

EFFECTO INHIBITORIO IN VITRO DEL EXTRACTO LÍQUIDO DE *MUSA ACUMINATA* FRENTE A *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* RESISTENTE A METICILINA Y EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD EN *ARTEMIA SALINA*

Jesús A. Bonilla González¹
 Edwin J. Gonzales Chavez¹
 Sebastian Iglesias-Osores¹
 Martha E. Vergara Espinoza²



1. Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

2. Bióloga, Catedrático principal del Departamento de Microbiología – Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

*Autor corresponsal: Sebastian Iglesias Osores, email: sebasiglo@gmail.com ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-4984-4656>.

Recibido: 11/10/2019

Aceptado: 5/11/2019

RESUMEN

Se ha visto el uso de plantas en la medicina tradicional, estos compuestos no han sido estudiados a profundidad frente a microorganismos hospitalarios. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto inhibitorio in vitro del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) a concentraciones de 5, 10, 20, 30 %v/v sobre *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina y evaluar la toxicidad del extracto de *Musa acuminata* sobre *Artemia salina*. Se utilizaron cinco cepas de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina aisladas de pacientes con infecciones de vías respiratorias y extracto líquido de *Musa acuminata*. El número de observaciones experimentales fue 75 para el efecto inhibitorio y de 120 para la toxicidad. El efecto inhibitorio se determinó siguiendo la metodología de siembra por el método de extensión en superficie y el bioensayo de toxicidad con nauplios de *Artemia salina*. A concentraciones de 5, 10, 20, 30%v/v de savia de plátano se obtuvo 6,3x10⁶; 4,3x10⁶; 2,3x10⁶ y 0 UFC/mL respectivamente, la diferencia entre ellos fue estadísticamente significativa. El extracto de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) sobre *Artemia salina* registró una relación promedio entre la concentración de exposición y la LC50 de 22.553 %v/v (2.255 mL), lo cual es relativamente inocuo. Se concluye que el extracto de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) a las concentraciones de 5, 10, 20, 30 % v/v tuvo efecto inhibitorio frente a las especies de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina y no es tóxico para *Artemia salina*.

Palabras clave: pruebas de sensibilidad microbiana, concentración mínima Inhibitoria, *Musa acuminata*, *Staphylococcus aureus*.

IN VITRO INHIBITORY EFFECT OF THE LIQUID EXTRACT OF *MUSA ACUMINATA* AGAINST *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* METHICILLIN RESISTANT AND TOXICITY ASSESSMENT IN *ARTEMIA SALINA*

ABSTRACT

The use of plants in traditional medicine has been seen, these compounds have not been studied in depth against hospital microorganisms. The present work aimed to determine the in vitro inhibitory effect of the liquid extract of *Musa acuminata* (banana var. Silk) at 5, 10, 20, 30% v / v on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and evaluate the toxicity of *Musa acuminata* about *Artemia salina*. Five strains of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections from patients with

respiratory tract infections and *Musa acuminata* liquid extract will be used. The number of experimental observations was 75 for the inhibitory effect and 120 for the toxicity. The inhibitory effect was determined following the sowing methodology by the method of surface extension and the bioassay of toxicity with *Artemia salina* nauplii. At volumes of 5, 10, 20, 30% v / v of banana sap, 6.3x10⁶ were obtained; 4.3x10⁶; 2.3x10⁶ and 0 CFU / mL respectively, the difference between them was statistically significant. *Musa acuminata* extract (banana var. Silk) on *Artemia salina* determined an average ratio between the exposure concentration and the LC50 of 22,553% v / v (2,255 mL), which is relatively harmless. It is concluded that the extract of *Musa acuminata* (banana var. Silk at complications of 5, 10, 20, 30% v / v had an inhibitory effect against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* species and is not toxic to *Artemia salina*.

Keywords: Microbial Sensitivity Tests, Minimum Inhibitory Concentration *Musa acuminata*, *Staphylococcus aureus*.

