina de segunda generación) presentó resistencia a *Klebsiella sp.*, *Citrobacter sp.*, *E. coli* y *Salmonella sp.* Trimetropin (trimetropina) resistencia a *Klebsiella sp.*, *Citrobacter sp.* y *Amoxicilina* (aminopenicilina) resistencia a *Klebsiella sp.*, *Citrobacter sp.*, *Salmonella sp.*, *Serratia sp.* y *Providencia sp.* En un estudio por (Tejedor et al., 2015) en agua de riego encontraron diversos géneros de Enterobacterias con un elevado porcentaje de cepas resistentes a la combinación Amoxicilina + Ácido Clavulánico.}

Los resultados obtenidos demostraron que el género *Citrobacter sp.* y *Klebsiella sp.* obtuvo resistencia a más de un antibiótico, estas bacterias son multirresistentes, pueden presentar mecanismos de resistencia contra diferentes grupos de antibióticos. Los aislados multirresistentes se describen, con mayor frecuencia, en aguas residuales (Baquero et al., 2008). De acuerdo con el estudio de (Servais y Passerat, 2009) en la cuenca del río Sena (Francia), encontraron que el 42% de los 214 aislados de *E. coli* del río eran resistentes a al menos un antimicrobiano y el 35% eran resistentes a al menos dos antimicrobianos.

Estudios previos han demostrado que aguas residuales que contienen algún tratamiento y son descargadas a aguas superficiales pueden contener patógenos resistentes a antibióticos, generando una presión selectiva y proporcionando una diseminación de genes sobre comunidades bacterianas ya existentes (Raven et al., 2019).

Blaak et al., 2015, realizaron un estudio en aguas superficiales y residuales en Holanda, con la bacteria *E.coli*, encontrada en aguas residuales, fue resistente a ciprofloxacino estuvo significativamente sobrerrepresentada en comparación con *E. coli* de aguas residuales municipales y aguas superficiales.

De acuerdo al análisis estadístico de Kruskal-Wallis se señala que existe diferencias significativas entre todos los parámetros físicos evaluados, tales como pH, turbiedad, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos totales, temperatura y el conteo de coliformes, puesto que el valor-p es menor que el nivel de significación  $p \leq 0.05$ , el estadístico de prueba H es igual a 64.313 (gl=6), se debe rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , y aceptar la hipótesis alternativa  $H_a$  que indica que existe diferencia significativa entre los parámetros físicos y los coliformes evaluados de las diferentes tomas de agua de Azuero. En estudio realizado por Him et al., (2018) encontraron resultados similares en el río Santa María en Veraguas, para los parámetros fisicoquímicos de pH, conductividad, sólidos totales presentaron valores mayores en época seca; y la turbidez fue mayor en