INTRODUCCIÓN

Staphylococcus aureus es una bacteria que forma parte de la flora normal del tracto respiratorio superior del humano y de los animales; como flora normal se le ha encontrado en hisopados de fosas nasales y de faringe en personas aparentemente sanas (1,2). Como patógeno es aislado con frecuencia en los hospitales. En los hospitales del MINSA y Essalud representó el 18,4% de aislamientos en el 2008, mientras Alvarado reportó el 75,2% de aspirados del tracto respiratorio (3). En Lambayeque, un estudio realizado en el servicio de Neonatología del Instituto de Salud del Niño (Lima, Perú) para determinar los gérmenes más frecuentes causantes de infecciones encontrándose *Staphylococcus spp.*, *Klebsiella sp.*, *Acinetobacter sp.* y *Pseudomonas aeruginosa* (4).

Una complicación de los casos de infecciones por *S. aureus* es su resistencia a los antimicrobianos, así se reporta la resistencia en aislados hospitalarios del 32% de las cepas a meticilina, 35% a gentamicina, 10% a amikacina, 58% a ciprofloxacina (5). De las cepas aisladas en hospitales, las cepas resistentes de *S. aureus* a meticilina (SARM) están en rangos del 75,6% hasta el 82,8% (3), estas además poseen elevada resistencia a antibióticos como eritromicina (79,7%), clindamicina (77,7%), ciprofloxacina (74,2%) y penicilina (98,3%) y a otros en porcentajes también elevados (5).

En Lambayeque-Perú, se utiliza el extracto líquido ("leche") de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) para el tratamiento de la tos y para ayudar en el restablecimiento de los pacientes con tuberculosis (6). En Trujillo-Perú estudios recientes mostraron que diversos extractos de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) lograron mejorar la calidad de vida de pacientes con tuberculosis (6). Además de ello, es conocido que el agua producto del hervor del "plátano de freír" permite una mayor producción de secreción láctea en las parturientas (conocimiento popular).

Estudios realizados para determinar la toxicidad del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda), no mostraron resultados positivos a dicho efecto, aun así no se tiene referencias de la toxicidad de *Musa acuminata* var. Seda sobre *Artemia salina* el cual es un crustáceo muy sensible

a un amplio rango de compuestos químicos con actividad biológica (7), por lo que se ha propuesto su uso en bioensayos para evaluar la toxicidad de extractos de plantas. El presente trabajo tiene, como objetivo general, determinar el efecto inhibitorio in vitro del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) frente a *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM) y evaluar su efecto tóxico.

MÉTODOS

Para el efecto inhibitorio del extracto líquido de *Musa acuminata* "plátano" la muestra fue de 25, que interactuaron con cinco cepas bacterianas de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina a cuatro concentraciones (5, 10, 20, 30, % v/v) del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var Seda), más un control. Considerando 3 repeticiones, correspondió a un total de 75 unidades experimentales.

Para la evaluación de la toxicidad, la población y muestra fueron 40 cistos de *Artemia salina*, obtenidas de la interacción entre las 4 concentraciones y 10 nauplius por concentración. Considerando 3 repeticiones dio un total de 120 unidades experimentales.

Material Botánico

Savia de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) 500 mL. Las plantas de 4 meses y medio de edad en fase vegetativa-reproductiva fueron obtenidas del Fundo Villa Mercedes que pertenece a la Rama Guanabal – Ferreñafe, Perú.

Material Microbiológico

Cinco cepas de *Staphylococcus aureus* meticilino resistentes (SARM) aisladas de pacientes con infecciones de vías respiratorias del Hospital Docente Belén- Lambayeque, Perú. Cistos de *Artemia salina* "Camarón salino" certificados obtenidos comercialmente.

DETERMINACIÓN DEL EFECTO INHIBITORIO IN VITRO DEL EXTRACTO LÍQUIDO *MUSA ACUMINATA* (PLÁTANO VAR. SEDA) A CONCENTRACIONES DE 5, 10, 20, 30 % V/V FRENTE A *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* RESISTENTE A METICILINA (SARM).

A. Obtención del extracto líquido

Para la obtención de la savia, se realizó una limpieza del

pseudotallo de la planta y se quitaron con cuidado las vainas foliares que recubren el pseudotallo hasta dejarlo expuesto. Nuevamente se limpiaron con alcohol al 96 %. Se dejó secar y con un solo golpe y a 30 centímetros del suelo se cortó el pseudotallo, enseguida, a través de un embudo limpio se dejó pasar el extracto líquido hacia un frasco de vidrio esterilizado de 500 mL obteniéndose un promedio de 10 mL por planta.

B. Tindalización del extracto líquido

Esta técnica de esterilización que consistió en elevar la temperatura del extracto líquido *Musa acuminata* (plátano var. Seda), entre 90 y 100 °C durante media a una hora, por tres días consecutivos en baño maría. Entre cada etapa de calentamiento se incubó el producto a 37 °C. En las etapas de calentamiento se destruyen los microorganismos, pero permanecen las esporas, las cuales germinarán en las etapas de incubación, para que nuevamente se destruyan los microorganismos germinados en la segunda o tercera etapa de calentamiento. Luego se comprobó la esterilidad del producto para lo cual se realizó una siembra en agar común y medios selectivos enriquecidos. Al cuarto día se realizó la lectura de las placas que han sido sembradas con el producto ya tindalizado.

C. Estandarización del inóculo bacteriano

Las cepas reactivadas de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina se estandarizaron por nefelometría con el tubo N° 1 del nefelómetro de Mc Farland. A partir de esta dilución se realizaron 6 diluciones sucesivas para obtener una concentración equivalente a 3×10^2 bacterias UFC/mL, del tubo 10-6 se extrajo 0.5 de inóculo correspondiente a 30 bacterias (UFC), las cuales se sembraron en placas Petri; de este modo se trabajó con una biomasa estándar en todos los ensayos.

D. Obtención de las concentraciones del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda)

Se diluyó en baño maría el Agar Nutritivo. Una vez diluido el medio se mezcló y se homogenizó con el extracto líquido en un tubo estéril. Obtenida la concentración correspondiente en dicho tubo, se vació esta cantidad en placas Petri estériles. Se dejó solidificar el medio de cultivo en las placas Petri. Se incubaron y se colocaron en estufa por 24 horas para el control de esterilidad.

E. Efecto inhibitorio in vitro del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) frente a *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina

A cada placa Petri se le colocó 0,5 mL del inóculo bacteriano obtenido anteriormente. Por medio de una espátula de Drigalsky estéril se extendió el inóculo bacteriano por toda la superficie de la placa Petri. Se realizó lo mismo con todas las concentraciones y repeticiones a investigar, incluido la placa control, la cual solo contuvo el inóculo bacteriano.

Posteriormente se llevaron las placas a incubación a 37 °C/24 horas. Transcurrido el tiempo se realizó el conteo de unidades formadoras de colonia en cada placa sembrada.

DETERMINACIÓN DEL EFECTO TÓXICO DE *MUSA ACUMINATA* (PLÁTANO VAR. SEDA) SOBRE *ARTEMIA SALINA*

A. Obtención de las concentraciones de la solución para el bioensayo.

En un recipiente esterilizado se colocó el extracto puro de *Musa acuminata* con el cual se procedió a realizar diluciones con agua de mar esterilizada según las concentraciones a estudiar.

B. Cultivo de Nauplius de *Artemia salina*

Para el test se distribuyeron en forma homogénea y suave en una placa Petri, 100 mg de huevos de *Artemia salina* certificados, que se colocaron en aproximadamente 12 mL de agua de mar natural. Los cistos fueron incubados a temperatura ambiente expuestos por una hora a una fuente luminosa y luego a 24 horas en oscuridad. Luego de la incubación se transfirió la mayor cantidad posible, con ayuda de una pipeta Pasteur, los nauplius en estado instar I (organismo recién nacido) a una placa con medio fresco, y se incubaron a 25 °C por 24 horas más en oscuridad hasta que los nauplius alcanzaron el estado de instar II. Para facilitar la transferencia de los nauplius, se colocó una fuente luminosa al extremo de la placa Petri para atraerlas, ya que estas son fototácticas. Al cabo de las 24 horas estuvieron listas para ser utilizadas como organismos de ensayo.