época lluviosa. Los coliformes totales no presentaron diferencias; mientras que los coliformes fecales fueron mayores en la época lluviosa. Los resultados descritos muestran la alta resistencia en los géneros bacterianos aislados, pero los mismos no muestran relación entre las bacterias aisladas y los antibióticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez D. (2010). Identificación de betalactamasas de espectro extendido en enterobacterias. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*: 9 (4), 516-524. <https://www.redalyc.org/pdf/1804/180418874011.pdf>
- Baquero F., Martínez J., y Canton R. (2008). Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. *Biotechnol (19)*, 260-265. DOI: 10.1016/j.copbio.2008.05.006
- Barrantes K., Chacón L. y Solano M., Achí R. (2013). Contaminación fecal del agua superficial de la microcuenca del río Purires, Costa Rica, 2010-2011. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 33 (1), 1315-2556 [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-25562013000100009](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562013000100009)
- Blaak H., Lynch G., Italiaander R., Hamidjaja RA., Schets FM., y De Roda Husman AM (2015). Multidrug-Resistant and Extended Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Escherichia coli* in Dutch Surface Water and Wastewater. *PLoS ONE 10(6)*, 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127752>
- Castro J., Molineros L. (2016). Consumo de antibióticos a partir de las ventas en droguerías en Santiago de Cali, Colombia. *Revista Cubana de Farmacia*, 50(1), 68-84. <http://scielo.sld.cu/pdf/far/v50n1/far07116.pdf>
- Chiroles S., González M., Torres T., Valdés V., y Domínguez I. (2007). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en aguas del río Almendares (Cuba). *Revista Higiene y Sanidad Ambiental (7)*, 222-227 [https://saludpublica.u.gr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc51015c5d937c3\\_Hig.Sanid\\_.Ambient.7.222-227\(2007\).pdf](https://saludpublica.u.gr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc51015c5d937c3_Hig.Sanid_.Ambient.7.222-227(2007).pdf)
- Domínguez T. (7 de enero de 2014). *Contaminación genera una crisis en Chitré y Los Santos*. Panamá América. <https://www.panamaamerica.com.pa/provincias/contaminacion-genera-una-crisis-en-chitre-y-los-santos>
- González C. y Cardona J. (2018). Revisión sistemática sobre elementos genéticos móviles portadores de genes de resistencia a antibióticos en aguas residuales, 2000-2017. *MedPub Journals 14(26)*, 1-7. <https://doi.org/10.3823/1387>
- Hernández S. y Leiva J. (2005). Bacterias multirresistentes. *Ventana de otras Especialidades*. [Apuntes].
- Him J., Barria G., y Serrano C. (2018). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Santa María en los alrededores del ingenio la victoria, Veraguas, Panamá. *Centros Revista Científica Universitaria*, 8 (1), 174- 194. <http://up-rid.up.ac.pa/2263/>
- Larrea J., Rojas M., Álvarez B., Rojas N., y Heydrich M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34: <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>
- Muñoz K., Arango G., y Jaramillo M. (2004). Los antibióticos y su situación actual *Vitae*, 11 (1), 21-33. <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169818259003.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2012). *Estrategia mundial de la OMS para contener la resistencia a los antimicrobianos*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67197>
- Pérez D. (1998). Resistencia bacteriana a antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria. *Revista Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud*, 22 (3), 57-67. <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-resistencia-antibioticos-un-problema-S0212656700787427#:~:text=R.M.%20Daza%20P%C3%A9rez.%20Resistencia%20bacteriana%20a%20antimicrobianos%3A%20u,Sistema%20Nacional%20de%20Salud%2C%2022%20%281998%29%2C%20pp.%2057-67>
- Pérez H., A. (2013). Basic aspect of the mechanisms of bacterial resistance. *Revista Médica*: 4 (3), 186-191. (<https://www.medigraphic.com/pdfs/revmed/md-2013/md133i.pdf>)
- Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests* (2000). Standards 7th Edition, NCCLS Document M2-A7. NCCLS, Wayne.

- Raven K., Ludden C., Gouliouris T., Blane B., Naydenova P., Brown N, Parkhill J., y Peacock S. (2019). Vigilancia genómica de *Escherichia coli* en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales como indicador de patógenos clínicamente relevantes y sus genes de resistencia. *Microbial Genomics: 5 (5)*, 1-9. <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000267>
- Ríos S., Agudelo R., y Gutiérrez L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para beber. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 35(2)*, 236-247. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>
- Rivera J., Ramírez L., Guzmán M., y Giono S. (2006). Diagnóstico de enterobacterias en el río Alseseca. *Revista de la Facultad de Medicina, 49 (1)*, 20-22. <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2006/un061f.pdf>
- Servais P. y Passerat J. (2009). Resistencia a los antimicrobianos de las bacterias fecales en las aguas de la cuenca del Sena (Francia). *Ciencia del Medio Ambiente Total, 408 (2)* 365-372.
- Suarez C., y Guidiol F. (2009). Antibióticos betalactámicos. *Revista Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, 27(2)*: 116-129. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2008.12.001>
- Standard Methods (1995). *For the Examination of water and wastewater*. 19th Edition, American Public Health Association Inc., New York.
- Tejada C., Quiñonez E., y Peña M. (2014). Contaminantes emergentes en aguas: metabolitos de fármacos. *Revista Facultad de Ciencias Básicas, 10 (1)*, 80-101. <https://pdfs.semanticscholar.org/fd2c/2649c4656de5e699f85f99e732ffb96d7bc2.pdf>
- Tejedor M., González M., Lupiola P., Estévez E., y Cabrera M. Montesdeoca S. (2015). Resistencia a antibióticos en bacterias aisladas de muestras de agua en Gran Canaria y su relación con la presencia de contaminantes emergentes. [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/13574/4/0706264\\_00000\\_0000.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/13574/4/0706264_00000_0000.pdf)
- Toba F., Falco A., Aranaga C., y Alonso G. (2018). *Caracterización de bacterias aisladas en un reservorio de agua en Venezuela. Una aproximación a la multirresistencia bacteriana en ambientes naturales*. Editorial Universidad Santiago de Cali.