C. Bioensayo con *Artemia salina*

Se expuso 10 nauplius de *Artemia salina* a las cuatro concentraciones del extracto líquido de *Musa acuminata*, más un control, con 3 réplicas, cada una incluyó al control. Se incubó por 24 horas a temperatura ambiente. Con un estereoscopio se observó y contó el número de larvas muertas. Lectura: las larvas se consideraron muertas si al cabo de 40 segundos de observación no presentaron movimiento alguno y se anotaron los resultados en la hoja de registro de datos.

RESULTADOS

Al estudiar el efecto inhibitorio in vitro del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano) frente a *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM) se encontraron los resultados los cuales demostraron que el crecimiento del número de colonias de las cepas de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM) fueron decreciendo conforme aumentaba la concentración de la solución del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda). Se observó que hubo completa inhibición en las concentraciones de 30% v/v en las cepas 3, 4 y 5. Los resultados también mos-

| Concentración de la solución (% v/v) | UFC por cepa de SARM | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | cepa 1 | cepa 2 | cepa 3 | cepa 4 | cepa 5 |
| 5% | 4,213x10 ⁸ | 5,93x10 ⁷ | 6,3x10 ⁶ | 7,6x10 ⁶ | 2,9x10 ⁷ |
| 10% | 2,84x10 ⁸ | 4,16x10 ⁷ | 4,3x10 ⁶ | 4,6x10 ⁶ | 1,223x10 ⁸ |
| 20% | 1,16x10 ⁷ | 1,56x10 ⁷ | 3,3x10 ⁶ | 2,3x10 ⁶ | 1,36x10 ⁷ |
| 30% | 3x10 ⁵ | 6x10 ⁵ | 0 | 0 | 0 |

Tabla 1: Promedio de unidades formadoras de colonia (UFC) de *Staphylococcus aureus* resistentes a metilicina (SARM) por efecto del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda), a diferentes concentraciones.

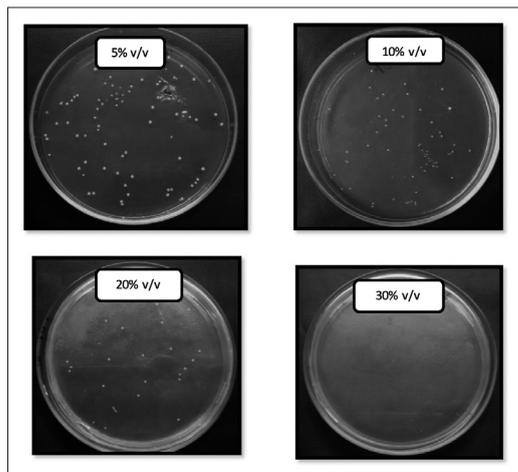


Figura 1: Unidades formadoras de colonia (UFC) de *Staphylococcus aureus* resistentes a metilicina (SARM) cepa 4, por efecto del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda).

traron una pequeña inhibición en las concentraciones de 5% v/v en todas las cepas estudiadas, siendo las que mostraron una menor inhibición las cepas 1 y 2 (Figura 1). Los resultados mostraron que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de las UFC según cepa y concentración. Estos resultados permiten observar que las cepas no presentan el mismo comportamiento frente al extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda), así mismo las concentraciones del producto influyen en el efecto inhibitorio. Los promedios de las unidades formadoras de colonia de SARM, obtenidos después de la prueba de susceptibilidad bacteriana demostraron el efecto inhibitorio del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda), sobre cada cepa.

El promedio de las unidades formadoras de colonia (UFC) de *Staphylococcus aureus* resistentes a metilicina (SARM) expuestos a las diferentes concentraciones del extracto

líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda), (5%, 10%, 20% y 30% v/v), disminuyó a medida que se incrementó las concentraciones, así a la concentración de 30% v/v se observó un crecimiento de 2x10⁵ UFC, que significó una mayor inhibición con respecto a las demás concentraciones. Se determinó que las cepas de SARM interactuaron significativamente con las concentraciones del producto a 30% v/v y 20% v/v.

En la tabla 2 se expresa el número de Nauplius muertos por efecto del tratamiento con *Musa acuminata* (plátano var. Seda) a diferentes concentraciones según repeticiones, así se observa por ejemplo al 5% v/v en las 3 repeticiones sobrevivieron todas; a la mayor concentración (30% v/v),

| | Control agua de mar | C ₁ =5% | C ₂ =10% | C ₃ =20% | C ₄ =30% |
|----------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| R ₁ | 0 | 0 | 1 | 4 | 8 |
| R ₂ | 0 | 0 | 0 | 4 | 7 |
| R ₃ | 0 | 0 | 2 | 5 | 8 |

R₁, R₂, R₃ = Repeticiones
C₁, C₂, C₃, C₄ = Concentraciones de *Musa acuminata*

Tabla 2: Número de Nauplius de *Artemia salina* muertos con extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano) a diferentes concentraciones según repetición. Luego de 24 h de exposición.

en la primera y en la última repetición murieron 8, y en la segunda repetición murieron 7. Así mismo la homogeneidad del efecto de cada concentración en las repeticiones I, II y III determinó que no hubo diferencia significativa entre el número de muertos obtenidos en las repeticiones de cada concentración de *Musa acuminata* (plátano var. Seda). La LC50 y la concentración de exposición (CE) del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda), para lo cual las tres repeticiones elaboradas formaron una sola réplica dando como resultado un valor de 22.553 %v/v equivalente a 2.255 ml, valor considerado como relativamente inocuo. La interacción entre el estímulo (dosis) o las concentraciones 5%, 10%, 20%, 30 %v/v del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) frente a *Artemia salina*; así se tiene que al 10%v/v se obtuvo una respuesta de mortalidad del 10% y al 30 %v/v se obtuvo una respuesta de mortalidad cerca del 80%.

DISCUSIÓN

En las últimas décadas, los beneficios para la salud de *M. acuminata* han recibido mucha atención. Todas las partes

de la planta, incluidas las frutas, la cáscara, el seudotallo, el como, las flores, las hojas, la savia y las raíces, se han utilizado en el tratamiento de muchas enfermedades en la medicina tradicional (8,9). La revisión de la literatura ha indicado el uso de *M. acuminata* en el tratamiento de diversas enfermedades como fiebre, tos, bronquitis, disentería, infecciones alérgicas, infecciones de transmisión sexual y algunas de las enfermedades no transmisibles (8,10,11). La presente investigación constituye la primera en el departamento de Lambayeque-Perú en estudiar el efecto inhibitorio de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) sobre *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina, así mismo evaluar la toxicidad de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) sobre *Artemia salina* "camaron de salmuera".

Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron que el extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) tuvo efecto inhibitorio in vitro sobre *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina, estos resultados son similares a los resultados de otro estudio en el que se estudió varias especies de *Musa* sp. y su acción contra patógenos que causan infecciones nosocomiales resistentes a múltiples fármacos (12). Esto se afirma en base a los hallazgos del estudio fotoquímico de Cueva et al. (13) que determinó los componentes más característicos, encontrándose proteínas, gomas, mucilagos, saponinas, almidón, resinas, taninos, compuestos reductores, coumarinas, flavonoides, esteroides y triterpenoides, algunos de los cuales tienen importancia desde el punto de vista farmacológico y que influirían en la inhibición de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (14), así mismo se ha demostrado en la investigación de Ortiz (6) que las especies de la familia *Musaceae* poseen en su savia componentes químicos no alimenticios como los fructosanos, ácido fenólico, antocianinas, terpenoides, esteroides alcaloides aislados como la amina alcaloidea y alcaloides indólicos. Además la savia de plátano está constituida por agua en un 85%, en el extracto de savia de la hoja se encontró una mezcla de polihidroxifenoles y taninos, esto explicaría el efecto bactericida que presenta este vegetal hacia diferentes grupos bacterianos tal es el caso de bacterias Gram positivas como el género *Staphylococcus* en especial la especie *Staphylococcus aureus*, el género *Streptococcus* y múltiples hongos.

La savia de *Musa acuminata* de manera particular posee componentes activos como glucósidos que crean un medio hipertónico para la bacteria, pero no necesariamente letal para *Staphylococcus aureus* cuya pared celular es muy resistente por la gran cantidad de peptidoglucano. El extracto líquido de *Musa acuminata* posee también taninos que causan astringencia de la célula bacteriana, saponinas, fenoles y flavonoides que desnaturalizan la membrana celular. El efecto combinado de todos ellos causan la

inhibición bacteriana, y en mayor grado a un volumen del 20% a más, resultados que son coincidentes con los Mathew et. al (8) y con los de Gómez et al (15), quienes demostraron que el extracto líquido de *Musa acuminata* posee un efecto bactericida contra *Staphylococcus aureus*.

En esta investigación se determinó que el efecto inhibitorio del extracto líquido de *Musa acuminata* es dependiente de las cepas de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina esto explica por qué inhibió mejor a una cepa que a otra; lo cual posiblemente se deba a que cepas de dicha bacteria pueden tener algunas diferencias estructurales relacionadas con la presencia de un glucoconjugado en la pared celular, el cual es de espesor variable según la virulencia de la bacteria constituyéndose en una barrera mecánica, así mismo por la membrana citoplásmica y sus proteínas las cuales tienen permeabilidad selectiva al paso de diferentes sustratos lo que influiría en la entrada de los compuestos activos presentes en el extracto líquido de *Musa acuminata*. Es importante señalar también que dicho producto es efectivo también contra otras bacterias patógenas de las vías respiratorias como *Streptococcus pneumoniae* (11), cuyo efecto sería similar a lo ya explicado.

Por otra parte, la población folclóricamente hace uso medicinal de algunas plantas sin conocer los efectos adversos que pueden ocasionar. Muchas veces estos efectos son daños irreversibles, estos se pueden evitar estudiando la toxicidad o no toxicidad de dichas plantas o sus productos por medio de un procedimiento de tamizaje para evaluar toxicidad general que no requiere de especialización. Es el bioensayo con *Artemia salina* que ha demostrado poseer buena correlación con el bioensayo de toxicidad oral en ratones (13), lo que permite afirmar que ambas investigaciones contribuyen dando confianza de la utilización del ensayo como una prueba alternativa para evaluar toxicidad.

Este estudio evaluó la toxicidad del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) sobre *Artemia salina* registrando una LC50 de 22.5532 % v/v lo que equivale a 2.255 mL, lo califica como relativamente inocuo coincidiendo mucho con la investigación realizada por Mathew et. al (8) para *Artemia salina* de 9.97 mg/ml, así pues, en general, los resultados obtenidos en la presente investigación refrendan el uso empírico de la savia de plátano para tratar problemas de salud relacionados con infecciones del tracto respiratorio, incluyendo la tuberculosis (6,16), sin el riesgo de que pueda ser tóxico.

CONCLUSIÓN

El extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) a las concentraciones de 5,10, 20, 30%v/v tuvo efecto inhibitorio in vitro sobre *Staphylococcus aureus* resistente a

metilicina, obteniéndose una completa inhibición a la concentración del 30% v/v en las cepas 3, 4 y 5; así también a la misma concentración se logró una menor inhibición en las cepas 1 y 2 con un crecimiento final de 3×10^5 UFC/mL y 6×10^5 UFC/mL respectivamente.

El extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) (LC50/CE, 22.553%v/v, 2.255mL) no tuvo toxicidad sobre *Artemia salina* "camaron de salmuera".

BIBLIOGRAFÍA

1. Arce-Gil Z, Asalde-Ramos R. *Staphylococcus aureus* resistente a metilicina en trabajadores del centro integral de salud de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo- Chiclayo 2009. Rev del Cuerpo Médico Hosp Nac Almanzor Aguinaga Asenjo [Internet]. 2012 [cited 2019 Oct 3];5(1):2009–11. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4061028>
2. Carmona E, Sandoval S, García C. Frecuencia y susceptibilidad antibiótica del *Staphylococcus aureus* proveniente de hisopados nasales en una población urbano marginal de Lima, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. 2012 [cited 2019 Oct 3];29(2):206–11. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342012000200006&script=sci_abstract
3. Alvarado-Gamarra AG, Alcalá-Marcos KM, Alvarado-Gamarra PK, Champi Merino R. Riesgo de aparición de cepas *Staphylococcus aureus* resistente a vancomicina en pacientes hospitalarios de un hospital del Perú, 2008. CIMEL Cienc e Investig Médica Estud Latinoam [Internet]. 2012 [cited 2019 Oct 3];15(2). Available from: <https://www.cimel.felsocem.net/index.php/CIMEL/article/view/121>
4. Shimabuku R, Velásquez P, Yábar J, Zerpa R, Arribasplata G, Fernández S, et al. Etiología y susceptibilidad antimicrobiana de las infecciones neonatales. An la Fac Med [Internet]. 2013 [cited 2019 Oct 3];65(1):19. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832004000100004
5. Mamani E, Luján D, Pajuelo G. Perfil de sensibilidad y resistencia de *Staphylococcus aureus*. Experiencia en el Hospital Nacional Hipólito Unanue. An la Fac Med [Internet]. 2013 [cited 2019 Oct 3];67(2):120. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832006000200004
6. Otiz-Morín S. Efecto bactericida de la savia de *Musa acuminata* (plátano) utilizada individualmente y en asociación con kanamicina y etionamida contra *Mycobacterium tuberculosis* multidrogoresistente en modelo animal. IntraMed. 2012;1:1–7.
7. Ibrahim HMM. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using banana peel extract and their antimicrobial activity against representative microorganisms. J Radiat Res Appl Sci [Internet]. 2015 Jul [cited 2019 Oct 3];8(3):265–75. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1016/j.jrras.2015.01.007>
8. Mathew NS, Negi PS. Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of wild banana (*Musa acuminata* Colla): A review

- [Internet]. Vol. 196, Journal of Ethnopharmacology. Elsevier; 2017 [cited 2019 Oct 3]. p. 124–40. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874116323200>
9. Gurib-Fakim A. Novel Plant Bioresources: Applications in Food, Medicine and Cosmetics. Vol. 9781118460, Novel Plant Bioresources: Applications in Food, Medicine and Cosmetics. 2014. 1–528 p.
10. Adinarayana K, Babu PA. Anti-oxidant activity and cytotoxicity of ethanolic extracts from rhizome of *Musa acuminata*. Nat Sci [Internet]. 2011 Apr 20 [cited 2019 Oct 4];03(04):291–4. Available from: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/ns.2011.34037>
11. Bocanegra-García V, Del Rayo Camacho-Corona M, Ramírez-Cabrera M, Rivera G, Garza-González E. The bioactivity of plant extracts against representative bacterial pathogens of the lower respiratory tract. BMC Res Notes [Internet]. 2009 Jun 1 [cited 2019 Oct 3];2(1):95. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19486533>
12. Karupiah P, Mustafa M. Antibacterial and antioxidant activities of *Musa* sp. leaf extracts against multidrug resistant clinical pathogens causing nosocomial infection. Asian Pac J Trop Biomed [Internet]. 2013 Sep 1 [cited 2019 Oct 4];3(9):737–42. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2221169113601483>
13. Saravia-Cueva V, Luján-Velásquez M, Chávez-Castillo M, Becerra L, Jiménez-Coronado M, Cabezas J. Efecto de la savia liofilizada de *Musa acuminata* Colla "plátano de seda" sobre la respuesta inmune de *Mus musculus* BALB/c frente a *Escherichia coli* O157: H7. UCV - Sci [Internet]. 2011 [cited 2019 Oct 3];3(1):42–8. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6181482>
14. González-Montelongo R, Gloria-Lobo M, González M. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. Food Chem [Internet]. 2010 Apr 1 [cited 2019 Oct 4];119(3):1030–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609009819>
15. Gomez P, Terrazas K, Sánchez L, Carvajal R. Estudio de las plantas medicamentosas locales en la modificación de la respuesta inmune: efecto inmunomodulador de la savia de *Musa* spp TT. Biofarbo [Internet]. 1993 [cited 2019 Oct 3];2(2):5–9. Available from: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=285402&indexSearch=ID>
16. Camacho-Corona M del R, Ramírez-Cabrera MA, González-Santiago O, Garza-González E, Palacios I de P, Luna-Herrera J. Activity against drug resistant-tuberculosis strains of plants used in Mexican traditional medicine to treat tuberculosis and other respiratory diseases. Phyt Res [Internet]. 2008 Jan [cited 2019 Oct 3];22(1):82–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17726732>